



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ (Empirical study) โดยใช้ข้อมูลจากโครงการตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการสอบระหว่างวันที่ 13-14 ธันวาคม พ.ศ. 2526 พร้อมกันทั่วประเทศ ด้วยวิธีดำเนินการสอบเดียวกัน

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 ที่เข้าสอบตามโครงการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาทั่วประเทศ วิชาคณิตศาสตร์ จากจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด 146,355 คน

กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สุ่ม 3 ครั้ง ดังต่อไปนี้

- 1. ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling)

ตามเขตการศึกษาทั้ง 13 เขต เขตละ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ได้จำนวนตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างแยกตามเขตการศึกษา

เขตการศึกษา	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	เขตการศึกษา	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
1	190	8	322
2	94	9	294
3	322	10	383
4	99	11	326
5	197	12	202
6	229	13	775
7	288		
รวม	3,721	คน	

2. ใช้วิธีการสุ่มอย่างมีระบบ (Systematic sampling) สุ่มจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มครั้งที่ 1 โดยแยกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีทั้ง 13 เขตไม่ซ้ำกัน ได้จำนวนดังนี้

กลุ่มที่ 1	จำนวน	1,241	คน
กลุ่มที่ 2	จำนวน	1,240	คน
กลุ่มที่ 3	จำนวน	1,240	คน

3. สุ่มแต่ละกลุ่มเป็น 2 กลุ่มย่อย (α, β) ด้วยวิธีการสุ่มอย่างมีระบบได้ 6 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่มที่ 1	กลุ่มย่อย α	จำนวน	621	คน
	กลุ่มย่อย β	จำนวน	620	คน
กลุ่มที่ 2	กลุ่มย่อย α	จำนวน	620	คน
	กลุ่มย่อย β	จำนวน	620	คน
กลุ่มที่ 3	กลุ่มย่อย α	จำนวน	620	คน
	กลุ่มย่อย β	จำนวน	620	คน

ลักษณะของเครื่องมือ

เป็นแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2524 ข้อระหว่งเป็นคำถามเฉพาะความคิด (cognitive) แบบเลือกตอบ จำนวน 60 ข้อ มีความเที่ยง (reliability) เท่ากับ .88 ประกอบด้วยสมรรถภาพด้านต่าง ๆ 4 ด้านคือ

1. ความเข้าใจในหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์
2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์
4. ทักษะในการคิดคำนวณ

ผู้วิจัยได้แบ่งแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์นี้ เป็น 2 ฟอรั่ม คือ

1. แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฟอรั่ม X จำนวน 38 ข้อ
2. แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฟอรั่ม Y จำนวน 38 ข้อ

และแต่ละฟอรั่มจะมีแบบสอบร่วมชนิดแบบสอบร่วมภายใน (Internal anchor test) จำนวน 20 ข้อ รวมอยู่ภายในด้วย

หลักเกณฑ์ในการแบ่งแบบสอบเป็น 2 พอร์ม

1. ศึกษาลักษณะโครงสร้างของแบบสอบทั้ง 60 ข้อ โดยพิจารณาว่า แต่ละข้อวัดสมรรถภาพด้านไหน เกี่ยวกับพฤติกรรมย่อยอะไร และอยู่ในขอบเขตเนื้อหาอะไร

2. จับคู่ข้อสอบที่วัดในเนื้อหาเดียวกัน พฤติกรรมย่อยเดียวกันในแต่ละสมรรถภาพ

3. สุ่มข้อสอบด้วยวิธี Random assignment จาก 30 คู่แยกเป็น 2 พอร์ม คือ พอร์ม ก. 30 ข้อ พอร์ม ข. 30 ข้อ

4. เลือกแบบสอบรวมจากแบบสอบพอร์ม ก. 10 ข้อ พอร์ม ข. 10 ข้อ โดยพิจารณาค่าพารามิเตอร์ ความยากของข้อกระทงซึ่งวอร์ม (Warm 1978) ได้ให้ความเห็นไว้ว่าระดับความยากของแบบสอบรวม ครั้งหนึ่งควรจะง่ายและอีกครั้งหนึ่งควรจะยาก โดยกระจายในช่วง $-1.5 < \beta < 1.5$

5. ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ LOGIST วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ a, b, c และโปรแกรม Item analysis วิเคราะห์ค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r) จากแบบสอบ 60 ข้อ กลุ่มผู้สอบจำนวน 3,721 คน

6. ตัดข้อที่มีค่าพารามิเตอร์สูงเกินช่วง $-4 < \beta < 4$ โดยตัดออก 4 ข้อ คือข้อ 26 , 38 , 42 และ 45

7. รวมแบบสอบพอร์ม ก. ที่เหลือ 18 ข้อกับแบบสอบรวม 20 ข้อ เป็นแบบสอบพอร์ม x จำนวน 38 ข้อ รวมแบบสอบพอร์ม ข. ที่เหลือ 18 ข้อ กับแบบสอบรวม 20 ข้อ เป็นแบบสอบ พอร์ม y จำนวน 38 ข้อ ซึ่งแบบสอบทั้งสองพอร์มเป็นแบบสอบที่มีโครงสร้างเทียบเคียงกันแล้วน่าจะแน่ใจได้จากการ สอบจากทั้งสองพอร์มไปเทียบต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจากการสอบตามโครงการตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 โดยข้อมูลของนักเรียนทุกคนทุกเขตการศึกษาได้บันทึกไว้ในเทปข้อมูล สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSSX (Statistical Package for Social Sciences version X) จากสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

2.1 ใช้โปรแกรม LOGIST (Wood, Wingersky & Lord 1976) ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อกระทง (Item parameter) และประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (ability parameter)

2.2 ใช้โปรแกรม Item Analysis วิเคราะห์ค่าความยาก (P) และอำนาจจำแนก (r)

3. การทดสอบความคงที่ของวิธีการเทียบมาตรา ใช้แบบแผนการเทียบมาตรา ดังต่อไปนี้

3.1 ทดสอบคุณสมบัติความไม่แปรผันตามกลุ่ม (Invariance across group) ใช้วิธีการดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบแผนการเทียบมาตราเพื่อทดสอบคุณสมบัติความไม่แปรผันตามกลุ่ม

วิธีการเทียบมาตรา	เทียบจากฟอร์ม X ไปสู่ฟอร์ม Y
1. การเทียบเชิงเส้นตรง	กลุ่มที่ 1 $\alpha \rightarrow \beta$
	กลุ่มที่ 2 $\alpha \rightarrow \beta$
	กลุ่มที่ 3 $\alpha \rightarrow \beta$
2. การเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์	กลุ่มที่ 1 $\alpha \rightarrow \beta$
	กลุ่มที่ 2 $\alpha \rightarrow \beta$
	กลุ่มที่ 3 $\alpha \rightarrow \beta$
3. การเทียบโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ	กลุ่มที่ 1 $\alpha \rightarrow \beta$
	กลุ่มที่ 2 $\alpha \rightarrow \beta$
	กลุ่มที่ 3 $\alpha \rightarrow \beta$

3.2 ทดสอบคุณสมบัติสมมาตร (Symmetry) โดยผู้วิจัยได้รวมกลุ่มตัวอย่าง กลุ่ม α ทั้ง 3 กลุ่ม เข้าด้วยกัน ได้จำนวน 1,861 คน และรวมกลุ่มตัวอย่าง กลุ่ม β ทั้ง 3 กลุ่ม ได้จำนวน 1,860 คน แล้วเทียบมาตราจากแบบสอบฟอร์ม X ไปสู่ฟอร์ม Y โดยใช้วิธีการเทียบทั้ง 3 วิธี คือการเทียบเชิงเส้นตรง การเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ และการเทียบโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ

3.3 ทดสอบคุณสมบัติอิควิตี้ (Equity) ใช้กลุ่มตัวอย่างและแบบแผน การเทียบมาตราเช่นเดียวกันกับการทดสอบคุณสมบัติสมมาตร

4. วิธีการเทียบมาตรา

4.1 การเทียบเชิงเส้นตรง (Linear equating)

4.1.1 รูปแบบที่ใช้ผู้สอบรวม คำนวณจากวิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff 1971 : 574) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าความชัน (slope) และจุดตัดแกน (intercept) ของสมการเส้นตรง เพื่อแปลงคะแนนของสเกล X ให้อยู่ในสเกล Y จากสูตร

$$A = \sqrt{\frac{s_{y\alpha}^2 + s_{y\beta}^2}{s_{x\alpha}^2 + s_{x\beta}^2}}$$

$$B = \frac{1}{2} (M_{y\alpha} + M_{y\beta}) - \frac{A}{2} (M_{x\alpha} + M_{x\beta})$$

โดยที่	$s_{y\alpha}^2$	คือความแปรปรวนของคะแนนฟอร์ม Y สอบโดยกลุ่ม α
	$s_{y\beta}^2$	คือความแปรปรวนของคะแนนฟอร์ม Y สอบโดยกลุ่ม β
	$s_{x\alpha}^2$	คือความแปรปรวนของคะแนนฟอร์ม X สอบโดยกลุ่ม α
	$s_{x\beta}^2$	คือความแปรปรวนของคะแนนฟอร์ม X สอบโดยกลุ่ม β
	$M_{y\alpha}$	คือค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม Y สอบโดยกลุ่ม α
	$M_{y\beta}$	คือค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม Y สอบโดยกลุ่ม β
	$M_{x\alpha}$	คือค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม X สอบโดยกลุ่ม α
	$M_{x\beta}$	คือค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม X สอบโดยกลุ่ม β

ขั้นที่ 2 แทนค่า A และ B ลงในสมการแปลงคะแนน

$$y = Ax + B$$

ขั้นที่ 3 สร้างตารางเทียบคะแนนจากฟอร์ม X ไปสู่ฟอร์ม Y

4.1.2 รูปแบบที่ใช้แบบสอบรวม คำวนจากวิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff 1971:577)
มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฟอร์ม X และฟอร์ม Y จากสมการ

$$\hat{\mu}_x = M_{x\alpha} + b_{xu\alpha}(M_{ut} - M_{u\alpha})$$

$$\hat{\mu}_y = M_{y\beta} + b_{yu\beta}(M_{ut} - M_{u\beta})$$

$$\hat{\sigma}_x^2 = s_{x\alpha}^2 + b_{xu\alpha}^2(s_{ut}^2 - s_{u\alpha}^2)$$

$$\hat{\sigma}_y^2 = s_{y\beta}^2 + b_{yu\beta}^2(s_{ut}^2 - s_{u\beta}^2)$$

เมื่อ

$$t = \alpha + \beta$$

$\hat{\mu}_x$ คือค่าเฉลี่ยของฟอร์ม X ที่ปรับแล้ว

$\hat{\mu}_y$ คือค่าเฉลี่ยของฟอร์ม Y ที่ปรับแล้ว

$\hat{\sigma}_x^2$ คือค่าความแปรปรวนของคะแนนฟอร์ม X ที่ปรับแล้ว

$\hat{\sigma}_y^2$ คือค่าความแปรปรวนของคะแนนฟอร์ม Y ที่ปรับแล้ว

$b_{xu\alpha}$ คือค่าสัมประสิทธิ์การทำนายระหว่างฟอร์ม X กับแบบสอบรวม

$b_{yu\beta}$ คือค่าสัมประสิทธิ์การทำนายระหว่างฟอร์ม Y กับแบบสอบรวม

M_{ut} คือค่าเฉลี่ยของแบบสอบรวม สอบโดยกลุ่มรวม t

$M_{u\alpha}$ คือค่าเฉลี่ยของแบบสอบรวม สอบโดยกลุ่ม α

$M_{u\beta}$ คือค่าเฉลี่ยของแบบสอบรวม สอบโดยกลุ่ม β

s_{ut}^2 คือค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบรวม โดยกลุ่ม t

$s_{u\alpha}^2$ คือค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบรวม โดยกลุ่ม α

$s_{u\beta}^2$ คือค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบรวม โดยกลุ่ม β

ขั้นที่ 2 นำค่าพารามิเตอร์มาสร้างสมการเส้นตรงเพื่อแปลงคะแนน x ให้อยู่ในมาตราของ y

$$y^* = Ax + B$$

โดยที่

$$A = \frac{(b_{xu\alpha} \hat{\sigma}_y^2) / (b_{yu\beta} \hat{\sigma}_x^2)}$$

$$B = \hat{\mu}_y - A\hat{\mu}_x$$

ขั้นที่ 3 สร้างตารางเทียบคะแนนจากแบบสอบฟอร์ม X ไปสู่ฟอร์ม Y

4.2 การเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ (Equipercntile equating)

4.2.1 รูปแบบที่ใช้ผู้สอบร่วม มีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 รวมผลการสอบฟอร์ม x ของกลุ่ม α และกลุ่ม β และรวมผลการสอบฟอร์ม y ของกลุ่ม α และกลุ่ม β
- ขั้นที่ 2 จัดทำตารางแจกแจงคะแนนของฟอร์ม x และฟอร์ม y แล้วคำนวณจุดกลางและตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ของการแจกแจงทั้งสองฟอร์ม
- ขั้นที่ 3 เขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์โดยให้ทั้งสองเส้น (ฟอร์ม x และฟอร์ม y) อยู่บนแกนเดียวกัน (ใช้กระดาษกราฟ arithmetic probability paper)
- ขั้นที่ 4 สร้างตารางคะแนนของทั้งสองกลุ่มที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกัน
- ขั้นที่ 5 เขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของคะแนนทั้งสองกลุ่มโดยให้แกนหนึ่งเป็นคะแนนจากฟอร์ม x และอีกแกนหนึ่งเป็นคะแนนจากฟอร์ม y
- ขั้นที่ 6 ทำตารางสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการแปลงคะแนนโดยอ่านจากกราฟในขั้นที่ 5

4.2.2 รูปแบบที่ใช้แบบสอบร่วม มีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 จัดทำตารางแจกแจงคะแนนสอบฟอร์ม x ที่ทำโดยกลุ่ม α และแบบสอบฟอร์ม y ที่ทำโดยกลุ่ม β และแบบสอบร่วมที่ทำโดยกลุ่ม t ($\alpha + \beta$)
- ขั้นที่ 2 ปรึบความถี่ของแบบสอบร่วม u โดยการคูณความถี่ของ u ด้วยสัดส่วนของความถี่ $f_{it}/f_{i\alpha}$ ที่ทุกช่วงคะแนน u_i แล้วจึงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนน x กับ u ณ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกัน
- ขั้นที่ 3 ในทำนองเดียวกัน ปรึบความถี่ u ในกลุ่ม β แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของ y กับ u
- ขั้นที่ 4 จากเส้นกราฟในข้อ 2 และข้อ 3 อ่านคะแนน x และ y ที่ตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกันกับฟอร์ม u แล้วทำตารางเปรียบเทียบ
- ขั้นที่ 5 เขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของคะแนนทั้งสองฟอร์มโดยให้แกนหนึ่งเป็นคะแนนของฟอร์ม x และอีกแกนหนึ่งเป็นของฟอร์ม y
- ขั้นที่ 6 ทำตารางสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการแปลงคะแนนโดยอ่านจากกราฟในขั้นที่ 5

4.3 การเทียบโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item characteristic curve equating)

4.3.1 รูปแบบที่ให้ผู้สอบรวม มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แปลงค่าพารามิเตอร์ a, b, θ ที่ได้จากการประมาณค่าโดยโปรแกรม LOGIST ให้อยู่ในสเกลเดียวกัน จากสูตรที่เสนอโดยวอร์ม (warm 1978 : 116)

$$\theta_1 = \left(\frac{SD_{\theta_1}}{SD_{\theta_2}} \right) \theta_2 + \left(\bar{\theta}_1 - \left(\frac{SD_{\theta_1}}{SD_{\theta_2}} \right) \bar{\theta}_2 \right)$$

$$b_1 = \left(\frac{SD_{\theta_1}}{SD_{\theta_2}} \right) b_2 + \left(\bar{\theta}_1 - \left(\frac{SD_{\theta_1}}{SD_{\theta_2}} \right) \bar{\theta}_2 \right)$$

$$a_1 = a_2 \left(\frac{SD_{\theta_2}}{SD_{\theta_1}} \right)$$

- โดยที่
- θ_1 คือพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบกลุ่ม β
 - θ_2 คือพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบกลุ่ม α
 - SD_{θ_1} คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบกลุ่ม β
 - SD_{θ_2} คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบกลุ่ม α
 - $\bar{\theta}_1$ คือค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ความสามารถของกลุ่ม β
 - $\bar{\theta}_2$ คือค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ความสามารถของกลุ่ม α
 - b_1 คือพารามิเตอร์ความยากของข้อกระทงของฟอร์ม Y
 - b_2 คือพารามิเตอร์ความยากของข้อกระทงของฟอร์ม X
 - a_1 คือพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อกระทงฟอร์ม Y
 - a_2 คือพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อกระทงฟอร์ม X

ขั้นที่ 2 นำค่าพารามิเตอร์ที่แปลงแล้วมาคำนวณโอกาสในการตอบถูกของทั้งสองกลุ่ม จากสูตร

$$P_i(\theta) = C_i + (1-C_i) \frac{e^{Da_i(\theta-b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta-b_i)}} \quad (i=1,2,3\dots N)$$

โดยที่	$P_1(\theta)$	คือโอกาสในการตอบข้อกระทงที่ 1 ถูกของผู้สอบที่มีความสามารถ θ
	C_1	คือพารามิเตอร์การเคาของข้อกระทง 1
	a_1	คือพารามิเตอร์อำนาจจำแนกที่แปลงแล้ว
	b_1	คือพารามิเตอร์ความยากที่แปลงแล้ว
	D	คือค่าคงที่ประมาณ 1.7

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าคะแนนจริง (True score) จากสูตรที่เสนอโดยลอร์ด (Lord 1980: 199)

$$\xi = \sum_{i=1}^n P_i(\theta)$$

$$\eta = \sum_{j=1}^m P_j(\theta)$$

โดยที่	ξ	คือคะแนนจริงของแบบสอบฟอร์ม x ที่ทำโดยกลุ่ม α
	η	คือคะแนนจริงของแบบสอบฟอร์ม y ที่ทำโดยกลุ่ม β

ขั้นที่ 4 นำคะแนนจริงของผลการสอบที่หาได้ในขั้นที่ 3 มาหาความสัมพันธ์กันโดยพล็อตกราฟให้แกนนอน x เป็นค่าความสามารถ (θ) ของผู้สอบ แกนตั้ง y เป็นคะแนนจริงของแบบสอบทั้งสองฟอร์ม

ขั้นที่ 5 ทำตารางเทียบคะแนนทั้งสองฟอร์มโดยยึดค่า θ ระเบียบเดียวกันเป็นหลัก

4.3.2 รูปแบบที่ใช้แบบสอบร่วม มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แปลงค่าพารามิเตอร์ a, b, c ให้อยู่ในสเกลเดียวกันทั้งสองฟอร์มจากสูตรที่เสนอโดยวอร์ม (Warm 1978 : 114)

$$\theta_1 = \left(\frac{SD_{b1}}{SD_{b2}} \right) \theta_2 + \left[\bar{b}_1 - \left(\frac{SD_{b1}}{SD_{b2}} \right) \bar{b}_2 \right]$$

$$b_1 = \left(\frac{SD_{b1}}{SD_{b2}} \right) b_2 + \left[\bar{b}_1 - \left(\frac{SD_{b1}}{SD_{b2}} \right) \bar{b}_2 \right]$$

$$a_1 = a_2 \left(\frac{SD_{b2}}{SD_{b1}} \right)$$

โดยที่	b_1	คือพารามิเตอร์ความยากของข้อกระทงฟอร์ม x
	b_2	คือพารามิเตอร์ความยากของข้อกระทงฟอร์ม x
	\bar{b}_1	คือค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ความยากของแบบสอบรวมที่ทำโดยกลุ่ม β
	\bar{b}_2	คือค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ความยากของแบบสอบรวมที่ทำโดยกลุ่ม α
	SD_{b_1}	คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ความยากของแบบสอบรวมที่ทำโดยกลุ่ม β
	SD_{b_2}	คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ความยากของแบบสอบรวมที่ทำโดยกลุ่ม α

ขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 5 ค่าเนินขั้นตอนเช่นเดียวกับรูปแบบที่ให้ผู้สอบรวม

5. การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรา (Standard error of equating)

5.1 การเทียบเชิงเส้นตรง

5.1.1 รูปแบบที่ให้ผู้สอบรวม ใช้สูตรที่เสนอโดยแองกอฟฟ์ (Angoff

1971 : 575)

$$S.E.^2_{y^*} = s_y^2 (1-r_{xy}) \frac{z_x^2 (1+r_{xy}) + 2}{N_t}$$

โดยที่	$S.E.^2_{y^*}$	คือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา
	s_y^2	คือความแปรปรวนของคะแนน
	r_{xy}	คือสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนฟอร์ม x และฟอร์ม y
	z_x	คือคะแนนมาตรฐานที่ได้จากสูตร $z_x = \frac{x-\bar{x}}{SD}$
	N_t	คือจำนวนผู้สอบทั้งสองกลุ่ม

5.1.2 รูปแบบที่ใช้แบบสอบถาม ใช้สูตรที่เสนอโดยแองกอฟฟ์ (Angoff 1971: 577)

$$S.E._y^2 = \frac{\hat{\sigma}_y^2 (1 - \hat{r}^2) (1 + \hat{r}^2) z_x + 2}{N_t}$$

$$\hat{r} = \frac{b_{xuy} S_{ut}}{\hat{\sigma}_x^2}$$

โดยที่	$\hat{\sigma}_y^2$	คือความแปรปรวนของคะแนนที่ปรับแล้ว
	$\hat{\sigma}_x^2$	คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนฟอร์ม x ที่ปรับแล้ว
	b_{xuy}	คือสัมประสิทธิ์การถ่วงน้ำหนักระหว่างฟอร์ม x กับแบบสอบถาม
	S_{ut}	คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบสอบถาม โดยกลุ่ม t

5.2 การเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ ใช้สูตรที่เสนอโดยลอร์ด (Lord 1982 :

165-174)

$$\text{Var } y' = \frac{PQ}{g_0^2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)$$

โดยที่	y'	คือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
	g_0	คือความหนาแน่นที่คะแนนจุดตัด
	P, Q	คือสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่คะแนนจุดตัด
	N_1	คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (α)
	N_2	คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (β)

6. การเปรียบเทียบความคงที่ของวิธีการเทียบมาตรา ระหว่าง 3 วิธี คือ วิธีการเทียบเชิงเส้นตรง วิธีการเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ และวิธีการเทียบโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ ใช้สถิติโคโมโกรอฟ-สมิรโนฟ (Kolmogorow-Smirnov two sample test) ซึ่งเสนอโดยมาร์ซุโลและแมคสวีเนย์ (Marascuilo & McSweeney 1977 : 250) รายละเอียดของวิธีการและตัวอย่างเสนอไว้ในภาคผนวก