การศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ที่มีแบบแผนการปรับเทียบและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน

ปริญญานิพนธ์
ของ
อุทัยวรรณ พงศ์อร่าม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
เมษายน 2545

การศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ที่มีแบบแผนการปรับเทียบและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน

บทคัดย่อ

ของ

อุทัยวรรณ พงศ์อร่าม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
เมษายน 2545

อุทัยวรรณ พงศ์อร่าม (2545*). การศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับ* เทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ที่มีแบบแผนการปรับเทียบและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดิลก ดิลกานนท์. อาจารย์ ดร. สุวพร เซ็มเฮง.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ในแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมที่มีความยาวของแบบทดสอบต่างกันคือ 60,50,40และ 30ข้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 3,000 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มสองขั้นตอน แบ่งเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน และกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ค101ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 จำนวนสองฉบับ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมเพื่อสร้างตารางแปลงคะแนนสมมูลและวิเคราะห์ดัชนีความแตกต่าง(C) หาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมโดยใช้เกณฑ์ตัดสินจากค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ที่อยู่ในระดับน่าพอใจและ น่าพอใจมาก ผลการวิจัยพบว่า

1. ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรง ในแบบแผนกลุ่มสมมูล ที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60, 50, และ 40 ข้อ เป็น 100 คน ส่วน 30 ข้อ เป็น 200 คน สำหรับการปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในแบบแผนกลุ่มสมมูลที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60ข้อมีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเป็น 200 คน และ 50 กับ 40 ข้อ เป็น 300 คน ส่วน 30 ข้อ เป็น 400 คน

2. ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรง ในแบบแผนข้อสอบร่วม ที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60, 50 และ 40 ข้อ เป็น 100 คน ส่วน 30 ข้อ เป็น 300 คน สำหรับการปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในแบบแผนข้อสอบร่วม ที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60และ 50 ข้อเป็น 200 คน ส่วน 40 และ 30 ข้อ เป็น 500 คน

3. การปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ทั้งแบบแผน กลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละความยาวของแบบทดสอบโดยการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงใช้กลุ่มตัวอย่างที่น้อยกว่า

4..ตามแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วมทั้งวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแต่ละความยาวของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน

A STUDY OF SUITABLE SAMPLE SIZE FOR TEST EQUATING BY USING EQUIPERCENTILE AND LINEAR EQUATING METHODS UNDER CONGENERIC MODEL WITH DIFFERENT EQUATING DESIGNS AND VARIOUS TEST LENGTHS

AN ABSTRACT

BY

UTHAIWON PHONG-ARAM

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education degree in Testing and Measurement
at Srinakharinwirot University
April 2002

Uthaiwon Phong-aram. (2002). *A study of suitable sample size for test equating by using Equipercentile and Linear equating methods under Congeneric model with different equating designs and various test lengths.* Dissertation, Ed.D. (Testing and Measurement). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University, Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr. Boonchird Pinyoanuntaphong, Assist. Prof. Dr. Dilok Dilakanont, Dr. Suwaporn Semheng

The purpose of this study was to find suitable sample size for test equating by using Equipercentile and Linear equating methods under Congeneric model in equivalent group design and anchor test equating design and various test length 60, 50, 40 and 30 items. The samples were 3,000 Mattayom Suksa 1(M.1) students in academic year 2001 in Chumporn province by two-stage random sampling. The one group for tests equating and the one for cross-validation . The instrument for this study was Mathematics achievement test in Mattayom Suksa 1 which there were separated into two equating test . The data were analyzed by using Equipercentile and Linear equating methods under equivalent group design and anchor test equating design. To find out the suitable samples size and set the table for equivalent scores. The criteria for this was Discrepancy C index in the ranges of satisfy and very satisfy. The results were as follows:

1. Suitable sample size of equivalent group design, linear equating methods with the test lengths of 60,50,40 items were 100 and 30 items were 200 . Suitable sample size of equivalent group design, equipercentile methods with the test lengths of 60 items were 200 ; 50,40 items were 300 and 30 items were 400 .

2. Suitable sample size of anchor test equating design, linear equating methods with the test lengths of 60, 50, 40 items were 100 and 30 items were 300 . Suitable sample size of anchor test equating design, equipercentile methods with the test lengths of 60,50 items were 200 and 40 , 30 items were 500 .

5. The linear equating and Equipercentile methods of each test lengths required different suitable sample size. The linear equating method required smaller sample size than the Equipercentile methods

6. Among equating designs of each test lengths were not different suitable sample size.

การศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ที่มีแบบแผนการปรับเทียบและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน

ปริญญานิพนธ์
ของ
อุทัยวรรณ พงศ์อร่าม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
เมษายน 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์
และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ที่มีแบบแผนการปรับเทียบ
และความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน

ของ
นางอุทัยวรรณ พงศ์อร่าม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาภรณ์ หะวานนท์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดิลก ดิลกานนท์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุวพร เซ็มเฮง)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร. ละเอียด รักษ์เผ่า)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรรณ์ดี แสงประทีปทอง)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิลก ดิลกานนท์ และอาจารย์ ดร.สุวพร เซ็มเฮง ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ที่เป็นกรรมการในการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ช่วยให้การศึกษาเป็นไปอย่างราบรื่น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์จุรีวรรณ นิลยกานนท์ อาจารย์สุภรณ์ สินธพานนท์ อาจารย์อวยพร พรหมสถิตย์ อาจารย์อุไรวรรณ ทองเจิม และอาจารย์เบญจา เขียวสม ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้ช่วยผู้บริหารฝ่ายวิชาการและคณะครู – อาจารย์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างการวิจัยและขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ณรงค์ พงศ์อร่าม อาจารย์วัชราภรณ์ บัวเกิด อาจารย์สุกัลยา อารยชาติสกุล สิบตำรวจโท จรัส ฐานะกาญจน์ ที่ให้ความช่วยเหลือและประสานงานในการเก็บรวบรวมข้อมูล คุณฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ และคุณอุไร จักรีมงคล ที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนเพื่อนๆที่มิอาจกล่าวนามได้หมดที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารโรงเรียนหงษ์เจริญวิทยาคมและคณะครูอาจารย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนการจัดทำเอกสารงานวิจัยจนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ครู อาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอนผู้วิจัย จนมีโอกาสสำเร็จการศึกษาขั้นนี้

คุณประโยชน์ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณของบิดา มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านของผู้วิจัย

อุทัยวรรณ พงศ์อร่าม

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	6
	ความสำคัญของการวิจัย	7
	ขอบเขตของการวิจัย	7
	การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	7
	ตัวแปรที่ศึกษา	8
	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
	ข้อจำกัดของการวิจัย	13
	ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย	13
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
	แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ	14
	ความหมายของการปรับเทียบคะแนน	14
	เงื่อนไขของการปรับเทียบคะแนน	15
	ประเภทของการปรับเทียบคะแนน	16
	รูปแบบวิธีการปรับเทียบคะแนน	18
	การออกแบบเพื่อรวบรวมข้อมูลและการจัดกระทำทางสถิติ	47
	แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล	69
	การหาคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน	74
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับเทียบคะแนน	85
	งานวิจัยในต่างประเทศ	85
	งานวิจัยในประเทศ	91
3	วิธีดำเนินการวิจัย	102
	แบบแผนการวิจัย	102
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	103

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
3(ต่อ)	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	106
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	112
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	116
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....110	
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 110	122
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 111	122
	ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนน.....111	123
	ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน..... 112	123
	ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผล.....121	125
	ตอนที่ 4 ผลการศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม.....132	133
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....138	144
	สรุปผลการวิจัย.....142	
	อภิปรายผลการวิจัย.....143	150
	ข้อเสนอแนะ.....144	154
		155
บรรณานุกรม.....146		157
ภาคผนวก.....ภาค		159
ภาคผนวก ก		
ภาคผนวก ข		167
ภาคผนวก ค 189		168
ภาคผนวก ง 194		191
ภาคผนวก จ..... 272		201
ภาคผนวก ฉ 282		206
ประวัติย่อผู้วิจัย..... 295		284
		293

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อปรับเทียบคะแนน 71

2 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ การปรับเทียบคะแนน และการสอบทานผลจำแนกตามโรงเรียน 105

3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม.....106

4 การวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ และน้ำหนักของข้อสอบในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....107

5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ.....110

6 การกำหนดข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 1(x)และฉบับที่ 2(y) ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม..... 111

7 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1(x)และ ฉบับที่ 2(y)และแบบทดสอบร่วม ..... 123.

8 ค่าความเชื่อมั่น และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (x) ฉบับที่ 2(y) และแบบทดสอบร่วม 124

9 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการสอบปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 (x) และแบบทดสอบฉบับที่ 2 (y) สำหรับแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูลเมื่อจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน 125

10 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการสอบปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 (x) และแบบทดสอบฉบับที่ 2 (y) สำหรับแบบแผนการปรับเทียบแบบข้อสอบร่วมเมื่อจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน 127

11 ค่า A, B และสมการเส้นตรงในการปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 (x) และฉบับที่ 2 (y) ในแบบแผนกลุ่มสมมูล 129

12 ค่า A, B และสมการเส้นตรงในการปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 (x) และฉบับที่ 2 (y) ในแบบแผนข้อสอบร่วม.....131

บัญชีตาราง ต่อ)

ตาราง หน้า

13 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มสอบทานผลในการสอบแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 (x) และแบบทดสอบฉบับที่ 2 (y) สำหรับแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล เมื่อจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน..... 134

14 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มสอบทานผลในการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 (x) และแบบทดสอบฉบับที่ 2 (y) สำหรับแบบแผนการปรับเทียบแบบข้อสอบร่วม เมื่อจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน..... 136

15 ดัชนีความแตกต่าง(C) จากกลุ่มสอบทานผลในแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน.....138

16 ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนตามแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงเมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน.....145

17 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูล ระหว่างวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ 146

18 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบข้อสอบร่วม ระหว่างวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ 147

19 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมระหว่างแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรง 148

20 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมระหว่างแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีอิควิเปอร์เซนไทล์ 149

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ใน รายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 (x) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน..... 192

22 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ใน รายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 (y) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน..... 195

23 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1(x)..... 198

24 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2(y)..... 199

25 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบร่วม..... 200

26 ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณค่าความชัน(A)และค่าคงที่(B)ด้วยวิธีเชิงเส้นตรง ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มี ความยาวของแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และข้อสอบร่วม 15 ข้อ..... 202

27 ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณค่าความชัน(A)และค่าคงที่(B)ด้วยวิธีเชิงเส้นตรง ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มี ความยาวของแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และข้อสอบร่วม 13 ข้อ..... 203

28 ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณค่าความชัน(A)และค่าคงที่(B)ด้วยวิธีเชิงเส้นตรง ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มี ความยาวของแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และข้อสอบร่วม 10 ข้อ..... 204

29 ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณค่าความชัน(A)และค่าคงที่(B)ด้วยวิธีเชิงเส้นตรง ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มี ความยาวของแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และข้อสอบร่วม 8 ข้อ..... 205

30 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมี ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน..... 207

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

31 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน..... 209

32 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน..... 211

33 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน..... 213

34 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Yไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน..... 215

35 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน..... 217

36 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 219

37 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน..... 221

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

38 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน..... 222

39 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน..... 223

40 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน..... 224

41 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน..... 225

42 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน..... 226

43 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 227

44 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน.....228

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

45 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน..... 229

46 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน..... 230

47 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน..... 231

48 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน.....232

49 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน..... 233

50 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 234

51 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ Xตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน..... 235

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

52 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน..... 236

53 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน.....237

54 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน.....238

55 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน..... 239

56 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน..... 240

57 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 241

58 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ Xตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 15 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน..... 242

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

59 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 15 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน..... 244

60 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 15 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน..... 246

61 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Yไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 15 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน..... 248

62 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Yไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 15 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน..... 250

63 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Yไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 15 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน..... 252

64 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Yไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 15 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 254

65 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 13 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน..... 256

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

66 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 13 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน..... 258

67 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 13 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน.....260

68 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 13 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน.....262

69 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 13 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน.....264

70 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 13 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน.....266

71 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 13 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 268

72 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 10 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน.....270

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

73 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 10 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน..... 271

74 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 10 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน..... 272

75 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 10 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน..... 273

76 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 10 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน..... 274

77 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 10 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน..... 275

78 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 10 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 276

79 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 8 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน..... 277

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

80 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 8 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน..... 278

81 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 8 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน..... ..279

82 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 8 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน..... 280

83 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 8 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน..... ...281

84 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 8 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน.....282

85 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยัง ฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธี อิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมี ข้อสอบร่วม 8 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน.....283

86 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง(C) จากกลุ่มสอบทานผล เมื่อ ปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูล.....285

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

87 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง(C) จากกลุ่มสอบทานผล เมื่อ
ปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในแบบแผนกลุ่มสมมูล.....287

88 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง(C) จากกลุ่มสอบทานผล เมื่อ
ปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนข้อสอบร่วม..... 289

89 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง(C) จากกลุ่มสอบทานผล เมื่อ
ปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในแบบแผน
ข้อสอบร่วม..... .291

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 12
2 การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน..... 17
3 การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง..... 18
4 กระบวนการปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์..... 20
5 การแปลงคะแนนของการปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์..... 21
6 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูล.... 102
7 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการปรับเทียบคะแนนแบบข้อสอบร่วม... 102
8 แบบแผนการจำลองข้อมูลในการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูล..... 113
9 แบบแผนการจำลองข้อมูลในการปรับเทียบคะแนนแบบข้อสอบร่วม.....114

.

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

การวัดผลและการประเมินผลการศึกษาโดยทั่วไป นิยมใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือเพื่อทำให้ได้ข้อมูล หรือสารสนเทศ เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมทางการศึกษา ผลที่ได้จากการทดสอบมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของการศึกษา ตลอดจนใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจของครู ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาทุกระดับ นอกจากนี้ยังมีการนำแบบทดสอบไปใช้อย่างแพร่หลายมากในปัจจุบัน ตามจุดมุ่งหมายที่ต่างกัน เช่น การสอบแข่งขัน การสอบคัดเลือกบุคคลเข้าเรียน เข้าทำงาน จัดตำแหน่ง เลื่อนระดับ ซึ่งในการสอบแต่ละครั้งนั้น อาจมีการใช้แบบทดสอบในลักษณะที่แตกต่างกันไป เพื่อให้สามารถวัดได้ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของแต่ละบุคคลและเพื่อให้เกิดความยุติธรรมแก่ทุกคนด้วย

เครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถภาพของนักเรียน ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างมักไม่มีการตรวจสอบคุณภาพและไม่มีค่าสถิติใด ๆ บ่งบอกถึงคุณภาพของแบบทดสอบ ครูที่สอนวิชาเดียวกัน และระดับชั้นเดียวกัน ที่อยู่ต่างโรงเรียนกัน หรือแม้แต่โรงเรียนเดียวกันต่างก็สร้างแบบทดสอบขึ้นเอง แบบทดสอบที่แต่ละคนสร้างขึ้นจึงแตกต่างกันทั้งลักษณะเนื้อหาวิชา และค่าสถิติต่าง ๆ ของข้อสอบ ผลของการวัดและการประเมินผล จึงนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 :1) การแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีการรวมกลุ่มกันสร้างแบบทดสอบ โดยทำเป็นกลุ่มโรงเรียน หรือจัดทำแบบทดสอบร่วมกันภายในสหวิทยาเขตเดียวกัน และเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาข้อสอบรั่ว หรือเกิดการได้เปรียบ เสียเปรียบกันในระหว่างผู้เข้าสอบ ในกรณีที่ไม่สอบพร้อมกัน จึงมีการสร้างแบบทดสอบที่มีลักษณะคล้าย ๆ กันที่เรียกว่า “แบบทดสอบคู่ขนาน” หลาย ๆ ฉบับ เพื่อจะได้นำเอาคะแนนดิบที่ได้จากการทดสอบฉบับต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกัน (สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์. 2531 : 1-2) ซึ่งการพยายามสร้างแบบทดสอบให้คู่ขนานกับชุดเดิมอย่างแท้จริงนั้น มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถเปรียบเทียบคะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบต่างชุดนั้นได้ ไม่ว่าผู้สอบ จะสอบด้วยแบบทดสอบชุดใดก็ไม่มีผลแตกต่างกัน (Lord. 1980 : 198)

การสร้างแบบทดสอบให้คู่ขนานกันอย่างแท้จริงนั้น จะต้องสร้างให้คู่ขนานกันทั้งในด้านโครงสร้างของข้อสอบ(Structure) เวลาที่ใช้ในการสอบ(Timing) ชนิดของข้อสอบ(Item Types) รูปแบบของข้อสอบและเนื้อหาที่ใช้ออกข้อสอบ (ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต. 2529 :144) โดยสร้างแบบทดสอบชุดใหม่ขึ้นตามตารางกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบดำเนินการสอบและพิจารณาค่าสถิติของข้อสอบอย่างระมัดระวัง ซึ่งจะต้องเหมือนกับแบบทดสอบชุดเดิมทุก

ประการ (Klein and Jarjoure 1985 :197) แต่ในทางปฏิบัติ การสร้างแบบทดสอบให้คู่ขนานกันจนเกิดคะแนนสมมูล (Equivalent scores) ในแบบทดสอบต่างชุด จนสามารถนำคะแนนดิบจากแบบทดสอบต่างชุดมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรงนั้น มีโอกาสเป็นไปได้น้อยมาก แนวทางปฏิบัติต่าง ๆ ที่นักวัดผลได้แนะนำก็เพียงให้เกิดความใกล้เคียงกันด้านเนื้อหา ค่าสถิติของข้อสอบและแบบทดสอบทั้งสองฉบับเท่านั้น(Gulliksen.1958 :174)ถึงแม้ว่าจะสามารถสร้างแบบทดสอบให้คู่ขนานกันในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวได้แต่อย่างน้อยที่สุดแบบทดสอบจะยังคงมีความแตกต่างกันในเรื่องความยาก ซึ่งจะทำให้โครงสร้างของแบบทดสอบทั้งสองชุดนั้นยังแตกต่างกัน (Holland and Rubin. 1982 :2) และถึงแม้ว่าการสร้างแบบทดสอบคู่ขนานนี้จะกระทำโดยผู้เชี่ยวชาญในการสร้างแบบทดสอบก็ไม่อาจคาดหวังได้ว่า แบบทดสอบสองชุดนั้นจะมีความเท่ากันอย่างแท้จริง (Doran and Kingston. 1985:250) นอกจากนี้ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงจุดเน้นที่ต้องการวัด หรือเพิ่มเติมวัตถุประสงค์บางประการ จะทำให้การสร้างแบบทดสอบชุดใหม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา หรือระดับความยากไปด้วย ดังนั้น การสร้างแบบทดสอบให้คู่ขนานกันอย่างแท้จริงจึงมีข้อจำกัดมาก และทำได้ยาก อาจต้องสูญเสียเวลาและไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงมีผู้คิดค้นวิธีการใหม่ขึ้นโดยอาศัยวิธีการทางสถิติมาปรับคะแนนให้เกิดความเท่าเทียมกันได้ กระบวนการเช่นนี้เรียกว่า “การปรับเทียบคะแนน” (Test Equating) ซึ่งวิธีการนี้จะทำการแปลงคะแนนของแบบทดสอบชุดหนึ่งไปสู่สเกลคะแนนของแบบทดสอบอีกชุดหนึ่ง คะแนนของแบบทดสอบต่างชุดกัน จะอยู่บนสเกลการวัดเดียวกัน จึงสามารถหาคะแนนสมมูลระหว่างแบบทดสอบต่างชุดนั้นและนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ (Angoff. 1971 : 562 ; Rentz and Bashaw. 1977 :163) ทั้งนี้ไม่ว่าแบบทดสอบต่างชุดนั้นจะคู่ขนานกันหรือไม่ก็ตาม ถ้ามุ่งวัดในสิ่งเดียวกันก็จะสามารถแปลงคะแนนจากแบบทดสอบต่างชุดให้มีคุณสมบัติที่เทียบเท่ากันได้เสมอ (Lord. 1977 :128 ; Kolen. 1981 :1-2)

การปรับเทียบคะแนนแบ่งได้เป็น 2 ประเภท (Hambleton and Swaminathan 1985:197) คือ (1) การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating) เป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบที่มีความยากใกล้เคียงกันและกลุ่มผู้สอบมีความสามารถใกล้เคียงกันและ (2) การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating) เป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบที่มีความยากต่างกัน และกลุ่มผู้สอบมีความสามารถแตกต่างกัน

วิธีการปรับเทียบคะแนนมีหลายรูปแบบ ถ้าแบ่งตามทฤษฎีที่สนับสนุนจะแบ่งได้สองกลุ่มใหญ่ ๆ (Flanagan. 1951 : 750 - 760) คือ

กลุ่มทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory) มีรูปแบบเชิงเส้นตรง (Linear Equating) รูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ (Equipercentile Equating) และรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Equating Using the Confirmatory Factor Analysis Model)

ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งคือ กลุ่มทฤษฎีการวัดความสามารถแฝง (Latent Trait Theory) มีรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory Equating Model)ซึ่งได้จำแนกการปรับเทียบตามโมเดล 1 พารามิเตอร์ หรือบางครั้งเรียกว่าราชส์โมเดล (Rasch Model) การปรับเทียบตามโมเดล 2 พารามิเตอร์ (Two Parameter Model) และการปรับเทียบตามโมเดล 3 พารามิเตอร์ (Three Parameter Model)

จากรูปแบบที่กล่าวมานี้ มีกฎในการแปลงคะแนนต่างกันและขึ้นอยู่กับรูปแบบแต่ละอย่าง จึงเกิดปัญหาว่ารูปแบบใดที่ให้ค่าการแปลงคะแนนได้ถูกต้องที่สุดหรือให้โอกาสที่จะคลาดเคลื่อนได้น้อยที่สุด เพื่อให้เกิดความยุติธรรมแก่ผู้สอบมากที่สุด

การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง เป็นการปรับเทียบคะแนนในรูปแบบของทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory) ซึ่งพัฒนามาพร้อม ๆ กับรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ เป็นรูปแบบที่ง่ายและสะดวกในการแปลงคะแนน (Kolen and Whitney. 1982 : 291 ; Hills, Subhiyah and Hirsch. 1988 : 229) และมีความเหมาะสมในการแปลงคะแนนอย่างมาก เมื่อการแจกแจงคะแนนของแบบทดสอบสองชุดที่นำมาปรับเทียบคะแนนนั้นมีรูปร่างเหมือนกัน(Angoff. 1984: 87) แต่ถ้ารูปร่างของการแจกแจงคะแนนของแบบทดสอบต่างชุดนั้นแตกต่างกันแล้ว การปรับเทียบคะแนนแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ จะให้ผลดีกว่า การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง (Angoff.1984:88) อย่างไรก็ตามหากรูปร่างของการแจกแจงคะแนนจากแบบทดสอบต่างชุดคล้ายคลึงกันมาก ควรใช้การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง ซึ่งจะให้ผลดีกว่าการปรับเทียบแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ เพราะไม่มีความคลาดเคลื่อนในการปรับหรือเกลาเส้นกราฟให้เรียบตามวิธีการปรับเทียบคะแนนแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนมากในช่วงที่มีข้อมูลน้อย (Angoff. 1971:564; Potthoff.1982:209) ส่วนการปรับเทียบคะแนนโดยอาศัยทฤษฎีการตอบข้อสอบนั้นมีคุณสมบัติของความไม่แปรเปลี่ยน (Invariance) ค่าประมาณของประชากรข้อสอบเมื่อเปลี่ยนกลุ่มผู้สอบ ดังนั้นจึงไม่มีนิยามเกี่ยวกับการแจกแจงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ วิธีนี้จึงให้ผลดี แม้ในกรณีที่การแจกแจงคะแนนจากแบบทดสอบต่างชุดที่แตกต่างกัน (Kolen and Whitney. 1982 : 279-293; Cook, Dunber and Eigner.1981 : 1- 52)

ในการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรงนั้นจะอาศัยความสัมพันธ์ของคะแนนสอบจากแบบทดสอบฉบับเดิมกับแบบทดสอบฉบับใหม่ที่วัดในสิ่งเดียวกันมาใช้ในการคำนวณ โดยอาศัยข้อตกลงสองข้อคือ (1) ต้องมีความลาดชันของเส้นถดถอยเท่ากัน และ (2)เส้นถดถอยนั้นต้องตัดแกนตั้งที่จุดเดียวกัน (สุมนา โสตถิผลอนันต์. 2539 : 4) และได้มีผู้เสนอสูตรหรือวิธีการปรับเทียบคะแนนไว้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีจะมีข้อตกลงที่แตกต่างกัน การปรับเทียบคะแนนที่ใช้ข้อตกลงของแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric Model) เป็นวิธีการที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากกว่าข้อตกลงอื่นๆซึ่งมีนักวัดผลที่สนใจการปรับเทียบคะแนน

แบบเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์คือ วู๊ดดรัฟ (Woodruff. 1986 : 245-257) โดยได้เสนอวิธีการปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรงที่ใช้กับแบบแผนของการใช้แบบทดสอบร่วมที่มีประชากรแตกต่างกัน และได้เสนอสูตรสองสูตรที่อาศัยข้อตกลงของแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ต่อมาแมคแคน(MacCann.1989 : 263-276) ได้เสนอสูตรหรือวิธีการปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรงที่ใช้แบบทดสอบร่วมที่เป็นแบบทดสอบเชื่อมโยง (External Anchor Test) โดยอาศัยข้อตกลงของแบบทดสอบที่นำมาปรับเทียบคะแนนสองฉบับว่าต้องมีความเชื่อมั่นเท่ากัน และเป็นคะแนนจริงสัมพันธ์ (สุมนา โสตถิผลอนันต์. 2539 : 4)

นอกจากนี้การปรับเทียบคะแนนยังมีความแตกต่างกันในเรื่องแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในเรื่องนี้ ลอร์ด ,แองกอฟ ปีเตอร์เซนและคณะ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2541:8-10 อ้างอิงจาก Lord. 1975b, Angoff. 1984, Petersen and other. 1989) ได้แบ่งไว้ 4 รูปแบบ คือ แบบแผนผู้สอบกลุ่มเดียว (Single – Group Design) ซึ่งแบบแผนนี้ แบบทดสอบทั้งสองที่นำมาปรับเทียบกันจะถูกนำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว ในแบบแผนที่สอง คือ แบบแผนผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน (Equivalent – Group Design) หรือกลุ่มสมมูล ตามรูปแบบนี้ ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม แต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบคนละฉบับที่ต้องการนำมาปรับเทียบกัน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างนี้ได้มาโดยการสุ่ม จึงคาดหมายว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองนั้นมีความสามารถใกล้เคียงกัน ส่วนในแบบแผนที่สาม คือแบบแผนข้อสอบร่วม (Anchor – Test Design) ตามแบบแผนนี้ ในแบบทดสอบแต่ละฉบับที่จะนำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จะมีข้อสอบร่วมอยู่ด้วย ข้อสอบร่วมนี้ อาจปะปนอยู่ในแบบทดสอบซึ่งเรียกว่า ข้อสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) หรืออาจจัดเป็นฉบับแยกต่างหาก ซึ่งเรียกว่า ข้อสอบร่วมภายนอก (External Anchor Test) ก็ได้ การใช้ข้อสอบร่วมนี้ จะช่วยในการปรับความแตกต่าง ระหว่างกลุ่มผู้สอบได้ ส่วนแบบแผนที่สี่ คือแบบแผนผู้สอบต่างกลุ่มโดยมีผู้สอบร่วม ตามแบบแผนนี้เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบต่างกลุ่มกัน ทำแบบทดสอบต่างฉบับแต่มีจำนวนผู้สอบส่วนหนึ่ง จากทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

สำหรับในเรื่องขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จากการศึกษาของ โคเลนและวิทเนย์ (Kolen and Whitney.1982) ได้ใช้ข้อมูลจากแบบทดสอบพัฒนาการศึกษาทั่วไป (GED) พบว่ากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (170-190) ในโมเดล IRT 3 พารามิเตอร์ จะให้พารามิเตอร์ของข้อสอบในลักษณะสุดโต่ง และอเยอร์เว (Ayerve.1992) ได้ศึกษาการปรับเทียบคะแนนตามแนวดิ่งโดยใช้วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และโมเดล IRT สามพารามิเตอร์ และใช้ความยาวของแบบทดสอบขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแปร ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ 200, 500 และ 1,000 และความยาวของแบบทดสอบคือ 30 และ 60 ข้อ พบว่าโมเดล IRT สามพารามิเตอร์ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นปัจจัยสำคัญ โดยกลุ่มตัวอย่างขนาด 200 ให้ผลการปรับเทียบที่ไม่เที่ยงตรง ขณะที่กลุ่มตัวอย่างขนาด 500 และ 1,000 ให้ผลที่เที่ยงตรงกว่า สำหรับแบบอิควิเปอร์เซ็น

ไทล์ ความยาวของแบบทดสอบเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ส่วน สแก๊กส์และลิสสิท (Skaggs and Lissitz. 1986) ได้แนะนำว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะของแบบแผนการปรับเทียบคะแนน นอกจากนี้ พิชัย ละแมนชัย (2538) ได้ศึกษาขนาดของกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ สำหรับการปรับเทียบคะแนนในแนวระดับ ตามแนวทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ โมเดล 1 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ ระหว่างแบบทดสอบที่มีแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล กับ แบบใช้ข้อสอบร่วม และความยาวของแบบทดสอบต่างกัน 7 ขนาด คือ 30 ข้อ 50 ข้อ 70 ข้อ 90 ข้อ 110 ข้อ 130 ข้อ และ 150 ข้อ โดยใช้วิธีการจำลองข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่าง 3,000 คน พบว่า โมเดล 1 พารามิเตอร์ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่น้อยกว่าทั้งในแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม และแบบแผนข้อสอบร่วมใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่น้อยกว่า ทั้งในโมเดล 1 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์

จากที่กล่าวมาทำให้เห็นว่าความยาวของแบบทดสอบและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อการปรับเทียบคะแนน ผู้วิจัยจึงกำหนดความยาวของแบบทดสอบและขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแปร โดยกำหนดความยาวของแบบทดสอบตามที่ได้พบเห็นในการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วๆ ไป คือ 30 ข้อ 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ เพื่อสุ่มหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ในเรื่องแบบแผนการปรับเทียบคะแนนถึงแม้จะมี 4 แบบแผนคือแบบแผนกลุ่มเดี่ยว แบบแผนกลุ่มสมมูล แบบแผนข้อสอบร่วมและแบบแผน ผู้สอบร่วม ในการปฏิบัติแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มเดี่ยวนำมาใช้น้อยมาก ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ จึงเลือกศึกษาแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมส่วนวิธีการปรับเทียบคะแนนที่ศึกษามีทั้งตามแนวทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิมได้แก่แบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์แบบเส้นตรง และศึกษาตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แต่เนื่องจากการปรับเทียบตามแนวทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิมโดยเฉพาะวิธีเชิงเส้นตรง เป็นรูปแบบที่มีการแปลงคะแนนที่ง่าย สะดวกในการนำไปใช้ และยังให้ผลดีกว่ารูปแบบอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Petersen, Cook and Stocking. 1983:155; ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529 : 156-170) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาตามแนวทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม คือวิธีเชิงเส้นตรง และวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ในแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบข้อสอบร่วม ส่วนมากมักศึกษาหาความยาวของแบบทดสอบร่วมที่ทำให้การปรับเทียบคะแนนเกิดประสิทธิภาพ (สุนิสา จุ้ยม่วงศรี, 2537) แต่ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลของการปรับเทียบคะแนน เมื่อกลุ่มตัวอย่างและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกันโดยมีข้อสอบร่วมเป็นแบบภายในที่มีจำนวนข้อไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของจำนวนข้อสอบที่ใช้ปรับเทียบคะแนน ตามที่แองกอฟ (Angoff. 1984 :107) ได้แนะนำไว้ นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับเทียบคะแนนยังพบว่าได้มีการศึกษาในลักษณะการเก็บข้อมูลจริง จากการสอบของกลุ่มตัวอย่างและอีกลักษณะหนึ่ง

คือ การจำลองข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ แล้วนำข้อมูลนั้นมาประกอบการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเรียกว่าการจำลองข้อมูล(Simulation)(พิชัย ละแมนชัย. 2538 : 6) เมื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ของการใช้ข้อมูล 2 วิธีนี้ พบว่า วิธีการเก็บข้อมูลจริง มักมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากตัวแปรแทรกซ้อนมาก ผู้เก็บข้อมูลไม่สามารถควบคุมตัวแปรเหล่านั้นได้ (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529) ทั้งยังศึกษาตัวแปรได้น้อย และยังสิ้นเปลืองทรัพยากรที่มากกว่าด้วย คุกและปีเตอร์เซน (พิชัย ละแมนชัย. 2538 :6 อ้างอิงจากCook and Petersen.1987) แนะนำว่า ควรได้มีการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการปรับเทียบคะแนนโดยใช้วิธีการจำลองข้อมูลเพราะจะทำให้ได้ผลที่ชัดเจนกว่า

จากการศึกษาพบว่ายังไม่มีรูปแบบการปรับเทียบคะแนนรูปแบบใดที่ให้ผลในการประยุกต์ใช้ได้ดีที่สุดกับทุกสถานการณ์ที่กำหนด ผลการวิจัยที่ดำเนินมานั้นได้ข้อค้นพบในเชิงประจักษ์เพียงเป็นแนวทางในการเลือกใช้ให้ใกล้เคียงเหมาะสมกับสภาพที่ต้องการและจากสภาพการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษา การสร้างแบบทดสอบในระดับชั้นเดียวกันถูกกำหนดในด้านเนื้อหา จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบซึ่งต่างโรงเรียนกันแบบทดสอบจะต่างกันในด้านความยากของแบบทดสอบ และลักษณะความสามารถของผู้สอบ

(วรเนตร พิชิตเกริกพล. 2537:3) ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนน และเป็นการเสริมสร้างความสมบูรณ์ของระบบการทดสอบที่จะก่อให้เกิดความถูกต้องในสารสนเทศ แก่ผู้ตัดสินใจ และเพื่อให้เกิดความยุติธรรมในระบบการทดสอบ การวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ 2 วิธี คือ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ โดยใช้แบบแผนการปรับเทียบ 2 แบบ คือ แบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมและมีความยาวของแบบทดสอบ 4 ขนาด คือ 30 ข้อ 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ โดยศึกษาจากการเก็บข้อมูลจริง และจากการจำลองข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ดำเนินการปรับเทียบในแต่ละสถานการณ์แล้วนำข้อมูลไปสร้างตารางแปลงคะแนนและประเมินความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนด้วยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่างโดยใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงตาม

แบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ที่มีแบบแผนการปรับเทียบและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูลเมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน

2. เพื่อศึกษาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนข้อสอบร่วมเมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน

3. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูลเมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน

4. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนข้อสอบร่วมเมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน

5. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนตามแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงเมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยคาดหวังว่าจะได้รับประโยชน์ดังนี้

1. ผลจากการวิจัยสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับขนาดกลุ่มตัวอย่างและความยาวของแบบทดสอบในการปรับเทียบคะแนน ในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. ช่วยในการเลือกขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการปรับเทียบคะแนนของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกันคนละฉบับในแต่ละโรงเรียน กลุ่มโรงเรียน สหวิทยาเขต หรือเขตการศึกษาได้อย่างเหมาะสมกับการปรับเทียบคะแนนแต่ละวิธีและแต่ละสถานการณ์การปรับเทียบคะแนน

3. เป็นการขยายขอบเขตของการวิจัยเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปรับเทียบคะแนนตามแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ให้กว้างขวางขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตการศึกษาอยู่ที่การปรับเทียบคะแนนในแนวนอน (Horizontal Equating) โดยใช้วิธีการปรับเทียบคะแนน 2 วิธี คือ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ (Equipercentile Equating) กับวิธีเชิงเส้นตรง (Linear Equating)ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ และใช้แบบแผนการปรับเทียบเป็นแบบกลุ่มสมมูลและแบบข้อสอบร่วมชนิดภายใน

2. ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชุมพร ซึ่งมีจำนวน 4,142 คน

2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชุมพร ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่ม 2 ขั้นตอนจำนวน 3,552 คน

3. แบบทดสอบสำหรับปรับเทียบคะแนนเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) จำนวน 2 ฉบับ และเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ตัวแปรในการศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable)

4.1.1 วิธีการปรับเทียบคะแนน 2 วิธีคือวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์กับวิธีเชิงเส้นตรง

4.1.2 แบบแผนการปรับเทียบคะแนนมี 2 วิธีคือ แบบกลุ่มสมมูล กับแบบข้อสอบร่วมชนิดภายใน

4.1.3 ความยาวของแบบทดสอบมี 4 ขนาดคือ 30, 40, 50และ 60 ข้อ

4.1.4 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง มี 7 ขนาด คือ 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน

4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

ดัชนีความแตกต่าง (C)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การปรับเทียบคะแนน (Test Equating) หมายถึง กระบวนการนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ 2 ฉบับที่มีเนื้อหาเดียวกันมาปรับให้อยู่บนสเกลเดียวกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อให้คะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้นสามารถเปรียบเทียบกันได้

1.1 การปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ (Equipercentile Equating)

หมายถึงวิธีการปรับเทียบคะแนนโดยการเทียบคะแนนที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์เดียวกันของทั้งสองกลุ่ม มีลักษณะเป็นการแปลงคะแนนเชิงเส้นโค้ง

1.2 การปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรง (Linear Equating) หมายถึงวิธีการปรับเทียบคะแนนโดยเทียบคะแนนที่ตำแหน่งคะแนนมาตรฐานเดียวกันทั้งสองกลุ่ม โดยยึดหลักการแปลงให้เป็นคะแนนมาตรฐาน

1.3 การปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric Model)หมายถึงการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรงที่อาศัยแบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่กำหนดว่าต้องวัดฟังก์ชันทางจิตวิทยาลักษณะเดียวกัน(The Same Psychological Function)หรือวัดมิติเดียวกัน (Unidimension) หรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน (The Same Trait)โดยที่คะแนนจริงของแต่ละฟอร์ม มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง

2. แบบแผนในการปรับเทียบคะแนน (Equating Design) หมายถึงวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างในการสอบ และเลือกหรือ จัดแบบทดสอบเพื่อนำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งมี 2 วิธี คือ แบบแผนกลุ่มสมมูล (Equivalent Group Design) และแบบแผนข้อสอบร่วม (Anchor-Test Design)

2.1 แบบแผนกลุ่มสมมูล (Equivalent Group Design) หมายถึง แบบแผนที่เลือกกลุ่มตัวอย่างมา 2 กลุ่ม โดยการสุ่มอย่าง่าย และกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบแต่ละฉบับเพียงฉบับใดฉบับหนึ่ง

2.2 แบบแผนข้อสอบร่วม (Anchor - Test Design) หมายถึง แบบแผนที่กลุ่มผู้สอบ 2 กลุ่มซึ่งได้จากการสุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว กลุ่มละฉบับ โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบร่วมกันจำนวนหนึ่งซึ่งเรียกว่า แบบทดสอบร่วม (Anchor – Test)

3. แบบทดสอบสำหรับปรับเทียบคะแนน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ซึ่งมีความยาวฉบับละ 60 ข้อ จำนวน 2 ฉบับ ซึ่งสร้างขึ้นตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยมีโครงสร้างเนื้อหาเดียวกัน

4. แบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) หมายถึงกลุ่มข้อสอบที่เป็นส่วนหนึ่งร่วมอยู่ในแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนทั้งสองฉบับซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นตามจุดประสงค์สำคัญในเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ ค 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยมีโครงสร้างข้อสอบเป็นสัดส่วนที่คงที่กับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนทั้งสองชุด

ประกอบด้วยความยาวสี่ขนาด คือ 8 ข้อ 10 ข้อ 13 ข้อ และ 15 ข้อ สำหรับแบบทดสอบ 30 ข้อ 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ ตามลำดับ

5. ความยาวของแบบทดสอบ (Test Length) หมายถึง จำนวนข้อสอบที่จัดไว้ในแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนแต่ละฉบับสำหรับการวิจัยครั้งนี้ กำหนดไว้ดังนี้

5.1 แบบแผนกลุ่มสมมูล ความยาวของแบบทดสอบที่ใช้คือ 30 ข้อ 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ

5.2 แบบแผนข้อสอบร่วม ความยาวของแบบทดสอบที่ใช้คือ 30 ข้อ 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ รวมกับความยาวของแบบทดสอบร่วม ดังนี้

แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน 30 ข้อรวมแบบทดสอบร่วม 8 ข้อ เป็น 38 ข้อ
แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน 40 ข้อรวมแบบทดสอบร่วม 10 ข้อ เป็น 50 ข้อ
แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน 50 ข้อรวมแบบทดสอบร่วม 13 ข้อ เป็น 63 ข้อ
แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน 60 ข้อรวมแบบทดสอบร่วม 15 ข้อ เป็น 75 ข้อ

6. ดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Index : C) หมายถึงผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการสอบกับคะแนนสมมูลหรือคะแนนแปลง หารด้วยผลคูณของขนาดกลุ่มตัวอย่างกับความแปรปรวนของคะแนนเกณฑ์

6.1 คะแนนสมมูล(Equivalent Scores)หมายถึงคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างชุดที่เทียบคะแนนกันได้ว่าเป็นคะแนนที่เท่าเทียมกัน

6.2 คะแนนเกณฑ์ หมายถึงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับแรกของกลุ่มสอบทานผล

7. ความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนหมายถึง ระดับคุณภาพของการปรับเทียบคะแนนในแต่ละวิธี ซึ่งประเมินจากค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ใช้เกณฑ์ของปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen and other 1982 : 93-94) ดังนี้

ระดับน่าพอใจมาก หมายถึง $C \leq (0.05\ SD_X)^2$
ระดับน่าพอใจ หมายถึง $(0.05\ SD_X)^2 < C \leq (0.10\ SD_X)^2$
ระดับปานกลาง หมายถึง $(0.10\ SD_X)^2 < C \leq (0.15\ SD_X)^2$
ระดับไม่น่าพอใจ หมายถึง $(0.15\ SD_X)^2 < C \leq (0.20\ SD_X)^2$
ระดับไม่น่าพอใจอย่างยิ่ง หมายถึง $(0.20\ SD_X)^2 < C$

8. ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม หมายถึง จำนวนผู้สอบที่น้อยที่สุดที่ทำให้กปรับเทียบคะแนนในแต่ละวิธีมีค่าดัชนีความแตกต่าง(Discrepancy Index : C)อยู่ในระดับที่น่าพอใจหรือน่าพอใจมากที่สุดคือมีค่าดัชนีความแตกต่างดังนี้

ระดับน่าพอใจมาก หมายถึง $C \leq (0.05\ SD_X)^2$

ระดับน่าพอใจ หมายถึง $(0.05\ SD_X)^2 < C \leq (0.10\ SD_X)^2$

เมื่อ SD_X คือค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน x

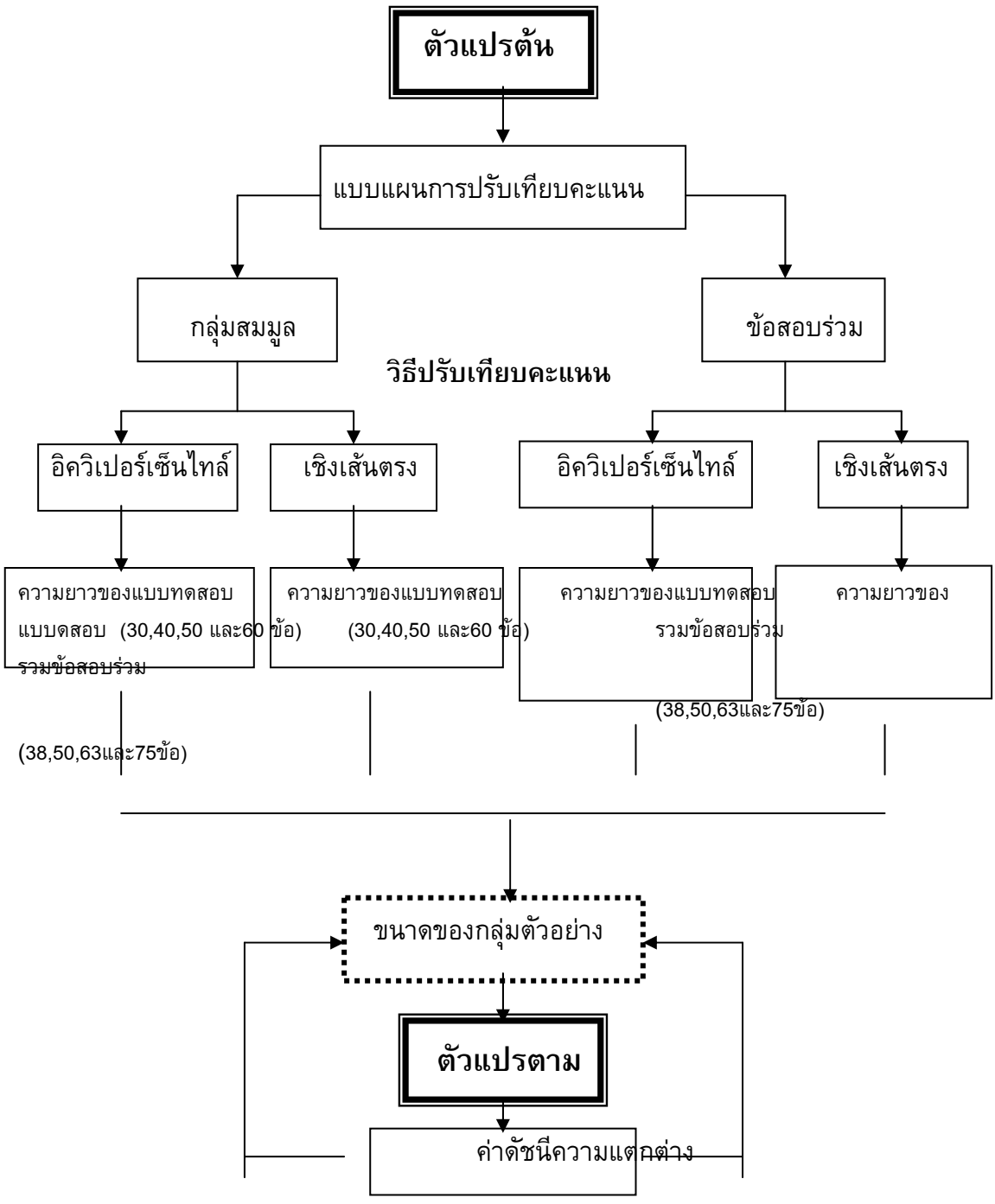
หรือเมื่อดัชนีความแตกต่าง(C) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $(0.10\ SD_X)^2$

9. กลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน หมายถึงกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างมาจากประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อรับการสอบแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนสองฉบับๆละ 1 กลุ่ม ในแต่ละแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผลการสอบนำไปใช้แปลงคะแนนสำหรับสร้างตารางคะแนนสมมูลในการปรับเทียบคะแนน

10. กลุ่มสอบทานผล หมายถึงกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างมาจากประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน โดยแต่ละคนในกลุ่มได้รับการสอบแบบทดสอบทั้งสองฉบับ เพื่อนำผลไปใช้ตรวจสอบค่าดัชนีความแตกต่าง(C) เพื่อประเมินความเพียงพอในการปรับเทียบคะแนนแต่ละวิธี

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงที่มีแบบแผนการ
ปรับเทียบ และความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน โดยมีกรอบแนวคิดดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

ข้อจำกัดของการวิจัย

ข้อจำกัดของการวิจัย คือการปรับเทียบคะแนนครั้งนี้เป็นการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X เพียงทางเดียว

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ที่คำนวณมาจากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง 7 ช่วง คือ 500 , 400, 300, 200 , 100, 50 และ 30 คน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับเทียบคะแนน ผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษาเอกสาร ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ
- 1.1 ความหมายของการปรับเทียบคะแนน
- 1.2 เงื่อนไขของการปรับเทียบคะแนน
- 1.3 ประเภทของการปรับเทียบคะแนน
- 1.4 รูปแบบวิธีการปรับเทียบคะแนน
- 1.5 การออกแบบเพื่อรวบรวมข้อมูลและการจัดกระทำทางสถิติ
- 1.6 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน
- 2.1 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน
- 2.2 การประเมินความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนน

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับเทียบคะแนน
- 3.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
- 3.2 งานวิจัยในประเทศ

ตอนที่ 1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ

1.1 ความหมายของการปรับเทียบคะแนน

ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ให้นิยามและความหมายของการปรับเทียบคะแนนไว้ดังนี้ กัลลิกเสน (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529 : 17 ; อ้างอิงจาก Gulliksen. 1950 : 298) ให้ความหมายของการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบว่า เป็นวิธีการทำคะแนนจากแบบทดสอบสองชุดที่วัดในวิชาเดียวกันให้เป็นคะแนนสมมูล (Equivalent scores) ที่เปรียบเทียบกันโดยตรง โดยเสนอวิธีการให้ผู้สอบกลุ่มเดียวทำแบบทดสอบสองชุด และใช้วิธีง่าย ๆ คือ แปลงคะแนนแต่ละชุดให้เป็นคะแนนมาตรฐานแล้วนำคะแนนที่แปลงแล้วมาเทียบกันโดยตรง แต่ต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่า คะแนนสองชุดนั้น มีการกระจายของคะแนนเป็นโค้งปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ ปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen & other. 1982 : 242) ที่ให้นิยามของการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบว่าเป็นกระบวนการเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปยังแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง โดยที่แบบทดสอบทั้ง

สองนั้นต้องวัดคุณลักษณะเดียวกัน และสอดคล้องกับศิริชัย กาญจนวาสี (2541 : 2) ซึ่งได้ให้นิยามว่า การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบเป็นกระบวนการแปลงคะแนนของทดสอบต่างฉบับที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันให้เป็นคะแนนที่สมมูลกันเพื่อทำให้คะแนนสามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรง ส่วนลอร์ด (Lord. 1980 : 195) ได้กล่าวถึงการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบว่า เป็นการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับ ให้มีความหมายสับเปลี่ยนกันได้ และเพื่อความเสมอภาคของบุคคล ผู้รับการทดสอบ ในขณะที่แองกอฟ (Angoff. 1984 : 85) ให้ความหมายของการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบว่า หมายถึงกระบวนการแปลงระบบคะแนนของแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปสู่ระบบคะแนนของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งซึ่งวัดสิ่งเดียวกัน เพื่อให้คะแนนแปลงจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้น สามารถเทียบเท่ากัน และใช้แทนกันได้

นอกจากนี้ ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต (2527 : 2) ได้สรุปเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนนว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม 2 ประการ คือ

1. กระบวนการที่ทำให้แบบทดสอบ 2 ฉบับใด ๆ มีความเท่าเทียมกัน หรือเท่ากันในเชิงโครงสร้าง

2. การใช้วิธีการทางสถิติเพื่อปรับ (Adjust) คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละฉบับให้อยู่ในมาตราเดียวกันและเทียบกันได้

ส่วน วิรัช วรรณรัตน์ (2530 : 69) ได้ให้ความหมายของการปรับเทียบคะแนนว่าเป็นการนำเอาคะแนนที่สังเกตได้จากแบบทดสอบต่างฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับต่างก็วัดในสิ่งเดียวกันมาเทียบกันหรือกล่าวได้ว่าการเทียบคะแนนเป็นวิธีการเปลี่ยนระบบคะแนนของแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ไปสู่ระบบคะแนนของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง

จากแนวคิดและการให้ความหมายดังกล่าว จะสรุปได้ว่า การปรับเทียบคะแนนเป็นกระบวนการทางสถิติที่นำมาใช้ในการปรับระบบคะแนน ของแบบทดสอบต่างฉบับกัน ที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน จากแบบทดสอบหนึ่งให้อยู่บนสเกลของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งเพื่อให้คะแนนสามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างมีความหมาย

1.2 เงื่อนไขของการปรับเทียบคะแนน

เนื่องจากการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบมีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ 2 ฉบับใด ๆ มีความเท่าเทียมกันมากที่สุด และเนื่องจากวิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบเป็นวิธีการหาหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับแบบแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูล และกฎเกณฑ์การแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปยังแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง จึงต้องกำหนดเงื่อนไขบางประการในการปรับเทียบคะแนน ซึ่งเลวิน (Holland and Rubin. 1982 : 10 ; citing Levin. 1955) ได้กำหนดว่า แบบทดสอบที่

นำมาปรับเทียบคะแนน นอกจากวัดคุณลักษณะ(Trait)เดียวกันแล้ว จะต้องมีความเชื่อมั่นสูง และเป็นแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน(Parallel) ในด้านโครงสร้าง (Structure) เวลาที่ใช้สอบ (Timing) ชนิดของข้อสอบ (Item Types) รูปแบบ (Formats) และเนื้อหา (Subject matter) ซึ่งข้อสอบ
ของแต่ละฉบับอาจมีความยากแตกต่างกัน แต่โดยเทคนิคการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ จะช่วยปรับคะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับให้มีความเท่าเทียมกัน

นอกจากนี้ ลอร์ด (Petersen and others. 1982 : 242 ; citing Lord. 1980) ได้กล่าวถึงเงื่อนไข 4 ข้อ ที่จะต้องนำมาใช้ในการปรับเทียบคะแนน ดังนี้

1. แบบทดสอบทั้งสองฉบับจะต้องวัดความสามารถเดียวกัน คือ แบบทดสอบทั้งสองต้องวัดคุณลักษณะเดียวกัน คุณลักษณะนี้อาจเป็นคุณลักษณะแฝง หรือความสามารถหรือทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

2. ความเสมอภาค (Equity) คือ เมื่อทุกกลุ่มมีความสามารถเดียวกัน การแจกแจงคะแนนของแบบทดสอบที่ได้ หลังจากที่มีการแปลงคะแนนแล้ว จะมีการแจกแจงเหมือนกับการแจกแจงของคะแนนจากแบบทดสอบที่ใช้เป็นฉบับเทียบคะแนน

3. ความไม่แปรผันตามกลุ่ม (Invariance Across Groups) คือคะแนนที่ได้จากการแปลงคะแนน ไม่ว่าจะมาจากกลุ่มใด ๆ ก็ตาม จะมีค่าเท่าเทียมกัน หรือมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่มผู้เข้าสอบ

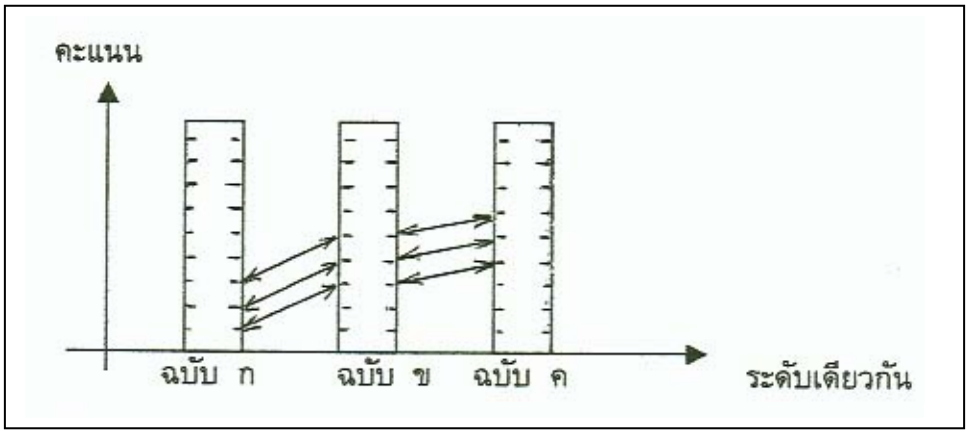
4. มีความสมมาตร (Symmetry) คือผลของการปรับเทียบคะแนนต้องเหมือนกันไม่ว่าจะเทียบจากแบบทดสอบฉบับ X ไปยังฉบับ Y หรือเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ Y

1.3 ประเภทของการปรับเทียบคะแนน

การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบสามารถจำแนกได้เป็น 2 สถานการณ์ ซึ่งต้องใช้รูปแบบการปรับเทียบคะแนน(Equating Forms) 2 รูปแบบดังนี้(ศิริชัย กาญจนวาสี. 2541: 5 – 7)

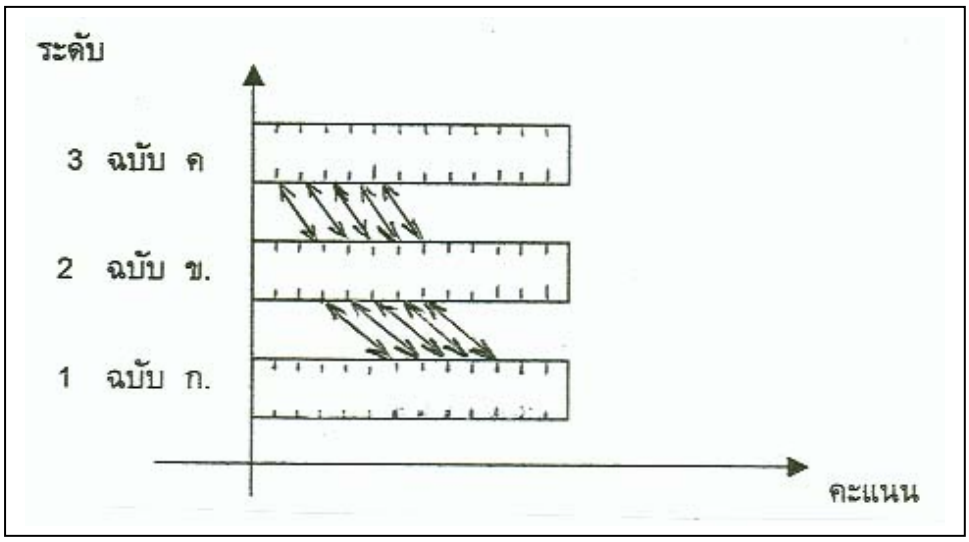
1.3.1 การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating) เป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับกัน เมื่อแต่ละฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันมีระดับความยากใกล้เคียงกัน และกลุ่มผู้สอบมีการแจกแจงความสามารถ อยู่ในประชากรเดียวกัน หรือมีความสามารถใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกันขึ้นมาหลาย ๆ ฉบับ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบให้เกิดความยุติธรรมและป้องกันความลับของข้อสอบเมื่อใช้ต่างเวลากันสำหรับกลุ่มผู้สอบขนาดใหญ่ เพื่อปรับเทียบว่าคะแนนที่ได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งวัดใน

ระดับเดียวกัน จึงเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบระดับชั้นเดียวกัน เช่น การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ดูภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 2 การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating)

1.3.2 การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating) เป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับกัน เมื่อแต่ละฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน แต่มีระดับความยากแตกต่างกัน และกลุ่มผู้สอบมีการแจกแจงความสามารถอยู่ต่างประชากรกัน หรือมีความสามารถแตกต่างกันซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกัน แต่ต่างฉบับต่างมุ่งวัดความสามารถของผู้สอบที่ต่างระดับกัน เพื่อปรับเทียบว่าคะแนนที่สอบได้จากฉบับหนึ่ง เทียบเป็นเท่าไรของฉบับอื่นที่วัดต่างระดับกัน จึงเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างระดับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบต่างระดับชั้นกัน เช่น การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น ม. 1 ม. 2 และ ม. 3 (ดูภาพประกอบ 3)



ภาพประกอบ 3 การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating)

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนเนื่องจากเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ 2 ฉบับสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.4 รูปแบบวิธีการปรับเทียบคะแนน (Designs for Equating Method)

วิธีการที่ใช้ ในการปรับเทียบคะแนนสามารถจำแนกตามแนวคิดพื้นฐาน หรือทฤษฎีการวัดที่นำมาใช้เป็น 3 รูปแบบคือ

1.4.1 การปรับเทียบคะแนนตามแนวทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม(Classical Test Theory)

1.4.2 การปรับเทียบคะแนนแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory)

1.4.3 การปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์

ซึ่งรูปแบบการปรับเทียบคะแนนแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.4.1 วิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory) ที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 3 วิธีดังนี้

1.4.1.1 วิธีการปรับเทียบคะแนนแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ((Equipercentile Equating)

การปรับเทียบคะแนนแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ เป็นวิธีการปรับเทียบคะแนนโดยยึดหลักการพื้นฐานที่ว่า การแจกแจงของคะแนนจากแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y มีลักษณะคล้ายกัน หรือถ้ามีความแตกต่างเกิดขึ้นบ้างก็มีเพียงเล็กน้อย เช่น

ต่างกันที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเทียบหาคะแนนสมมูลทำได้โดยใช้คะแนน ณ ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์เดียวกันของคะแนน 2 ชุดนั้น ผลการปรับเทียบคะแนนแสดงได้ด้วยกราฟ (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529 : 30) ภาพที่ได้จากการแปลงคะแนนของวิธีการนี้ ทำให้มองเห็นภาพของระดับความยาก ง่าย ของแบบทดสอบทั้งสองชุด นั่นคือ ถ้าหากความยากของแบบทดสอบทั้งสองชุดใกล้เคียงกัน เส้นกราฟที่เกิดขึ้น จะใกล้เคียงเส้นตรง และหากว่าความยากต่างกัน เส้นกราฟจะเป็นเส้นโค้ง (Curvilinear) ดังนิยาม

นิยาม คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ X และ Y (เมื่อแบบทดสอบ X และ Y วัดสิ่งเดียวกันและมีความเชื่อมั่นสูงพอกัน) จะถือว่าเป็นคะแนนสมมูลกัน (Equivalent Scores) เมื่อคะแนนของแต่ละฉบับนั้น มีตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile Ranks)เท่ากัน
(ศิริชัย กาญจนวาสี. 2541 : 12 อ้างอิงจาก Flanagan,1951)

นั่นคือ x_i และ y_i เป็นคะแนนสมมูล

เมื่อ $x_{PRk} = y_{PRk}$

โดย x_{PRk} แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X ตรงตำแหน่งเปอร์เซนไทล์ k

y_{PRk} แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ตรงตำแหน่งเปอร์เซนไทล์ k

$$\text{และ} \qquad X_{PRk} = L_o + \left[\frac{\frac{kn}{100} - F_b}{f} \right] (c)$$

เมื่อ L_o แทน คะแนนขีดจำกัดล่างที่แท้จริงของคะแนนในชั้นเปอร์เซ็นไทล์ที่ k

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

f แทน ความถี่ของคะแนนในชั้นเปอร์เซ็นไทล์ที่ k

F_b แทน ความถี่สะสมก่อนถึงคะแนนในชั้นเปอร์เซ็นไทล์ที่ k

c แทน อันตรภาคชั้น

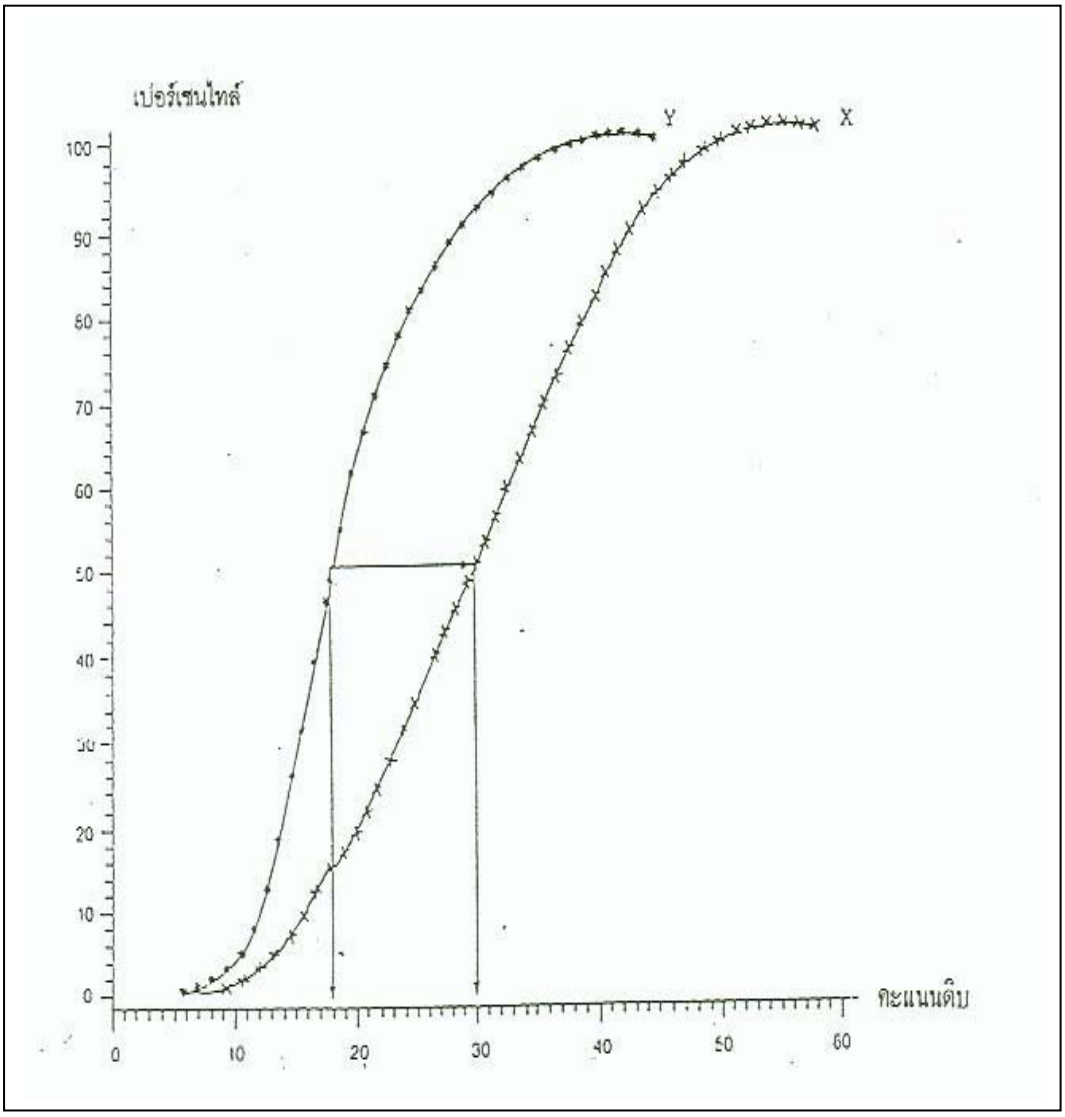
ขั้นตอนสำคัญในการปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ มี 2 ขั้นตอน (Kolen.1984 : 97 – 101) คือ

ขั้นตอนที่ 1 การกระจายความถี่สะสมที่มีความสัมพันธ์เป็นตาราง หรือกราฟสำหรับสองแบบทดสอบที่จะนำมาปรับเทียบคะแนน คือ

1.1 เลือกกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถกระจายทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วทำการสุ่มแยกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม โดยให้กลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบชุด X และอีกกลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบชุด Y นำคะแนนที่ได้มาทำการแจกแจงคะแนน x และ y

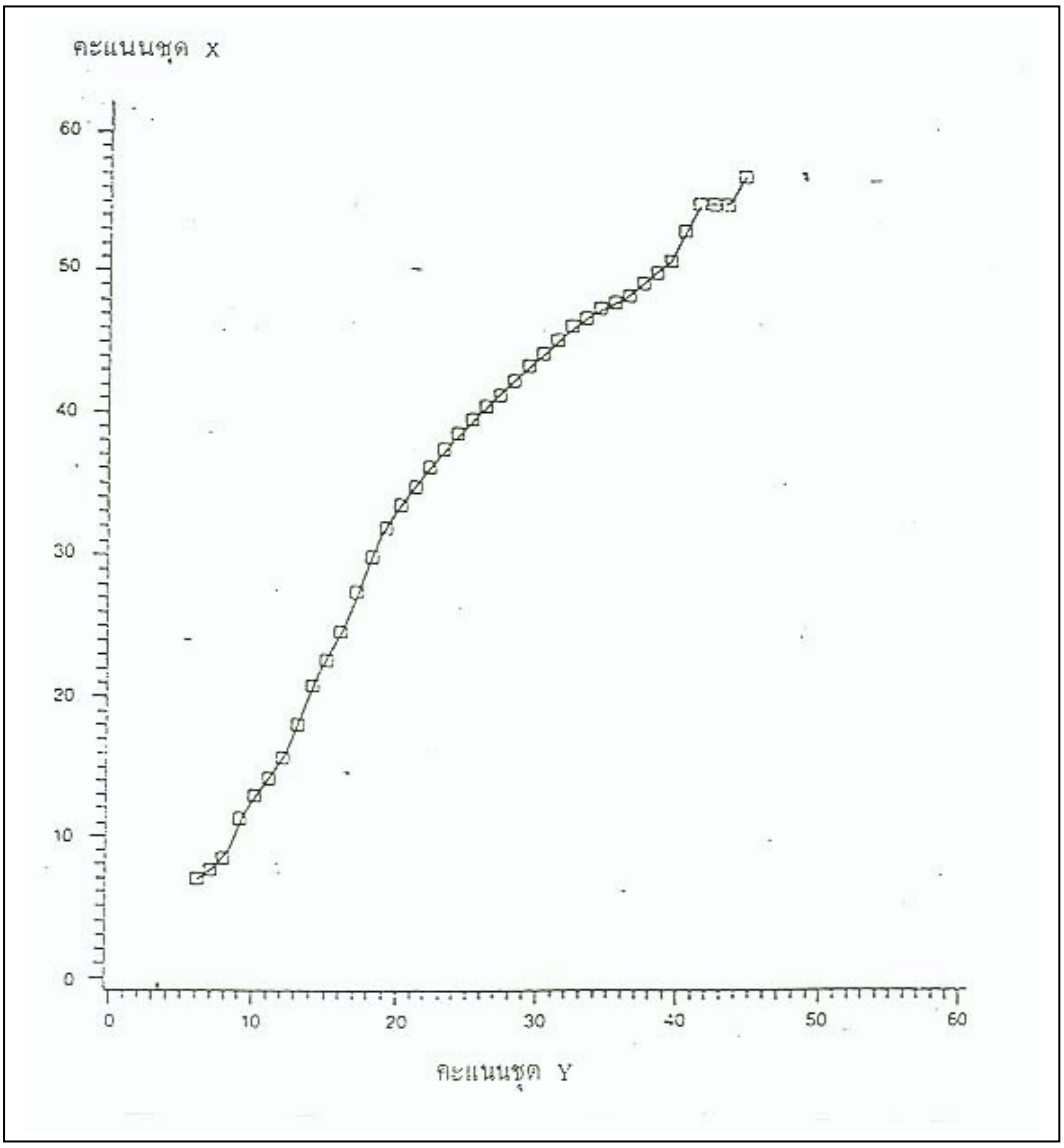
1.2 คำนวณหาจุดกลางเปอร์เซ็นไทล์ของแต่ละการแจกแจง

1.3 อ่านและทำเครื่องหมายสำหรับค่าคะแนนของแบบทดสอบชุด X และชุด Y ของการแจกแจงที่สมมูลกันบนกระดาษกราฟ ซึ่งแองกอฟ (Angoff. 1984 : 98) แนะนำให้ใช้กระดาษ Arithmetic Graph Paper (โดยแกนนอนแทนคะแนนดิบ แกนตั้งเป็นตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ ดังภาพประกอบ 4 ประมาณ 30 จุด และลากเส้นเชื่อมเกิดเป็นเส้นกราฟ



ภาพประกอบ 4 กระบวนการปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ขั้นตอนที่ 2 การปรับเทียบคะแนน จากรายละเอียดในข้อ (1.3) ขั้นตอนที่ 1 นำมาพล็อตกราฟใหม่ลงบนกระดาษกราฟ โดยแกนนอนเป็นคะแนนฟอร์ม Y แกนตั้งเป็นคะแนนฟอร์ม X ทำการปรับเส้นกราฟให้เรียบ เส้นกราฟนี้จะใช้อ่านค่า x ที่สมมูลกันกับ y จากนั้นสร้างตารางสำเร็จ เพื่ออ่านค่าคะแนนแปลงจากกราฟ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การแปลงคะแนนของการปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ในการปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์นั้น หากใช้การรวบรวมข้อมูลโดยใช้รูปแบบ Counterbalance นั้นจะต้องรวบรวมข้อมูลผู้เข้าสอบที่สอบในแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y ก่อน คือรวมกลุ่มคะแนนของผู้สอบกลุ่ม α และ β สำหรับฉบับ X และรวมคะแนนของผู้สอบกลุ่ม α และ β สำหรับฉบับ Y แล้วจึงดำเนินการปรับเทียบคะแนนตามวิธีดังกล่าวข้างต้น (สุภาภรณ์ คงทวี. 2541 : 43)

การปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์โดยใช้แบบทดสอบร่วม

ลอร์ด และเลวิน (Angoff. 1984 : 113 – 115 ;citing Lord. 1957 and Levine. 1958) ได้เสนอขั้นตอนการปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์โดยใช้แบบทดสอบร่วมสำหรับกลุ่มที่ได้สุ่มซึ่งมีความสามารถที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยที่กลุ่ม α สอบฉบับ X และฉบับ U กลุ่ม β สอบฉบับ Y และฉบับ U ขั้นตอนในการปรับเทียบคะแนน คือประมาณค่าความถี่ในแบบทดสอบฉบับ X และ Y สำหรับกลุ่ม t (α + β) มีขั้นตอนดังนี้

1. รวมคะแนนของฉบับ U ที่สอบโดยกลุ่ม α, β และ t
2. หาสัดส่วนความถี่ $f_{it} / f_{i\alpha}$ และ $f_{it} / f_{i\beta}$ ที่ทุกช่วงคะแนน i
3. กระจายความถี่ของฉบับ U ที่ทุกช่วงคะแนนของฉบับ X และ Y
4. คูณความถี่ของฉบับ U ในแต่ละช่วงคะแนนของฉบับ X ด้วยสัดส่วน $f_{it} / f_{i\alpha}$
5. คูณความถี่ของฉบับ U ในแต่ละช่วงคะแนนของฉบับ Y ด้วยสัดส่วน $f_{it} / f_{i\beta}$
6. หาตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ของความถี่ที่ประมาณค่าใหม่ของทั้งสองชุด
7. ดำเนินการเทียบตามขั้นตอนที่สองของการปรับเทียบโดยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ดังกล่าวข้างต้น

ข้อจำกัดของการปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ มีดังนี้ (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529 : 34)

1. ในการเขียนเส้นกราฟที่แสดงคะแนนสมมูลที่ยังไม่ได้ปรับหรือเกลาให้เรียบจะมีความคลาดเคลื่อนมาก แต่เทคนิคการปรับเส้นเท่าที่ทำกันมานั้นยังไม่มีวิธีใดที่ให้หลักประกันผลได้อย่างน่าเชื่อถือ ลักษณะเช่นนี้ยังก่อให้เกิดความลำเอียง
2. การปรับเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซนไทล์มีความไว่ต่อความแปรปรวนเชิงสุ่มมาก โดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก
3. ในกรณีที่แบบทดสอบสองชุดมีความเชื่อมั่นต่างกันมาก ผลของการปรับเทียบคะแนนจะขาดความคงที่

4. การเทียบคะแนนสมมูลของแบบทดสอบสองชุด ทำได้เฉพาะในช่วงพิสัยของคะแนนที่มีความถี่ของคะแนนสังเกตเท่านั้น ส่วนที่อยู่นอกพิสัยดังกล่าวจะมีความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนสูงมาก

1.4.1.2 วิธีปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง (Linear Equating)

วิธีการปรับเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง เป็นวิธีการที่ง่ายต่อการปฏิบัติและได้รับความนิยมมาเป็นเวลานาน ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้สมการเส้นตรงในการแปลงคะแนน โดยมีหลักการว่า คะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับ จะมีความเท่าเทียมกันก็ต่อเมื่อ มีการแปลงคะแนนแล้ว คะแนนมาตรฐาน(Z-score)ทั้งสองชุดมีค่าเท่ากัน ซึ่งแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้(Angoff.1982: 57)

$$(Y - M_y) / S_y = (X - M_x) / S_x$$

เมื่อ x, y คือ คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y

M_x, M_y คือ ค่าเฉลี่ยจากคะแนนแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y

S_x, S_y คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y

โดยที่คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X และแบบทดสอบฉบับ Y สามารถนำมาปรับเทียบเชิงเส้นตรง ได้ดังสมการ

$$y = A_{yx}X + B_{yx}$$

เมื่อ $A_{yx} = \frac{S_y}{S_x}$ และ $B_{yx} = M_y - A_{yx} M_x$

ดังนั้นสมการ $y = A_{yx} X + B_{yx}$ อาจเขียนในรูป

$$y = \left(\frac{S_y}{S_x}\right)x + \left(M_y - \frac{S_y}{S_x}M_x\right) \quad \text{.....[1]}$$

การปรับเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรงโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Common - Item Linear Equating)

ผู้คิดค้นวิธีการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงโดยใช้แบบทดสอบร่วมคือ ทักเกอร์ (Tucher) และได้ตั้งชื่อวิธีการปรับเทียบคะแนนนี้ว่า Tucker Equating (Donlon and Angoff. 1971 : 38; Braun and Holland. 1982 : 23 ;citing Angoff. 1961) วิธีนี้ เริ่มด้วยการตั้งข้อตกลงเบื้องต้นว่า การปรับเทียบคะแนนมีฟังก์ชันเป็นเส้นตรง ดังนี้

$$e_X(y) = \mu_X + \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} (Y - \mu_Y) \quad \text{.....[2]}$$

เมื่อ μ_X , σ_X , μ_Y และ σ_Y เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรสังเคราะห์ T ทุกคนทำแบบทดสอบ X และ Y ฟังก์ชันค่าเฉลี่ยของประชากรในแบบทดสอบชุด X คือ

$$\mu_X = \int E_P(X|v)dK(v)\, f + \int E_Q(X|v)dK_Q(v)(1-f) \quad \text{.....[3]}$$

และมีค่าความแปรปรวนของ x คือ

$$\sigma_X^2 = \int \mathrm{Var}_p(X|v)dK_P(v)\, f + \int \mathrm{Var}_Q(X|V)dK_Q(V)(1-f)$$
$$+ \int E_P^2(X|V)dK_P(V)\, f + \int E_Q^2(X|V)dK_Q(V)(1-f) - \mu_X^2 \quad \text{..... [4]}$$

สำหรับฟังก์ชันค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรในแบบทดสอบชุด Y เป็นไปในทำนองเดียวกัน

โดย P คือ ประชากร P ที่ทำแบบทดสอบชุด X และแบบทดสอบร่วม V

Q คือ ประชากร Q ที่ทำแบบทดสอบชุด Y และแบบทดสอบร่วม V

T คือ ประชากรสังเคราะห์มาจากการรวม P และ Q

f คือ สัดส่วนน้ำหนักของประชากร P ใน T

1-f คือ สัดส่วนน้ำหนักของประชากร Q ใน T

E และ Var คือ ค่าคาดหมายและความแปรปรวนของประชากร

$K_P(v)$ และ $K_Q(v)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงของแบบทดสอบร่วม V ใน P และ Q ตามลำดับ

พจน์ต่าง ๆ ในสมการ (3) และ (4) ที่สามารถหาค่าประมาณจากข้อมูล คือ

$E_P(X|V) = \int x dF_P(X|V)$

$Var_P(X|V) = \int [X - E_P X|V)]^2 \, dF_P(X|V)$

และทำนองเดียวกันในพจน์ $E_Q(X|V)$ และ $Var_Q(X|V)$

จากสมการข้างต้นจะพบว่า μ_X และ σ_X^2 หาได้ต่อเมื่อได้กำหนดเงื่อนไขเป็นข้อตกลงเบื้องต้น 2 ประการ คือ

(1) ค่าประมาณเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขของ X เมื่อกำหนด V ในประชากรย่อย P เหมือนกับในประชากร Q และในกรณี Y เมื่อกำหนด V ในประชากรย่อย Q ย่อมเหมือนกับในประชากร P เขียนในรูปสูตรดังนี้

ถ้า $E_P(X|V) = E_Q(X|V)$ และ

ถ้า $Var_P(X|V) = Var_Q(X|V)$ แล้ว

$$\mu_X = \int E_P(X|V) dK_T(V) \quad \text{..... [5]}$$

และ $$\sigma_X^2 = \int Var_P(X|V) dK_T(V) + \int E_P^2(X|V) dK_T(V) - \mu_X^2 \quad \text{.....[6]}$$

สำหรับค่า μ_y และ σ_y^2 หาได้ในทำนองเดียวกัน (5) และ (6)

(2) เป็นข้อตกลงเบื้องต้นตามรูปแบบ (Model Assumption) เพราะเป็นการยอมรับการทำ $E_P(X|V)$ $E_Q(X|V)$ $Var_P(X|V)$ และ $Var_Q(X|V)$ ให้มีรูปที่ง่ายขึ้น ข้อตกลงเบื้องต้นเหล่านี้เป็นแบบฉบับที่กำหนดในการวิเคราะห์การถดถอยว่า ค่าคาดหมายอย่างมีเงื่อนไขเป็นเส้นตรง และความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขเป็นค่าคงที่ ดังเช่น

$E_P(X|V) = (a_{X|V.P})V + b_{X|V.P}$

$E_Q(X|V) = (a_{Y|V.Q})V + b_{Y|V.Q}$

$Var_P(X|V) = \sigma^2_{X|V.P}$

$Var_Q(X|V) = \sigma^2_{Y|V.Q}$

ผลจากการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น 2 ประการที่กล่าวมานี้สรุปเป็นหลักของการปรับเทียบคะแนนตามวิธีของทักเกอร์(Tucker Equating) ได้ดังนี้

ถ้า $E_P(X|V) = E_Q(X|V) = (a_{X|V.P})V + b_{X|V.P}$

และ $Var_P(X|V) = Var_Q(X|V) = \sigma^2_{X|V.P}$ แล้วจะได้

$$\mu_X = (a_{X|V.P})\mu_{V.T} + b_{X|V.P} \quad \text{.....[7]}$$

และ

$$\sigma^2_X = \sigma^2_{X|V.P} + (a_{X|V.P})^2 \sigma^2_{V.T} \quad \text{.....[8]}$$

ในทำนองเดียวกัน สามารถหาค่า μ_Y และ σ^2_y จาก (7) และ (8) ดังนี้

$$\mu_Y = (a_{Y|V.Q})\mu_{V.T} + b_{Y|V.Q} \quad \text{.....[9]}$$

และ

$$\sigma^2_Y = \sigma^2_{Y|V.Q} + (a_{Y|V.Q})^2 \sigma^2_{V.T} \quad \text{.....[10]}$$

ในการคำนวณต่าง ๆตามข้อตกลงเบื้องต้นนี้ ให้ใช้ค่าจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าประมาณกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Estimates) ของ $(a_{X|V.P})$, $b_{X|V.P}$, $\sigma^2_{X|V.P}$, $a_{Y|V.Q}$, $b_{Y|V.Q}$ และ $\sigma^2_{Y|V.Q}$ ข้อมูลทั้งหมดเมื่อนำมารวมเข้าด้วยกันจะประมาณค่า $\mu_{V.T}$ และ $\sigma^2_{V.T}$ จากนั้นนำค่าประมาณเหล่านี้แทนในสมการ [2] จะได้ฟังก์ชันของการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงของ Y ไปสู่ X (Braun and Holland. 1982 : 23 - 24)

การหาค่าประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรของคะแนนจากชุด X และชุด Y ด้วยวิธีการของทักเกอร์ ต้องประมาณการตอบของกลุ่มตัวอย่าง Q ในการทำแบบทดสอบ X และพิจารณาผู้สอบ 2 กลุ่ม ที่มีความแตกต่างกันตามธรรมชาติ ต่อมาลอร์ด
(ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529 : 39 ; อ้างอิงจาก Lord. 1955) ได้คิดวิธีการหาค่าประมาณเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากร โดยพิจารณากลุ่มผู้สอบเมื่อได้รับการสุ่มมาจากประชากรเดียวกัน จะประมาณค่าการตอบหรือคะแนนของทั้งประชากรในแบบทดสอบทั้งสองชุด แทนที่จะประมาณเพียงกลุ่ม Q ในการตอบชุด X เท่านั้น วิธีการของลอร์ดที่นำมาใช้หาค่าประมาณ คือ วิธีการความเป็นไปได้สูงสุด (The Maximum Likelihood Method) ได้สมการที่ใช้หาค่าประมาณดังนี้

$\hat{\mu}_X = M_{X\alpha} + b_{XV\alpha}(\hat{\mu}_V - M_{V\alpha})$ .....[11]

$\hat{\mu}_Y = M_{Y\alpha} + b_{YV\beta}(\hat{\mu}_V - M_{V\beta})$ .....[12]

$\hat{\sigma}^2_X = S^2_{X\alpha} + b^2_{XV\alpha}(\hat{\sigma}^2_V - S^2_{V\alpha})$ ..... [13]

$\hat{\sigma}^2_Y = S^2_{Y\alpha} + b^2_{YV\beta}(\hat{\sigma}^2_V - S^2_{V\beta})$ .....[14]

เมื่อ $\hat{\mu}_V = M_{Vt}$

$\hat{\sigma}^2_V = S^2_{Vt}$

และ $t = \alpha + \beta$

ค่าประมาณเหล่านี้นำไปแทนในสมการที่ [2] จะเป็นสมการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง

1.4.1.3 วิธีปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย(Regression Method)

วิธีปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย สามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2541: 16-18)

1. สร้างสมการทำนายคะแนนของแบทดสอบฉบับหนึ่งจากคะแนนของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง

วิธีการนี้ถือว่า คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ คะแนน x_i และ y_i เป็นคะแนนสมมูลกัน เมื่อคะแนน y_i เป็นคะแนนที่ทำนายได้จากคะแนน x_i ด้วยสมการทำนาย

$y_i = T_{(xi)} = B_{yx} + A_{yx}x_i$

เมื่อ $T_{(xi)}$ แทน คะแนนแปลงของ x_i ที่สมมูลกับ y_i

$A_{y\,x}$ แทน ความชัน (Slope) $= r_{xy}\frac{S_y}{S_x}$

$B_{y\,x}$ แทน ค่าคงที่ (Constant) $= \bar{y} - A_{yx}\bar{x}$

จะเห็นว่า วิธีปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง (Linear Equating) มีลักษณะการคำนวณคล้ายกับวิธีการปรับเทียบคะแนนโดยสร้างสมการทำนายคะแนนด้วยสมการถดถอย แต่มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลแตกต่างกัน

วิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y โดยการสร้างสมการถดถอยทำนายคะแนนของแบบทดสอบ Y จากคะแนนของแบบทดสอบ X สามารถกระทำได้ดังนี้

(1) สุ่มกลุ่มผู้สอบให้เป็นตัวแทนประชากรเป้าหมายที่ต้องการนำแบบทดสอบไปใช้ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบทั้งฉบับ X และ Y

(2) นำคะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับมาคำนวณค่า $\bar{X}$, S_x , $\bar{Y}$ และ S_y แล้วนำมาคำนวณหาค่า $A_{y\,x}$ และ $B_{y\,x}$ เพื่อสร้างสมการทำนาย

(3) สร้างตารางเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ X และ Y โดยแทนค่า x_i ลงในสมการ เพื่อหาคะแนนสมมูล y_i

การปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอยวิธีนี้เป็นการใช้สมการเส้นตรงในการทำนายตัวแปรตาม (Dependent Variable) จากตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ซึ่งมีลักษณะที่ไม่สมมาตร คือ สมการทำนาย y จาก x หรือการทำนาย x จาก y เป็นสมการที่ไม่สมมาตร หรือให้ผลการทำนายไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้คะแนนจากแบบทดสอบที่ใช้เป็นตัวทำนายยังมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าจะต้องมีค่าความเชื่อมั่นเป็น 1

2. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับ โดยใช้เกณฑ์ภายนอก (External Criterion)

วิธีนี้ถือว่า คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ คะแนน x_i กับ y_i เป็นคะแนนสมมูลกัน เมื่อคะแนน x_i และ y_i ต่างทำนายคะแนนเกณฑ์ภายนอก W_i เดียวกัน

นั่นคือ x_i กับ y_i เป็นคะแนนสมมูลกัน

เมื่อ $R_X\,(W/x) = R_y\,(W/y)$

โดย $R_X\,(W/x)$ แทน คะแนนเกณฑ์ภายนอก W ที่ทำนายได้จาก x โดยใช้สมการทำนาย

$R_y\,(W/y)$ แทน คะแนนเกณฑ์ภายนอก W ที่ทำนายได้จาก y โดยใช้สมการทำนาย

$$\therefore\ R_x(W/X) = T_{(yi)} = B_{wx} + A_{wx}X_i$$

เมื่อ $A_{w\,x} = r_{xw}\,\frac{S_w}{S_x}$ และ $B_{w\,x} = \bar{w} - A_{wx}\,\bar{x}$

$$\therefore\ R_y\,(W/Y) = T_{(yi)} = B_{wy} + A_{wy}Y_i$$

เมื่อ $A_{w\,y} = r_{yw} \frac{S_w}{S_x}$ และ $B_{w\,y} = \bar{w} - A_{wy}\bar{x}$

คะแนนเกณฑ์ภายนอก W อาจเป็นคะแนนของแบบทดสอบมาตรฐาน หรือแบบทดสอบร่วม ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่เป็นอิสระจากแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y

วิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y โดยใช้เกณฑ์ภายนอก ด้วยวิธีสร้างสมการถดถอย สามารถกระทำได้ ดังนี้

(1) สุ่มกลุ่มตัวอย่างให้เป็นตัวแทนประชากรเป้าหมายที่ต้องการนำแบบทดสอบไปใช้ แล้วทำการสุ่มแยกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม โดยให้กลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบฉบับ X และ W ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบฉบับ Y และ W

(2) ทำคะแนนจากแบบทดสอบ X และ W มาคำนวณหาค่า S_x S_W และ $r_{x\,w}$เพื่อสร้างสมการทำนายคะแนนเกณฑ์ W_i จาก x_i และนำคะแนนจากแบบทดสอบ Y และ W มาคำนวณ $\bar{x}$, S_y, $\bar{w}$, S_w และ $r_{y\,w}$ เพื่อสร้างสมการทำนายคะแนนเกณฑ์ W_i จาก y_i

(3) สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง x_i และ y_i สำหรับแต่ละค่าของ W_i เดียวกัน เพื่อสร้างตารางเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y

ซึ่ง ลอร์ด (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2543 : 18 ; อ้างอิงจาก Lord. 1980 : 208 – 209) ได้เสนอแนะว่า การนำไปใช้ให้เกิดความเสมอภาคได้นั้น แบบทดสอบ X และ Y จะต้องคู่ขนานกันอย่างแท้จริง หรือแบบทดสอบทั้งสองฉบับ จะต้องมีความเชื่อมั่นอย่างสมบูรณ์ (Reliability = 1) เนื่องจากการทำนาย Y จาก X หรือทำนาย X จาก Y ในทางวิเคราะห์การถดถอยนั้น จะมีความถูกต้องก็ต่อเมื่อ การวัดค่า x (หรือ y) ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ปราศจากความคลาดเคลื่อน นอกจากนี้แบบทดสอบ X และ Y จะต้องมีความสัมพันธ์กับคะแนนเกณฑ์เท่ากัน มิเช่นนั้น จะทำให้ความสัมพันธ์ของ X และ Y ที่ได้ ผันแปรไปตามกลุ่มที่ใช้ศึกษา

ข้อเสนอแนะในการนำวิธีปรับเทียบคะแนนวิธีนี้ไปใช้

(1) แบบทดสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนนกันต้องเป็นแบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน มีความเป็นคู่ขนานกัน และมีความเชื่อมั่นสูง

(2) แบบทดสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนนกัน ต้องมีความสัมพันธ์กับคะแนนเกณฑ์เท่าเทียมกันมิเช่นนั้นแล้วจะทำให้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งจะสามารถทำนายคะแนนเกณฑ์ได้แม่นยำกว่าอีกฉบับหนึ่ง ทำให้การปรับเทียบคะแนนมีความผันแปรตามกลุ่มที่ใช้ศึกษา

1.4.2 การปรับเทียบคะแนนตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

การปรับเทียบคะแนนตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ลอร์ด (Lord, 1980 : 199-203) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบสองฉบับใด ๆ ที่เทียบคะแนนกันนั้น ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีมิติเดียวกันและเทียบคะแนนจากความสามารถ (θ) ที่เท่ากัน ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ความเสมอภาค (Equity) คือ ถ้าพิจารณาที่ระดับความสามารถ (θ) ใด ๆ การแจกแจงความถี่อย่างมีเงื่อนไขของคะแนนแปลง x(y) หรือ y^* (คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ x ที่แปลงมาสู่สเกลเดียวกับแบบทดสอบ y) ที่ θ ที่กำหนดให้ด้วยการเทียบคะแนน ต้องเหมือนกับการแจกแจงความถี่อย่างมีเงื่อนไขของคะแนนจากแบบทดสอบที่ต้องการปรับเทียบ (x)

2. ความไม่ผันแปรตามกลุ่ม (Invariance across groups) คือ คะแนนแปลงจะคงที่โดยไม่แปรเปลี่ยนไปตามประชากรที่นำมาสร้างสมการเทียบคะแนน

3. ความสมมาตร (Symmetry) คือ คะแนนจากการปรับเทียบคะแนนนั้นต้องเหมือนกันไม่ว่าการเทียบนั้นจะเทียบจากแบบทดสอบฉบับ X ไปยังแบบทดสอบฉบับ Y หรือจากแบบทดสอบฉบับ Yไปยังแบบทดสอบฉบับ X

การปรับเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ มีการเทียบคะแนนอยู่ 2 รูปแบบ คือ การใช้คะแนนจริงและคะแนนสังเกต การเทียบด้วยคะแนนจริงไม่สามารถอธิบายคะแนนที่อยู่ต่ำกว่าระดับการเดาได้ โดยวิธีนี้จะอธิบายคะแนนสมมูลเฉพาะคะแนนที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยของการเดา ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะเป็นการเทียบโดยใช้คะแนนจริงแต่ก็ยังคงเป็นคะแนนจริงที่ได้จากการคำนวณ ความคลาดเคลื่อนจึงยังคงมีอยู่ ส่วนการเทียบโดยใช้คะแนนสังเกตเป็นการเทียบคะแนนโดยประมาณที่สามารถอธิบายคะแนนสมมูลจาก X และ Y โดยครอบคลุมพิสัย (range) ของคะแนนที่สังเกตได้ ทั้งสองวิธีที่กล่าวมามีความสอดคล้องกันมาก แต่การสรุปผลในการอ้างอิงต้องทำอย่างรอบคอบ อย่างไรก็ตามในด้านการนำไปใช้ในการวิจัย การปรับเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนสังเกตใช้น้อยมากเพราะวิธีนี้มีความยุ่งยากซับซ้อนและลงทุนสูงกว่าการใช้คะแนนจริง (พรพิมล นาคเวช. 2535 :17 อ้างอิงจาก Lord & Wingerskey. 1984)

ลอร์ด (สุภาภรณ์ คงทวี. 2541 : 48 ; อ้างอิงจาก Lord. 1980) ได้แบ่งรูปแบบการปรับเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบออกเป็นวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1.4.2.1 วิธีการปรับเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนจริง (True-score equating)

วิธีนี้พิจารณาจากความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ ระหว่างความสามารถ θ และจำนวนข้อที่ทำถูก ซึ่งจะได้คะแนนจริงจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ ดังนี้

$$\xi = \xi(\theta) = \sum_{i=1}^{m} p_i(\theta_X)$$

$$\eta = \eta(\theta) = \sum_{j=1}^{n} p_j(\theta_Y)$$

เมื่อ ξ คือ คะแนนจริงจากแบบทดสอบฉบับ X

η คือ คะแนนจริงจากแบบทดสอบฉบับ Y

m คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบฉบับ X

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบฉบับ Y

θ_X คือ ค่าความสามารถจากแบบทดสอบฉบับ X

θ_Y คือ ค่าความสามารถจากแบบทดสอบฉบับ Y

สำหรับค่า $P_i(\theta_X)$ และ $P_j(\theta_Y)$ ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อกระทง โดยเลือกได้ว่าจะใช้ชนิดหนึ่งพารามิเตอร์ สองพารามิเตอร์หรือสามพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้จากนั้น นำคะแนนจริงจากผลการสอบแบบทดสอบฉบับ X และแบบทดสอบฉบับ Y มาหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าความสามารถ (θ) ที่ระดับเดียวกัน

1.4.2.2 วิธีการปรับเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนจริงด้วยแบบทดสอบร่วม (True-score equating with an anchor test)

รูปแบบการปรับเทียบคะแนนโดยใช้แบบทดสอบร่วมนั้นสามารถทำได้ 2 กรณี คือใช้แบบทดสอบร่วมเข้าเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบที่ต้องการปรับเทียบเรียกว่า แบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) กับจัดแยกแบบทดสอบร่วมเป็นชุดแบบทดสอบต่างหากจากแบบทดสอบที่ต้องการเทียบเรียกว่า แบบทดสอบร่วมภายนอก (Extemal Anchor Test) จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบร่วมก็เพื่อใช้เป็นตัวเชื่อมข้อมูลเข้าด้วยกัน ทำให้ค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ออกมาอยู่บนมาตราเดียวกัน

1.4.2.3 วิธีการปรับเทียบคะแนนโดยใช้คะแนนสังเกต (Observed score equating) **โดยใช้แบบทดสอบร่วม**

การปรับเทียบคะแนนด้วยคะแนนจริง มีปัญหาในทางปฏิบัติคือ การปรับเทียบจะไม่ได้ผลอย่างแท้จริง เพราะไม่สามารถทราบคะแนนจริงของแต่ละคนได้ เนื่องจากใช้วิธีการประมาณค่าจากการสอบ โดยใช้ สมการ

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

เมื่อ $P_i(\theta)$ เป็นความน่าจะเป็นที่ทำข้อสอบข้อที่ i ถูกที่ระดับความสามารถ θ

n เป็นจำนวนข้อสอบทั้งหมด

ซึ่งคะแนนที่ได้เป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้นยังไม่มีคุณสมบัติเป็นคะแนนจริง (Lord, 1980 : 196 – 198, 202) นอกจากว่าแบบทดสอบ 2 ฉบับที่นำมาปรับเทียบกันเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกันจริง ลอร์ด(Lord. 1980) ได้เสนอวิธีการปรับเทียบด้วยคะแนนสังเกต ซึ่งเป็นวิธีการปรับเทียบโดยประมาณที่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติกับสถานการณ์การจัดสอบที่ไม่สามารถจัดให้ผู้สอบทำแบบทดสอบได้ทั้งสองชุด ขั้นตอนการเทียบเริ่มจากการประมาณลักษณะการแจกแจงความสามารถของกลุ่มผู้สอบรวม r (θ) ซึ่งหมายถึงผู้สอบทั้งหมดทำแบบทดสอบ การแจกแจง (θ) ในกลุ่มเป็นการประมาณการกระจายของ r (θ) การประมาณการแจกแจงของคะแนนดิบ x ได้จากสมการต่อไปนี้

$$\hat{\phi}_X(X) = \frac{1}{N}\Sigma\phi_X(X/\hat{\theta}_a)$$

เมื่อ a = 1, 2, 3, …,N คือผู้สอบแต่ละระดับ

และ $\phi_X (X/\hat{\theta}_a)$ เป็นการแจกแจงของคะแนนดิบ x สำหรับผู้ที่มีความสามารถ θ ได้มาจากการประมาณโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ X

ถ้าค่า $\hat{I}(\theta)$ มีลักษณะต่อเนื่อง สามารถประมาณด้วยสมการ

$$\hat{\phi}_X(X) = \int_a^a \hat{\phi}_X(X/\phi) r(\theta) d\theta$$

ในทำนองเดียวกัน สมการดังกล่าวก็นำไปใช้กับแบบทดสอบ Y ได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากแบบทดสอบ X และ Y มีการกระจายของคะแนนเป็นอิสระจากกันเมื่อระดับความสามารถ (θ) คงที่ การปรับโดยกรณีนี้จึงต้องอาศัยการกระจายร่วมของคะแนนจากแบบทดสอบ X และ Y เป็นตัวเชื่อมในการเทียบ ซึ่งประมาณได้จากสมการ

$$\hat{\phi}(X,Y) = \frac{1}{N}\sum_{a-1}^{N}\hat{\phi}_X(X/\hat{\theta}_a)\theta_Y(Y/\theta_a)$$

หรือ

$$\hat{\phi}_X(X,Y) = \int {}_a^a\hat{\theta}_X(X/\theta)\hat{\phi}_y(Y/\theta)\hat{r}(\theta)d\theta$$

จากสมการจะเห็นบทบาทของแบบทดสอบร่วมอย่างชัดเจน ทำให้สามารถประมาณการแจกแจงร่วม (Joint Distribution) ของ X และ Y ถึงแม้จะไม่มีผู้ใดสอบทั้ง 2 ฉบับ

จากสมการสุดท้ายเป็นการแจกแจงร่วมกันของตัวแปรสามตัวคือ θ, X และ Y เนื่องจาก θ เป็นตัวระบุคะแนนจริง ξ และ η การแจกแจงนี้นับว่าเป็นการแจกแจงร่วมกันของตัวแปร 4 ตัว คือ ξ, η, x และ y ซึ่งสมการนี้จะประมาณได้โดยการระบุความสัมพันธ์เชิงอิควิเปอร์เซ็นไทล์ระหว่าง x และ y จากสองสมการสุดท้าย

1.4.3 วิธีปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรงที่อาศัยแบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์

แบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์(Congenerie Test)

แบบทดสอบหรือเครื่องมือวัดสำหรับการวิจัยหรือการวัดและประเมินผลอาจจำแนกเป็น 3 ชนิด ตามข้อตกลงของระดับความคล้ายคลึงกันของแบบทดสอบ คือ แบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์ แบบทดสอบคะแนนจริงสมมูล และแบบทดสอบคู่ขนาน ซึ่งแบบทดสอบชนิดแรกมีข้อจำกัดของข้อตกลงน้อยที่สุด คือ แต่ละฟอร์มต้องวัดคุณลักษณะเดียวกัน หรือแต่ละคู่ต้องมีคะแนนจริงสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงเท่านั้น เมื่อเทียบกับอีกสองชนิดแล้ว แบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์จะมีความผ่อนปรนของข้อตกลงมากที่สุด ซึ่งทำให้สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ทดสอบต่าง ๆ ได้มากมาย โดยไม่มีการละเมิดข้อตกลง เช่น การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบที่ใช้ข้อตกลงของแบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์ (Equating Methods That Assume Congeneric Tests) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2538: 1-10)

(1) **แบบจำลองทั่วไปของการวัดแบบคะแนนจริงสัมพันธ์**

แบบจำลองของการวัดจากกลุ่มตัวอย่างเดียวนิยามได้ดังนี้

$$X = \beta\tau + \in \quad \text{..... [1]}$$

เมื่อ X เป็นเวกเตอร์ $\rho \times 1$ ของคะแนนสอบ

$\in$ เป็นเวกเตอร์ $\rho \times 1$ ของคะแนนคลาดเคลื่อน

β เป็นเมตริกซ์ $\rho \times q$ ของสัมประสิทธิ์ถดถอยของ X จาก τ

τ เป็นเวกเตอร์สุ่ม q x 1 ของคะแนนจริง

โดยมีข้อตกลงว่า

1) $\in$ กับ τ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

2) เมตริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรแรวนร่วมแทนด้วย $\sum$ ซึ่งมีฟอร์ม ดังนี้

$$\sum = B\left(\Lambda\Phi\Lambda + \Psi^2\right)B + \theta^2 \quad \text{.....[2]}$$

เมื่อ B เป็นเมตริกซ์ p x q

Λ เป็นเมตริกซ์ q x r

Φ เป็นเมตริกซ์สมการ r x r (Symmetric Matrix)

Ψ เป็นเมตริกซ์ทะแยง q x q (Diagonal Matrix)

θ เป็นเมตริกซ์ทะแยง p x p (Diagonal Matrix)

ซึ่งเมตริกซ์เหล่านี้เป็นเมตริกซ์พารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณค่า โดยที่ p คือจำนวนฟอร์มหรือฉบับของแบบทดสอบ ส่วน q และ r เป็นค่าเฉพาะที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นมาการวิเคราะห์ใด ๆ ก็ตามค่าพารามิเตอร์ใด ๆ ที่อยู่ในเมตริกซ์ B, Λ, Φ, Ψ และ θ จะต้องทราบค่าก่อน แต่อาจมีเซตพารามิเตอร์ที่เหลือบางกลุ่มอีกหนึ่งเซตย่อย หรือสองเซตย่อยที่มีค่าเท่ากันแต่ไม่ทราบค่า ดังนั้นจึงมีตัวพารามิเตอร์อยู่ 3 ชนิด คือ

1) พารามิเตอร์กำหนด (Fixed Parameters) เป็นเมตริกซ์พารามิเตอร์ที่ประกอบด้วยสมาชิก (Elements) ที่ถูกกำหนดค่าให้ เช่น 0 หรือ 1

2) พารามิเตอร์บังคับ (Constrained Parameters) เป็นพารามิเตอร์ไม่ทราบค่าแต่พารามิเตอร์เหล่านี้จะมีค่าเท่ากัน

3) พารามิเตอร์อิสระ(Free Parameters) เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าอีกกลุ่มหนึ่ง แต่ไม่บังคับว่า ต้องมีค่าเท่ากับพารามิเตอร์ตัวอื่น ๆ

(2) วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า

การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า คือ พารามิเตอร์บังคับ และพารามิเตอร์อิสระ สามารถประมาณค่าได้จากเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแทนด้วย S ได้หลายวิธี ในที่นี้ขอนำเสนอ 3 วิธี ดังนี้

1. วิธีกำลังสองน้อยสุดที่ไม่ถ่วงน้ำหนักความสำคัญ (Unweighted Least Squares) หรือเรียกย่อว่าวิธี ULS ตัวประมาณค่า ULS ได้จากการทำให้ฟังก์ชั่น F มีค่าน้อยที่สุด เมื่อ

$$F = \frac{1}{2} tr(s-\Sigma)^2 \quad \text{.....[3]}$$

เมื่อ $tr(s-\Sigma)^2$ แทน ผลบวกกำลังสองของสมาชิกในเมตริกซ์เศษเหลือ (ที่สมมาตร) $s-\Sigma$ ที่มีอันดับ p + q

ตัวประมาณค่าแบบ ULS นี้สามารถคำนวณได้ค่อนข้างรวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ และให้ค่าสอดคล้องกัน แต่ยังด้อยประสิทธิภาพ เพราะไม่สามารถคำนวณค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง ขนาดใหญ่ตามที่กำหนดได้ การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของวิธี ULS ประมาณได้ภายใต้ทฤษฎีการแจกแจงแบบปกติ

2. วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (Generalized Least Squares) หรือเรียกย่อว่า GLS วิธีนี้จะกำหนดให้ฟังก์ชั่น

$$F = \frac{1}{2} tr(I - S^{-1}\Sigma^2) \text{.....[4]}$$

มีค่าน้อยที่สุด โดยนำค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมแบบผกผันของกลุ่มตัวอย่างเข้ามาถ่วงน้ำหนักความสำคัญ ตัวประมาณค่าที่คำนวณจากวิธี GLS จะได้ค่าที่สอดคล้องกันและมีประสิทธิภาพ และสามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ได้ภายใต้ ทฤษฎีการแจกแจงปกติ

3. วิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) หรือเรียกย่อว่าวิธี ML วิธีนี้จะหาค่าความเป็นไปได้สูงสุดของตัวพารามิเตอร์จากข้อมูลที่ศึกษาโดยทำให้ฟังก์ชั่น

$$F = \log |\Sigma| + \mathrm{tr}(SX^{-1}) + \log|S| - P \quad \text{.....[5]}$$

มีค่าน้อยสุด วิธี ML มีสมบัติคล้ายกับ GLS และใช้เวลาในการคำนวณใกล้เคียงกันแต่การคำนวณฟังก์ชัน F ได้จากการแปลงค่า (Transform) ฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่ได้มาจากการคำนวณภายใต้ข้อตกลงที่ว่า ตัวแปรที่วัดได้มีการแจกแจงปกติแบบตัวแปรพหุ

การประมาณค่าแบบจำลองทั่วไปด้วยวิธี ULS GLS หรือ ML สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมสำเร็จ LISREL 7 ของ Joreskog และ Sorboa (1989)

(3) การทดสอบความเหมาะเจาะพอดี (Goodness - of - fit Measures)

เซตของข้อมูลที่นำมาศึกษาจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความเหมาะสมว่ามีความเหมาะเจาะพอดี และมีความหมายที่จะใช้ในการศึกษา โดยจะทำการประเมินโดยส่วนรวมว่ามีแบบจำลองของมีความเหมาะเจาะพอดีกับข้อมูลหรือไม่ ซึ่งสามารถทำการทดสอบได้ 4 วิธีดังนี้

1) ใช้ ไค-กำลังสอง $(\chi)^2$ ทดสอบ

การทดสอบความเหมาะเจาะพอดีของแบบจำลองด้วย $(\chi)^2$ นี้ หาค่า $(\chi)^2$ ได้จากการนำ N-1 ไปคูณกับค่าน้อยที่สุดของฟังก์ชั่นของ ML หรือ GLS

2) ใช้ดัชนีความเหมาะเจาะพอดี (Goodness of fit Indices) GF1

3) ใช้รากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root Mean Squared Residual) RMR

(4) แบบจำลองคะแนนของแบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์ที่วัดองค์ประกอบเดียว (The One - Factor Congeneric Test Scores Model)

กำหนดให้ $x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots, x_M$ แทนคะแนนที่สอบได้จากแบบทดสอบจำนวน M ฉบับ ที่สอบจากนักเรียนที่สุ่มมาจากประชากรนักเรียน และตามทฤษฎีทดสอบแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory) คะแนนสอบ x_i สามารถแยกออกเป็นคะแนนจริง t_i และคะแนนคลาดเคลื่อน e_i ดังสมการต่อไปนี้

$$x_i = t_i + e_i \; ; i = 1, 2, \ldots, M \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots [6]$$

เมื่อคะแนนจริงและคะแนนคลาดเคลื่อนจากแบบทดสอบฉบับเดียวกัน และคะแนนคลาดเคลื่อนจากแบบทดสอบต่างฉบับกันจะไม่มีความสัมพันธ์กัน นั่นคือ

$$Cov\ (t_i, e_j) = 0 \quad \text{และ} \quad Cov\ (e_i, e_j) = 0 \quad ; \ i \neq j$$

ซึ่งสมมติต่อไปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือ

$$E\ (e_i) = 0$$

คะแนนสอบได้จากแบบทดสอบแต่ละฉบับ $x_1, x_2, \ldots, x_M$ จะเรียกว่าเป็นแบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์ได้ ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างคู่ของคะแนนจริง $t_1, t_2, \ldots, t_M$ มีค่าเท่ากับ 1.00 และถ้า t เป็นค่าตัวแปรสุ่มที่ทำให้ค่าแต่ละ t_i มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับ t นั่นคือ

$$t_i = \beta_i \tau + \mu_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots [7]$$

โดย β_i และ μ_i เป็นค่าคงที่ ซึ่งมีข้อตกลงว่า

$$E\ (\tau) = 0 \quad \text{และ} \quad Var\ (\tau) = 1$$

แทนค่า [7] ลงใน [6] จะได้ว่า

$$x_i = \beta_i \tau + \mu_i + e_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots [8]$$

จากข้อตกลงที่กำหนดให้ข้างต้นจะได้ว่า μ_i คือ ค่าเฉลี่ยของ X_1 และ β_i คือค่าความแปรปรวนร่วมระหว่าง X_1 กับ τ และ β^2_1 คือค่าความแปรปรวนของคะแนนจริง (t_1) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับ i (x_i) คือ

$$\rho_{ij} = \frac{\beta_i^2}{\sigma_{ij}} = \frac{\beta_i^2}{\beta_i^2 + \beta_j^2} = 1 - \frac{\theta_i^2}{\beta_i^2 + \beta_j^2} \quad \text{.....[9]}$$

เมื่อ θ_i^2 คือ ความแปรปรวนของ e_i

ถ้ากล่าวอย่างเคร่งครัดคะแนนคลาดเคลื่อน e_i จะประกอบด้วยความคลาดเคลื่อนสุ่มที่ไม่มีความสัมพันธ์กันสองตัว คือ S_i กับ R_i เมื่อ S_i เป็นความคลาดเคลื่อนขององค์ประกอบเฉพาะ (เฉพาะกับ X_i) R_i เป็นความคลาดเคลื่อนของการวัดที่แท้จริง อย่างไรก็ตามเนื่องจากไม่สามารถแบ่งแยกความคลาดเคลื่อนทั้งสองชนิดหรือประมาณค่าความแปรปรวนทั้งสองชนิดแยกจากกันได้ นอกเสียจากว่าจะทำการวัดซ้ำ X_i หลาย ๆ ครั้ง โดยให้มี S_i ค่าเดียวกัน ด้วยผลดังกล่าวจึงทำให้ P_{ii} ในสมการ 9 เป็นเพียงขีดจำกัดล่างของความเชื่อมั่นที่แท้จริง

ถ้าให้ x, u, ß, และ e เป็นเวกเตอร์ หลัก (Column Vectors) อันดับ M แล้ว สมการ (8) สามารถเขียนในรูปของเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$x = \beta\tau + \mu + e \quad \text{.....[10]}$$

ให้ $\sum$ เป็นเมตริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมของ X และให้ θ^2 เป็นเมตริกซ์ทะแยง โดยมีความแปรปรวนคลาดเคลื่อนอยู่บนแนวทะแยงแล้ว

$$\sum = \beta\beta + \theta^2 \quad \text{.....[11]}$$

ซึ่งสมการ [10] และ [11] จะเป็นสมการพื้นฐานสำหรับแบบจำลองการวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีองค์ประกอบร่วมเพียงองค์ประกอบเดียว และสามารถนำมาใช้ทดสอบทางสถิติว่าข้อตกลงของแบบทดสอบเป็นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์หรือไม่เป็นเส้นตรงได้

ถ้าให้ $\hat{\beta}$ และ $\hat{\theta}$ เป็นค่าประมาณของ β และ θ แล้ว ตัวประมาณค่าแบบ ML ของค่าความเชื่อมั่น ρ_{ij} คือ

$$\hat{\rho}_{ij} = \frac{\beta_i^2}{\beta_i^2 + \beta_j^2} \quad \text{.....[12]}$$

ถ้าแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์แล้ว ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฟอร์ม สามารถประมาณค่าได้โดยตรงจาก สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับ $x_1, x_2, \ldots, x_M$ โดยไม่ต้องใช้ข้อตกลงของความคู่ขนาน

ในบางครั้งอาจต้องรวม (Combine) แบบทดสอบบางฟอร์มเข้าด้วยกัน โดยนำคะแนนมารวมกัน (Linear Composite) เพื่อทำให้ความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น

กำหนดให้ $\hat{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m)$ เป็นน้ำหนักสัมพัทธ์ (Relative Weights) และ

$$y = \hat{\alpha} x$$

$$= (\hat{\alpha}\beta)\tau + \hat{\alpha}\mu + \hat{\alpha}e$$

ค่าความเชื่อมั่นของ y หรือค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยฟอร์มย่อย ๆ หลายฟอร์ม

$$\rho_{ii} = \frac{(\hat{\alpha}\beta)^2}{(\hat{\alpha}\beta)^2 + \hat{\alpha}\theta^2\alpha} \quad \ldots\ldots\ldots\

และมีความเที่ยงตรงที่เทียบกับเกณฑ์ภายนอกเท่ากัน และการนำคะแนนของแต่ละฟอร์มมาบวกรวมกัน จะทำให้คะแนนรวมเหล่านั้นมีความเชื่อมั่นสูงสุด เมตริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วม $\sum$ ของแบบทดสอบคู่ขนานจะมีความแปรปรวนเท่ากันและมีความแปรปรวนร่วมเท่ากัน ถ้าสมมติว่าคะแนนมีการแจกแจงปกติแบบตัวแปรพหุแล้ว สามารถใช้วิธี ML ประมาณค่าความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมที่ร่วมกัน (Common) ได้ และใช้อัตราส่วนความน่าจะเป็น (Likelihood Ratio) ในการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมได้ นอกจากนั้นยังสามารถหาการแจกแจงสุ่มของความแปรปรวนคะแนนจริง ความแปรปรวนคะแนนคลาดเคลื่อนและความเชื่อมั่นได้

(2) แบบทดสอบคะแนนจริงสมมูล เป็นแบบทดสอบที่มีความแปรปรวนของคะแนนจริงเท่ากันแต่ความแปรปรวนอาจแตกต่างกันได้นั่นคือ

$$\beta_1 = \beta_2 = \ldots \beta_M$$

แบบทดสอบคะแนนจริงสมมูลแต่ละฉบับไม่สามารถนำมาแทนกันได้ ฟอร์มที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดจะมีความเชื่อมั่นสูงที่สุด และแต่ละฟอร์มอาจมีความเที่ยงตรงไม่เท่ากัน คะแนนรวม (Composite) จะมีความเชื่อมั่นสูงสุด เมื่อแต่ละฟอร์มกำหนดน้ำหนักให้มีสัดส่วนผกผันกับความแปรปรวนคลาดเคลื่อนของมัน เมตริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วม $\sum$ ของแบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์จะมีความแปรปรวนร่วมเท่ากัน แต่อาจมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน และสามารถประมาณค่าความแปรปรวนจริงร่วม β^2 และความแปรปรวนคลาดเคลื่อน $\theta_1^2, \theta_2^2, \ldots, \theta_N^2$ ได้ด้วยวิธี ML และการหาค่าสมการความน่าจะเป็น (Likelihood Equation) ได้อย่างรวดเร็วโดยใช้วิธี Newton - Raphson (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538 :1-10)

แมคแคน (MacCann. 1989 : 263 - 268) ได้ศึกษาวิธีการปรับเทียบคะแนนสอบ โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นคะแนนจริงสัมพันธ์ คือแบบทดสอบทั้งสองฉบับและแบบทดสอบร่วม ต่างก็เป็นแบบทดสอบที่ไม่คู่ขนานกันทั้งสามฉบับ แมคแคนได้แนวความคิดมาจากรูปแบบการใช้แบบทดสอบร่วมที่เป็นแบบแผนของการใช้แบบทดสอบร่วมที่มีประชากรแตกต่างกัน (Common- Item Nonequivalent – Population Design) ซึ่งออกแบบโดยวู๊ดดรัฟ (Woodruff. 1986 : 245-257) กับโคเรน และเบรนแนน (MacCann. 1989 : 263 ; อ้างอิงจาก Koren and Brennan. 1987)

วิธีการที่แมคแคนศึกษานี้ อาศัยข้อตกลงของการปรับเทียบคะแนนสอบ ที่นำมาจากวิธีของแองกอฟ 2 ข้อ ที่ว่า

1. แบบทดสอบสองฉบับ ที่มีหน้าที่ทางจิตวิทยาที่มีคุณลักษณะเดียวกัน หรือมิติเดียวกันและรูปทรงการกระจายของคะแนนสอบ จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับต้องมีความสมมูลกัน ทั้งนี้ เมื่อแบบทดสอบทั้งสอง มีค่าความเชื่อมั่นสูงมากขึ้น ก็จะทำให้รูปร่างการกระจายของคะแนนจริงที่เป็นรูปทรงเดียวกัน (Identical) คือ มีการกระจายของคะแนนจริงที่สมมูล เช่นกัน ซึ่งทั้งนี้แบบทดสอบทั้งสองฉบับ จะต้องวัดหน้าที่คุณลักษณะเดียวกัน คะแนนจริงของแบบทดสอบจึงจะมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ หรือสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง เรียกแบบทดสอบทั้งสองว่า เป็นแบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์ ซึ่งในทางปฏิบัติการเทียบคะแนนแบบเส้นตรงจะยอมให้การกระจายของคะแนนจริงแตกต่างกันได้บ้างและยอมให้มีการวัดหน้าที่คุณลักษณะที่แตกต่างกันได้บ้างเล็กน้อย ก็อาศัยข้อตกลงของคะแนนจริงสัมพันธ์ และตามความเป็นจริงในทางปฏิบัติแล้ว ถ้าใช้เงื่อนไขดังกล่าวที่แตกต่างไปจากข้อตกลงการปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรง ก็ใช้ไม่ได้ผล

2. แบบทดสอบสองฉบับที่นำมาเทียบคะแนนสอบ จะต้องมีค่าความเชื่อมั่นเท่าเทียมกัน การทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่าเทียมกันนั้น จะต้องใช้กลุ่มผู้เข้าสอบที่มีความสามารถเท่าเทียมกัน หากว่ากลุ่มผู้เข้าสอบมีระดับความสามารถสูง ก็จะมีผลทำให้มีค่าความเชื่อมั่นสูงขึ้น (MacCann.1989 : 264 ; citing Lord. 1977) และแองกอฟ (MacCann.1989 :
264 ; citing Angoff. 1977) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนน จากแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นไม่เท่าเทียมกัน โดยการปรับความแตกต่างนี้ จากการให้แบบทดสอบมีการวัดในคุณลักษณะเดียวกัน ก็จะได้แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเท่าเทียมกัน

จากข้อตกลงทั้งสองข้อดังกล่าวข้างต้น เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$T_{x1} = aT_{y1} + b$ เมื่อ a และ b เป็นค่าคงที่ และ $a > 0$ .....[1]

$r_{xx} = r_{yy}$ .....[2]

เมื่อ r_{xx} และ r_{yy} เป็นความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับ X และ Y ตามลำดับ

วิธีการคำนวณการปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรงของแมคแคนตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์นี้เป็นการใช้คะแนนสอบมาเทียบคะแนนกัน โดยยึดข้อตกลงดังกล่าวข้างต้นสามารถใช้วิธีการคำนวณได้เป็นสองวิธี ดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538 : 5 – 11)

การแสดงการได้มาของวิธีการปรับเทียบคะแนนสอบวิธีที่ 1

การแสดงที่มาของการปรับเทียบคะแนนสอบวิธีที่ 1 จะอาศัยข้อตกลงมาตรฐานของการแสดงที่มาของการเทียบคะแนนสอบทั้งหลายที่ใช้กัน คือ อาศัยข้อตกลงของเส้นถดถอยที่สมมูลกัน (Equivalent) ซึ่งส่วนมากมักเรียกว่า เส้นถดถอยที่ขนานกัน

สมมุติให้ X และ Y เป็นแบบทดสอบสองฉบับ นำไปสอบนักเรียนกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ และให้ Z เป็นแบบทดสอบเชื่อมโยง ที่นำไปสอบนักเรียนกลุ่มรวมทั้งหมด (กลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2 รวมกัน)

การแสดงที่มาของสูตรจะใช้ข้อตกลงเกี่ยวกับเส้นถดถอย 2 เส้นขนานกัน จากการกำหนดข้างต้นจะได้เส้นถดถอยของการพยากรณ์ X ด้วย Z สองเส้น ดังนี้ เส้นถดถอยเส้นหนึ่งได้จากคะแนนของนักเรียนกลุ่มรวมและเส้นถดถอยอีกเส้นหนึ่งได้จากคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ 1

จากข้อตกลงที่ว่าเส้นถดถอยสองเส้นขนานกัน สามารถแตกออกเป็น 2 ข้อตกลงย่อย คือ

(1) ข้อตกลงที่ว่า เส้นถดถอยสองเส้นต้องมีความลาดชันเท่ากัน (Equal Slope)

(2) ข้อตกลงที่ว่าเส้นถดถอยสองเส้นต้องมีพิกัดแกนตั้งเท่ากัน (Equal Ordinate Intercepts)

ข้อตกลงความลาดชันของเส้นถดถอยสองเส้นจากนักเรียนกลุ่มรวมและนักเรียนกลุ่มที่ 1 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$b_{XZ} = b_{XZ1} \quad \text{..... [3]}$$

เมื่อ b_{XZ} และ b_{XZ1} เป็นสัมประสิทธิ์ของความลาดชันของคะแนนนักเรียนกลุ่มรวมและกลุ่มที่ 1 ตามลำดับ และมี

$$b_{XZ} = r_{XZ}\frac{S_X}{S_Z} \quad \text{.....[4]}$$

$$b_{XZ1} = r_{XZ1}\frac{S_{x1}}{S_{z1}} \quad \text{..... [5]}$$

r_{xz} และ r_{xz1} เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบแต่ละฉบับของคะแนนนักเรียนกลุ่มรวม และกลุ่มที่ 1 ตามลำดับ

S_X และ S_Z เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนนักเรียนกลุ่มรวมที่สอบแบบทดสอบฉบับ X และ Z ตามลำดับ

S_{X1} และ S_{Z1} เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่สอบแบบทดสอบฉบับ X และ Z ตามลำดับ

ข้อตกลงของพิกัดแกนตั้งของเส้นถดถอย 2 เส้นจากนักเรียนกลุ่มรวมและนักเรียนกลุ่ม 1 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\bar{X} - b_{XZ}\bar{Z} = \bar{X}_1 - b_{XZ1}\bar{Z}_1 \qquad \text{..... [6]}$$

นำสมการ [3] แทนค่าในสมการ [6] และจัดเรียงค่าใหม่ จะประมาณค่าเฉลี่ยของ X จากนักเรียนกลุ่มรวมได้ดังนี้

$$\bar{X} = \bar{X}_1 + b_{XZ1}\left(\bar{Z} - \bar{Z}_1\right) \qquad \text{.....[7]}$$

ทำนองเดียวกัน นำสมการ 3 แทนค่าลงในสมการ 4 และจัดเรียงค่าใหม่จะประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน X จากนักเรียนกลุ่มรวมได้ดังนี้

$$S_X = \frac{b_{XZ1}}{r_{XZ}} \qquad \text{.....[8]}$$

ทำนองเดียวกันถ้าใช้เส้นถดถอยของการพยากรณ์ Y ด้วย Z จากนักเรียนกลุ่มรวมเส้นหนึ่งและจากนักเรียนกลุ่มที่ 2 อีกเส้นหนึ่ง ตามข้อตกลงของเส้นถดถอยที่ขนานกัน จะได้สมการที่คล้ายกับสมการที่ [7] และ [8] ดังนี้

$$\bar{Y} = \bar{Y}_2 + b_{yz2}\left(\bar{Z} - \bar{Z}_2\right) \qquad \text{.....[7.1]}$$

และ

$$S_y = \frac{b_{yz2}}{r_{yz}} S_Z \qquad \text{..... [8.1]}$$

คะแนนสอบสองคะแนน สามารถนำมาเทียบกันแบบเส้นตรงได้ โดยถือว่าคะแนนมาตรฐานที่ได้จากคะแนนทั้งสองเท่ากัน จากแนวคิดนี้จะสามารถแปลงคะแนนสอบได้จากสมการเส้นตรงดังนี้

$$Y = \bar{Y} + \frac{S_Y}{S_X}\left(X - \bar{X}\right) \qquad \text{..... [9]}$$

เนื่องจากค่า X และ Y สามารถหาได้โดยตรงจากคะแนนสอบดังสมการ [7] และ [7.1] แต่ค่าอัตราส่วน S_y และ S_X ไม่สามารถหาค่าได้ เนื่องจากไม่ทราบค่า r_{XZ} และ r_{YZ} เพราะในทางปฏิบัติเราไม่ได้นำ X และ Y ไปสอบกับนักเรียนกลุ่มรวม ดังนั้น การหาค่า S_y และ S_x จึงต้องใช้วิธีการประมาณค่า จากสมการ [8] และ [8.1] โดยนำสมการ [8] ไปหารสมการ [8.1] ดังนี้

$$\frac{S_Y}{S_X} = \frac{b_{yz\,2}}{b_{xz\,1}} \frac{r_{XZ}}{r_{yz}} \qquad \text{.....[10]}$$

และใช้สูตรในการปรับแก้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ลดลงเนื่องจากความคลาดเคลื่อนแล้วจะได้สมการดังนี้

$$r_{XZ} = r_{TxTz} \sqrt{r_{XX} r_{ZZ}} \qquad \text{.....[11]}$$

ทำนองเดียวกันก็จะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Y และ Z ดังนี้

$$r_{y\,z} = r_{TyTz} \sqrt{r_{yy}\, r_{ZZ}} \qquad \text{.....[11.1]}$$

หารสมการ [11] ด้วยสมการ [11.1] และใช้ข้อตกลงที่ว่า ความเชื่อมั่นของแต่ละฉบับเท่ากันตามสมการ [2] จะได้

$$\frac{r_{xz}}{r_{yz}} = \frac{r_{TxTz}}{r_{TyTz}} \qquad \text{.....[12]}$$

ตามที่สมการ [1] ซึ่งเป็นข้อตกลงของคะแนนจริงสัมพันธ์มีความหมายว่าคะแนนจริงมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง จากสมการ [1] นี้จะเห็นได้ว่า สหสัมพันธ์ของ T_Z กับ T_X จะเท่ากับสหสัมพันธ์ของ T_Z กับ T_Y นั่นคือ

$$r_{TxTz} = r_{TyTz} \quad \text{.....} \quad [13]$$

แทนค่าสมาการ [12] และ [13] ลงในสมการ [10] จะได้

$$\frac{S_y}{S_x} = \frac{b_{yz2}}{b_{xz1}} \quad \text{.....} \quad [14]$$

ขั้นสุดท้ายแทนสมการ [7.1] และสมการ [14] ลงในสมการ [9] และเขียนเป็นนิพจน์ของความลาดชันหรือสูตรสำหรับแปลงคะแนนสอบได้ดังนี้

$$Y' = \left(\frac{r_{yz2}}{r_{xz1}}\frac{S_{y2}}{S_{X1}}\frac{S_{Z1}}{S_{Z2}}\right)X + \bar{Y}_2 + \left(r_{yz2}\frac{S_{Y2}}{S_{Z2}}\right)\left[\left(\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2\right) - \frac{1}{r_{xz1}}\frac{S_{Z1}}{S_{X1}}\bar{X}_1\right] \quad \text{.....} \quad [15]$$

และเมื่อ X เป็นตัวแปรตามจะได้สมการ

$$X' = \left(\frac{r_{xz1}}{r_{yz2}}\frac{S_{x1}}{S_{y2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Z1}}\right)Y + \bar{X}_1 + \left(r_{XZ1}\frac{S_{X1}}{S_{Z1}}\right)\left[\left(\bar{Z}_2 - \bar{Z}_1\right) - \frac{1}{r_{YZ2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Y2}}\bar{Y}_2\right] \quad \text{....}$$

..[15.1]

การแสดงที่มาของการปรับเทียบคะแนนสอบวิธีที่ 2

การแสดงที่มาของวิธีที่ 1 ดังกล่าวแล้วนั้นได้ใช้ข้อตกลงของเส้นถดถอยของการพยากรณ์ X ด้วย Z สำหรับการแสดงที่มาของวิธีที่ 2 จะใช้เส้นถดถอยของการพยากรณ์ Z ด้วย X โดยกำหนดข้อตกลงของเส้นถดถอยว่าความลาดชันของเส้นถดถอยที่ได้จากคะแนนกลุ่ม 1 เท่ากับความลาดชันที่ได้จากนักเรียนกลุ่มรวม และพิกัดแกนตั้งของเส้นถดถอยที่ได้จากนักเรียนกลุ่มรวมเท่ากับพิกัดแกนตั้งของเส้นถดถอยที่ได้จากนักเรียนกลุ่มที่ 1

จากข้อตกลงของความลาดชันจะได้

$$b_{ZX} = b_{ZX1} \quad \text{.....[16]}$$

และมี

$$b_{ZX} = r_{ZX} \frac{S}{S} \quad \text{.....[17]}$$

$$b_{ZX1} = r_{zx1} \frac{S_z}{S_x} . \quad \text{.....[17.1]}$$

และใช้ข้อตกลงที่ว่า พิกัดแกนตั้งมีค่าเท่ากัน จะเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\bar{Z} - b_{ZX} \bar{X} = \bar{Z}_1 - b_{ZX1} \bar{X}_1 \quad \text{.....[18]}$$

จากสมการที่ [16] และ [18] จะประมาณค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน X ที่สอบจากนักเรียนกลุ่มรวม ซึ่งจะได้สมการที่คล้ายคลึงกับในวิธีที่ 1

$$\bar{X} = \bar{X}_1 + \frac{1}{b_{zx}} (\bar{Z} - \bar{Z}_1) \quad \text{.....[19]}$$

$$S_x = \frac{1}{b_{zx}} r_{xz} S_z \quad \text{.....[20]}$$

ทำนองเดียวกัน ถ้าใช้เส้นถดถอยของการพยากรณ์ Z ด้วย Y จากนักเรียนกลุ่มที่ 2 จะได้ค่าสมการดังนี้

$$\bar{Y} = \bar{Y}_2 + \frac{1}{b_{zy}} (\bar{Z} - \bar{Z}_2) \quad \text{.....[19.1]}$$

และ $$S_y = \frac{1}{b_{zy}} r_{zy} S_z \quad \text{.....[20.1]}$$

ทำนองเดียวกันกับการได้มาของสมการ [14] ในวิธีที่ 1 จะได้

$$\frac{S_y}{S_x} = \frac{b_{zx1}}{b_{zy\,2}} \qquad \text{.....[21]}$$

แทนค่าสมการ [19.1] และ [21] ลงในสมการ [9] และเขียนเป็นนิพจน์ของความลาดชันทั้งหมด หรือสมการเทียบคะแนนสอบดังนี้

$$Y' = \left(\frac{r_{XZ1}}{r_{YZ\,2}}\frac{S_{y\,2}}{S_{X1}}\frac{S_{Z1}}{S_{Z\,2}}\right)X + \bar{Y}_2 + \left(\frac{1}{r_{YZ\,2}}\frac{S_{Y\,2}}{S_{Z\,2}}\right)\left[\left(\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2\right) - r_{XZ1}\frac{S_{Z1}}{S_{X1}}\bar{X}_1\right] \text{.....[22]}$$

ถ้าเปรียบเทียบสมการ [22] กับ [15] จะเห็นว่าวิธีที่ 2 แตกต่างจากวิธีที่ 1 เฉพาะที่ค่าสหสัมพันธ์เท่านั้น คือ ค่าสหสัมพันธ์ในสมการ [22] จะเขียนเป็นส่วนกลับของสหสัมพันธ์ในสมการที่[15]และในงานวิจัยครั้งนี้จะนำการเทียบคะแนนด้วยสมการ[15.1]มาใช้ในการศึกษา

1.5 การออกแบบเพื่อรวบรวมข้อมูลและการจัดกระทำทางสถิติ

แองกอฟฟ์ (Angoff.1971 : 569 – 586) ได้เสนอโมเดลการปรับเทียบคะแนนทั้งในการออกแบบเพื่อรวบรวมข้อมูล และการจัดกระทำในทางสถิติเพื่อระบุการแปลงคะแนนไว้ 6 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 Random group-one test administered to each group

รูปแบบนี้ผู้สอบมาจากการสุ่มจากประชากรกลุ่มเดียวกัน แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม α สอบฟอร์ม X กลุ่ม β สอบฟอร์ม Y

(1) การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงสำหรับแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเท่ากัน

ขั้นแรกคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบฟอร์ม X โดยกลุ่ม α และแบบทดสอบฟอร์ม Y โดยกลุ่ม β จัดให้คะแนนมาตรฐานทั้งสองกลุ่มเท่ากัน

$$\frac{Y - M_{y\beta}}{S_{y\beta}} = \frac{X - M_{x\alpha}}{S_{x\alpha}} \quad \text{.....} \quad [1]$$

เมื่อ Y คือ คะแนนสอบที่ได้จากฟอร์ม Y

$M_{Y\beta}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม Y จากการสอบโดยกลุ่ม β

$S_{Y\beta}$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนฟอร์ม Y จากการสอบโดยกลุ่ม β

X คือ คะแนนสอบที่ได้จากฟอร์ม X

$M_{x\alpha}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม X จากการสอบโดยกลุ่ม α

$S_{x\alpha}$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนฟอร์ม X จากการสอบโดยกลุ่ม α

เมื่อจัดเทอมในสมการ [1] เสียใหม่ จะได้สมการเชิงเส้นตรง คือ

$$Y = \frac{S_{y\beta}}{S_{x\alpha}} X + M_{y\beta} - \frac{S_{y\beta}}{S_{x\alpha}} M_{x\alpha} \quad \text{.....} \quad [2]$$

ซึ่งจะอยู่ในรูป $Y = AX + B$

เมื่อ $A = S_{y\beta} / S_{x\alpha}$

$B = M_{y\beta} - AM_{x\alpha}$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน

เช่นเดียวกับวิธีการทางสถิติอื่น ๆ การปรับเทียบคะแนนจะมีความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มซึ่งเกิดจากการแกว่ง(Fluctuation) ของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งฟอร์ม X และฟอร์ม Y ซึ่งเป็นผลมาจากการสร้างแบบทดสอบ ลอร์ด (Angoff. 1971 : 570 citing Lord.1950) ได้อธิบายความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในลักษณะของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในสเกล y ที่ตรงกับคะแนน x ที่กำหนด ซึ่งคะแนนที่แปลงแล้ว y ได้มาจากกลุ่มตัวอย่าง α และ β ที่เป็นอิสระต่อกัน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนของรูปแบบที่ 1 มีสมการ คือ

$$S.E._{y^*}^2 = \frac{2\,S_y^2\,(Z_x^2 + 2)}{N_t} \quad \text{.....[3]}$$

โดยที่ $S.E._{y^*}^2$ คือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่แปลงแล้ว

N_t คือ จำนวนผู้สอบทั้งสองกลุ่ม ($N_t = N_\alpha + N_\beta$)

Z_x คือ คะแนนมาตรฐานได้จาก $Z_x = (X - M) / S_x$

การปรับเทียบคะแนนโดยใช้เปอร์เซ็นไทล์สำหรับแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเท่ากัน

จากการกระจายของคะแนนทั้งสองฟอร์ม ฟอร์ม X สอบโดยกลุ่ม α ฟอร์ม Y สอบโดยกลุ่ม β คำนวณจุดกลางตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ สำหรับคะแนนแต่ละชุด พล็อตลงบนกระดาษกราฟ Arithmetic probability paper โดยแกนนอนเป็นคะแนนดิบแกนตั้งเป็นตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ พล็อตตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ ทั้งสองชุดลงบนกระดาษกราฟแผ่นเดียวกันอ่านคะแนนทั้งสองฟอร์มที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์เดียวกันประมาณ 30 จุด แล้วพล็อตใหม่ลงบนกระดาษกราฟธรรมดา โดยแกนนอนเป็นคะแนนฟอร์ม X แกนตั้งเป็นคะแนนฟอร์ม Y สร้างตารางปรับเทียบคะแนนโดยอ่านจากกราฟที่พล็อตใหม่

(2) การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงสำหรับแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นไม่เท่ากัน

ถ้าแบบทดสอบฟอร์ม X และฟอร์ม Y มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแล้วจะไม่มีหนทางที่จะพัฒนาการแปลงคะแนนให้มีลักษณะเทียบเคียงกันได้เลย อย่างไรก็ตามสถานการณ์ในทางปฏิบัติเรียกว่า การปรับเทียบคะแนนนั้น เราสามารถที่จะนำเอาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฟอร์มรวมเข้าไปด้วย ดังสมการ

$$\frac{Y - M_{Y\beta}}{S_{\tilde{Y}\beta}} = \frac{X - M_{X\alpha}}{S_{\tilde{X}\alpha}} \quad \text{..... [4]}$$

เมื่อ $S_{\tilde{Y}\beta} = S_Y \sqrt{r_{YY}}$

$S_{\tilde{X}\alpha} = S_X \sqrt{r_{XX}}$

โดยที่ y คือ คะแนนสอบที่ได้จากฟอร์ม Y

$M_{y\beta}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม Y จากการสอบโดยกลุ่ม β

S_y คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ(observe score) ของฟอร์ม Y

$S_{\tilde{Y}\beta}$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจริง (True score) ของฟอร์ม Y

r_{yy} คือ ความเชื่อมั่นของแบบสอบฟอร์ม Y

x คือ คะแนนสอบที่ได้จากฟอร์ม X

$M_{x\alpha}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม X จากการสอบโดยกลุ่ม α

S_X คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบของฟอร์ม X

$S_{\tilde{X}\alpha}$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจริงของฟอร์ม X

r_{XX} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฟอร์ม X

สมการสำหรับแปลงคะแนนจากสเกลฟอร์ม X ไปสู่สเกลฟอร์ม Y จะเป็น

$$Y = \frac{S_{\tilde{Y}\beta}}{S_{\tilde{X}\alpha}} X + M_{y\beta} - \frac{S_{\tilde{Y}\beta}}{S_{\tilde{X}\alpha}} Mx \qquad \text{..... . [5]}$$

ซึ่งอยู่ในรูป $Y = AX + B$

เมื่อ $A = S_{\tilde{Y}\beta} / S_{\tilde{X}\alpha}$

$B = M_{y\beta} - AM_{x\alpha}$

รูปแบบที่ 2 Random groups, both forms administered to each group, counterbalanced

ลักษณะเช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 เลือกกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่แล้วแบ่งแบบสุ่มออกเป็น 2 กลุ่มโดยกลุ่มหนึ่งเป็น α สอบฟอร์ม Xแล้วตามด้วยฟอร์ม Yอีกกลุ่มหนึ่งเป็น β สอบฟอร์ม Y แล้วตามด้วยฟอร์ม X ในการที่จะป้องกันความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นในการสอบโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อสอบแบบทดสอบฟอร์ม X และฟอร์ม Y พร้อมกัน ควรจะเย็บแบบทดสอบทั้งสองฟอร์มติดกันโดยครึ่งหนึ่งให้ฟอร์ม X อยู่ด้านบนและอีกครึ่งหนึ่งให้ฟอร์ม Y อยู่ด้านบน และในการสอบควรจะแจกสลับกันเรียงตามผู้สอบ คือ xy, yx, xy, yx, …

(1) วิธีการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงกรณีแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่ากัน

ลอร์ด (Angoff. 1971 : 574 ; citing Lord. 1950) ได้เสนอวิธีการนี้โดยมีข้อตกลงว่า ผลกระทบที่เกิดจากการฝึกที่มีต่อแบบทดสอบฟอร์ม Y อันเป็นผลมาจากการสอบฟอร์ม X

ก่อน และผลกระทบที่มีต่อฟอร์ม x อันเป็นผลมาจากการสอบฟอร์ม y ก่อน ต่างก็เป็นสัดส่วนของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

$$K_X / S_X = K_y / S_y = H$$

การประมาณค่าที่ดีที่สุดของ H คือ การหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของฟอร์ม x และค่าเฉลี่ยของฟอร์ม y เมื่อแต่ละฟอร์มอยู่ในหน่วยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$H = 1/2 \left(\frac{M_{X\beta} - M_{X\alpha}}{S_X} + \frac{M_{Y\beta} - M_{Y\alpha}}{S_y} \right) \quad \text{.....[6]}$$

ซึ่งสมการนี้ก็คือ ต้นแบบของสมการสำหรับปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง สมการ [1]

$$(Y - M_Y) / S_y = (X - M_X) / S_X$$

รูปฟอร์มที่ใช้สำหรับแทนค่าในสมการ [1] คือ

$$M_X = ½ (M_{x\alpha} + M_{x\beta} - K_x) \quad \text{..... [7]}$$

$$M_y = ½ (M_{x\alpha} + M_{x\beta} - K_y) \quad \text{.....[8]}$$

$$S_X^2 = ½ (S^2_{x\alpha} + S^2_{x\beta}) \quad \text{.....[9]}$$

$$S_y^2 = ½ (S^2_{x\alpha} + S^2_{x\beta}) \quad \text{.....[10]}$$

เมื่อสมการ [7] ถึง [10] แทนลงในสมการ [1] จะได้สมการเชิงเส้นในรูปของ Y = AX + B โดยที่

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

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

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน

ลอร์ด (Angoff. 1971 : 575 ; citing Lord. 1950) ได้ตั้งข้อตกลงเบื้องต้นไว้ว่าถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละฟอร์มและความสัมพันธ์ระหว่างฟอร์มเหมือนกันในประชากรแล้ว ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของคะแนนแปลงในสเกล y คือ

$$S.E_{y*}^{2} = S_y^{2}(1 - r_{xy})\frac{Z_x^{2}(1 + r_{xy})}{N_t} + 2 \qquad \text{.....[11]}$$

เมื่อ $Z_x = (X - M_x)/S_x$

การปรับเทียบคะแนนด้วยรูปแบบนี้มีความถูกต้องสูงโดยอาจจะสังเกตจากการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในสมการ [11] กับสมการ [3] ตัวอย่างเช่น แบบทดสอบ 2 ฟอร์ม มีค่าสหสัมพันธ์ .80 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของคะแนนแปลง y ที่จุด $Z_x = 0$ ของรูปแบบที่ 3 มีค่า 1/10 ของขนาดความคลาดเคลื่อนของรูปแบบที่ 1 นั่นคือ อาจจะกล่าวได้ว่ารูปแบบที่ 1 จะได้รับความถูกต้องเหมือนรูปแบบที่ 2 จะต้องใช้ผู้สอบจำนวน 10 เท่าของจำนวนเดิม แสดงว่า การใช้รูปแบบที่ 2 มีข้อดีในด้านของความประหยัดใช้
ผู้สอบน้อยแต่มีความถูกต้องมากกว่า

การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นโค้งกรณีแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่ากัน

การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นโค้ง หรือการเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นไทล์ของรูปแบบนี้ใช้วิธีการเช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 ซึ่งข้อมูลของฟอร์ม x และฟอร์ม y จะรวมกันก่อนสำหรับแบบทดสอบแต่ละฟอร์ม นั้นคือรวมกลุ่มคะแนนของผู้สอบกลุ่ม α และ β สำหรับฟอร์ม X และรวมคะแนนของผู้สอบกลุ่ม α และ β สำหรับฟอร์ม Y แล้วจึงใช้วิธีเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นไทล์ดังได้อธิบายไว้ในรูปแบบที่ 1 แล้ว

(2) การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงสำหรับแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นไม่เท่ากัน

เมื่อฟอร์ม Xและฟอร์ม Y มีความเชื่อมั่นไม่เท่ากัน ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนในกลุ่มไม่ควรจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการสอบ ในสมการ [9] และ [10] แต่ควรจะคำนวณจากคะแนนจริง โดยค่าที่สมนัยกับสมการ [9] และ [10] คือ สมการ [12]และ [13]

$$S_x^2 = \frac{1}{2}(S_{x\alpha}^2 r_{xx\alpha} + S_x^2 r_{xx\beta}) \quad \text{..... [12]}$$

$$Sy^2 = \frac{1}{2}(S_{y\alpha}^2 r_{yy\alpha} + S_y^2 r_{yy\beta}) \quad \text{..... [13]}$$

รูปแบบที่ 3 Random Groups – One Test Administered To Each Group, Common Equating Test Administered To Both Groups

(1) การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงเมื่อแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่ากัน

คะแนนสอบที่ได้ส่วนใหญ่ขึ้นกับลักษณะ 2 ประการ คือ ความสามารถรายบุคคล และลักษณะของแบบทดสอบ ในการที่จะเปรียบเทียบผลการสอบของแต่ละบุคคลซึ่งสอบแบบทดสอบที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นที่จะต้องปรับคะแนนเสียก่อน กล่าวคือการปรับเทียบคะแนนนั้นจะเป็นเพียงการเทียบความแตกต่างของคะแนนอันเป็นผลมาจากความแตกต่างของแต่ละบุคคล หรือของกลุ่ม ถ้ากลุ่ม α และ β ไม่ได้สุ่มมาจากประชากรเดียวกัน ความแตกต่างระหว่างกลุ่มอาจจะเป็นองค์ประกอบที่มีนัยสำคัญมากในการแปรแปลี่ยนของค่า A และ B สมการ [2], [4] และจะเป็นผลทำให้เกิดอคติ (Bias) ในวิธีการปรับเทียบคะแนน แม้ว่ากลุ่มจะถูกเลือกมาโดยวิธีการสุ่ม ความแตกต่างเล็กน้อยระหว่างกลุ่มอาจจะเกิดขึ้นได้ ถ้าไม่ป้องกันก็จะเกิดอคติในสมการแปลงคะแนน จะเป็นผลต่อการเปรียบเทียบภายหลังในการที่จะควบคุมให้บังเกิดผล การปรับเทียบคะแนนจำเป็นต้องใช้คะแนนของแบบทดสอบฟอร์ม U ซึ่งเป็นข้อกระทงที่เพิ่มขึ้น หรือเป็นข้อร่วมกันระหว่างฟอร์ม X และฟอร์ม Y แบบทดสอบร่วมนี้ใช้สำหรับปรับความแตกต่างที่อาจจะพบระหว่างกลุ่ม α และ β ในการบริหารแบบทดสอบ กลุ่ม α จะได้รับแบบทดสอบฟอร์ม X และฟอร์ม U และกลุ่ม β จะได้รับแบบฟอร์ม Y และฟอร์ม U

ลอร์ด (Angoff. 1971 : 577 ; citing Lord. 1955a) ได้พัฒนาสมการสำหรับรูปแบบนี้ โดยใช้การประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Estimates) ประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของฟอร์ม X และ Y ดังนี้

$$\hat{\mu}_x = M_{x\alpha} + b_{xu\alpha}(\hat{\mu}_u - M_{u\alpha}) \quad \text{..... [14]}$$

$$\hat{\mu}_y = M_{y\beta} + b_{yu\beta}(\hat{\mu}_u - M_{u\beta}) \quad \text{..... [15]}$$

$$\hat{\sigma}_x^2 = S^2_{x\alpha} + b^2_{xu\alpha}(\hat{\sigma}_u^2 - S^2_{u\alpha}) \quad \text{.....[16]}$$

$$\hat{\sigma}_y^2 = S^2_{y\beta} + b^2_{yu\beta}(\hat{\sigma}_u^2 - S^2_{u\beta}) \quad \text{.....[17]}$$

เมื่อ $\hat{\mu}_u$ = M_{ut} และ $\hat{\sigma}_u^2$ = S^2_{ut} และ t = $\alpha + \beta$

ซึ่งการประมาณค่าเหล่านี้ใช้กับสมการ [1]

$$Y = AX + B$$

โดยที่ A = $\hat{\sigma}_y / \hat{\sigma}_x$ และ B = $\hat{\mu}_y - A\hat{\mu}_x$

สำหรับรูปแบบนี้ ลอร์ด (Angoff. 1971 : 577 ; citing Lord. 1950) ได้เสนอสูตรในการหาความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน คือ

$$SE^2_{Y*} = 2\hat{\sigma}_Y^2\left(1-\hat{r}^2\right)\frac{\left(1+\hat{r}^2\right)Z_X^2+2}{N_t} \quad \text{..... [18]}$$

โดยถือว่า $\hat{r} = \frac{b_{xu_\alpha}\hat{\sigma}_u}{\hat{\sigma}_x} = \frac{b_{yu_\beta}\hat{\sigma}_u}{\hat{\sigma}_y}$

จากสูตรนี้จะเห็นได้ว่า เมื่อ r = 0 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจะเหมือนกับการปรับเทียบเชิงเส้นตรงในรูปแบบที่ 1 จากสมการ [14] ถึง [17] ถ้ากลุ่ม α และกลุ่ม β มีค่าเฉลี่ยในฟอร์ม U เท่ากันแล้ว ค่าในวงเล็บของสมการ [14], [15] จะพบว่าเป็นศูนย์นั่นคือการปรับค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มก็ไม่จำเป็นและการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรของคะแนนฟอร์ม X และฟอร์ม Y ที่ดีที่สุด คือ ค่าเฉลี่ยที่สังเกตได้จริง ๆ ของกลุ่ม α และกลุ่ม β

เป็นที่น่าสังเกตว่าสมการเหล่านี้ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับธรรมชาติของฟอร์ม Y เลย การใช้ประโยชน์ของฟอร์ม U ในการปรับเทียบคะแนนนั้นจะขึ้นกับความสัมพันธ์ของฟอร์ม Y กับฟอร์ม X และฟอร์ม Y ตัวอย่างเช่น ถ้า r_{xu_α} = 0 และ r_{yu_β} = 0 (เนื่องจาก X และ Y คู่ขนานกัน) จะเห็นได้ว่า คะแนนหรือค่าที่สังเกตได้ของฟอร์ม U ไม่เกี่ยวข้องกับการวัดโดยฟอร์ม X และฟอร์ม Y เลย ดังนั้นจึงไม่มีประะโยชน์ในการปรับคะแนนโดยใช้คะแนนจากฟอร์ม y เลย

การปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีนี้มีประโยชน์มากสามารถยืดหยุ่นและปรับให้เข้ากับสถานการณ์อื่น ๆ ได้ เช่น ฟอร์ม U อาจจะสอบรวม หรือแยกจากฟอร์ม X และฟอร์ม Y ฟอร์ม U อาจจะเป็นส่วนหนึ่งร่วมกับฟอร์ม X แต่แยกจากฟอร์ม Y และฟอร์ม U อาจจะรวมเข้าไปภายในฟอร์ม X และฟอร์ม Y โดยกระจายทั่วไปตลอดทั้งฉบับ อย่างไรก็ตามแบบทดสอบรวมควรจะมีความยาวและความเชื่อมั่นเพียงพอที่จะให้ข้อมูลไปปรับความแตกต่างระหว่างกลุ่มตามที่คาดหวังซึ่ง แองกอฟ (Angoff. 1971: 578) ได้เสนอกฎเกณฑ์เกี่ยวกับจำนวนข้อของแบบทดสอบร่วม คือไม่ควรน้อยกว่า 20 ข้อ หรือ 20% ของจำนวนข้อในแต่ละฟอร์มแล้วแต่จำนวนใดจะมากกว่าให้ใช้จำนวนนั้นและเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงเกี่ยวกับแบบทดสอบที่ใช้วัดความเร็วควรกระจายฟอร์ม U ปะปนไปในทั้งฟอร์ม X และ Y หลักเกณฑ์ทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับการใช้ฟอร์ม U กับกลุ่ม α และกลุ่ม β คือจะต้องเป็นการสอบเหมือนกันทั้งสองกลุ่ม ในกรณีของการแยกสอบคนละเวลา ตัวอย่างเช่น จัดสอบภายหลังฟอร์ม X และฟอร์ม Y หรือ จัดสอบก่อนฟอร์ม X และฟอร์ม Y เพราะจะได้มีผลเท่ากันในทางปฏิบัติและข้อกระทงในฟอร์ม U ไม่ควรซ้ำกันกับข้อกระทงของฟอร์ม X และฟอร์ม Y

การปรับเทียบคะแนนด้วยรูปแบบที่ 3 นี้ยังมีวิธีการที่ยืดหยุ่นได้ คือ สามารถเทียบแบบทดสอบที่มากกว่า 2 ฟอร์มขึ้นไป อาจจะเป็น 3 ฟอร์ม 4 ฟอร์ม หรือมากกว่านั้น เช่น กรณี 3 ฟอร์ม คือ ฟอร์ม X, Y และ Z แบบทดสอบทั้งสามฟอร์มนี้ สอบโดยกลุ่ม α, β และ Υ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนสำหรับกลุ่มรวม $(\alpha + \beta + \Upsilon)$ จะประมาณได้โดยใช้ข้อตกลงเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบสองฟอร์ม

แบบทดสอบร่วมฟอร์ม U ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นตัวแปรเดียวเสมอไป อาจจะเป็น 2, 3, 4, ... หรือเทียบเท่ากับคะแนนที่ใช้ปรับระหว่างกลุ่มตัวอย่าง เช่น ฟอร์ม X และฟอร์ม Y เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วย ข้อกระทงที่เป็นภาษาคณิตศาสตร์ด้วยคะแนนของกระทงทั้งสองชนิดอาจจะเป็นคะแนนรวมกัน คือ ฟอร์ม U จะประยุกต์ใช้วิธีการเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว และอีกกรณีหนึ่งคือแยกเป็นคะแนนฟอร์ม V และฟอร์ม M แล้วใช้การรวมแบบ (multiple combination) สมการที่ใช้สำหรับประมาณค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของกลุ่ม t คือ

$$\hat{\mu}_x = M_{x\alpha} + b_{xv.m\alpha}(\hat{\mu}_v - M_{v\alpha}) + b_{xm.v\alpha}(\hat{\mu}_m - M_{m\alpha}) \quad \text{.....[19]}$$

$$\hat{\mu}_y = M_{y\beta} + b_{xv.m\beta}(\hat{\mu}_v - M_{v\beta}) + b_{xm.v\beta}(\hat{\mu}_m - M_{m\beta}) \quad \text{..... [20]}$$

$$\hat{\sigma}_x^2 = S^2_{x\alpha} + b^2_{xv.m\alpha}(\hat{\sigma}_v^2 - S^2_{v\alpha}) + b^2_{xm.v\alpha}(\hat{\sigma}_m^2 - S^2_{m\alpha}) + 2\, b_{xv.m\alpha}\, b_{xm.v\alpha}(\hat{\sigma}_{vm} - S_{vm\alpha}) \quad \text{.....[21]}$$

$$\hat{\sigma}_y^2 = S^2_{y\,\beta} + b^2_{yv.m\,\beta}\ (\hat{\sigma}_v^2 - S^2_{v\,\beta}) + b^2_{ym.v\,\beta}\ (\hat{\sigma}_m^2 - S^2_{m\,\beta}) + 2\, b_{yv.m\,\beta}\ b_{ym.v\,\beta}\ (\hat{\sigma}_{vm} - S_{vm\,\beta}) \quad \text{.....[22]}$$

เมื่อ $b_{xv.m\,\alpha}$ คือ สัมประสิทธิ์กระถดถอย สำหรับการทำนาย x จาก V

โดยที่ M เป็นค่าคงที่ และ $S_{vm\,\alpha} = r_{vm\,\alpha} . S_{v\,\alpha} . S_{m\,\alpha}$, $\hat{\mu}_v = M_{vt}$.

$$\hat{\mu}_m = M_{mt} \ . \ \hat{\sigma}_v^2 = S^2_{vt} \ , \ \hat{\sigma}_m^2 = S^2_{mt} \ , \ \hat{\sigma}_{vm} = S_{vmt}$$

ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากรสำหรับตัวแปรร่วม V และ M ได้มาโดยตรงจากค่าสถิติที่สังเกตได้สำหรับกลุ่มรวม t ($t = \alpha + \beta$)

อีกกรณีหนึ่งซึ่งยืดหยุ่นได้ คือ แบบทดสอบร่วมฟอร์ม U ที่สอบโดยกลุ่ม α ไม่จำเป็นต้องเหมือนกันกับฟอร์ม U ที่สอบโดยกลุ่ม β อาจจะเป็นแบบทดสอบร่วมครึ่งหนึ่ง (quasi – common test) หรืออาจจะเป็นแบบทดสอบสองฟอร์มที่แตกต่างกัน (ฟอร์ม U และ W) แต่ทั้งสองฟอร์มต้องวัดในเรื่องเดียวกัน กระบวนการในการปรับเทียบคะแนน คือ แปลงแบบทดสอบร่วมฟอร์ม W ให้อยู่ในสเกลเดียวกับฟอร์ม U ก่อน หรือทั้งสองฟอร์ม อาจแปลงไปเป็นสเกลใหม่เลยก็ได้แล้วจึงใช้วิธีการที่กล่าวมาแล้วตอนต้นปรับความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

(2) การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงเมื่อแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นไม่เท่ากัน

เลวิน (Angoff. 1971 : 579 ; citing Levine. 1955) ได้เสนอไว้ในกรณีของกลุ่มสุ่มแบบทดสอบฟอร์ม X และฟอร์ม Y มีความเชื่อมั่นไม่เท่ากัน ซึ่งเหมาะสมกับการแปลง โดยคะแนนจริงมากกว่าคะแนนที่สอบได้ ข้อตกลงที่เพิ่มเติมขึ้นอีก คือ ฟอร์ม U จะต้องมีลักษณะคู่ขนานกันทางโค้งสร้างกับทั้งฟอร์ม Xและฟอร์ม Y ภายใต้เงื่อนไขนี้ เมื่อฟอร์ม U แยกออกจากฟอร์ม X และ Y ความชัน (Slope) และจุดตัดแกน (intercept) ของสมการ $y = Ax + B$ คือ

$$A = b_{yu\beta} \ / \ b_{xu\alpha} \quad \text{และ} \quad B = \hat{\mu}_y - A\,\hat{\mu}_x$$

เมื่อ $b_{x\,u\,\alpha}$ และ $b_{y\,u\,\beta}$ คือ สัมประสิทธิ์กระถดถอย (Regression Coefficients) ที่พบในกลุ่ม α และ β สำหรับการทำนาย x จาก U และ y จาก U และ $\hat{\mu}_x$, $\hat{\mu}_y$ คำนวณจากสมการที่ [14] , [15]

เลวินเพิ่มข้อตกลงเบื้องต้นอีกว่า ฟอร์ม U ต้องเป็นฉบับคู่ขนานกับแบบทดสอบ X และ Y เมื่อฟอร์ม U รวมอยู่ในส่วนของ x และ y แล้ว

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

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

ส่วนค่าของ $\hat{\mu}_x$, $\hat{\mu}_y$, $\hat{\sigma}_x^2$ และ $\hat{\sigma}_y^2$ คำนวณได้จากสมการที่ [14] - [17]

รูปแบบที่ 4 Nonrandom Group – One Test Each Group, Common Equating Test Administered To Both Groups

(1) วิธีการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง (สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันน้อย)

วิธีการที่จะเสนอต่อไปนี้เป็นการรวมวิธีการที่เสนอโดยลอร์ด (Angoff. 1971 : 579 ; citing Lord. 1955a) ที่ใช้วิธีหาความเป็นไปได้สูงสุด (Maxnimum Likelihood Method) กับวิธีการที่เสนอโดยเลวิน (Angoff. 1971 : 579 ; citing Levine. 1955) ที่ใช้การปรับด้วยคะแนนจริง (True-Score Adaptation) โดยมีรูปแบบดังต่อไปนี้

กลุ่ม α สอบฟอร์ม X กลุ่ม β สอบฟอร์ม Y และทั้งสองกลุ่มสอบฟอร์ม U ซึ่งเป็นแบบทดสอบร่วม และใช้ปรับความแตกต่างที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างกลุ่ม การประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของทั้งฟอร์ม X และฟอร์ม Y กระทำโดยรวมกลุ่ม α และ β เป็นกลุ่ม t และประยุกต์ใช้กับสมการที่ [1] ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้นที่เป็นความสัมพันธ์ของคะแนนดิบฟอร์ม X และฟอร์ม Y (วรเนตร พิชิตเกริกพล. 2537 : 28 อ้างถึง Gulliksen 1950 : 19 และ Angoff. 1961a) สมการที่จะเสนอต่อไปจะขึ้นกับข้อตกลงเบื้องต้น 3 ประการของทฤษฎี Univariate Selection Theory นั่นคือ

1. จุดตัดแกนของคะแนนฟอร์ม X จากฟอร์ม U โดยกลุ่ม t เหมือนกับกลุ่ม α

$$M_{xt} + b_{xut}\ M_{ut} = M_x - b_{xu\alpha}\ M_u \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots [\ 23\ ]$$

2. สัมประสิทธิ์กระถดถอย (regression coefficient) ของฟอร์ม X จากฟอร์ม U สำหรับกลุ่ม t เหมือนกับกลุ่ม α

$$b_{xut} = b_{xu\alpha} \quad \text{..... [24]}$$

3. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าของ X จาก U ของกลุ่ม t เหมือนกับกลุ่ม α

$$S^2_{xt}(1 - r^2_{xut}) = S^2_{xu\alpha}(1 - r^2_{xu\alpha}) \quad \text{..... [25]}$$

แทนค่าสมการ [24] ลงใน [23] เพื่อหาค่า M_{xt}

$$\hat{M}_{X_T} = M_{X\alpha} + b_{xu\alpha}(M_{ut} - M_{u\alpha}) \quad \text{.....[26]}$$

(สัญลักษณ์ (^) ใช้แสดงค่าประมาณ)

แทนค่าลงในสมการ [25] โดยที่ b_{xut} S_{Ut} แทน r_{xut} S_{xt} และ $b_{xu\alpha}$ $S_{U\alpha}$ แทนค่า $b_{xu\alpha}$ $S_{x\alpha}$ เพื่อหาค่า $\hat{S}^2_{Xt}$

$$\hat{S}^2_{xt} = S^2_{x\alpha} + b^2_{xu\alpha}(S^2_{ut} - S^2_{u\alpha}) \quad \text{.....[27]}$$

ด้วยข้อตกลงเบื้องต้นลักษณะเดียวกันของฟอร์ม X และฟอร์ม Y นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างฟอร์ม Yและฟอร์ม U กลุ่ม β และกลุ่ม t ได้ผลลักษณะเช่นเดียวกับสมการ [26], [27] คือ

$$\hat{M}^2_{xt} = M_{b\beta} + b_{yu\beta}(M_{ut} - M_{u\beta}) \quad \text{..... [28]}$$

และ $$\hat{S}^2_{yt} = S^2_{b\beta} + b^2_{yu\beta}(S^2_{ut} - S^2_{u\beta}) \quad \text{... [29]}$$

(สัญลักษณ์ $\hat{M}_{xt}$, $\hat{S}^2_{xt}$, $\hat{M}_{yt}$ และ $\hat{S}^2_{yt}$ ที่ใช้สมการ [26] ถึง [29] นำมาใช้แทนสัญลักษณ์ μ_x , σ^2_x , μ_y และ σ^2_y ตามลำดับ เพราะว่าในที่นี้เป็นการประมาณค่ากลุ่มรวม ไม่ใช่ประมาณค่าสำหรับประชากร)

สมการ [26] ถึง [29] แทนค่าในสมการ [1] คือ

$$(Y - M_y) / S_y = (X - M_X) / S_x$$

ซึ่งจะได้สมการสำหรับแปลงคะแนน $Y = AX + B$ โดยที่

$$A = \hat{S}_{yt} / \hat{S}_{xt}$$
$$B = \hat{M}_{yt} - A\hat{M}_{xt}$$

เป็นที่สังเกตได้ว่า วิธีการคำนวณสำหรับการประมาณค่าในสมการ [26] - [29] เหมือนกับสมการ [14] - [17] ตามลำดับ แม้ว่าสมการทั้ง 2 ชุดจะแตกต่างกัน

ลักษณะเช่นเดียวกันนี้ สามารถที่จะยืดหยุ่นใช้กับสถานการณ์อื่นได้อีก เช่น ฟอร์ม U อาจจะสอบรวมหรือแยกจากฟอร์ม Xและฟอร์ม Y หรือเป็นส่วนหนึ่งของฟอร์ม X และเป็นส่วนหนึ่งของฟอร์ม Y หรืออาจแยกจากฟอร์ม X แต่เป็นส่วนหนึ่งของฟอร์ม y หรืออาจจะกระจายข้อกระทงของฟอร์ม U ปะปนกับฟอร์ม X และฟอร์ม Y ก็ได้ แต่ต้องสามารถหาคะแนนรวมของแต่ละฟอร์มได้ถูกต้อง

วิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood) นี้ไม่จำกัดเฉพาะการเทียบแบบทดสอบ 2 ฟอร์มเท่านั้น แต่สามารถเทียบแบบทดสอบตั้งแต่ 3 ฟอร์มขึ้นไปได้ ซึ่งในการบริหารแบบทดสอบแต่ละฟอร์มอาจจะสอบแยกกลุ่มกันแต่ละฟอร์ม U ซึ่งเป็นแบบทดสอบร่วมต้องสอบทุกกลุ่มแล้วการประมาณค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของแต่ละฟอร์มที่จะเทียบกันก็ใช้กลุ่มรวมสอบฟอร์ม U ซึ่งสมการ [26] – [29] สามารถใช้หลาย ๆ ครั้งเท่ากับจำนวนแบบทดสอบที่จะเทียบกัน และอีกประการหนึ่ง ฟอร์ม U ก็ไม่จำกัดเฉพาะการวัดตัวแปรเดียว แต่อาจจะใช้ได้หลาย ๆ ตัวแปรซึ่งมีลักษณะเดียวกับสมการ [19] ถึง [22] แบบทดสอบร่วมอาจจะเป็นลักษณะครึ่งหนึ่ง (Quasicommon) ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นแบบทดสอบทีแตกต่างกัน 2 ฟอร์ม ฟอร์มหนึ่งสอบกับกลุ่ม α และอีกฟอร์มหนึ่งสอบกับกลุ่ม β มีข้อจำกัดอยู่ว่าทั้งสองฟอร์มจะต้องวัดเรื่องเดียวกัน คะแนนอยู่บนสเกลเดียวกัน

(2) วิธีการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง (สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถแตกต่างกัน)

1. แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่ากัน

เลวิน (Angoff.1971: 582;citing Levine. 1955) ได้เสนอว่า เมื่อกลุ่ม α และ β มีความสามารถแตกต่างกันมากข้อตกลงเบื้องต้นที่เป็นพื้นฐานของทฤษฎีการเลือกนั้น ไม่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์นี้ควรใช้กับข้อตกลงเบื้องต้นแบบอื่นต่อภายใต้ข้อจำกัดที่ว่าฟอร์ม U มีลักษณะคู่ขนานกับทั้งฟอร์ม X และฟอร์ม Y นั่นคือ

1.1 จุดตัดแกนของเส้นกระถดถอย (Regression Line) ที่เกี่ยวกับคะแนนจริงของฟอร์ม X และฟอร์ม U โดยกลุ่ม t เหมือนกับกลุ่ม α

$$M_{xt} - \frac{S_{\tilde{x}t}}{S_{\tilde{u}t}} M_{ut} = M_{x_\alpha} - \frac{S_{\tilde{x}\alpha}}{S_{\tilde{u}\alpha}} M_{u_\alpha} \quad \text{.....[30]}$$

โดยที่ $S_x = S_x \sqrt{r_{xx}}$ และ $S_u = S_u \sqrt{r_{uu}}$

1.2 ความชันของเส้นสัมผัสสำหรับกลุ่ม t เหมือนกับกลุ่มα

$$\frac{S_{\tilde{x}t}}{S_{\tilde{u}t}} = \frac{S_{\tilde{x}\alpha}}{S_{\tilde{u}\alpha}} \quad \text{.....[31]}$$

1.3 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการวัดจากฟอร์ม X กลุ่ม t เหมือนกับกลุ่ม α

$$S^2_{xt} (1 - r_{xx_t}) = S^2_{x_\alpha} (1 - r_{xx_\alpha}) \quad \text{..... [32]}$$

สมการ [30] , [31], [32] จะได้

$$\hat{M}_{xt} = M_{x_\alpha} + \frac{S_{\tilde{x}\alpha}}{S_{\tilde{u}\alpha}} (M_{ut} - M_{u_\alpha}) \quad \text{.....[33]}$$

$$\hat{S}^2_{xt} = S^2_{x_\alpha} + \frac{S^2_{\tilde{x}\alpha}}{S^2_{\tilde{u}\alpha}} (S^2_{ut} - S^2_{u_\alpha}) \quad \text{..... [34]}$$

ด้วยข้อตกลงเบื้องต้นแบบเดียวกันสำหรับฟอร์ม X และฟอร์ม Y จะได้

$$\hat{M}_{yt} = M_{x\alpha} + \frac{S_{\tilde{y}\beta}}{S_{\tilde{u}\beta}} (M_{ut} - M_{u\beta}) \quad \text{.....[35]}$$

$$\hat{S}^2_{yt} = S^2_{y\beta} + \frac{S^2_{\tilde{y}\beta}}{S^2_{\tilde{u}\beta}} (S^2_{ut} - S^2_{u\beta}) \quad \text{.....[36]}$$

สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของฟอร์ม Xและฟอร์ม Y คือ

$$Y = AX + B$$

เมื่อ $A = \hat{S}_{yt} / \hat{S}_{xt}$ และ $B = \hat{M}_{yt} - A\hat{M}_{xt}$

เพื่อให้ง่ายในการคำนวณ แองกอฟ(Angoff.1971 : 582 ;citing Angoff. 1953) ได้เสนอข้อมูลที่ได้ทำจากการทดลองปรับเทียบคะแนนโดยใช้การประมาณค่าอัตราส่วนของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจริงนั่นคือ $S_{\tilde{x}} / S_{\tilde{u}} = n$ ซึ่งเป็นอัตราส่วนของความยาวของแบบทดสอบฟอร์ม X กับฟอร์ม U เมื่อฟอร์ม U เป็นการสอบรวมในฟอร์ม X และฟอร์ม Uคู่ขนานกับฟอร์ม X

$$n = S_x / r_{xu} S_u = 1 / b_{ux}$$

เมื่อฟอร์ม U เป็นการสอบแยกจากฟอร์ม X แล้ว

$$n = (S^2_x + S_{ux}) / (S^2_u + S_{ux})$$

ซึ่งเมื่อใช้กับฟอร์ม Y และฟอร์ม U ก็ปรับสมการในลักษณะเช่นเดียวกัน

2. แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นไม่เท่ากัน

เมื่อฟอร์ม U สอบแยกจากฟอร์ม X และฟอร์ม Y จะได้

$$Y = AX + B$$

เมื่อ $A = (b_{y u \beta}\ r_{uu \alpha}) / (b_{x u \alpha}\ r_{u u \beta})$

$B = M_{y \beta} - AM_{x \alpha} + (M_{u\alpha} - M_{u \beta})$

เมื่อฟอร์ม U สอบรวมกับฟอร์ม X และฟอร์ม Y จะได้

$A = b_{u x \alpha} / b_{u y \beta}$

$B = M_{y \beta} - AM_{x \alpha} + [(M_{u\alpha} - M_{u \beta}) / b_{uy \beta}]$

วิธีการปรับเทียบคะแนนแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ (สำหรับกลุ่มที่มีความสามารถไม่แตกต่างกันมาก)

ลอร์ด และเลวิน (Angoff.1971 : 581 ;citing Lord and Levine. 1958) ได้เสนอวิธีการปรับเทียบคะแนนโดยใช้ตำแหน่ง เปอร์เซ็นไทล์ ซึ่งมาจากพื้นฐานข้อตกลงเบื้องต้นในสมการที่ [23], [24] และ [25] โดยกลุ่ม α สอบฟอร์ม X และฟอร์ม U กลุ่ม β สอบฟอร์ม Y และฟอร์ม U

ขั้นตอนของกระบวนการปรับเทียบคะแนนคือ ประมาณค่าความถี่ในแบบทดสอบฟอร์ม X และ Y สำหรับกลุ่ม t ($\alpha + \beta$) โดยมีวิธีการดังนี้

1. รวมคะแนนของฟอร์ม U ที่สอบโดยกลุ่ม t (t = ($\alpha + \beta$)
2. หาสัดส่วนความถี่ $f_{i t} / f_{i\ \alpha}$ และ $f_{i t} / f_{i\ \beta}$ ที่ทุกช่วงคะแนน i
3. กระจายความถี่ของฟอร์ม U ที่ทุกช่วงคะแนนของฟอร์ม X และ Y
4. คูณความถี่ของฟอร์ม U ในแต่ละช่วงคะแนนของฟอร์ม Xด้วยสัดส่วน $f_{i t} / f_{i\ \alpha}$
5. คูณความถี่ของฟอร์ม U ในแต่ละช่วงของฟอร์ม y ด้วยสัดส่วน $f_{i t} / f_{i\ \beta}$
6. หาตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ของความถี่ที่ประมาณค่าใหม่ทั้งสองชุด
7. ดำเนินการเทียบโดยเทียบฟอร์ม X ฟอร์ม Y ที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์เดียวกัน

รูปแบบที่ 5 Other Methods Involving Score Data

(1) แบบทดสอบฟอร์ม X และฟอร์ม Y เทียบไปสู่แบบทดสอบร่วม

1. วิธีการปรับเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง

วิธีนี้เกี่ยวข้องกับการบริหารแบบทดสอบร่วมฟอร์ม U ซึ่งอาจจะสอบฟอร์ม U ก่อนแล้วตามด้วยฟอร์ม Xและฟอร์ม Yหรืออาจจะสอบฟอร์ม X และฟอร์ม Y ก่อน แล้วตามด้วยฟอร์ม U ถ้าหากฟอร์ม X และฟอร์ม Y เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะคู่ขนานกันก็มีเหตุผลที่จะถือได้ว่า แต่ละฟอร์มมีผลต่อฟอร์ม U เหมือนกัน เมื่อฟอร์ม U สอบภายหลังหรือฟอร์ม U มีผลต่อฟอร์ม X และฟอร์ม Y เหมือนกันเมื่อฟอร์ม U สอบก่อนฟอร์ม X ฟอร์ม Y การปรับเทียบคะแนนโดยวิธีการนี้ คือ เทียบจากฟอร์ม Y ไปสู่ฟอร์ม U และเทียบจากฟอร์ม Y ไปสู่ U ซึ่งคะแนนที่เทียบแล้วของทั้งสองฟอร์มที่ระดับคะแนนของฟอร์ม U เดียวกัน ถือว่าเท่าเทียมกัน ดังนั้น

ถ้า $X = A_{xu}U + B_{xu}$ เมื่อ $A_{xu} = S_{x\alpha} / S_{u\alpha}$

$B_{xu} = M_{x\alpha} - A_{xu} M_{u\alpha}$

และ ถ้า $Y = A_{yu}U + B_{yu}$ เมื่อ $A_{yu} = S_{y\beta} / S_{u\beta}$

$B_{yu} = M_{y\beta} - A_{yu} M_{u\beta}$

แล้วจะได้ $Y = A_{yx} X + B_{yx}$ เมื่อ $A_{yx} = A_{yu} / A_{xu}$

$B_{yx} = B_{yu} - A_{yx} B_{xu}$

ในการที่ดูถึงความเหมาะสมของสมการแปลง $Y = A_{yx} X + B_{yx}$ ฟอร์ม U ต้องมีลักษณะคู่ขนานกับฟอร์ม X และ Yโดยที่มีอิสระในการเลือกกลุ่ม α และ β แต่ถ้าฟอร์ม U ไม่มีลักษณะคู่ขนานกับฟอร์ม X และ Y แล้วกลุ่ม α และ β ต้องมาจากการสุ่มจากประชากรเดียวกันภายใต้เงื่อนไขของการสุ่มตัวอย่าง ลอร์ด (Angoff. 1971 : 583 ; citing Lord. 1950) ได้เสนอความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนของวิธีนี้ คือ

$$S.E._{y^*}^2 = 4S_{y\beta}^2 (1 - r) \frac{Z_x^2 (1 + r) + 2}{N_t} \quad \text{..... [37]}$$

เมื่อมีข้อตกลงว่า $r = r_{xu\alpha} = r_{yu\beta}$

2. การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นโค้ง

การปรับเทียบเชิงเส้นโค้งก็มีลักษณะเดียวกันกับรูปแบบอื่น ๆ ที่อธิบายไว้แล้ว แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ เป็นการเทียบระหว่างแบบทดสอบร่วมฟอร์ม U กับฟอร์ม X โดยใช้ตำแหน่งเปอร์เซนไทล์เดียวกันและใช้วิธีเดียวกันเทียบคะแนนระหว่างฟอร์ม U กับฟอร์ม Y แล้วจึงนำคะแนนฟอร์ม X และฟอร์ม Yที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์บนสเกลของฟอร์ม U มาพล็อตกราฟและสร้างตารางแปลงคะแนน

(2) แบบทดสอบร่วมฟอร์ม U เป็นตัวทำนาย (predict) ฟอร์ม X และฟอร์ม Y

1. การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง

วิธีการบริหารการทดสอบ คือ กลุ่ม α สอบฟอร์ม X กลุ่ม β สอบฟอร์ม Yและทั้งสองกลุ่มสอบฟอร์ม U ซึ่งวิธีการในการกำหนดคะแนนที่เทียบเคียงกันทั้ง 2 ฟอร์ม โดยการทำนายของคะแนนฟอร์ม U เดียวกัน ดังนั้น

ถ้า $\hat{x} = b_{xu}U + D_{xU}$ เมื่อ $b_{xu} = r_{xu\alpha}(S_{x\alpha} / S_{u\alpha})$

$D_{ux} = M_{x\alpha} + b_{xu} M_{u\alpha}$

และถ้า $\hat{y} = b_{yu}U + D_{yU}$ เมื่อ $b_{yu} = r_{yu\beta}(S_{y\beta} / S_{u\beta})$

$D_{yu} = M_{y\beta} + b_{yu} M_{u\beta}$

แล้วจะได้ $Y = AX + B$

เมื่อ $A = b_{yu} / b_{xu.}$ .....[38]

$B = D_{yU} - A D_{xu}$ .....[39]

2. การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นโค้ง

ในการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นโค้งใช้ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ โดยมีวิธีการดังนี้ คือ

ขั้นที่หนึ่ง ที่ทุก ๆ ช่วงคะแนนของฟอร์ม U หาความถี่ของฟอร์ม X ที่กระจายทุกช่วงคะแนน แล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนน X

ขั้นที่สอง ที่ทุก ๆ ช่วงคะแนนของฟอร์ม U หาความถี่ของฟอร์ม Y ที่กระจายทุกช่วงคะแนน แล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนน Y

ขั้นที่สาม นำค่าเฉลี่ยของทั้งสองสเกลมาพล็อตกราฟ ซึ่งค่าเฉลี่ย M_{xu} กับ $M_{y\,u}$ จะเป็นตัวกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนฟอร์ม X กับคะแนนฟอร์ม Y

(3) แบบทดสอบฟอร์ม X และฟอร์ม Y เป็นตัวทำนายแบบทดสอบร่วม

1. การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง

กลุ่ม α สอบฟอร์ม X กลุ่ม β สอบฟอร์ม Y แล้วทั้งสองกลุ่มสอบฟอร์ม U

ถ้า $U = b_{u\,x}X + D_{u\,x}$ เมื่อ $b_{u\,x} = r_{ux\alpha}\,(S_{u\alpha} / S_{x\,\alpha})$

$D_{u\,x} = M_{u\,\alpha} - b_{u\,x}\,M_{x\,\alpha}$

และถ้า $U = b_{u\,y}y + D_{u\,y}$ เมื่อ $b_{u\,y} = r_{u\,y\,\beta}\,(S_{u\beta} / S_{y\,\beta})$

$D_{uy} = M_{u\beta} - b_{u\,y\beta}\,M_{y\,\beta}$

แล้วจะได้ $Y = AX + B$ เมื่อ $A = b_{u\,x} / b_{u\,y}$ ....[40]

$B = (D_{u\,x} - D_{u\,y}) / b_{u\,y}$ ..... [41]

2. การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นโค้ง

ใช้ตำแหน่งเปอร์เซ็นโทล์ที่เท่ากันเทียบโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ที่ทุกๆ ช่วงคะแนนของฟอร์ม X หาความถี่และค่าเฉลี่ยของฟอร์ม U เมื่อกำหนดให้ X คงที่

2) ที่ทุก ๆ ช่วงคะแนนของฟอร์ม Y หาความถี่และค่าเฉลี่ยของฟอร์ม U เมื่อกำหนดให้ Yคงที่

3) หาความถี่สะสมและตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ของทั้งสองสเกลแล้วนำมาพล็อตกราฟ

4) ค่าของ X และ Y อ่านจากกราฟที่มีค่า U เท่ากัน เป็นตัวกำหนดความสัมพันธ์

รูปแบบที่ 6 การปรับเทียบคะแนนที่ขึ้นกับลักษณะของข้อกระทง

(1) วิธีการของเธอร์สโตน (Thurstone's Absolute Scaling Method)

เธอร์สโตน (Angoff. 1971 : 584 ; citing Thurstone. 1925 and Fan. 1957) ได้เสนอวิธีการโดยมีสถานการณ์คือ กลุ่ม α สอบฟอร์ม X กลุ่ม β สอบฟอร์ม Y โดยแบบทดสอบฟอร์ม X และแบบทดสอบฟอร์ม Y มีข้อกระทงชุดหนึ่งซึ่งมีลักษณะร่วมกันคือ ค่าความยาก (P) ซึ่งต่างจากค่า P ทั่ว ๆ ไป คือ แปลงให้มีลักษณะเช่นเดียวกับการกระจายแบบปกติ ข้อตกลงเบื้องต้นเช่นเดียวกับวิธีอื่น ๆ คือ ฟอร์ม X และฟอร์ม Y มีลักษณะคู่ขนานกัน ดังนั้นจึงสามารถแปลงเป็นสเกลร่วมได้ และข้อตกลงอีกอย่างหนึ่งคือ กลุ่ม α และ β มีลักษณะการกระจายเป็นแบบปกติ

จุดประสงค์ของวิธีนี้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยากของข้อกระทงที่ร่วมกันของทั้งสองกลุ่มจะนำไปสู่สมการแปลงคะแนนดิบของฟอร์ม X ไปสู่ฟอร์ม Y นั่นคือ

$$Y = AX + B$$

เมื่อ $A = S_{y\alpha} / S_{x\alpha}$ $(= S_{y\beta} / S_{x\beta})$

$B = M_{y\alpha} - AM_{x\alpha}$ $(= M_{y\beta} - AM_{x\beta})$

ถ้าการกระจายของคะแนนความสามารถเป็นโค้งปกติ ภายในกลุ่ม α และ β แล้วความสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงและความสามารถ คือ

$$Z_{i\alpha} = \frac{y_i - M_{y\alpha}}{S_{y\alpha}} \quad \text{.....[42]}$$

และ

$$Z_{i\beta} = \frac{y_i - M_{y\beta}}{S_{y\beta}} \quad \text{..... [43]}$$

เมื่อ $M_{y\alpha}$, $M_{y\beta}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถของกลุ่ม α และ β ตามลำดับ

$S_{y\alpha}$, $S_{y\beta}$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่ม α และ β ตามลำดับ

$Z_{i\alpha}$, $Z_{i\beta}$ คือ ค่าคะแนนมาตรฐานของตำแหน่งของข้อกระทงที่ i ของสเกลสำหรับกลุ่มα และ β ตามลำดับ

ให้สมการที่ [42] และ [43] เท่ากัน

$$Z_{i\beta} = (S_{y\alpha} / S_{y\beta}) Z_{i\alpha} + \frac{M_{y\alpha} - M_{y\beta}}{S_{y\beta}} \quad \text{.....[44]}$$

ถ้าพล็อตความเบี่ยงเบนปกติระหว่าง $Z_{i\beta}^{/}$ กับ $Z_{i\alpha}^{/}$ ความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองสามารถอธิบายได้ด้วย

$$Z_{i\beta}^{/} = (S'_{\beta} / S'_{\alpha}) Z'_{i\alpha} + M_{\beta}^{/} - (S'_{\beta} / S'_{\alpha}) M'_{\alpha} \quad \text{..... [45]}$$

เมื่อ M'_{α}, M'_{β} คือ ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนปกติของทั้งสองกลุ่ม

S'_{α}, S'_{β} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเบี่ยงเบนปกติของทั้งสองกลุ่ม

สมมุติให้สมการ [44] และ [45] เป็นการอธิบายความสัมพันธ์เหมือนกัน จึงสรุปได้ว่าความชันเท่ากัน และจุดตัดแกนเท่ากัน คือ

$$S_{y\alpha} / S_{y\beta} = S_{\beta}^{/} / S_{\alpha}^{/} \quad \text{..... [46]}$$

$$(M_{y\alpha} - M_{y\beta}) / S_{y\beta} = M_{\beta}^{/} - (S_{\beta}^{/} / S_{\alpha}^{/}) M_{\alpha}^{/} \quad \text{..... [47]}$$

จากสมการ [46], [47] ค่าประมาณ $S_{y\alpha}$ และ $\hat{M}y\alpha$ ซึ่งจะใช้สำหรับคำนวณค่าความชัน คือ

$$A = S_{y\alpha} / S_{X\alpha}$$

และจุดตัดแกน คือ $$B = \hat{M}y\alpha - AM_{X\alpha}$$

สำหรับสมการแปลงคะแนนจากฟอร์ม X ไปสู่ฟอร์ม Y หาได้จาก

$$S_{y\alpha} = S_{y\beta} (S_{\beta}^{/} / S_{\alpha}^{/})$$

และ $$\hat{M}y\alpha = S_{y\beta}[M_{\beta}^{/} - (S_{\beta}^{/} / S_{\alpha}^{/}) M_{\alpha}^{/}] + M_{y\beta}$$

(2) **วิธีการปรับเทียบคะแนนของสวินฟอร์ดและแฟน** (Swineford-Fan Method of Equating)

วิธีการนี้คล้ายกับของเธอร์สโตน ซึ่งสวินฟอร์ดและแฟน (Angoff. 1971 : 586 ; citing Swineford and Fan.1957) จัดดำเนินการโดยใช้แบบทดสอบซึ่งมีกลุ่มข้อกระทงร่วมกันทั้ง

สองฉบับ (ฟอร์ม X และ Y) กลุ่ม α สอบฟอร์ม X กลุ่ม β สอบฟอร์ม Yมีการคำนวณความชันและจุดตัดกัน คือ

$$A = S_{y\alpha} / S_{x\alpha}$$

$$B = M_{y\alpha} - AM_{x\alpha}$$

เพื่อจะจัดเข้าสมการ $Y = AX + B$

การหาค่าของ M_Y และ S_y โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากคะแนนดิบของข้อกระทงที่ทำถูก (W) โดย

$$M_w = \sum_{i=1}^{n} p_i \quad \text{..... [48]}$$

$$S_w = \sum_{i=1}^{n} p_i d_i \quad \text{..... [49]}$$

เมื่อ P_i คือ สัดส่วนของการตอบถูกข้อกระทงที่ i

d_i คือ $(M_i - M_w) / S_w$

M_i คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนดิบที่ตอบข้อกระทงที่ i ถูก

สมการที่ [49] นำมาจาก กิลลิคเสน (Angoff. 1971 : 586 ; อ้างอิงจาก Gulliksen. 1950 :377) ซึ่งแสดงไว้ว่า

$$S_w = \sum_{i=1}^{n} r_{iw} \sqrt{p_i q_i}$$

เมื่อ r_{iw} คือ พอยท์ไบซีเรียลของข้อกระทง (Point - Biserial Item-Test Correlation)

และ

$$r_{iw} \sqrt{p_i q_i} = p_i (M_i - M_w) / S_w$$

$$Z'_{\alpha} = (S'_{\alpha}/S'_{\beta}) Z'_{\beta} + M'_{\alpha} - (S'_{\alpha}/S'_{\beta}) M'_{\beta} \quad \text{..... [50]}$$

เมื่อ M', S' เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $Z'\alpha$

การใช้เส้นของค่า Z'_{α} อาจประมาณได้จาก Z'_{β} จากข้อกระทง ค่า Z'_{α} ไปยังค่า p สำหรับข้อกระทงทั้งหมดในฟอร์ม Y ประมาณค่าในกลุ่ม α แล้วรวมจำนวนข้อกระทงทั้งหมดจากฟอร์ม Y มาคำนวณค่า $M_{y\alpha}$ ซึ่งแสดงในสมการ [48] พล็อตกราฟค่า d_i จากข้อกระทงที่ร่วมกัน

$$d_{\alpha} = (S''_{\alpha} / S''_{\beta})d_{\beta} + M''_{\alpha} - (S''_{\alpha}/S''_{\beta}) M''_{\beta} \quad \text{..... [51]}$$

เมื่อ M", S" เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากค่า d จากสมการที่ [50], [51] ถูกใช้คำนวณค่า d จากข้อกระทงที่ไม่ร่วมกันในฟอร์ม y จากกลุ่ม α คูณค่า d_i กับ p_i จากข้อกระทงที่ร่วมกันและคำนวณค่า d_i กับ p_i จากข้อกระทงที่ร่วมกัน แล้วรวมผลที่ได้ก็จะได้ตามสมการที่ [49] ซึ่งเป็นสมการที่ประมาณค่า $S_{y\alpha}$ และการคำนวณค่า $\hat{M}_{Y\alpha}, \hat{S}_{Y\alpha}$ ใช้ค่า $M_{x\alpha}$ และ $S_{x\alpha}$ มาเป็นพารามิเตอร์ในสมการ Y = AX + B

1.6 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากรูปแบบการออกแบบเพื่อรวบรวมข้อมูลของแองกอฟฟ์ (Angoff. 1971 : 568-587) ทั้ง 6 รูปแบบ มาร์โค(ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529 : 28 ; อ้างอิงจาก Marco. 1981)ได้บรรยายซ้ำ แต่ได้แยกประเด็นของการออกแบบเพื่อรวบรวมข้อมูลกับการจัดกระทำทางสถิติออกจากกันทั้งนี้เพราะวิธีการทางสถิติบางวิธีใช้ได้กับแบบแผนการรวบรวมข้อมูลมากกว่าหนึ่งแบบ ดังนี้ คือ

แบบแผนที่ 1 กลุ่มเดียวทำแบบทดสอบทั้งสองชุด คือชุดใหม่และชุดเก่า การทดสอบอาจจัดทำในวันเดียวกัน หรือ 2 วันติดต่อกัน แต่หลักการที่สำคัญ คือ ช่วงระยะห่างของการทำแบบทดสอบ 2 ชุด ต้องเป็นเวลา สั้น ๆ เพื่อมิให้เกิดประสบการณ์แทรกซ้อนที่มีผลกระทบต่อคะแนน ลำดับการทดสอบชุดใดก่อนไม่ใช่ปัญหา เพราะถือว่าองค์ประกอบต่าง ๆ อันได้แก่ การเรียนรู้ การฝึกฝน ความล้า มีผลต่อคะแนนน้อยมาก

แบบแผนที่ 2 กลุ่มสุ่มสองกลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับการทดสอบทั้งสองชุดในลักษณะการจัดลำดับการสอบก่อนหลังสลับให้เกิดสมดุลกัน แบบแผนที่ 2 เป็นแบบแผนที่จะรับประกันอิทธิพลขององค์ประกอบการเรียนรู้ การฝึกฝน และความล้า เป็นการขจัดความลำเอียงที่จะเกิดขึ้นกับผลการสอบชุดใดชุดหนึ่ง

แบบแผนที่ 3 กลุ่มสุ่มสองกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มทำการสอบเพียงชุดเดียว สิ่งสำคัญของแบบแผนที่ 3 คือ ต้องมีกลุ่มสุ่ม 2 กลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกันทั้งทางด้านความรู้ความสามารถหรือทักษะที่ต้องการวัดเพื่อให้คะแนนสอบที่ได้มาไม่ใช่เป็นผลของความแตกต่างของความสามารถของกลุ่ม

แบบแผนที่ 4 กลุ่มสุ่มสองกลุ่มแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบเพียงชุดเดียวและทำแบบทดสอบร่วมเหมือนกันอีกส่วนหนึ่ง แบบแผนนี้มีข้อได้เปรียบกว่าแบบแผนที่ 3 ในประเด็นที่ว่าได้ข้อสนเทศจากแบบทดสอบร่วมจากกลุ่มสุ่มทั้งสอง แบบทดสอบร่วมอาจเป็นฉบับแยกจากแบบทดสอบทั้งสองชุด (External) หรือเป็นส่วนที่ผนวกเข้าในแบบทดสอบทั้งสองชุด (Internal) ก็ได้ส่วนที่เป็นแบบทดสอบร่วมควรประกอบด้วยคำถามที่คล้ายคลึงกับคำถามในแบบทดสอบที่ต้องการเทียบคะแนนทั้งสองชุด ประโยชน์จากแบบทดสอบร่วมที่มีต่อการปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบสองชุดจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของแบบทดสอบร่วมกับแบบทดสอบสองชุดนั้น เหตุผลที่แบบแผนที่ 4 มีข้อได้เปรียบเพราะคะแนนชุดเก่าและใหม่สามารถรับการปรับเพื่อสะท้อนให้เห็นความแตกต่างที่ปรากฏอยู่ในกลุ่มสุ่มทั้งสอง ตามผลของแบบทดสอบร่วมได้

แบบแผนที่ 5 กลุ่มไม่ได้มาจากการสุ่มสองกลุ่มแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบเพียงชุดเดียวและทำแบบทดสอบร่วมเหมือนกันอีกส่วนหนึ่งเช่นเดียวกับแบบแผนที่ 4 กลุ่มผู้สอบที่ไม่ได้มาจากการสุ่มมักจะเกิดขึ้นกับการสอบตามธรรมชาติ ปัจจัยสำคัญของแบบแผนนี้อยู่ที่แบบทดสอบร่วมซึ่งจะต้องให้มีความคล้ายคลึงมากที่สุดกับแบบทดสอบสองชุดที่ต้องการทำการปรับเทียบคะแนน โดยปกติแล้วไม่มีวิธีการทางสถิติใดที่จะทำการปรับคะแนนในกรณีกลุ่มที่ไม่ได้มาจากการสุ่ม แต่จะทำได้ต่อเมื่อมีแบบทดสอบร่วมที่มีความเป็นคู่ขนานกับแบบทดสอบชุดใหม่และเก่า หน้าที่ของแบบทดสอบร่วม คือ กำหนดจุดอ้างอิงให้เกิดขึ้นกับทั้งสองชุด

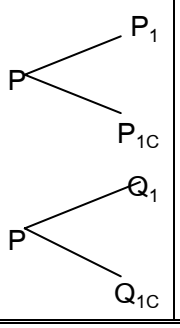
จากแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลและการใช้สถิติในการปรับเทียบคะแนนนี้ พบว่าแบบแผนที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการประยุกต์ใช้ได้อย่างมากคือแบบแผนที่มีการใช้แบบทดสอบร่วม

นอกจากนี้ ศิริชัย กาญจนวาสี (2541 : 8 – 11 ; อ้างอิงจาก Lord. 1975 b; Anqoff. 1984 และ Petersen and others. 1989) ได้จำแนกแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการปรับเทียบคะแนน ได้ 4 รูปแบบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แบบแผนการเก็บรวมรวมข้อมูลเพื่อปรับเทียบคะแนนแบบทดสอบ

แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล	กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบ		
		ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	แบบทดสอบร่วม
(1) **แบบแผนกลุ่มเดี่ยว**				
1. แบบแผนกลุ่มเดี่ยวที่ไม่ได้รับการจัดให้สมดุล	P_1	X	Y	
2. แบบแผนกลุ่มเดี่ยวที่ได้รับการจัดให้สมดุล	P_1	X	Y	
	P_2	Y	X	
(2) แบบแผนกลุ่มสมมูล	P_1	X		
	P_2		Y	
(3) แบบแผนข้อสอบร่วม				
1. แบบแผนกลุ่มสุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม				
ก. แบบทดสอบร่วมภายใน	P_1			
	P_2	XV		
			YV	
ข. แบบทดสอบร่วมภายนอก	P_1	X		V
	P_2		Y	V
2. แบบแผนกลุ่มไม่เท่าเทียมกันโดยใช้แบบทดสอบร่วม				
ก. แบบทดสอบร่วมภายใน	P_1	XV		
	Q_2		YV	
ข. แบบทดสอบร่วมภายนอก				
	P_1	X		V
	Q_2		Y	

ตาราง 1 (ต่อ)

แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล	กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบ		
		ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	แบบทดสอบร่วม
(4). **แบบแผนผู้สอบต่างกลุ่มโดยมีผู้สอบร่วม**		X X X	 Y Y Y	

ที่มา : ศิริชัย กาญจนวาสี. 2541 : 11

จากตาราง 1 มีรายละเอียดดังนี้

(1) แบบแผนกลุ่มเดี่ยว (Single – Group Design) แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ

1. แบบแผนกลุ่มเดี่ยวที่ไม่ได้รับการจัดให้สมดุล (Uncounterbalanced Design)

รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ใช้ผู้สอบกลุ่มเดียวทำหน้าที่เป็นผู้สอบร่วม วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลกระทำได้โดยใช้กลุ่มตัวอย่างผู้สอบกลุ่มเดียว แต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ โดยให้ผู้สอบทำแบบทดสอบฉบับหนึ่งแล้วตามด้วยแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง

การให้ผู้สอบกลุ่มเดียวกันทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ระดับความสามารถของผู้สอบทั้ง 2 ฉบับเท่ากัน จึงไม่เป็นปัญหาแทรกซ้อน รวมทั้งไม่มีปัญหาในเรื่องความยากของแบบทดสอบต่างฉบับ คะแนนจากแบบทดสอบจึงสามารถปรับเทียบกันได้บนพื้นฐานความสามารถที่เท่ากันจากคนกลุ่มเดียวกันแต่ในทางปฏิบัติ การสอบฉบับหลัง ผู้สอบอาจได้รับปัจจัยที่ส่งผลกระทบตกทอดจากการสอบฉบับแรก เช่น การเรียนรู้ การฝึกฝน ความเมื่อยล้าจากการทำแบบทดสอบฉบับแรก เป็นต้น ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อการปรับเทียบคะแนน

2. แบบแผนกลุ่มเดี่ยวที่ได้รับการจัดให้สมดุล(Countervalanced Design)

รูปแบบนี้ปรับมาจากรูปแบบแรก เพื่อขจัดผลของลำดับการทดสอบก่อน-หลัง โดยการสุ่มผู้สอบแยกเป็น 2 กลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มย่อยได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับในลักษณะที่กลุ่มย่อยหนึ่งให้ทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 แล้วตามด้วยแบบทดสอบฉบับ 2 ส่วนอีกกลุ่มย่อยหนึ่งให้ทำแบบทดสอบฉบับ 2 แล้วตามด้วยแบบทดสอบฉบับ 1 สลับกันเพื่อให้เกิดความสมดุล

การใช้รูปแบบนี้ กลุ่มผู้สอบจึงได้รับอิทธิพลจากลำดับการทดสอบ การเรียนรู้ การฝึกฝนและความเมื่อยล้าที่สมดุลกันในทั้งสองกลุ่มย่อย

(2) แบบแผนกลุ่มสมมูล (Equivalent – Group Design)

รูปแบบนี้เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถเท่าเทียมกัน โดยการจัดกลุ่มผู้สอบให้มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (Equivalent Group) แล้วให้ผู้สอบในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว ถึงแม้การจัดกลุ่มจะไม่เหมือนกันทุกประการ (Identical Groups) แต่ก็ควรมีลักษณะทั่วไปคล้ายกันมากที่สุด (Equivalent Group) กลุ่มดังกล่าวอาจได้มาโดยการสุ่ม(random) ข้อดีของรูปแบบนี้คือ แต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว จึงสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาเรื่องการเรียนรู้ การฝึกฝน และความเมื่อยล้าจากการทำแบบทดสอบฉบับแรก แต่ปัญหาที่ตามมาคือ กลุ่มที่ใช้ไม่เหมือนกันอาจมีการแจกแจงความสามารถที่แตกต่างกัน และไม่มีข้อมูลที่นำมาใช้ปรับความแตกต่างของกลุ่ม ความแตกต่างที่เกิดขึ้นแม้เพียงเล็กน้อยย่อมส่งผลกระทบต่อความลำเอียงในการปรับเทียบคะแนนได้ วิธีการที่จะช่วยลดความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้โดยการใช้กลุ่มตัวอย่างสุ่มขนาดใหญ่

(3) แบบแผนข้อสอบร่วม (Anchor – Test Design)

1. แบบแผนกลุ่มสุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-test Random Group Design)

รูปแบบนี้เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบซึ่งได้จากการสุ่ม แล้วให้ผู้สอบแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบร่วมกันจำนวนหนึ่ง (Common or Anchor items) ซึ่งเรียกว่าแบบทดสอบร่วม (Anchor Test) การใช้แบบทดสอบร่วมนี้สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

ก. แบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) เป็นแบบทดสอบที่มีข้อสอบร่วมที่จัดรวมไว้อยู่ในแบบทดสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนน

ข. แบบทดสอบร่วมภายนอก (Extemal Anchor Test) เป็นแบบทดสอบที่มีข้อสอบร่วม ถูกจัดแยกออกมาต่างหากจากตัวแบบทดสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนน ซึ่งกลุ่มผู้สอบจะต้องทำและจับเวลาแยกออกจากตัวแบบทดสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนน

รูปแบบนี้จะช่วยลดความลำเอียงในการปรับเทียบคะแนนอันมีสาเหตุมาจากการเรียนรู้ การฝึกฝน ความเมื่อยล้า และความแตกต่างเกี่ยวกับระดับความสามารถของกลุ่มผู้สอบ รูปแบบนี้จึงได้เปรียบเหนือกว่า 2 รูปแบบแรก แต่อย่างไรก็ตาม

ประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญบางประการเช่น คุณภาพของแบบทดสอบร่วม ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบร่วมที่ต้องมีเนื้อหาและระดับความยากคล้ายกับแบบทดสอบที่ต้องการปรับเทียบคะแนนและความยาวของแบบทดสอบร่วมเป็นสำคัญ

2.แบบแผนกลุ่มไม่เท่าเทียมกันโดยใช้แบบสอบร่วม(Anchor-Test Nonequivalent Groups Design)

รูปแบบนี้เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบซึ่งมีลักษณะไม่เท่าเทียมกัน แล้วให้ผู้สอบแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว กลุ่มละฉบับ โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบร่วมกันจำนวนหนึ่ง (Common or Anchor Items) ซึ่งเรียกว่า แบบทดสอบร่วม (Anchor Test) ซึ่งอาจใช้แบบทดสอบร่วมภายในหรือแบบทดสอบร่วมภายนอกก็ได้

ในการทดสอบบางสถานการณ์ อาจมีความจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบร่วมกับกลุ่มผู้สอบต่างประชากรกัน เช่น กลุ่มผู้สอบต่างโปรแกรม เวลา หรือระดับ เป็นต้น ซึ่งคะแนนจากแบบทดสอบร่วมจะใช้เป็นกลไกสำคัญสำหรับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ

(4) แบบแผนผู้สอบต่างกลุ่มโดยมีผู้สอบร่วม (Common-Person Design)

รูปแบบนี้เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบต่างกลุ่มกันทำแบบทดสอบต่างฉบับ แต่มีจำนวนผู้สอบส่วนหนึ่งจากทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ซึ่งเป็นรูปแบบของการใช้ผู้สอบร่วม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบแผนการรวบรวมข้อมูลตามแบบที่ 2 คือ แบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนที่ 3 คือ แบบแผนข้อสอบร่วมในกรณีกลุ่มสุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วมแบบภายในและเลือกใช้รูปแบบวิธีการปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรง

ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน

ในการศึกษาคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน นิยมใช้การประเมินคุณภาพโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน (Standard Error of Equating: SEE) และ การตรวจสอบความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนซึ่งมีผู้เสนอแนวคิด และวิธีปฏิบัติไว้ดังนี้

ความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน

การประเมินความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนที่สมบูรณ์ คือ การวิเคราะห์แหล่งความลำเอียง (Bias) และความแปรผัน (Variability) แล้วนำมาเสนอให้เห็นเป็นภาพเดียวกัน เพื่อช่วยตัดสินใจว่า การนำวิธีการปรับเทียบคะแนนรูปแบบนั้น ๆ ไปใช้ มีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร (Braun and Holland 1982 : 32)

ความลำเอียงของการปรับเทียบคะแนน (Bias Error)

ความลำเอียงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคลาดเคลื่อน ของการปรับเทียบคะแนน ซึ่งจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เมื่อต้องการการนำผลของการปรับเทียบคะแนนไปใช้ เมื่อมีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย สัดส่วนตัวอย่างย่อมเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของสัดส่วนประชากรที่สมนัยกัน ในกรณีเช่นนี้ เมื่อนำไปใช้กับการปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบคู่ขนานสองชุด ด้วยการใช้รูปแบบการปรับเทียบที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ (Equipercentile Method) ย่อมจะไม่มีความลำเอียง แต่ถ้าในกรณีที่การแจกแจงของแบบทดสอบสองชุดที่นำมาเทียบนั้นมีการแจกแจงคนละรูปร่าง แตกต่างกันตั้งแต่โมเมนต์ที่สองขึ้นไป การใช้ฟังก์ชันการปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรงจะทำให้เกิดความลำเอียงได้

บรูน และฮอลแลนด์ (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529 :62 อ้างอิงจาก Braun and Holland.1982 : 36-39) ได้เสนอบทวิเคราะห์ไว้ว่า ความลำเอียงเชิงสถิติ มีความหมายสองประการ คือ

(1) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวประมาณ ตลอดจนการทำการสุ่มซ้ำ ๆ จากประชากรเดียวกัน กับค่าของประชากรที่ถูกประมาณ

(2) ความแตกต่างของฟังก์ชันของการปรับเทียบคะแนนโดยประมาณ กับค่าที่แท้จริงของฟังก์ชันการปรับเทียบคะแนน

แหล่งความลำเอียงของการปรับเทียบคะแนนที่สำคัญมี 2 แหล่ง คือ

1. ความผันแปรของประชากร (Population Variability) เนื่องจากการปรับเทียบคะแนนไม่ได้จัดกระทำกับประชากรกลุ่มเดียวโดยตลอด ฟังก์ชันของการปรับเทียบคะแนนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้กับประชากรหนึ่งอาจนำไปใช้กับอีกประชากรหนึ่งไม่ได้ เช่น ถ้า $X_P^*(y)$ เทียบคะแนนจากฟอร์ม Y ไปยังฟอร์ม X ในประชากร p และ $Y_Q^*(z)$ เทียบคะแนนจาก Z ไปยังมาตรา Y ในประชากร θ แล้วจะสรุปได้ว่า ฟังก์ชันเชิงซ้อน $X_P^*(Y_Q(z))$ เทียบคะแนนจาก Z ไปยัง X ในประชากร P หรือ θ ย่อมไม่ได้

ในแบบแผนการปรับเทียบคะแนนที่ใช้แบบทดสอบร่วมได้แก้ไขปัญหานี้โดยการสร้างประชากรสังเคราะห์ (Synthesis Population) ซึ่งเป็นผลรวมของประชากร P

และ θ ตามสัดส่วนแต่ยังไม่รับประกันผลว่า จะไม่มีความลำเอียงในทุก ๆ ประชากรที่แปรเปลี่ยนไป

2. ความคลาดเคลื่อนของรูปแบบ (Model Error) ความคลาดเคลื่อนนี้ เกิดจากการจัดการกระทำข้อสมมุติฐานที่ว่าด้วยรูปการแจกแจงให้ง่ายขึ้นอย่างผิดพลาด ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

ก. ความคลาดเคลื่อนของรูปแบบที่ทดสอบได้ (Testable Model Error) เช่นความเป็นเส้นตรงของฟังก์ชันการถดถอย สามารถทดสอบได้จากข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งจะเห็นผลได้ว่า มีความเพียงพอหรือไม่

ข. ความคลาดเคลื่อนของรูปแบบที่ทดสอบไม่ได้ (Nontestable Model Error) เป็นกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลมาทดสอบเพื่อพิสูจน์ว่าสมมุติฐานที่ว่าไว้เพียงพอหรือไม่

2.1 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน

วิธีการปรับเทียบคะแนนทุกวิธี ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบการปรับเทียบคะแนนวิธีใด เมื่อกลุ่มตัวอย่างผู้สอบเป็นกลุ่มที่สุ่มมาจากประชากรเดียวกัน หรือหลายประชากร ย่อมมีความแปรผันเชิงสุ่มเกิดขึ้น จึงนิยมใช้เทคนิคการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มกับการปรับเทียบคะแนนวิธีต่าง ๆ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มมีสมมุติฐานเบื้องต้นว่า กลุ่มตัวอย่างมาจากการสุ่ม และใช้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน (Standard Error of Equating ย่อว่า SEE) เป็นการวัดความแปรผันประเภทนี้ (Braun and Holland. 1982 : 32)

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง (Standard Error of Linear Equating)

ลอร์ด (Angoff. 1984 : 96-97 ; citing Lord. 1950) ได้แสดงสูตรสำหรับคำนวณหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงไว้หลายสูตร ตามแบบแผนการรวบรวมข้อมูล ซึ่งได้มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง ซึ่งบรูนและฮอลแลนด์ (Braun and Holland 1982 : 33-35) ได้นำเสนอให้อยู่ในรูปทั่วไปดังนี้

ให้ n_x แทน จำนวนคนที่ได้จากการสุ่มจากประชากร P และทำแบบทดสอบ X

n_y แทน จำนวนคนที่ได้จากการสุ่มจากประชากร P และทำแบบทดสอบ Y

n_x และ n_y ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

X_i แทน คะแนนของคนที่ i ในกลุ่มที่ทำแบบทดสอบ X

Y_j แทน คะแนนของคนที่ j ในกลุ่มที่ทำแบบทดสอบ Y

X_i และ Y_j ต่างมีการแจกแจงอย่างอิสระด้วยฟังก์ชัน F (x) และ G (y) ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่าง X และ Y เป็นกลุ่มตัวอย่างอิสระจากกัน สัญลักษณ์ในโมเมนต์ของการแจกแจงใน X และ Y มีดังนี้

μ_X = E (x) ; μ_y = E (y)

σ_x^2 = Var (x); σ_y^2 = Var (y)

ฟังก์ชันการปรับเทียบคะแนนจาก y ไปยัง x ในรูปเชิงเส้นตรงคือ

$$X^*_{(y)} = \mu_X + \frac{\sigma_x}{\sigma_y}(y - \mu_y) \qquad \text{..... [1]}$$

ซึ่ง y จะแปรผันไปตลอดคะแนนดิบของ Y เขียนให้อยู่ในรูปของค่าประมาณประชากรดังนี้

$$\hat{X}^*_{(y)} = \overline{X} + \frac{S_x}{S_y}(y - \overline{Y}) \qquad \text{.....[2]}$$

เมื่อ $\overline{X}$ และ S_x^2 เป็นค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ X_i

ความแปรปรวนของแอสซิมโทด (Asymptotic Variance) ของ $X^*_{(y)}$ ได้จากทฤษฎีบทดังนี้

ทฤษฎีบทที่ 5 (Braun and Holland 1982 :33)

$$\text{Var}(X^*(y)) = \sigma_X^2\left\{\frac{1}{n_x}+\frac{1}{n_y}+\left(\frac{skew(X)}{n_X}+\frac{skew(Y)}{n_Y}\right)\right\}Z(y)$$

$$+ \left(\frac{2+kurt\ (X)}{4n_X}+\frac{2+kurt\ (Y)}{4n_y}\right)Z^2(y)$$

+ (Higher order Terms),

เมื่อ

skew(X) = μ_{3X} / σ_X^3 skew(Y) = μ_{3Y} / σ_Y^3 (skewness coefficients),

kurt(X) = (μ_{4X} / σ_X^4) -3, kurt(Y) = (μ_{4Y} / σ_Y^4) -3 (kurtosis coefficients),

$\mu_{3X} = E(X - \mu_X)^3$, $\mu_{3Y} = E(Y - \mu_Y)^3$ (3^{rd} center moment)

$\mu_{4X} = E(X - \mu_X)^4$, $\mu_{4Y} = E(Y - \mu_Y)^4$ (4^{th} center moment)

และ $Z(y) = (y - \mu_y) / \sigma_Y$

สำหรับเทอมต่าง ๆ ที่มีกำลังสูงขึ้น (Higher order Terms) เป็นกำลังที่เป็นบวกของ n_x^{-1}และ n_y^{-1} การพิสูจน์ทฤษฎีบทนี้ต้องอาศัยบทแทรก 2 บท ดังนี้

บทแทรกที่ 1 ถ้า X และ Y มีการแจกแจงปกติ

แล้ว Skew(x) = 0 Skew(y) = 0 และ

Kurt(X) = 0 kurt(y) = 0

ดังนั้น Var$(X^*_{(y)}$ = $(\sigma_x^2 / n_h)(2 + Z^2_{(y)})$ + (higher order terms)

เมื่อ $n_h = \left[\frac{1}{2}(n_X^{-1} + n_y^{-1})\right]^{-1}$ คือตัวกลางฮาร์โมนิคของ n_x และ n_y

บทแทรกที่ 2 ถ้า X และ Y มีการแจกแจงปกติ และ

$n_x = n_y = n/2$ แล้ว

Var$(X^*_{(y)}$ = $\frac{2\sigma_X^2}{N}$ (2+Z^2(y)) + (higher order Terms) …….. [3]

โดยทั่วไปสภาพข้อมูลมักไม่เป็นไปตามบทแทรกที่ 1 คือ การแจกแจงของคะแนนย่อมมีลักษณะเบ้ แต่เหมาะกับกรณีที่ n_x ไม่เท่ากับ n_y ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของปรับเทียบคะแนน คือ รากที่สองของ Var $(X^*_{(y)})$ หรือ $SEE^2_{X^*}$

สรุปสูตรสำหรับหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจะแตกต่างไปตามเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้

(1) เมื่อกลุ่มสุ่มสองกลุ่มทำแบบทดสอบกลุ่มละชุด หาค่าประมาณความคลาดเคลื่อน จากรากที่สองของสูตรต่อไปนี้ (Angoff. 1984 : 97 ; citing Lord. 1950)

$$SEE^2_{x^*} = \frac{2S_X^2}{Nt}(Z^2_y + 2) \quad \text{.....} \quad \text{.....} [4]$$

เมื่อ $N_t = n_x + n_y$

$Z_y = (X - M_y) / S_y$

(2) เมื่อกลุ่มสุ่มสองกลุ่มแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบทั้งสองชุด แต่จัดดำเนินการทดสอบให้ผู้สอบรับการทดสอบฉบับ X ก่อนแล้วสอบฉบับ Y หรือสอบฉบับ Y ก่อนแล้วสอบฉบับ X สูตรที่ใช้คือ (Angoff. 1984 : 103 ; citing Lord. 1950)

$$SEE^2_{x^*} = S_X^2(1 - r_{xy})\frac{Z_y^2(1 + r_{xy})}{N_t} + 2 \quad \text{.....} [5]$$

เมื่อ r_{xy} คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน จากแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y

ถ้าพิจารณาจากสูตรนี้จะเห็นว่า ถ้า X และ Y และมีความสัมพันธ์สูง SEE จะมีค่าลดลง เช่น ถ้า r_{xy} มีค่า 0.80 ค่า $SEE^2_{x^*}$ ที่ $Z_y = 0$ จะมีค่าเป็น $\frac{1}{10}$ ของ $SEE^2_{x^*}$ ใน (1) ซึ่งสามารถอธิบายได้ในกรณีของจำนวนผู้สอบว่า

กรณีที่ปรับเทียบคะแนนด้วยแบบที่ (1) จะต้องใช้จำนวนผู้สอบมากกว่าแบบที่ (2) เป็น 10 เท่า จึงจะได้ผลที่มีความแม่นยำเท่ากัน

(3) เมื่อกลุ่มสุ่มสองกลุ่มทำแบบทดสอบกลุ่มละชุด ฉบับ X หรือฉบับ Y และทำแบบทดสอบร่วมเหมือนกันค่าประมาณความคลาดเคลื่อนหาได้จากสูตร (Angoff. 1984 : 106; citing Lord. 1950) ดังนี้

$$SEE^2_{X^*} = 2\sigma_X^2(1 - \hat{r}^2)\frac{(1 - \hat{r}^2)Z_Y^2 + 2}{Nt} \quad \text{.....} [6]$$

โดยกำหนดว่า $\hat{r} = \frac{b_{xv\alpha\hat{\sigma}v}}{\hat{\sigma}_x} = \frac{b_{yv\beta\hat{\sigma}_v}}{\hat{\sigma}_y}$

เมื่อ $b_{xv\alpha}$ และ $b_{yv\beta}$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย

และ $\hat{\sigma}_v$, $\hat{\sigma}_x, \hat{\sigma}_y$ คือ ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ V, x และ y ตามลำดับ

พิจารณาจากสูตร ถ้า $\hat{r}$ = 0 ค่าประมาณความคลาดเคลื่อน จะมีขนาดเท่ากับหา ได้ จาก (1) ถ้า $\hat{r}$ = .7 ค่าที่ได้เป็นเพียงครึ่งหนึ่งที่ Z_y = 0

2. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ เป็นผลงานของลอร์ด (ภาวณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529 : 57 – 59 citing Lord. 1982) ซึ่งได้พัฒนาสูตรโดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบกลุ่มละชุด และกำหนดข้อตกลงให้คะแนนสอบเป็นตัวแปรต่อเนื่อง การหาความแปรปรวนของแอสซิมโทด (Asymptotic Variance) มีดังนี้

ให้ F (x) และ G (y) แทนการแจกแจงความถี่สะสมของคะแนน x และ yในประชากร P ให้กลุ่มตัวอย่าง N_2 ทำแบบทดสอบชุด Y แล้วหาสัดส่วน q ที่มีคะแนนต่ำกว่าค่าคงที่ Y_0 ที่เลือกมาตามความสนใจ ให้กลุ่มตัวอย่าง N_1 ทำแบบทดสอบชุด X และให้ $N_{1\,q\,th}$ เป็นสถิติอันดับในกลุ่มตัวอย่างนี้ โดย X^* สมมูลกับ Y_0 ดังนั้นแต่ละค่า Y_0 ที่สนใจ จะพบความแปรปรวนเชิงสุ่มของ X^* สำหรับแต่ละค่าของ Y_0 ถ้าให้ q คงที่ X * จะมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย $\mu_{x^*/q}$ มีความสัมพันธ์เป็น

$$F(\mu_{x^*/q}) = q \quad \text{.....[7]}$$

และความแปรปรวน

$$\sigma^2_{x^*/q} = pq\left|N_1\left[g(\mu_{x^*}/q)^2\right]\right. \quad \text{.....[8]}$$

เมื่อ P = 1 - q

และ f(x) คือความน่าจะเป็นของความหนาแน่นที่ x

แต่ q เป็นสัดส่วนของตัวอย่าง จึงต้องหา Var_{x^*} เมื่อ q ไม่คงที่จาก

$$Var\ x^* = Var\ (\mu_{x^*/q}) + E(\sigma^2_{x^*/q}) \quad \text{.....[9]}$$

เมื่อ Var และ E แทนความแปรปรวนและค่าคาดหมายของ X^* สำหรับทุกค่าของ q ที่ Y_0 คงที่

$$\frac{d}{dq}\mu_{x^*/q} = \frac{1}{g(\mu_{x^*/q})}$$

เนื่องจาก Var q = PQ/N_2

เพราะฉะนั้น $Var(\mu_{x^*/q}) = PQ/N_2 g_0^2$ ..... [10]

เมื่อ Q เป็นค่าประชากรของ q ซึ่งนิยามไว้ว่า

$Q \equiv G(Y_0)$ ..... [11]

$P \equiv 1 - Q$

และ $q_0 \equiv q(x_0)$

$G(X_0) \equiv Q$ .....[12]

สมการ Var ($\mu_{x^*/q}$) = $PQ/N_2 g_0^2$ ขึ้นอยู่กับ N_2 ไม่ใช่ N_1 เพราะว่าความผันแปรใน $\mu_{X^*/q}$ เกิดขึ้นจากความผันแปรของ q ซึ่งเป็นสถิติตัวหนึ่งที่มีความแปรปรวน PQ/N_2 เพื่อประเมิน $E\sigma^2_{x^*/q}$

ถ้าเขียนสมการ $\sigma^2_{x^*q} = pq/N_1\left[g(\mu_{x^*/g})^2\right]$

โดยขยายอนุกรมและไม่ต้องสนใจเทอมที่มีกำลังสูง ๆ จะได้

$$E\sigma^2_{x^*/q} = E\frac{pq}{N_1 g_0^2\left(1-\frac{g-g_0}{g_0}\right)^2}$$

$$= E\frac{Pq}{N_1 g_0^2}\left(1-2\frac{g-g_0}{g_0}+\ldots\right)$$

$$= E\frac{P-P^2}{N_1 g_0^2}n$$

$$= \frac{1}{n_1 g_0^2}(\text{P-Var p - P}^2)$$

$$= \frac{PQ}{n_1 g_0^2}$$ .....[13]

เมื่อ g $\equiv g(\mu_{x*/q})$ แทน [10] และ [13] ลงใน [9] จะได้สูตรสุดท้าย

$$\text{Var } x^{*} \equiv \frac{PQ}{g_0^2}\left(\frac{1}{N_1}+\frac{1}{N_2}\right) \quad \text{.....[14]}$$

$$\text{SEE}^2 \equiv \frac{Pq}{g_0^2}\left(\frac{1}{N_1}+\frac{1}{N_2}\right) \quad \text{.....[15]}$$

2.2 การประเมินความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนน

การปรับเทียบคะแนนแต่ละวิธี จะมีคุณภาพที่ดีที่สุดเมื่อคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบเป็นไปตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแต่ละรูปแบบของการปรับเทียบคะแนน แต่ในสถานการณ์จริง อาจมีข้อจำกัดทำให้ไม่สามารถได้ข้อมูลตามเงื่อนไข จึงจำเป็นต้องตรวจสอบความเพียงพอ (Adequacy) ของการปรับเทียบคะแนนซึ่งเป็นการประเมินประสิทธิภาพของวิธีการปรับเทียบคะแนน (พิชัย ละแมนชัย. 2538 : 44)และได้มีผู้เสนอแนวความคิดไว้หลายวิธีดังนี้

2.2.1 ดัชนีตรวจสอบความเพียงพอของเจเกอร์ (Jaeger)

เจเกอร์ (Jaeger 1981 : 26) ได้เสนอดัชนี 5 ตัว เพื่อตรวจสอบความเพียงพอของการใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง

2.2.1.1 ดัชนีความคล้ายคลึงของการแจกแจงคะแนนสะสมของแบบทดสอบชุดเก่าและชุดใหม่โดยการปรับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบความ เหมือนของการแจกแจงใช้การทดสอบด้วย The Kolmogorov-Smitnov Two-Sample Test

2.2.1.2 รูปแบบของการแจกแจงคะแนนดิบกับคะแนนแปลง (Shape of The Raw Score Tranformation) เหตุผลของการใช้ดัชนีตัวนี้ คือ ถ้าการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงสามารถอธิบายความแตกต่างในการแจกแจงของคะแนนดิบทั้งสองชุดอย่างเพียงพอ ก็เป็นเหตุผลอย่างเพียงพอเช่นกันที่จะยอมรับว่าการแปลงคะแนนดิบจากแบบทดสอบชุดใหม่ไปยังแบบทดสอบชุดเก่าเป็นเส้นตรงอย่างแน่นอน

2.2.1.3 ความคงเส้นคงวาของผลลัพธ์ของการปรับเทียบคะแนนตามวิธีเชิงเส้นตรงกับการเทียบที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ (Consistency of linear and Equipercentile Equating Results) การวิเคราะห์นี้อาศัยข้อตกลงที่เป็นสมมุติฐานเบื้องต้นที่ว่า ถ้าวิธีเชิงเส้นตรงมีความเพียงพอแล้ว ฟังก์ชันของวิธีการเทียบที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์จะแปรผันไปโดยสุ่ม

รอบ ๆ ฟังก์ชันของวิธีเชิงเส้นตรงที่สมนัยกัน

2.2.1.4 ความคล้ายคลึงของการแจกแจงความยากของข้อสอบ (Similarity of Item Difficulty Distributions) โดยอาศัยหลักการที่ว่า การใช้วิธีเชิงเส้นตรงมีความเพียงพออย่างแท้จริงกับแบบทดสอบที่มีคุณสมบัติเป็นคู่ขนานกัน ถ้ามีการเบี่ยงเบนจากความเป็นคู่ขนานมากเท่าใด แสดงว่า ต้องการวิธีการปรับเทียบคะแนนที่ซับซ้อนขึ้น เพราะการแจกแจงของแบบทดสอบที่ไม่ใช่คู่ขนานจะมีความแตกต่างเกิดขึ้นในระดับโมเมนต์ที่สูงขึ้น

2.2.1.5 ความคล้ายคลึงของค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Similarity of Item Discrimination Distributions) เหตุผลทำนองเดียวกับดัชนีตัวที่ 2.2.1.4

2.2.2 ดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Index)

ปีเตอร์สัน มาร์โค และสตีเวอร์ท (Petersen, Marco and Stevart. 1982 :91) ได้เสนอวิธีประเมินความเพียงพอของรูปแบบการปรับเทียบคะแนน โดยใช้ดัชนีความแตกต่าง ซึ่งมีแนวคิดว่า คะแนนดิบแต่ละตัวจากแบบทดสอบชุด x จะมีคะแนนเกณฑ์ (t) และคะแนนแปลง (t') ที่ได้จากการประมาณค่า โดยใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนเฉพาะอันหนึ่ง ค่าความแตกต่าง d ระหว่าง t และ t' เป็นความคลาดเคลื่อนในการปรับเทียบคะแนน ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อยแสดงว่า วิธีการปรับเทียบคะแนนวิธีนั้น มีความเหมาะสมมากกว่า

ดัชนีความแตกต่าง คือ ค่าความคลาดเคลื่อนรวมในการปรับเทียบคะแนนของวิธีการปรับเทียบคะแนนที่ใช้นั้น ซึ่งคำนวณจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนแปลงกับคะแนนเกณฑ์ และถ่วงน้ำหนักด้วยความแปรปรวนของคะแนนเกณฑ์ ซึ่งเท่ากับค่าความแปรปรวนของความแตกต่างรวมกับค่ากำลังสองของความลำเอียง

นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนรวม (Total error) หรือ ดัชนีความแตกต่าง(C)

$$= \frac{\sum f_j d_j^2}{nS_t^2} = \frac{\sum_{j=1}^{n} f_j \left(d_j - \bar{d}\right)^2}{nS_t^2} + \frac{\bar{d}^2}{S_t^2}$$

(Total error) = (Variance of difference) + (Squared bias)

เมื่อ d_j = $t_j - t'_j$

t'_j = คะแนนแปลงสำหรับคะแนนดิบ X_j

t_j = คะแนนเกณฑ์สำหรับคะแนนดิบ X_j

$\bar{d}$ = $\sum f_j d_j / n$

S_t = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเกณฑ์ t_j

f_j = ความถี่ของคะแนนดิบ X_j

n = $\sum f_j$ = จำนวนคะแนนที่ใช้

ดัชนีเปรียบเทียบความแตกต่างนี้เป็นค่ามาตรฐานแสดงในรูปสัดส่วนของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเกณฑ์ ค่าความคลาดเคลื่อนรวมที่ได้นี้ จึงสามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรงระหว่างค่าที่ได้จากการใช้รูปแบบและสถานการณ์การเทียบที่แตกต่างกัน (Petersen, Marco and Stewart.. 1982 : 91)

2.2.3 ดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นไทล์ (The Percentile Comparison Index)

โคเลนและวิทนีย์ (Kolen and Whitney. 1982 : 284) ได้แนะนำให้ใช้ดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นไทล์ เพื่อประเมินความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนทั้งนี้โดยอาศัยกลุ่มตัวอย่างตรวจสอบ (Cross-Validation Sample Examinees) ซึ่งเป็นกลุ่มอิสระอีกกลุ่มหนึ่งที่สุ่มมาจากประชากรเดียวกันกับกลุ่มผู้สอบที่ใช้สร้างตารางการปรับเทียบคะแนน วิธีการหาค่าดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นไทล์นี้ คือ การวัดความไม่สอดคล้อง (Dissimilarity) ระหว่างการแจกแจงคะแนนที่ได้จากกลุ่มตรวจสอบผล คือ คะแนนจากแบบทดสอบชุด X กับคะแนนซึ่งได้มาจากการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบชุด Y ไปยังสเกลของแบบทดสอบชุด X ตามตารางการปรับเทียบคะแนนที่ได้จากวิธีการที่ใช้เทียบโดยหาค่าสมมูล ณ ที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์เดียวกัน ดัชนีดังกล่าวคำนวณได้จาก

$$C = \sum (x_i - x_i^*)^2 / nk$$

เมื่อ n คือ จำนวนคะแนนดิบในกลุ่มตรวจสอบผล

k คือ จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบร่วมที่ใช้

x คือ คะแนนจากแบบทดสอบชุด X ซึ่งเป็นคะแนนเกณฑ์

x^* คือ คะแนนจากแบบทดสอบชุด Y ที่แปลงให้อยู่ในมาตราคะแนนของ x

ถ้าค่า C น้อยกว่า แสดงว่าวิธีการปรับเทียบคะแนนที่นำมาใช้สร้างตารางการแปลงคะแนนนั้นมีความเพียงพอที่จะนำมาใช้ให้ได้ผลการเทียบที่คงที่มากกว่า

2.2.4 ดัชนีความแตกต่างตามแนวคิดของ ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์

ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ (2529 : 67) ได้เสนอวิธีการประเมินความเพียงพอโดยใช้ดัชนีความแตกต่างซึ่งดัดแปลงมาจากสูตรของโคเลน (Kolen. 1982) ซึ่งได้ใช้ข้อมูลคะแนนจากผู้สอบเองเป็นเกณฑ์ในการหาความแตกต่าง ข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการออกแบบด้วยการใช้กลุ่มตัวอย่างตรวจสอบผล ซึ่งผู้สอบในกลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้งสองชุด ดังนั้น การใช้คะแนนของตนเองเป็นเกณฑ์จึงมีความอิสระไม่ขึ้นกับกระบวนการแปลงคะแนนอื่น ๆ และใช้แนวคิดของปีเตอร์เซนและคณะ คือ ใช้ค่าความแปรปรวนเป็นตัวถ่วงน้ำหนักเพื่อให้ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นมาตรฐาน สูตรที่ดัดแปลงนำมาใช้ คือ

$$C = \sum(X_i - X_i^*)^2 / nS^2_x$$

เมื่อ x_i คือ คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจากการสอบชุด X ของคนที่ i

x_i^* คือ คะแนนที่ได้เทียบด้วยตารางแปลงคะแนนที่สมนัยกันของคนที่ i

n คือ จำนวนในกลุ่มตัวอย่างตรวจสอบผลที่นำมาวิเคราะห์

S^2_x คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนน x

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับเทียบคะแนน

3.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

การศึกษางานวิจัยของต่างประเทศที่นำเสนอในตอนนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของวิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ โดยแต่ละท่านได้ทำการศึกษาตัวแปรที่แตกต่างกัน เช่น วิธีการปรับเทียบคะแนน แบบแผนการเก็บข้อมูล เกณฑ์การตรวจสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพแต่ละวิธี ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

ฮิวลิน ลิสสัค และ ดราสโกว์ (Hulin, lissak, and Drasgow. 1982 :153-158) ได้ใช้การจำลองข้อมูลเพื่อศึกษา ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ความยาวของแบบทดสอบ และการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม LOGIST โดยมีการเปลี่ยนความยาวแบบทดสอบและเปลี่ยนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง กับ IRT โมเดล 3 พารามิเตอร์ และพารามิเตอร์ความสามารถมีการแจกแจงแบบโค้งปกติ ผลการวิจัยพบว่าความยาวของแบบทดสอบและขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีผลต่อการประมาณค่า เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ 3 พารามิเตอร์

โดยใช้ข้อสอบ 60 ข้อ กับกลุ่มผู้สอบจำนวน 1,000 คน พบว่าให้ผลออกมาในลักษณะที่คงที่ ถ้าลดข้อสอบลงครึ่งหนึ่งคือเหลือ 30 ข้อ และเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นสองเท่าจะให้ผลใกล้เคียงกัน และพบว่าโปรแกรม LOGIST ใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาด 15 คนไม่ได้

คาล์ดเวลล์ (Caldwell. 1984 : 2847) ได้ทำการศึกษาเพื่อวัดประสิทธิผลสัมพัทธ์ในโมเดลการปรับเทียบความยากของแบบทดสอบ รูปแบบที่ใช้คือ รูปแบบเชิงเส้นตรง แบบแผนที่ 4 และราสช์โมเดล ในการปรับเทียบได้พิจารณาถึง การเพิ่มค่าเฉลี่ยและการลดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการสอบครั้งที่ 2 ซึ่งคาดว่าโมเดลเชิงเส้นตรงจะมีประสิทธิผลน้อยกว่าราสช์โมเดล เนื่องจากโมเดลเชิงเส้นตรงมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานบรรจุอยู่ในสูตร ส่วนราสช์โมเดลไม่มี และคาดว่าประสิทธผลสัมพัทธ์ของราสช์โมเดลจะเพิ่มขึ้นขณะที่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ได้มีการประเมินแบบทดสอบร่วมทั้งสองแบบ แบบทดสอบร่วมชุดหนึ่งประกอบด้วยข้อสอบที่มีความยากในระดับปานกลาง ส่วนอีกชุดหนึ่งมีความยากสูงสุด แบบทดสอบที่มีค่าความยากปานกลางได้รับการพิจารณาว่าให้ประสิทธิผลต่ำสุด และแบบทดสอบร่วมที่มีความยากปานกลางได้รับการพิจารณาว่าให้ประสิทธิผลที่ดีกว่า ผลการวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาคะแนนทั้งหมด ราสช์โมเดลเหนือกว่ารูปแบบเชิงเส้นตรงทั้งในแบบทดสอบร่วมที่มีความยากระดับปานกลางและระดับสูง แต่เมื่อพิจารณาคะแนนจุดตัดที่แสดงถึงความสามารถต่ำสุด ราสช์โมเดลเหนือกว่าในลักษณะที่ให้ความลำเอียงเพียงเล็กน้อยแต่เชิงเส้นตรง ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในระดับต่ำดัชนีความแตกต่างของราสช์โมเดลมีค่าเฉลี่ยเกือบเป็นศูนย์และมีการแปรเปลี่ยนในช่วงกว้าง รูปแบบเชิงเส้นตรงให้ค่าความลำเอียงด้านลบ แต่มีการแปรเปลี่ยนที่น้อยกว่า

สแก็กส์ (Skaggs. 1984 : 1259) ได้ทำการตรวจสอบวิธีการปรับเทียบคะแนน 4 วิธีภายใต้เงื่อนไขที่พารามิเตอร์ข้อสอบและพารามิเตอร์ความสามารถแปรเปลี่ยนอย่างเป็นระบบ วิธีการปรับเทียบที่ใช้ได้แก่ IRT 2 แบบ คือ ราสช์โมเดล กับ โมเดล 3-พารามิเตอร์ และแบบมาตรฐานเดิมอีก 2 แบบ คือการปรับเทียบแบบเส้นตรงและแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาใช้การจำลองขึ้นมา ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ค่าความยาก อำนาจจำแนก และระดับโอกาสการเดา และค่าเฉลี่ยของความสามารถ เกณฑ์ที่ใช้ในการปรับเทียบคือคะแนนจริงจากโมเดล 3-พารามิเตอร์ ข้อแตกต่างระหว่างวิธีการปรับเทียบทั้ง 4 แบบกับเกณฑ์นำมาวิเคราะห์ หาค่าสถิติเชิงบรรยายและแสดงด้วยกราฟ และจุดประสงค์หลักของการศึกษาครั้งนี้เพื่อทดสอบความแกร่งของราสช์โมเดลเมื่อมีการละเมิดข้อตกลง ผลการวิจัยพบว่าราสช์โมเดลยังไม่มีความเกร่งเมื่อมีการละเมิดในข้อตกลงกรณีนี้เป็นจริงเมื่อค่าเฉลี่ยของอำนาจจำแนกมีค่าไม่เท่ากัน และโมเดล 3-พารามิเตอร์ ก็ประสบปัญหาเช่นกันเมื่ออำนาจจำแนกไม่เท่ากัน โดยภาพรวมการปรับเทียบคะแนนแบบ

อิควิเปอร์เซ็นไทล์ให้ผลดีเกือบทั้งหมด การวิจัยครั้งนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการใช้ราสช์โมเดล และ โมเดล 3-พารามิเตอร์ ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง

วู๊ดดรัฟ (Woodruff. 1986 : 245-257) ได้ศึกษาวิธีปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรงโดยใช้แบบแผนข้อสอบร่วมที่มีประชากรแตกต่างกัน (CINEPย่อมาจาก Common Item Non-Equivalent Population) และแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 4,000 คน ทดสอบกับแบบทดสอบ 5 ฉบับ ที่เป็นฟอร์มใหม่ มีความยาวที่แตกต่างกันคือตั้งแต่จำนวน 25 ถึง 115 ข้อ และใช้แบบทดสอบที่เป็นฟอร์มเก่าร่วมกับแบบทดสอบเชื่อมโยงมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4,000 คน นำคะแนนที่ได้มาศึกษาวิธีปรับเทียบคะแนน 2 วิธี ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างของกลุ่มผู้สอบเล็กน้อย โดยดูจากความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบ 5 ฉบับ ที่ใช้แบบทดสอบหลักและใช้วิธีการปรับเทียบคะแนน 2 วิธี ให้ความเพียงพอในการปฏิบัติ แม้ว่าแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ จะวัดในลักษณะที่ต่างกัน

โคป (Cope. 1987 : 143-149) ได้เปรียบเทียบการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง 5 วิธีระหว่างวิธีของแองกอฟ(Angoff. 1971)ตามวิธีที่ 5 ซึ่งมี 3 วิธี กับวิธีของทักเกอร์ (Tucker) และเลวิน (Levine) ในกรณีที่แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่ากันโดยใช้แบบทดสอบร่วม แบบทดสอบที่ใช้ปรับเทียบคะแนนเป็นแบบทดสอบเพื่อให้ประกาศนียบัตรในวิชาชีพ จำนวน 5 ชุด สอบกับกลุ่มประชากรที่ไม่เท่าเทียมกัน 5 กลุ่ม ๆ ละ 1 ชุด ปีละ 2 ครั้ง การเปรียบเทียบผลการเทียบระหว่างแบบทดสอบแต่ละคู่ (Single link) ภายใต้วิธีการเชิงเส้นตรงที่แตกต่างกัน 5 วิธี ทั้งนี้ไม่มีการเปรียบเทียบความถูกต้องของวิธีการต่าง ๆ เพราะว่าสเกลคะแนนดิบของแบบทดสอบสองชุดถูกคาดว่าจะต่างกัน อีกแบบหนึ่งคือ การเปรียบเทียบผลการปรับเทียบคะแนนแบบโซ่ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบแต่ละชุดกับตัวเอง โดยผ่านแบบทดสอบชุดอื่นที่เลือก ทั้งนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบความถูกต้องของวิธีการเหล่านั้นด้วย

การวัดความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนน (Equating Error) ใช้สถิติ 2 ตัว คือ ค่าประมาณความลำเอียง (Estimate Bias) และค่าประมาณที่ถ่วงน้ำหนักแล้วของรากที่สองของค่าเฉลี่ยยกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนในการปรับเทียบคะแนน (Estimated Weighted Root Squared Error : RMSE) ซึ่งใช้เปรียบเทียบระหว่างวิธีที่แตกต่างกัน คำนวณจากสมการ

$$BIAS = \bar{x}' - \bar{x}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนดิบของแบบทดสอบชุดหนึ่ง

$\overline{x}'$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนดิบที่เท่าเทียมกันโดยการเทียบแบบทดสอบชุดนั้นไปยังตัวเอง

และ $$RMSE = \left[\frac{\sum N_i (x_i' - x_i)^2}{\sum N_i}\right]^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ x_i คือ คะแนนดิบของคนที่ i

x_i' คือ คะแนนดิบที่เท่าเทียมกัน

N_i คือ จำนวนผู้สอบซึ่งได้คะแนน X_i

ในกรณีที่มีผู้สอบจำนวนมาก การคำนวณ RMSE จะง่ายขึ้นโดยใช้สมการ

$$RMSE = [(m-1)^2 \ Var(x) + (BIAS)^2]^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ m คือ ความชันของฟังก์ชันการเทียบ $x' = mx + b$

Var(x) คือ ความแปรปรวนของ x

ผลการวิจัยสรุปว่า ในสถานการณ์ที่ศึกษาภายใต้รูปแบบที่ 5 ตามวิธีของแองกอฟให้คะแนนดิบ (Raw Score Equivalents) ใกล้เคียงกับวิธีการของทักเกอร์และเลวิน โดยการปรับเทียบคะแนนแบบสายโซ่ทั้ง 5 วิธี ให้ค่าประมาณความลำเอียงและรากที่สองของค่าเฉลี่ยยกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนที่ใกล้เคียงกัน ส่วนการปรับเทียบคะแนนจากวิธีการของทักเกอร์และเลวิน ผู้วิจัยกล่าวว่าผลการวิจัยนี้สนับสนุนวิธีการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงตามรูปแบบที่ 5 ซึ่งมีข้อตกลงที่มีข้อจำกัดน้อยกว่าวิธีของทักเกอร์และเลวิน ดังนั้นในทางปฏิบัติควรใช้วิธีการตามรูปแบบที่ 5 วิธีการใดวิธีหนึ่งใน 3 วิธี

แมคแคน (MacCann. 1989 : 263-276) ได้เปรียบเทียบวิธีปรับเทียบคะแนนสองวิธีที่ใช้ข้อตกลงว่ามีความเชื่อมั่นเท่าเทียมกันและใช้แบบทดสอบที่เป็นคะแนนจริงสัมพันธ์ ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งที่เป็นกลุ่มคล้ายคลึงกันและกลุ่มที่มีความแตกต่างกัน โดยมีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันในแต่ละวิชาที่สอบ และแต่ละกลุ่มที่ใช้เป็นกลุ่มปรับเทียบคะแนน ตั้งแต่จำนวน 326 คน ถึง 5,610 คน ใช้แบบทดสอบ 5 วิชา แบ่งเป็นส่วนย่อยที่แตกต่างกันในแต่ละวิชา และใช้แบบทดสอบเชื่อมโยงที่มีความยาวคิดเป็นสัดส่วนแตกต่างกัน ทั้งที่มากกว่าและน้อยกว่าแบบทดสอบที่นำมาใช้ปรับเทียบ

คะแนน แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละวิธี(สี่วิธี) คือ วิธีของแมคแคน สองวิธี และวิธีของทักเกอร์กับวิธีของเลวิน พบว่า วิธีที่ 1 ให้ผลใกล้เคียงกับวิธีของทักเกอร์ ส่วนวิธีที่ 2 ให้ผลใกล้เคียงกับวิธีของเลวิน และทั้งสี่วิธี ให้ผลความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในระดับที่น่าพอใจเป็นส่วนมาก ผู้วิจัยสรุปว่า วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีข้อดีคือไม่จำเป็นต้องใช้ข้อตกลงที่ว่าการกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบสองฉบับ ที่นำมาเทียบคะแนนกัน จะต้องมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

เพเทียน (Patience. 1990 : 486) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการปรับเทียบคะแนนระหว่างระดับชั้นโดยใช้วิธีปรับเทียบคะแนน 5 วิธี คือ วิธีการตามทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม 2 วิธี ได้แก่ อิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีการของเธอร์สโตน และวิธีการตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ 3 วิธี ได้แก่ วิธีใช้แบบจำลองโลจีสติก แบบหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ โดยศึกษาว่า การใช้วิธีใด ให้ผลการปรับเทียบคะแนนที่เหมาะสมที่สุด แบบทดสอบที่ใช้แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ง่าย ยากง่ายปานกลาง และยาก การปรับเทียบคะแนนแบบทดสอบแต่ละระดับ ใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนทั้ง 5 วิธี แบบทดสอบฉบับง่าย ใช้กับนักเรียนระดับ 9 แบบทดสอบฉบับยากง่ายปานกลางใช้กับนักเรียนระดับ 10 และแบบทดสอบฉบับยากใช้กับนักเรียนระดับ 11 คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละระดับ จะนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนโดยรวมของนักเรียน วิธีการปรับเทียบคะแนนที่เหมาะสมที่สุดกำหนดว่า เป็นวิธีการที่ให้ผลการปรับเทียบคะแนนใกล้เคียงกับผลที่ได้จากคะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบรวมทุกระดับ

ผลการวิจัยพบว่าวิธีการปรับเทียบคะแนนทั้ง 5 วิธี ให้ผลการเทียบคะแนนที่คล้ายคลึงกัน เมื่อใช้แบบทดสอบฉบับง่ายและฉบับยากง่ายปานกลาง เมื่อใช้แบบทดสอบฉบับยาก พบว่า ผลการปรับเทียบคะแนนโดยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ วิธีการของเธอร์สโตน และวิธีสามพารามิเตอร์ให้ผลคล้ายคลึงกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบร่วมมากกว่าวิธีหนึ่งพารามิเตอร์และวิธีสองพารามิเตอร์

ทริสคาริ (Triscari. 1990 : 1996) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปรับเทียบคะแนน 5วิธีโดยใช้แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบความไม่เท่าเทียมกันของกลุ่มประชากร (Nonequivalent Population) และใช้ข้อสอบร่วมแบบภายใน (Internal Anchor Test) โดยมีการเชื่อมโยงข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบเรียงความ วิธีการปรับเทียบที่ใช้คือ ตามแนวทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม แบบเชิงเส้นตรง แบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และแบบทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ ชนิด 1 , 2 และ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งมีวิธีการให้คะแนนตามแนวพาเชียลเครดิต โมเดล (Partial Credit Model) การเปรียบเทียบใช้วิธการจำลองสถานการณ์เมื่อทราบค่าคะแนนจริงที่เท่าเทียมกันของแบบทดสอบที่เป็นฐาน การประเมินประสิทธิภาพใช้ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงของแบบสอบถาม นอกจากนี้ยังได้เก็บข้อมูลจริงเพื่อ

หาความสอดคล้องกับข้อมูลที่จำลองขึ้นมาด้วย ผลการวิจัยจากการจำลองข้อมูลพบว่า การปรับเทียบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่ใช้พาราเซียลเครดิตโมเดล (Partial Credit Model) และมีการวิเคราะห์รวมให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และการปรับเทียบแบบเส้นตรง ให้ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดจากการเก็บข้อมูลจริงพบว่า มีความสอดคล้องกับการจำลองข้อมูลร้อยละ 70

กลอวากิ (Glowacki. 1991 : 1722) ได้ตรวจสอบโมเดลของการปรับเทียบคะแนนที่มีความเหมาะสมกับการสอบของบัณฑิตวิทยาลัย แห่งมหาวิทยาลัยอลาบามา ปัญหาในการวิจัย คือ โมเดลของการปรับเทียบที่ตรวจสอบมีการแจกแจงของคะแนนดิบหรือคะแนนที่ผ่านจากการสอบแบบทดสอบการอ่าน และคณิตศาสตร์ แตกต่างกันหรือไม่ โมเดลที่ใช้ตรวจสอบคือ โมเดลเชิงเส้นตรง อิควิเปอร์เซ็นไทล์และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ชนิด 1 2 และ 3 พารามิเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการปรับเทียบคะแนนทั้ง 5 โมเดล ในการสอบการอ่านและคณิตศาสตร์ให้ผลที่คล้ายคลึงกัน แสดงว่าโมเดลทั้งหมดสามารถนำมาใช้กับการปรับเทียบคะแนนได้ โดยไม่มีโมเดลใดที่ดีที่สุด

แฮริส (Harris. 1991 : 221-235) ได้ศึกษาผลของแบบแผนการรวบรวมข้อมูล 2 วิธี คือ แบบแผนที่ 1 ของแองกอฟ(ผู้สอบกลุ่มเดียวจัดให้สมดุล) และแบบแผนที่ 2 ของแองกอฟ (ผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน) ที่มีต่อการเทียบคะแนนตามแนวตั้ง โดยใช้วิธีปรับเทียบคะแนน 2 วิธี คือ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบสามพารามิเตอร์ แบบทดสอบที่ใช้คือ แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ คือ EACT มีจำนวน 60 ข้อ และฉบับ PACT มีจำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีเนื้อหาคาบเกี่ยวกัน แต่มีเนื้อหาเฉพาะและระดับความยากต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 11 และ 12 ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มย่อยหลายกลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่าง (RMSD)

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยใช้แบบแผนการเก็บข้อมูลทั้ง 2 แบบ มีความเพียงพอ และให้ผลคล้ายคลึงกัน โดยรูปแบบที่ใช้ผู้สอบกลุ่มเดียว ให้ผลคงที่กว่ารูปแบบที่ใช้ผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมเล็กน้อย

อเยอร์เว (Ayerve. 1992:1841) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้งด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธี IRT โมเดล 3 พารามิเตอร์ โดยใช้การจำลองข้อมูลภายใต้เงื่อนไขของขนาดกลุ่มตัวอย่าง ความยาวของแบบทดสอบ และความยาวของแบบทดสอบร่วม โดยเปรียบเทียบใน 3 กรณี คือ (1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการปรับเทียบคะแนนทั้งสองภายใต้เงื่อนไขทุกเงื่อนไข (2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการปรับเทียบคะแนนแต่ละวิธีภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรอิสระแต่ละตัว

(3) ตรวจสอบผลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในการปรับเทียบคะแนนแต่ละวิธี ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ มี 3 ขนาด คือ 200 500 และ 1,000 คน ความยาวของแบบทดสอบที่ใช้มี 2 ขนาด คือ 30 ข้อ และ 60 ข้อ ส่วนความยาวของแบบทดสอบร่วมที่ใช้มี 2 ขนาด คือ 5 ข้อ และ 10 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนซึ่งถ่วงน้ำหนักแล้ว (Weighted Mean Square Error :WMSE) และค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนซึ่งไม่ถ่วงน้ำหนัก (Unweighted Mean Square Error :UMSE)

ผลการวิจัยพบว่า โดยส่วนรวมแล้ว วิธีการปรับเทียบแบบ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธี IRT ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการปรับเทียบคะแนนโดยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ พบว่าความยาวของแบบทดสอบกับความยาวของแบบทดสอบร่วมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ขณะที่การปรับเทียบคะแนนตามวิธี IRT 3 พารามิเตอร์ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ คือ กลุ่มตัวอย่าง 200 คน มีแนวโน้มที่จะให้ผลการปรับเทียบคะแนนที่ไม่ถูกต้อง ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ 500 และ 1,000 จะให้ผลการปรับเทียบคะแนนที่ถูกต้องมากกว่า

ยัง (Young.1995 : 558-571) ได้ปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมของนักเรียนศึกษาชั้นปีที่ 1 ของโรงเรียนกฎหมายด้วยวิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสม 2 วิธี คือ วิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบภายใต้ Graded Response Model กับวิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วยวิธีเชิงเส้นตรง เพื่อเปรียบเทียบว่าคะแนนเฉลี่ยสะสมที่ปรับด้วยวิธีใด จะเป็นเกณฑ์ที่ดีสำหรับตรวจสอบความตรงเชิงทำนาย ของคะแนน LSAT และคะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมหาวิทยาลัย (UGPA) ข้อมูลที่ใช้ได้จากโรงเรียนกฎหมาย 4 แห่งในสหรัฐอเมริกา แยกวิเคราะห์เป็นรายโรงเรียนผลการวิเคราะห์พบว่า โดยทั่วไปเมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมปี 1 ของโรงเรียนกฎหมายที่ปรับด้วยการวิเคราะห์แบบเชิงเส้นตรงเป็นเกณฑ์จะให้ความเที่ยงตรงเชิงทำนายดีกว่าวิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบภายใต้ Graded Response Model

3.2 งานวิจัยในประเทศ

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนน ผู้วิจัยขอเสนอเป็นกลุ่ม ๆ ตามลักษณะเรื่องที่ทำการศึกษาดังนี้

3.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบแบบแผนการรวบรวมข้อมูลมี 2 เรื่องคือ

ชูชีพ พงษ์สมบูรณ์ (2528 :112 - 118) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความคงที่ของการปรับเทียบคะแนนโดยใช้แบบแผนผู้สอบร่วม และแบบแผนข้อสอบร่วม โดยใช้วิธีการปรับเทียบ 3 วิธี คือ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ วิธีเชิงเส้นตรง และวิธี IRT แบบ สาม พารามิเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 ทั่วประเทศ สุ่มมาจำนวน 3,721 คน ที่เข้าสอบโครงการตรวจสอบคุณภาพของกรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งแบบทดสอบในโครงการมีจำนวน 60 ข้อ นำมาแบ่งเป็น 2 ฉบับ ฉบับละ 38 ข้อ มีแบบทดสอบร่วมภายใน จำนวน 20 ข้อ ผลการเปรียบเทียบ พบว่า ประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบแผนข้อสอบร่วมกับแบบแผนผู้สอบร่วมในแต่ละวิธีไม่แตกต่างกัน ความคงที่ของวิธีการปรับเทียบคะแนนโดยแบบแผนผู้สอบร่วม ได้ผลว่า วิธีการปรับเทียบโดยใช้วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์มีความคงที่มากกว่าวิธีเชิงเส้นตรง แต่มีความคงที่พอ ๆ กับวิธีใช้ IRT แบบ 3 พารามิเตอร์ ความคงที่ของวิธีการปรับเทียบคะแนนในแบบแผนข้อสอบร่วมได้ผลเหมือนกับแบบแผนผู้สอบร่วม

พิชัย ละแมนชัย (2538 :131-134) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ ที่ทำให้การปรับเทียบคะแนนในแนวระดับ มีประสิทธิภาพ โดยศึกษา ตามแนวทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ โมเดล 1 และ 3 พารามิเตอร์ ในแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วมที่มีความยาวของแบบทดสอบต่าง ๆ กัน คือ 30 50 70 90 110 130 และ 150 ข้อ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการจำลองจากโปรแกรม IRTDATA เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคือ การหาค่าดัชนีความแตกต่างที่อยู่ในแนวระดับน่าพอใจอย่างมาก ผลการวิจัยพบว่า

(1) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ ตามโมเดล 1 พารามิเตอร์ ในแบบแผนกลุ่มสมมูลที่มีความยาวของแบบทดสอบ เป็น 30, 50, 70, 90, 110, 130 และ 150 ข้อ คือ 1000, 850, 700, 600, 550, 450, และ 350 ตามลำดับ

(2) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ ตามโมเดล 3 พารามิเตอร์ในแบบแผนกลุ่มสมมูลที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 30, 50, 70, 90, 110, 130, และ 150 ข้อ คือ 2550, 2350, 2150, 1750, 1550, 1400 และ 1150 ตามลำดับ

(3) ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ ตามโมเดล 1 พารามิเตอร์ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30, 50, 70, 90, 110, 130, และ 150 ข้อ คือ 750, 650, 500, 400, 350, 300 และ 200 ตามลำดับ

(4) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำตามโมเดล 3 พารามิเตอร์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30, 50, 70, 90, 110, 130, และ 150 ข้อ คือ 2000, 1800, 1600, 1350, 1200, 1000 และ 800 ตามลำดับ

(5) โมเดลการตอบสนองรายข้อ 1 และ 3 พารามิเตอร์ ทั้งแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำในแต่ละความยาวแบบทดสอบแตกต่างกัน โดยโมเดล 1 พารามิเตอร์ ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่น้อยกว่า

(6) โมเดลการตอบสนองรายข้อที่ใช้คือ 1 และ 3 พารามิเตอร์ ทั้งแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำในแต่ละความยาวแบบทดสอบแตกต่างกัน โดยแบบแผนข้อสอบร่วมใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่น้อยกว่า

3.2.2 การศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้รูปแบบการปรับเทียบคะแนน

ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ (2529 :155-170) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการปรับเทียบคะแนน 3 วิธีคือ วิธีอิควิเปอร์เซนไทล์ วิธีเชิงเส้นตรง และวิธีอิงทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ โดยใช้แบบทดสอบร่วมภายในที่ต่างกัน 3 ขนาด คือ ขนาดร้อยละ 20 (70ข้อ) ร้อยละ 40 (14 ข้อ) และขนาดร้อยละ 60 (21 ข้อ) แบบทดสอบมีทั้งหมด 100 ข้อ จัดแบ่งเป็น 2 ฉบับ ๆ ละ 35 ข้อ แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีความยากใกล้เคียงกัน การประเมินผลการปรับเทียบคะแนนมี 2 ลักษณะ คือ

1. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน (SEE) ด้วยวิธีที่ต่างกันของแบบทดสอบแต่ละกรณี และ

2. ตรวจสอบความเพียงพอของวิธีการปรับเทียบคะแนน แต่ละวิธี โดยใช้ดัชนีเปรียบเทียบความแตกต่าง (Index C) ที่ได้วิเคราะห์จากกลุ่มตรวจสอบผล

กลุ่มตัวอย่างแยกเป็น 2 กรณี คือ กรณีแบบสอบคัดเลือก 2 กลุ่ม ๆ ละ 1,500 คน และกลุ่มตรวจสอบผลอีก 1 กลุ่ม จำนวน 1,500 คน อีกกรณีหนึ่งคือ กรณีแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกับกรณีแรก

ผลการวิจัยพบว่า การใช้แบบทดสอบร่วมที่ยาวกว่าให้ประสิทธิภาพของการปรับเทียบคะแนนสูงกว่า (คลาดเคลื่อนน้อยกว่า) และให้ผลในระดับที่น่าพอใจมากกว่า ทั้งสองกรณีของแบบทดสอบ การศึกษาวิธีของการปรับเทียบคะแนน พบว่าในกรณีแบบทดสอบคัดเลือกนั้นวิธีที่ให้ความเพียงพอมากที่สุด คือ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ รองลงมาคือ วิธีทฤษฎีการตอบข้อสอบ ซึ่งให้ผลที่แตกต่างกันในกรณีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่พบว่า วิธีที่ให้ความเพียงพอมากที่สุด คือ วิธีเชิงเส้นตรง รองลงมาคือ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าดัชนี C เป็นรายคู่ พบว่า กรณีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ วิธีเชิงเส้นตรงมีความเพียงพอมากกว่าวิธีที่ใช้วิธีทฤษฎีการตอบข้อสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนการเปรียบเทียบวิธีคู่อื่นไม่สามารถสรุปความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เรวดี อินทสะระ (2530 :64-69) ได้เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนและความเพียงพอในการปรับเทียบคะแนน 2 วิธี คือ วิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ กับวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดพัทลุง โดยแบบทดสอบที่ใช้ปรับเทียบคะแนนเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน ร้อยละ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วนำข้อสอบที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้วมาจัดแบ่งเป็นแบบสอบ 2 ชุด ชุดละ 45ข้อ และแต่ละชุดมีข้อสอบร่วมภายใน 15 ข้อ นำไปดำเนินการสอบกลุ่มตัวอย่างอื่น จำนวน 1,557 คน โดยทุกคนต้องทำแบบสอบทั้ง 2 ชุด หลังจากนั้นจัดสุ่มใช้คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบชุดที่ 1 จำนวน 779 คน และอีก 778 คน ใช้คะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 2 ส่วนคะแนนที่เหลือใช้เป็นคะแนนตรวจทานผลของการปรับเทียบคะแนนแต่ละรูปแบบ

ผลการวิจัยพบว่าการปรับเทียบคะแนน รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ความเพียงพอ ในระดับที่น่าพอใจ ส่วนรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบให้ความเพียงพอในระดับปานกลาง สำหรับการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีความคลาดเคลื่อนสูงกว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t-test) แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงคะแนนพบว่ารูปแบบทั้งสองให้คะแนนสมมูลใกล้เคียงกันในช่วงตรงกลางของการแจกแจงคะแนน (คะแนน 19-23) ส่วนช่วงคะแนนต่ำและคะแนนสูง พบว่าวิธีทั้งสองให้ผลแตกต่างในทางตรงกันข้าม กล่าวคือในช่วงคะแนนต่ำ (คะแนน 1-18) นั้น รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีคะแนนสมมูลสูงกว่ารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ ส่วนช่วงคะแนนสูง (คะแนน 24-35) รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีคะแนนสมมูลสูงกว่ารูปแบบการใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ

สำหรับ วรเนตร พิชิตเกริกพล (2537:94-98) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์กับแบบเชิงเส้นตรง โดยศึกษากรณีของลักษณะแบบทดสอบที่มีความยากใกล้เคียงกัน และแตกต่างกัน สอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกันและแตกต่างกัน การประเมินผลการปรับเทียบคะแนนใช้การวิเคราะห์กลุ่มตรวจสอบผล ซึ่งเป็นเกณฑ์ภายนอก เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากการปรับเทียบคะแนนโดยตรงกับผลสุดท้ายของการปรับเทียบคะแนน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยแยกเป็นกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน 900 คน และกลุ่มตัวอย่างตรวจสอบผล 240 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ โดยมีข้อสอบร่วมฉบับละ 20 ข้อ แล้วสร้างตารางแปลงคะแนนสมมูล เพื่อ

วิเคราะห์ดัชนีความแตกต่างมาตรฐาน (C) และความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากการปรับเทียบ จากกลุ่มตัวอย่างตรวจสอบผล

ผลการวิจัยพบว่า (1) กรณีแบบทดสอบมีความยากใกล้เคียงกัน และกลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน วิธีเชิงเส้นตรงมีคุณภาพดีกว่า วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

(2) กรณีแบบทดสอบมีความยากใกล้เคียงกันและกลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถแตกต่างกัน วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ให้คุณภาพดีกว่าวิธีเชิงเส้นตรง (3) ในกรณีแบบทดสอบมีความยากแตกต่างกัน ในกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ให้คุณภาพดีกว่าวิธีเชิงเส้นตรง (4) ในกรณีแบบทดสอบมีความแยกแตกต่างกัน ในกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน การปรับเทียบทั้ง 2 วิธีให้ความเพียงพอในระดับไม่น่าพอใจ

พรพิมล นาคเวช (2537 : 99-101) ได้ศึกษาคุณภาพของการปรับเทียบคะแนนในแนวตั้งโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับผู้มีความสามารถต่างกัน 3 ระดับ ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 โดยวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 สังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา จำนวน 6,429 คน ที่ได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นหลายขั้นตอน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ จำนวน 3,279 คน และกลุ่มตัวอย่างสอบทานผลเพื่อนำผลไปตรวจสอบคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน จำนวน 3,105 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ สำหรับระดับชั้น ม.1 ม. 2 และ ม.3 รวม 3 ฉบับ ๆ ละ 25 ข้อ โดยมีข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้นที่ติดกันระดับชั้นละ 5 ข้อ ผลการศึกษาพบว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนมีค่าอยู่ระหว่าง .031 - .051 ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ค่อนข้างต่ำ และผลการวิเคราะห์ความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้งพบว่า ค่าดัชนีความแตกต่างของการปรับเทียบคะแนนอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

นอกจากนี้ สุนิสา จุ้ยม่วงศรี (2537 : 88-92) ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงจากการใช้แบบทดสอบร่วมภายใน ขนาดความยาวต่างกัน 4 ขนาด คือ 10, 15, 20 และ 25 ข้อ โดยการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของการปรับเทียบคะแนน (SEE) และดัชนีความแตกต่าง (C) จากการวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผล เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ปลายภาค วิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคต้น ของกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดขอนแก่น กลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 60 ข้อ สร้างในปีการศึกษา 2532 (ฉบับ x) และ 2533 (ฉบับ

y) และแบบทดสอบร่วมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการปรับเทียบคะแนนจำนวน 25 ข้อ กลุ่มตัวอย่างสำหรับปรับเทียบคะแนนมีจำนวน 810 ข้อ สุ่มอย่างมีระบบให้แต่ละคนสอบแบบทดสอบฉบับ X หรือฉบับ Y คนละฉบับสลับกันและกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล จำนวน 117 คน โดยใช้สอบแบบทดสอบทั้งสองฉบับ สลับกันด้วยการสุ่มอย่างมีระบบ

ผลการวิจัยพบว่า (1) คะแนนสมมูลของแบบทดสอบฉบับ Y น้อยกว่าคะแนนของแบบทดสอบฉบับ X (2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง ในแบบทดสอบร่วมที่ยาวกว่าให้ค่าน้อยกว่า (3) ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ได้จากอัตราส่วนร้อยละของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เมื่อใช้แบบทดสอบร่วมขนาด 10 15 และ 20 ข้อ เทียบกับแบบทดสอบร่วมขนาด 25 ข้อ ให้ค่า 86.26 89.08 และ 93.30 ตามลำดับ (4) ค่าดัชนีความแตกต่างของการปรับเทียบคะแนน จากการใช้แบบทดสอบร่วม 4 ขนาด ให้ผลอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ทั้งสิ้น

สุมนา โสตถิผลอนันต์ (2539 : 99-101) ได้ศึกษาวิธีการปรับเทียบคะแนนแบบเส้นตรง 4 วิธี โดยมีข้อตกลงว่าแบบทดสอบที่นำมาปรับเทียบคะแนนนั้น ต้องเป็นไปตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ และมีความเชื่อมั่นเท่าเทียมกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 หลักสูตรพยาบาลศาสตร์ และพยาบาลศาสตร์ระดับต้น ปีการศึกษา 2538 ของวิทยาลัยพยาบาลในเขตภาคกลาง จำนวน 864 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย มาจัดเป็นกลุ่มเทียบคะแนน 12 กลุ่ม ที่มีความสามารถทางสมองเท่าเทียมกัน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดการคิดเอกนัยแบบสัมพันธ์ที่มีฟอร์มต่างกัน 3 ฟอร์ม คือ ฟอร์ม A ฟอร์ม B และฟอร์ม C โดยใช้ฟอร์ม C เป็นแบบทดสอบหลักที่มีลักษณะการใช้เป็นแบบทดสอบเชื่อมโยง และเป็นข้อสอบร่วม มีขนาดความยาว 3 ขนาด คือ เป็นสัดส่วน 0.2, 0.3 และ 0.4 ของแบบทดสอบเทียบคะแนนฟอร์ม A การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการคำนวณจากสูตร 4 วิธี แล้วจึงเปรียบเทียบคะแนนแปลงและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน ด้วยวิธีการหาความแปรปรวนแบบการวัดซ้ำ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนแปลงที่ได้จากวิธีการคำนวณด้วยสูตร 4 วิธี ผลการใช้แบบทดสอบเชื่อมโยงกับข้อสอบร่วม ผลของการเปรียบเทียบขนาดความยาวของแบบทดสอบหลัก และผลของการเปรียบเทียบความคลาดคเลื่อนมาตรฐานที่เกิดจากการใช้วิธีการคำนวณด้วยสูตร 4 วิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2.3 การนำวิธีการปรับเทียบคะแนนไปประยุกต์ ใช้ในการศึกษา ได้มีผู้นำวิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้งและแนวนอนไปใช้สร้างตารางเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและใช้ในการปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายดังนี้

สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์ (2531 : 77-80) ได้สร้างแบบทดสอบ และตารางปรับเทียบคะแนนในแนวนอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ที่วิเคราะห์ด้วยราส์ชโมเดล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ในจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 1,391 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ใช้แบบทดสอบ 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ มีข้อสอบร่วม 10 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบ 2 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ –1.38 ถึง 2.25 และ –1.63 ถึง 1.17 มีค่า t-test ตั้งแต่ –1.70 ถึง 1.71 และ –1.40 ถึง 2.09 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณจาก KR-20 เท่ากับ .76 และ .78 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนดิบจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ มาสร้างตารางเทียบคะแนนภายใต้ความสามารถที่เท่ากัน ได้คะแนนดิบแต่ละค่าเท่ากันทุกคะแนน และได้ค่าดัชนีความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนนเท่ากับ .1019 ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพอใจมาก แบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบร่วมระหว่างชั้นฉบับละ 10 ข้อ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สร้างตารางเทียบคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 จากความสามารถที่เท่ากัน ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องสมการและอสมการของนักเรียนได้ และได้มีผู้นำวิธีการปรับเทียบคะแนนไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนคือ

สุจินดา ผ่องอักษร (2533 : 143-157) นำวิธีการปรับเทียบคะแนนโดยใช้แบบจำลองของราส์ชไปใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทักษะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจบตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ในช่วงระยะเวลา 3 ปีการศึกษา (ปีการศึกษา 2529 ถึง 2531) ในการวิจัยครั้งนี้นอกจากศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วยังมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างปีการศึกษาต่าง ๆ หลังจากที่ได้เทียบคะแนนแล้ว และเปรียบเทียบสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่น่าพอใจระหว่างการเทียบคะแนนกับไม่เทียบคะแนน กลุ่มตัวอย่างการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามโครงการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ในจังหวัดปทุมธานี แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในกลุ่มทักษะ (วิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทย) ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติสร้างขึ้นและใช้ทดสอบนักเรียนเมื่อปีการศึกษา 2529 2530 และ 2531 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้รูปแบบผู้สอบร่วม เนื่องจากแบบทดสอบที่ใช้ทั้ง 3 ฉบับ ไม่มีข้อสอบร่วมกัน

ผลการวิจัยพบว่า จากการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ 3 ฉบับ คะแนนที่เทียบแล้วของแบบทดสอบ 3 ฉบับซึ่งตรงกับคะนนดิบค่าเดียวกันมีค่าแตกต่างกันทั้งแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบภาษาไทย เมื่อศึกษาความก้าวหน้าของ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2530 สูงกว่าปีการศึกษา 2529 แต่ลดลงในปีการศึกษา 2531 สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย พบว่าอัตราความก้าวหน้าของคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกปีการศึกษา และอัตราความก้าวหน้าของค่าร้อยละนักเรียนที่มีผลน่าพอใจเพิ่มขึ้นทุกปีการศึกษา

สำหรับ วรรณ์ดี แสงประทีปทอง (2538 :123-133) ได้ศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 โดยใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง ตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ แบบจำลองโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในกลุ่มรวมและกลุ่มย่อยตามระดับความสามารถของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ในจังหวัดสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนเป็นนักเรียน ม.1 ม.2 และ ม.3 จำนวน 1245, 1280 และ 1171 คนตามลำดับ และกลุ่มสอบทานผลเป็นนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จำนวน 373 384 และ 352 คนตามลำดับ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ท101 (ม.1) ท203 (ม.2) และ ท305 (ม.3) และแบบทดสอบร่วมเป็นแบบทดสอบความสามารถทั่วไปทางภาษาไทย 1 ฉบับ รวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์จริง ผลการวิจัยพบว่า

(1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้น ม.2 ไป ม.3 ก้าวหน้ากว่าปกติ แต่ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้น ม.1 ไป ม.2 ก้าวหน้าตามปกติ

(2) ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถสูง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้น ม.2 ไป ม.3 และ ม.1 ไป ม.2 ก้าวหน้าตามปกติ

(3) ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถปานกลางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียน ชั้น ม.2 ไป ม.3 และ ม.1 ไป ม.2 ก้าวหน้ามากกว่าปกติ

(4) ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่ำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้น ม.2 ไป ม.3 ก้าวหน้ามากกว่า ปกติ แต่ ม.1 ไป ม.2 ก้าวหน้าตามปกติ

นอกจากนี้ได้มีผู้นำวิธีการปรับเทียบคะแนนไปใช้ปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยศึกษาในเชิงเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

กนิษฐา แสนแก้ว (2541 : 110-114) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของวิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสม 3 วิธีได้แก่ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ วิธีเชิงเส้นตรงโดยการแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z-Score) และวิธีปรับโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบภายใต้ Graded

Response Model โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนเป็นแบบทดสอบร่วม กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ ที่เข้าศึกษาในปีการศึกษา 2540 ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยศิลปากร จำนวน 559 คน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมหาวิทยาลัยปีที่ 1 เป็นเกณฑ์ วิธีปรับโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีคุณภาพสูงสุด รองลงมาคือ วิธีเชิงเส้นตรง และวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ เมื่อใช้คะแนนสอบเข้ามหาวิทยาลัยเป็นเกณฑ์ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์มีคุณภาพสูงสุด รองลงมาคือวิธีปรับโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และวิธีเชิงเส้นตรง ตามลำดับ

ในปีเดียวกัน สุภาภรณ์ คงทวี (2541 : 205 – 213) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสม 3 วิธี ได้แก่ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ วิธีเชิงเส้นตรงรูปแบบที่ 3 ของแองกอฟ (Angoff.1971) และวิธีปรับโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบภายใต้ Graded Responese Model ของ ยัง (Young.1990) โดยใช้แบบทดสอบเข้ามหาวิทยาลัยเป็นแบบทดสอบร่วม กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิต นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ 6 แห่ง ในปีการศึกษา 2540 ที่จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในปีการศึกษา 2539 โดยวิเคราะห์แยกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรม พาณิชยศาสตร์ และการบัญชี มนุษยศาสตร์ – สังคมศาสตร์ (แผนการสอนศิลป์) และมนุษยศาสตร์ – สังคมศาสตร์ (แผนการสอนวิทยาศาสตร์) ผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมหาวิทยาลัยปี 1 เป็นเกณฑ์ วิธีปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในกลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีปรับโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์สูงกว่าวิธีปรับเชิงเส้นตรง สำหรับกลุ่มสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนในสาขาวิชาอื่น ๆ วิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมทั้ง 3 วิธีมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ไม่ต่างกัน

สุภมาส อังศุโชติ (2543 : 183-187) ได้ทำการศึกษาเพื่อ (1)วิเคราะห์ผลการปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยวิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสม 5 วิธี คือ วิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมเชิงเส้นตรงตาม Design IV C-2 ของ Angoff (ANGOFF-4C2) วิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบภายใต้ Graded Response Model (IRT-GRM) วิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วยการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงเส้นทั่วไป (GLM-MODEL) วิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดคอนเจนเนอริค 1 องค์ประกอบ (CON-CFA) และวิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วยโมเดลหลายฟาเซทของราส์ช (RASCH-FACET) และ (2) เพื่อเปรียบเทียบความตรงเชิงทำนายระหว่างวิธีปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมทั้ง 5 วิธี โดยใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมระดับ

มหาวิทยาลัยปี 1 และ ปี 2 เป็นเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างในการปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ นักเรียนจำนวน 5,919 คนที่สำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2539 จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่มีคุณภาพต่างกัน 3 ระดับในเขตกรุงเทพมหานครและภาคกลาง จำนวน 28 โรงเรียน และใช้เฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยของรัฐในปีการศึกษา 2540 จำนวน 1,029 คน ในการตรวจสอบความตรงเชิงทำนาย ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย คะแนนเฉลี่ยระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย คะแนนสอบเข้ามหาวิทยาลัยและคะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมหาวิทยาลัยปี 1 และปี 2 ของผู้ที่สอบคัดเลือกผ่าน

ผลการวิจัยพบว่า

1. โรงเรียนที่มีระดับคุณภาพในกลุ่มเดียวกันหรือต่างกลุ่มกันมีมาตรฐานการใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกันเป็น 4 ลักษณะ คือ (1) ให้คะแนนเฉลี่ยสะสมสูงกว่าที่ควรจะเป็นในทุกช่วงคะแนนเฉลี่ยสะสม (2) ให้คะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่าที่ควรจะเป็นในทุกช่วงคะแนนเฉลี่ยสะสม (3) ให้คะแนนเฉลี่ยสะสมสูงกว่าที่ควรจะเป็นในช่วงคะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำแต่ ให้คะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่าที่ควรจะเป็นช่วงคะแนนเฉลี่ยสะสมสูง และ (4) ให้คะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่าที่ควรจะเป็นในช่วงคะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำแต่ให้คะแนนเฉลี่ยสะสมสูงกว่าที่ควรจะเป็นในช่วงคะแนนเฉลี่ยสะสมสูง

2. เมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมหาวิทยาลัยปี 1 และปี 2 ที่ปรับโดยใช้สมการถดถอย และที่ปรับด้วยโมเดลหลายฟาเซทของราส์ชเป็นเกณฑ์ให้ผลสอดคล้องกัน คือ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 คะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ปรับด้วยวิธีปรับ 3 วิธี คือ วิธี RASCH-FACET วิธี ANGOFF-4C2 และวิธี IRT-GRM ให้ความตรงเชิงทำนายสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเดิม และวิธี Con-CFA ให้ความตรงเชิงทำนายต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเดิม ผลที่ต่างกันคือเมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมหาวิทยาลัยปี 1 และปี 2 ที่ปรับโดยใช้สมการถดถอยเป็นเกณฑ์ คือ วิธี GLM-MODEL ให้ความตรงเชิงทำนายสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเดิมแต่จะไม่แตกต่างกันเมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมหาวิทยาลัยปี 1 และปี 2 ที่ปรับด้วยโมเดลหลายฟาเซทของราส์ชเป็นเกณฑ์ ส่วนการเปรียบเทียบความตรงเชิงทำนายระหว่างวิธีพบว่า วิธี RASCH-FACET ให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือวิธี ANGOFF-4C2 และวิธี IRT-GRM ซึ่งสองวิธีนี้ให้ความตรงเชิงทำนายไม่แตกต่างกัน อันดับที่สี่คือวิธี GLM-MODEL และอันดับสุดท้ายคือวิธี CON-CFA

จากงานวิจัยที่กล่าวมานี้ แสดงให้เห็นว่า ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบไว้หลายแนวด้วยกัน ทั้งการเปรียบเทียบวิธีการปรับเทียบคะแนน การหารูปแบบที่เหมาะสม ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ความยาวของแบบทดสอบและ

ความยาวของแบบทดสอบร่วม ซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับขนาดของกลุ่มตัวอยางให้ผลไปในทำนองเดียวกันว่ากลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ จะให้ผลการปรับเทียบที่ดีกว่า และในรูปแบบการปรับเทียบคะแนนแบบ IRT การปรับเทียบตามโมเดล 3 พารามิเตอร์ ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มากกว่าโมเดล 1 และ 2 พารามิเตอร์ สำหรับเรื่องความยาวของแบบทดสอบร่วม พบว่าข้อสอบร่วมที่มากกว่าให้ผลการปรับเทียบที่เที่ยงตรงกว่า ส่วนในเรื่องวิธีการปรับเทียบคะแนนนั้นยังได้ข้อสรุปที่ขัดแย้งกันอยู่ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่ทำการศึกษา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ที่มีแบบแผนการปรับเทียบ และความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกันในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

แบบแผนการวิจัย

การปรับเทียบคะแนนครั้งนี้ได้ออกแบบเก็บรวบรวมข้อมูลสองแบบคือแบบแผนกลุ่มสมมูล(Equivalent Group)และแบบแผนข้อสอบร่วมแบบภายใน(Internal Anchor Test) ดังนี้

1. แบบแผนกลุ่มสมมูล (Equivalent Groups Design) ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มผู้สอบให้มีความสามารถใกล้เคียงกันโดยการสุ่มอย่างมีระบบแล้วให้ผู้สอบในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบเพียงฉบับเดียวดังภาพประกอบ 6

กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน	
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2
P_1	x	-
P_2	-	y

ภาพประกอบ 6 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูล

2. แบบแผนข้อสอบร่วม (Anchor Test Design) ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มผู้สอบเป็นสองกลุ่มอย่างสุ่ม แล้วให้ผู้สอบแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว แบบทดสอบแต่ละฉบับจะมีข้อสอบร่วมกันจำนวนหนึ่ง ซึ่งเรียกว่าแบบทดสอบร่วม (Anchor Test) การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบร่วมชนิดภายใน ดังภาพประกอบ 7

กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน	
	ฉบับที่1	ฉบับที่ 2
P_1	xv	-
P_2	-	vy

ภาพประกอบ 7 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการปรับเทียบคะแนนแบบข้อสอบร่วม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชุมพร ซึ่งมีโรงเรียนทั้งหมด 24 โรงเรียน จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งหมด 4,142 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดชุมพร จำนวน 20 โรงเรียน มีนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3,552 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่ม 2 ขั้นตอน (Two-stage random sampling)โดยดำเนินการตามลำดับดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียน

1.1 แบ่งโรงเรียนออกเป็น 3 ขนาด คือโรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ซึ่งจากการสำรวจมีโรงเรียนขนาดใหญ่ 7 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 10 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 7 โรงเรียน

1.2 สุ่มโรงเรียนตามสัดส่วนของโรงเรียนแต่ละขนาด ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย ได้โรงเรียนขนาดใหญ่ 6 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 8 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 6 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียน

หลังจากได้โรงเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในแต่ละขนาดแล้ว จึงทำการสุ่มห้องเรียน ตามสัดส่วนจำนวนห้องเรียนในแต่ละโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ได้จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3,552 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ใช้ในการทดลองข้อสอบ (Try out) เพื่อศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 552 คน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ใช้ในการวิจัยเพื่อนำผลการสอบไปวิเคราะห์ปรับเทียบคะแนน ด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรง ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม โดยในแต่ละแบบแผนต้องใช้แบบทดสอบ 2 ฉบับ และนักเรียนต้องทำแบบทดสอบคนละ 1 ฉบับ เพื่อให้ได้นักเรียนที่สอบแบบทดสอบแต่ละฉบับมีความสามารถด้านการเรียนใกล้เคียงกัน จึงสุ่มนักเรียนโดยเรียงตามลำดับความสามารถ แล้วแจก

แบบทดสอบสลับกันไป ได้จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มปรับเทียบคะแนนทั้งหมด 2,000 คน โดยแยกเป็น

แบบแผนกลุ่มสมมูล จำนวน 1,000 คน
สอบแบบทดสอบฉบับที่หนึ่ง (ฉบับ X) 500 คนและ
สอบแบบทดสอบฉบับที่สอง (ฉบับ Y) 500 คน
แบบแผนข้อสอบร่วม จำนวน 1,000 คน
สอบแบบทดสอบฉบับที่หนึ่ง (ฉบับ X) 500 คนและ
สอบแบบทดสอบฉบับที่สอง (ฉบับ Y) 500 คน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มสอบทานผล เป็นกลุ่มที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนำผลการสอบไปวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของวิธีปรับเทียบคะแนน กลุ่มสอบทานผลแต่ละคน จะต้องทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ในแบบแผนกลุ่มสมมูลมีจำนวน 500 คน และแบบแผนข้อสอบร่วมมีจำนวน 500 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 2

และเนื่องจากการออกแบบการปรับเทียบคะแนนจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างปรับเทียบแบบแผนละ 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มไม่ควรมีขนาดต่ำกว่า 400 คน (Brennan and Kolen. 1987 : 285) จึงใช้กลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนรวมทั้งสิ้น 2,000 คน และกลุ่มตัวอย่างสอบทานผลที่ใช้ประเมินคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน ซึ่งควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 % ของกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน(สุนิสา จุ้ยม่วงศรี. 2537 : 45 อ้างอิงจาก Kolen and Whitney. 1982) อีก 2 แบบแผน แบบแผนละ 500 คน

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ การปรับเทียบคะแนน และการสอบทานผล จำแนกตามโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน / นักเรียนที่ใช้สอบ				
		การปรับเทียบคะแนน		การสอบทานผล	
	การสร้างเครื่องมือ	แบบแผนกลุ่มสมมูล	แบบแผนข้อสอบร่วม	แบบแผนกลุ่มสมมูล	แบบแผนข้อสอบร่วม
ขนาดใหญ่					
1. ศรียาภัย	1(50)	2(100)	2(100)	2(100)	
2. ท่าแซะรัชดาภิเษก	2(72)	1(36)	2(72)		1(36)
3. สวีวิทยา	2(96)	2(96)	2(96)		2(96)
4. สวนศรีวิทยา	2(90)	2(90)	2(90)	2(90)	2(96)
5. ปะทิววิทยา		2(84)	2(84)	1(42)	
6. สอาดเผดิมวิทยา		2(90)	2(90)	2(96)	2(90)
ขนาดกลาง					
7. หงษ์เจริญวิทยาคม	1(35)	1(35)	1(35)		
8. ท่าข้ามวิทยา		2(70)	1(35)	1(35)	
9. เมืองชุมพรวิทยา	1(35)	1(35)	1(35)		1(35)
10. ทุ่งตะโกวิทยา	1(34)	1(34)	1(34)	1(34)	
11. ปากน้ำชุมพรวิทยา		2(74)	1(37)	1(36)	
12. เขาทะลุวิทยาคม		1(35)	1(35)		1(35)
13. มาบอำมฤตวิทยา		1(42)	1(42)		1(42)
14. เมืองหลังสวน	1(44)	1(45)	1(43)		
ขนาดเล็ก					
15. นาสักวิทยา	1(38)		1(38)		
16. ด่านสวีวิทยา		1(38)	1(37)	1(37)	
17. ปากน้ำหลังสวนวิทยา		1(36)	1(37)		1(37)
18. ชลธารวิทยา	1(28)	1(27)	1(27)		
19. พะโต๊ะวิทยา			1(33)		1(33)
20. ครนพิทยาคม	1(30)	1(33)		1(30)	
รวม	14(552)	25(1,000)	25(1,000)	12(500)	12(500)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 ข้อ และแบ่งข้อสอบเป็น 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ สำหรับเก็บข้อมูลในแบบแผนกลุ่มสมมูล ส่วนในแบบแผนข้อสอบร่วม จะนำแบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) จำนวน 15 ข้อ รวมอยู่ด้วยในแบบทดสอบแต่ละฉบับดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม

แบบทดสอบ	แบบแผนกลุ่มสมมูล	แบบแผนข้อสอบร่วม		
		ข้อสอบปรับเทียบ	ข้อสอบร่วม	รวมทั้งฉบับ
ฉบับที่ 1 (X)	60 ข้อ	60 ข้อ	15 ข้อ	75 ข้อ
ฉบับที่ 2 (Y)	60 ข้อ	60 ข้อ	15 ข้อ	75 ข้อ

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ค 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2544 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 60 ข้อ โดยวัดความรู้ครอบคลุมเนื้อหา 7 เรื่อง คือ การเขียนตัวเลขแทนจำนวน สมบัติของจำนวนนับ ทศนิยม การวัดและการประมาณ เส้นตรงและมุม เศษส่วน ความยาว พื้นที่และปริมาตร จากเนื้อหาในหลักสูตรพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยมีกระบวนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหา หลักสูตร จุดมุ่งหมายการสอนจากคู่มือครู หนังสือแบบเรียน ในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์และน้ำหนักของข้อสอบ แล้วกำหนดจำนวนข้อสอบแต่ละเนื้อหาดังรายละเอียดดังนี้

ตาราง 4 การวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ และน้ำหนักของข้อสอบในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ
1. การเขียนตัวเลขแทนจำนวน	1. เขียนตัวเลขให้อยู่ในรูปการคูณของจำนวนนับที่น้อยที่สุดกับเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นสิบและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนนับ	4
	2. บวกและลบจำนวนที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังอย่างง่ายได้	4
	3. แยกตัวประกอบของจำนวนนับได้	
2. สมบัติของจำนวนนับ	4. หา ห.ร.ม. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้	6
	5. หา ค.ร.น. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้	6
		6
3. ทศนิยม	6. บอกค่าของเลขโดดที่อยู่ในทศนิยมตำแหน่งต่าง ๆได้	6
	7. บวก ลบ คูณ และหารทศนิยมได้	10
	8. แก้โจทย์ปัญหาที่มีการบวก ลบ คูณ และหารทศนิยมได้	6
4. การวัดและการประมาณ	9. หาค่าใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้โดยใช้การปัดเศษได้	6
	10. ใช้การประมาณค่าแก้โจทย์ปัญหาได้	6
5. เส้นตรงและมุม	11. สร้างรูปสามเหลี่ยมบางรูปโดยอาศัยการสร้างส่วนของเส้นตรงและมุมให้มีความยาวและขนาดเท่ากับความยาวและขนาดของเส้นตรงและมุมที่กำหนดให้ได้	2
	12. แบ่งมุมที่กำหนดให้ออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนมีขนาดเท่ากันได้	2
	13. สร้างมุมขนาดต่าง ๆ โดยอาศัยวิธีการสร้างมุมขนาดเท่ากับ 45, 60 องศาได้	2

ตาราง 4 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ
6. เศษส่วน	14. บอกได้ว่าเศษส่วนที่กำหนดให้มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน	8
	15. บวก ลบ คูณและหารเศษส่วนได้	12
	16. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนได้	10
7. ความยาวพื้นที่และปริมาตร	17. หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และรูปสามเหลี่ยมได้	10
	18. หาปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	8
	19. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่และปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	6

1.3 สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา โดยให้มีจำนวนข้อสอบมากกว่าที่ต้องการใช้จริงประมาณ 20 ข้อ

ตัวอย่างข้อสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ หา ห.ร.ม.ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้

ข้อสอบ 1. ห.ร.ม. ของ 48, 72, และ 192 คือจำนวนในข้อใด

ก. 6 ข. 12 ค. 15

ง. 24 จ. 48

จุดประสงค์การเรียนรู้ บวก ลบ คูณ และหารทศนิยมได้

ข้อสอบ 2. ค่าของ 48.2 + 2.65 - 23.07 เท่ากับจำนวนใด

ก. 2.7780 ข. 27.780 ค. 27.880

ง. 28.780 ง. 28.870

1.4 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับร่างแล้วนำไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

1. อาจารย์จุรีวรรณ นิลยกานนท์ โรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร
2. อาจารย์สุภรณ์ สินธพานนท์ โรงเรียนปะทิววิทยา จังหวัดชุมพร
3. อาจารย์อุไรวรรณ ทองเจิม โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก จังหวัดชุมพร
4. อาจารย์อวยพร พรหมสถิตย์ โรงเรียนสวนศรีวิทยา จังหวัดชุมพร
5. อาจารย์เบญจา เขียวสม โรงเรียนปากน้ำหลังสวนวิทยา จังหวัดชุมพร

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ตามวิธีของโรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ . 2527 : 67-70; อ้างอิงจาก Rovinelli and Hambleton. 1977) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$IOC = R/N$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
R คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

พิจารณาคะแนนการตัดสินเฉลี่ยมีค่ามากกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์นั้นจริง และให้น้ำหนักคะแนนดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น
-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น

จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญได้ข้อสอบที่มี IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 (ดังตาราง 21-22 ในภาคผนวก ข)

1.5 ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

1.6 ทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร จำนวน 1 ห้องเรียน นำผลการสอบมาพิจารณาปรับปรุงความชัดเจนของข้อสอบ

1.7 ทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

โรงเรียนสวนศรีวิทยา	2	ห้องเรียน
โรงเรียนเมืองชุมพร	1	ห้องเรียน
โรงเรียนชลธารวิทยา	1	ห้องเรียน
โรงเรียนนาสักวิทยา	1	ห้องเรียน

นำผลการสอบที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้ในแบบทดสอบโดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8

ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความเชื่อมั่น (r_{tt})	SE_M
ฉบับที่ 1 (X)	0.206-0.790	0.211-0.754	0.894	3.420
ฉบับที่ 2 (Y)	0.219-0.801	0.241-0.741	0.934	3.299

(รายละเอียดดังตาราง 23-24 ในภาคผนวก ข)

1.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จะได้แบบทดสอบปรับเทียบคะแนนจำนวน 2 ฉบับ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในกรณีที่ใช้แบบแผนกลุ่มสมมูล

2. แบบทดสอบร่วม เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สร้างขึ้นตามหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือกโดยมีขั้นตอนการสร้างเช่นเดียวกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน

2.1 ทดลองใช้แบบทดสอบร่วม

2.1.1 ทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อนำผลการสอบมาพิจารณาปรับปรุงความชัดเจนของข้อสอบ โดยนำไปสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหงษ์เจริญวิทยาคม จังหวัดชุมพร จำนวน 1 ห้องเรียน

2.1.2 ทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือก คือ มีค่าความยากง่ายของข้อสอบ อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก จำนวน 2 ห้องเรียน
โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน
โรงเรียนเมืองหลังสวน จำนวน 1 ห้องเรียน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบร่วม ได้ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.314 – 0.790 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.241 – 0.741

2.2 การจัดเตรียมแบบทดสอบร่วมเพื่อทำการปรับเทียบคะแนน

2.2.1 จัดเตรียมแบบทดสอบร่วม โดยนำข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์มาคัดเลือกในแต่ละจุดประสงค์ให้ได้จำนวนตามน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ จากตารางวิเคราะห์เนื้อหา โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลางและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดี ในกรณีที่ข้อสอบมีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกันจะใช้วิธีสุ่มตามจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ เรียงตามลำดับความสำคัญของจุดประสงค์ ในแต่ละเนื้อหาจนครบ 15 ข้อ

2.2.2 นำแบบทดสอบร่วม จำนวน 15 ข้อ มารวมกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนแต่ละฉบับทั้ง 2 ฉบับ (ฉบับ x และ ฉบับ y) โดยเรียงข้อสอบร่วมตามเนื้อหา ในแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ให้เลขข้อสอบของแบบทดสอบร่วมตรงกัน ทั้ง 2 ฉบับ จะได้แบบทดสอบที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนนเป็นเครื่องมือในการวิจัย ในกรณีที่ใช้แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบร่วม จำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 75 ข้อ

การกำหนดข้อสอบในแบบทดสอบแต่ละฉบับดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 การกำหนดข้อสอบในแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) และ ฉบับที่ 2 (Y) ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	แบบแผนกลุ่มสมมูล		แบบแผนข้อสอบร่วม		
	ฉบับที่ 1(x) ข้อที่	ฉบับที่ 2(y) ข้อที่	ฉบับที่ 1(x) ข้อที่	ฉบับที่ 2(y) ข้อที่	ข้อสอบร่วม ข้อที่
1	1 –2	1 –2	1 – 2	1 – 2	3
2	3 – 4	3 – 4	4 – 5	4 – 5	6
3	5 – 7	5 – 7	7 – 9	7 – 9	10

ตาราง 6 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่	แบบแผนกลุ่มสมมูล		แบบแผนข้อสอบร่วม		
	ฉบับที่ 1(x) ข้อที่	ฉบับที่ 2(y) ข้อที่	ฉบับที่ 1(x) ข้อที่	ฉบับที่ 2(y) ข้อที่	ข้อสอบร่วม ข้อที่
4	8 – 10	8 – 10	11 – 13	11 – 13	14
5	11 – 13	11 – 13	15 – 17	15 – 17	18
6	14 – 16	14 – 16	19 – 21	19 – 21	-
7	17 – 21	17 – 21	22 – 26	22 – 26	27
8	22 – 24	22 – 24	28 – 30	28 – 30	31
9	25 – 27	25 – 27	31 –34	31 –34	35
10	28 – 30	28 – 30	36 – 38	36 – 38	39
11	31	31	40	40	-
12	32	32	41	41	-
13	33	33	42	42	43
14	34 – 37	34 – 37	44 – 46	44 – 46	48
15	38 – 43	38 – 43	49 – 54	49 – 54	55
16	44 – 48	44 – 48	56 – 60	56 – 60	61
17	49 – 53	49 – 53	62 – 66	62 – 66	-
18	54 – 57	54 – 57	67 – 70	67 – 70	71
19	58 - 60	58 - 60	72 - 74	72 - 74	75

การเก็บรวบรวมข้อมูล

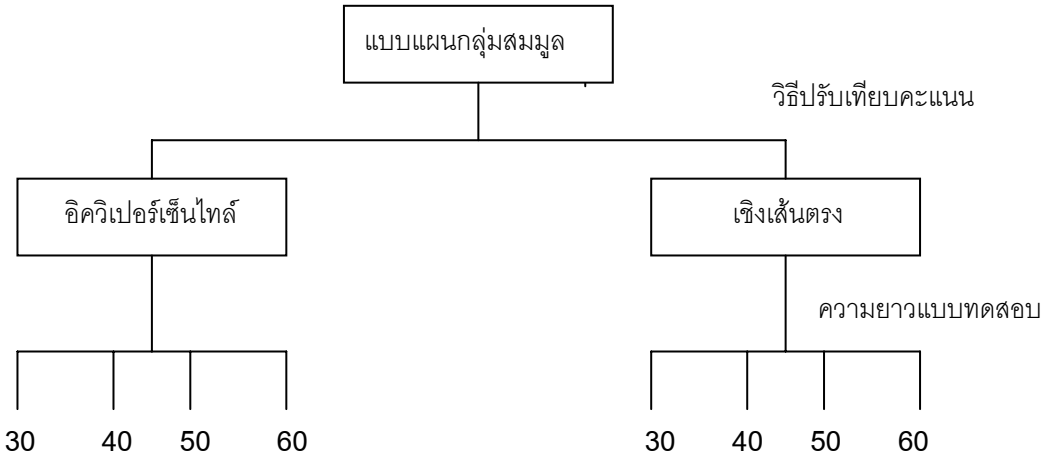
1. วางแผนในการเก็บข้อมูล โดยติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนในโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน และกลุ่มสอบทานผล ตลอดจนกำหนดวัน และเวลาในการสอบ

2. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน

2.1.1 แบบแผนกลุ่มสมมูล นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 60 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนโดยนักเรียนแต่ละคนในแต่ละห้องของแต่ละโรงเรียนถูกสุ่มอย่างมีระบบให้สอบแบบทดสอบ เพียงคนละ 1 ฉบับ

แบบแผนการจำลองข้อมูลเพื่อปรับเทียบคะแนนมีดังนี้

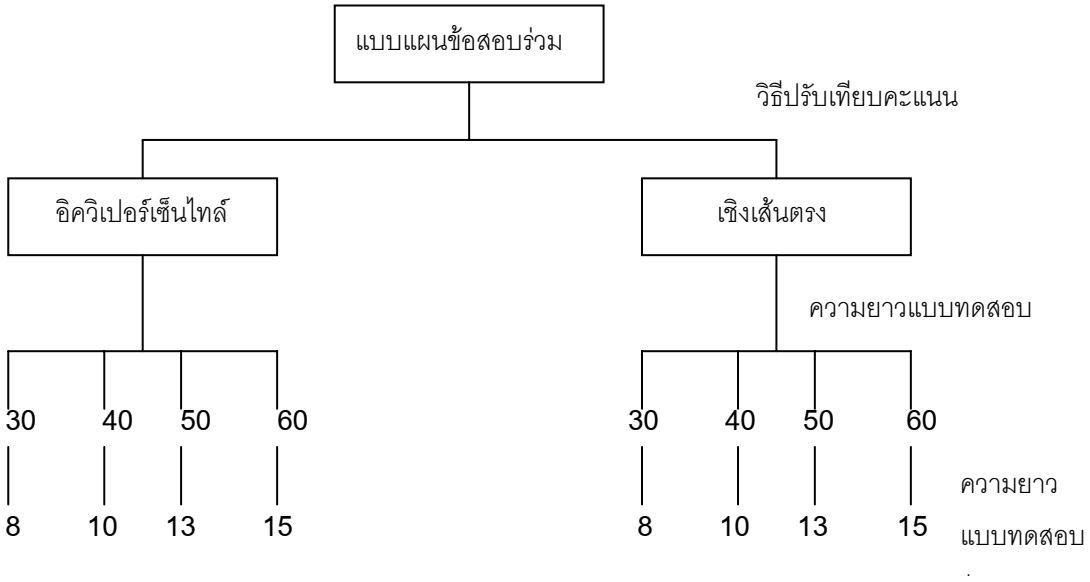


ภาพประกอบ 8 แบบแผนการจำลองข้อมูลตามแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล

จากภาพประกอบ 8 เป็นแบบแผนสำหรับปรับเทียบคะแนนตามแบบแผนกลุ่มสมมูล ด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรง ซึ่งแต่ละวิธีใช้แบบทดสอบที่มีความยาวแตกต่างกันคือ 30 ข้อ 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ

2.1.2 แบบแผนข้อสอบร่วม นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 60 ข้อรวมกับข้อสอบร่วม 15 ข้อ เป็นข้อสอบฉบับละ 75 ข้อไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน ได้ดำเนินการเช่นเดียวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบแผนกลุ่มสมมูล (ข้อ 2.1.1)

มีแบบแผนการจำลองข้อมูลเพื่อปรับเทียบคะแนนดังนี้



ภาพประกอบ 9 แบบแผนการจำลองข้อมูลตามแบบแผนการปรับเทียบแบบข้อสอบร่วม

จากภาพประกอบ 9 เป็นแบบแผนสำหรับเทียบคะแนนตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรง ซึ่งแต่ละวิธีใช้แบบทดสอบร่วมที่มีความยาวมากกว่าร้อยละ 20 ของข้อสอบทั้งฉบับ จึงได้ความยาวของแบบทดสอบร่วมเป็น 8 ข้อ 10 ข้อ 15 ข้อ และ 20 ข้อ ตามลำดับ และข้อสอบร่วมที่ใช้เป็นแบบข้อสอบร่วมภายใน

2.2 กลุ่มตัวอย่างสอบทานผล

นำแบบทดสอบที่ได้จัดเตรียมไว้ ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล กำหนดดังนี้

แบบแผนกลุ่มสมมูล สอบนักเรียน 500 คน

แบบแผนข้อสอบร่วม สอบนักเรียน 500 คน

นักเรียนแต่ละคนในแต่ละห้องเรียน แต่ละโรงเรียน ได้สอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ในแต่ละแบบแผน โดยสุ่มอย่างมีระบบ ให้แต่ละคนสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 ก่อน แล้วตามด้วยฉบับที่ 2 หรือสอบฉบับที่ 2 ก่อน แล้วตามด้วยฉบับที่ 1 สอบวันละ 1 ฉบับ เว้น 1 วัน จึงสอบอีก 1 ฉบับ

3. นำผลการสอบมาตรวจ โดยกำหนดให้ตอบถูกได้ 1 และตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0

4. พิจารณาคะแนนการตอบข้อสอบของกลุ่มตัวอย่างใน 2 แบบแผนการรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.1 แบบแผนกลุ่มสมมูล พิจารณาจากคะแนนการตอบจากแบบทดสอบขนาด

ต่างๆ คือ 60 50 40 และ 30 ข้อ กำหนดให้แบบทดสอบฉบับแรกมีความยาว 60 ข้อ ส่วนฉบับอื่น ๆ สุ่มข้อสอบจาก ฉบับแรกตามสัดส่วนของเนื้อหาสำคัญมาจัดเป็นฉบับละ 50 ข้อ 40 ข้อ และ 30 ข้อ ตามลำดับ

4.2 แบบแผนข้อสอบร่วม พิจารณาจากคะแนนการตอบจากแบบทดสอบขนาดต่างๆ ที่รวมแบบทดสอบร่วมไว้แล้วโดยแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนฉบับแรกยาว 60 ข้อ รวมแบบทดสอบร่วม 15 ข้อ เป็นข้อสอบทั้งหมด 75 ข้อ ส่วนฉบับอื่น ๆ สุ่มข้อสอบปรับเทียบคะแนนจากฉบับแรก และสุ่มข้อสอบร่วมจากข้อสอบร่วมทั้งหมด 15 ข้อ ตามสัดส่วนของเนื้อหาสำคัญ มาจัดเป็นฉบับละ 50 ,40 และ 30 ข้อ แต่ละฉบับมีแบบทดสอบร่วมยาว 13, 10 และ 8 ข้อ ตามลำดับ

5. ทำการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงโดย

5.1 วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ปรับเทียบคะแนนในแบบแผนกลุ่มสมมูล จำนวน 4 กรณีคือเมื่อแบบทดสอบมีความยาว 60, 50, 40 และ 30 ข้อ และแบบแผนข้อสอบร่วม จำนวน 4 กรณีคือเมื่อ

แบบทดสอบยาว 60 ข้อ รวมข้อสอบร่วม 15 ข้อ (75 ข้อ)
แบบทดสอบยาว 50 ข้อ รวมข้อสอบร่วม 13 ข้อ (63 ข้อ)
แบบทดสอบยาว 40 ข้อ รวมข้อสอบร่วม 10 ข้อ (50 ข้อ)
แบบทดสอบยาว 30 ข้อ รวมข้อสอบร่วม 8 ข้อ (38 ข้อ)

5.2 วิธีเชิงเส้นตรง ปรับเทียบคะแนนในแบบแผนกลุ่มสมมูล 4 กรณี และแบบแผนข้อสอบร่วม 4 กรณี ทำนองเดียวกับการปรับเทียบโดยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

หลักการวิเคราะห์ข้อมูลและจำลองข้อมูลหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

การจำลองข้อมูลเพื่อหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อให้การปรับเทียบคะแนนมีประสิทธิภาพสำหรับแบบทดสอบแต่ละฉบับที่มีความยาวแตกต่างกันทำดังนี้

1. กำหนดแบบแผนการจำลองและกำหนดความยาวแบบทดสอบ
2. เก็บข้อมูลของกลุ่มสอบสอบผล ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 500 คน ให้ทำแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือฉบับ X และ ฉบับ Y
3. วิเคราะห์ข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยเริ่มจากความยาวของแบบทดสอบ 60 ข้อ และกลุ่มตัวอย่าง 500 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปสร้างตารางแปลงคะแนน(Equivalent Score Table)

4. นำคะแนน y ของกลุ่มสอบทานผลไปเทียบกับตารางแปลงคะแนนในข้อ 3 ได้คะแนนที่สมมูลกัน คือ คะแนน x*

5. หาผลต่างของคะแนน x ของกลุ่มสอบทานผลกับคะแนน x* ที่ได้จากตารางแปลงคะแนน

6. คำนวณค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

7. สุ่มลดขนาดกลุ่มตัวอย่างลงตามแบบแผนที่กำหนด จนกว่าจะพบดัชนีความแตกต่างที่มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างที่ตำแหน่งก่อนหน้านี้ที่อยู่ติดกันถือเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

การสุ่มลดขนาดกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

ในการหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแต่ละแบบแผนการปรับเทียบ แต่ละรูปแบบการปรับเทียบ และแต่ละความยาวของแบบทดสอบ ผู้วิจัยใช้วิธีการลดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยนำค่าดัชนีความแตกต่างที่คำนวณได้ไปเทียบกับเกณฑ์ จนกว่าจะพบค่าดัชนีความแตกต่างที่มากกว่าเกณฑ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มหาดัชนีความแตกต่างเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 500

2. ลดขนาดกลุ่มตัวอย่างลงเป็นครั้งละ 100 คือ เป็นกลุ่มตัวอย่าง 400 300 200 และ 100 ตามลำดับ ถ้ายังไม่พบความแตกต่างตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะลดขนาดของกลุ่มตัวอย่างลงเป็นครั้งละ 50 40 30 20 และ 10 จนกระทั่งได้ดัชนีความแตกต่างอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการโดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์แบบทดสอบ
2. การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนเพื่อสร้างตารางแปลงคะแนน
3. การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มสอบทานผล
4. การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์แบบทดสอบ

วิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory) ใช้โปรแกรม ITEMX เพื่อวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบแต่ละฉบับ หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน

2.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS.PC for Windows วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.2 การปรับเทียบคะแนน

2.2.1 การปรับเทียบวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ (Equipercentile Equating)

2.2.1.1 กรณีที่ใช้แบบแผนกลุ่มสมมูล มีขั้นตอนดังนี้

1. รวมผลการสอบของแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y ของกลุ่มตัวอย่าง

2. จัดทำตารางแจกแจงคะแนนของแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y แล้วคำนวณหาจุดกลางเปอร์เซ็นไทล์ของแต่ละการแจกแจง

3. เขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบกับตำแหน่งเปอร์เซนไทล์ โดยให้กราฟทั้ง 2 เส้น (แบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y) อยู่บนแกนเดียวกัน (ใช้กระดาษกราฟ Arithmetic Probability Paper) โดยให้แกนนอนเป็นคะแนนดิบ แกนตั้งเป็นตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ประมาณ 30 จุด แล้วลากเส้นเชื่อมเกิดเป็นเส้นกราฟ

4. อ่านค่าคะแนนของแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y ของการแจกแจงที่สมมูลกันบนกระดาษกราฟ แล้วสร้างตารางคะแนนทั้งสองกลุ่มที่มีตำแหน่งเปอร์เซนไทล์เดียวกัน

5. ปรับเทียบคะแนน จากรายละเอียดในข้อ 4 นำมาพล็อตกราฟใหม่ลงบนกระดาษกราฟ โดยแกนนอนเป็นคะแนนฉบับ Y แกนตั้งเป็นคะแนน ฉบับ X ทำการปรับเส้นกราฟให้เรียบ เส้นกราฟนี้จะใช้อ่านค่า X ที่สมมูลกับ Y

6. สร้างตารางสำเร็จรูป เพื่อใช้ในการแปลงคะแนนโดยอ่านจากกราฟ ในขั้นที่ 5

2.2.1.2 กรณีที่ใช้แบบแผนข้อสอบร่วมมีขั้นตอนดังนี้

1.ทำตารางประมาณการแจกแจงความถี่ของกลุ่มตัวอย่างรวม (t)

โดย

ก. ทำตารางประมาณการแจกแจงคะแนนแบบทดสอบร่วม (V) ของกลุ่ม

ตัวอย่างรวม

ข. หาสัดส่วนความถี่ในแต่ละชั้นของ V ในกลุ่มตัวอย่างรวม t เทียบกับความถี่ของชั้นคะแนนเดียวกันของ V ในกลุ่มตัวอย่าง α และ β ตามลำดับ ($f_{it} / f_{i\alpha}$ และ $f_{it} / f_{i\beta}$)

ค. ทำตารางแจกแจงความถี่ 2 ทาง ของกลุ่มตัวอย่าง α ที่ทำแบบสอบชุดที่ 1 ทางหนึ่งเป็นการแจกแจงคะแนนชุดที่ 1 (x) ส่วนอีกทางหนึ่งเป็นการแจกแจงตามคะแนน V และ ทำตารางในทำนองเดียวกันนี้กับกลุ่ม β

ง. ประมาณความถี่ของกลุ่มตัวอย่างรวม (t) ในแบบสอบชุดที่ 1 (x) และชุดที่ 2 (y) จากการปรับขยายความถี่แต่ละชั้นของคะแนน x ในกลุ่ม α และ y ในกลุ่ม β ด้วยสัดส่วนของ $f_{it} / f_{i\alpha}$ และ $f_{it} / f_{i\beta}$ กับแต่ละคะแนน V ตามลำดับ ผลรวมของผลคูณความถี่แต่ละ V กับสัดส่วน เป็นความถี่ประมาณของรายคะแนน x และ y ของกลุ่มตัวอย่างรวม (t)

3. จากตารางความถี่ประมาณของกลุ่มตัวอย่างรวม (t) ในแบบทดสอบชุด X และชุด Y นำมาหาตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ของแต่ละชั้นคะแนนของแต่ละชุด

4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของคะแนน x กับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์โดยใช้กระดาษกราฟชนิดมีมาตราแกนตั้งเป็นค่าความน่าจะเป็น (Arithematic Probability Graph) และเขียนกราฟของคะแนน y ลงบนกระดาษเดียวกัน เพื่อแสดงคะแนนสมมูลของ x กับ y ด้วยการอ่านค่าที่เปอร์เซ็นไทล์เดียวกัน การลากเส้นกราฟได้อาศัยการเกลาด้วยมือหลักการลากเส้นให้ผ่านจุดมากที่สุด ในช่วงที่จุดต่าง ๆ ไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกันได้ลากให้เส้นผ่านจุดต่าง ๆ ให้มีความใกล้เคียงกันทั้งสองข้าง

5. ทำตารางคะแนนสมมูลของ x และ y จากการกำหนดให้คะแนน y เป็นหลักแล้วเทียบไปหาคะแนน x

2.2.2 การปรับเทียบคะแนนโดยใช้วิธีเชิงเส้นตรง

2.2.2.1 กรณีที่ใช้แบบแผนกลุ่มสมมูล คำนวณจากวิธีของแองกอฟ (Angoff. 1971 : 574-575) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าความชัน (Slope) และจุดตัดแกน (Intercept) ของสมการเส้นตรงเพื่อแปลงคะแนนของสเกล Y ให้อยู่ในสเกล X จากสูตร

$$A = S_{x\alpha} / S_{y\beta}$$

$$B = M_{x\alpha} - \frac{S_{x\alpha}}{S_{y\beta}} M_{y\beta}$$

เมื่อ

$S_{y\beta}$ คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนฟอร์ม Y สอบจากกลุ่ม β

$S_{x\alpha}$ คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนฟอร์ม X สอบจากกลุ่ม α

$M_{y\beta}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม Y สอบจากกลุ่ม β

$M_{x\alpha}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนฟอร์ม X สอบจากกลุ่ม α

ขั้นที่ 2 แทนค่า A และ B ลงในสมการแปลงคะแนน

$$X = AY + B$$

ขั้นที่ 3 สร้างตารางเทียบคะแนนจากฟอร์ม Y ไปสู่ฟอร์ม X

2.2.2.2 กรณีที่ใช้ข้อสอบร่วม คำนวณจากวิธีของแมคแคน (MacCann. 1989 :266) ;วิธีที่ 1 โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$X' = \left(\frac{r_{xz1}}{r_{yz2}}\frac{S_{x1}}{S_{y2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Z1}}\right)Y + \bar{X}_1 + \left(r_{XZ1}\frac{S_{X1}}{S_{Z1}}\right)\left[\left(\bar{Z}_2 - \bar{Z}_1\right) - \frac{1}{r_{YZ2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Y2}}\bar{Y}_2\right]$$

เมื่อ r_{XZ1} , r_{YZ2} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างคะแนน x กับคะแนน Z_1 และคะแนน Y กับคะแนน Z_2 ตามลำดับ

S_{X1} , S_{Z1} แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนนักเรียนกลุ่ม 1 ที่สอบแบบทดสอบฟอร์ม X และ Z ตามลำดับ

S_{Y2} , S_{Z2} แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนนักเรียนกลุ่ม 2 ที่สอบแบบทดสอบฟอร์ม Y และ Z ตามลำดับ

$\bar{X}_1, \bar{Y}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่ม 1 ที่สอบแบบทดสอบฟอร์ม X และกลุ่ม 2 ที่สอบแบบทดสอบฟอร์ม Y ตามลำดับ

$\bar{Z}_1, \bar{Z}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 ที่สอบแบบทดสอบฟอร์ม Z (แบบทดสอบหลัก) ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผล

การวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผล ได้นำมาใช้ประเมินความเพียงพอของการปรับเทียบคะแนนเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างสอบทานผลเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างง่ายจากประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้พัฒนาคะแนนสมมูลในแต่ละวิธีของการปรับเทียบคะแนน การวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผลได้เริ่มด้วยการแปลงคะแนน y ในหน่วยตัวอย่างให้เป็น x^* ตามตารางคะแนนสมมูลที่ได้พัฒนาขึ้นจากรูปแบบที่ต้องการ แล้วตรวจสอบความถูกต้องโดยวัดความแตกต่างของคะแนน x^* กับคะแนน x ที่มีอยู่ในหน่วยตัวอย่าง ถ้าความแตกต่างเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยทั้งกลุ่มไม่มาก ย่อมหมายถึงวิธีการปรับเทียบคะแนนที่เป็นตัวกำหนดตารางคะแนนปรับเทียบนั้นมีความเพียงพอที่ทำให้เกิดการแปลงคะแนนที่สมมูลได้ การดำเนินการวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผลได้ดำเนินดังนี้

3.1 คำนวณค่าดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Index : C) จากสูตรของปีเตอร์เซนและคณะ(Petersen and Other. 1982 : 93-94)

$$C = \sum_{i=1}^{n}\left(x_i - x_i^*\right)^2 / nS_X^2$$

เมื่อ C แทน ค่าดัชนีความแตกต่างในการปรับเทียบคะแนน

x_i แทน คะแนนจากแบบทดสอบชุด X ของผู้สอบคนที่ i

x_i^* แทน คะแนนแปลงจากแบบสอบชุด Y ที่ได้จากตารางปรับเทียบคะแนนของผู้สอบคนที่ i

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล

S_x^2 แทน ค่าความแปรปรวนของการแจกแจงคะแนนจากแบบทดสอบชุด X

3.2 ประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ได้อาศัยหลักเกณฑ์การประเมินของปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen and Other.1982 : 93-94) เพื่อบอกระดับการยอมรับการปรับเทียบคะแนนดังนี้

ระดับน่าพอใจมาก หมายถึง $C \leq (0.05\ SD_X)^2$

ระดับน่าพอใจ หมายถึง $(0.05\ SD_X)^2 < C \leq (0.10\ SD_X)^2$

ระดับปานกลาง หมายถึง $(0.10\ SD_X)^2 < C \leq (0.15\ SD_X)^2$

ระดับไม่น่าพอใจ หมายถึง $(0.15\ SD_X)^2 < C \leq (0.20\ SD_X)^2$

ระดับไม่น่าพอใจอย่างยิ่ง หมายถึง $(0.20\ SD_X)^2 < C$

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพของการปรับเทียบคะแนนเพื่อหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกำหนดในระดับน่าพอใจมาก และน่าพอใจ คือ เมื่อดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $(0.10\ SD_X)^2$ ซึ่งหมายความว่า

$$C \leq (0.10\ SD_X)^2$$

หรือ $$C \leq 0.01\ SD_X^2$$

แสดงว่ายอมให้เกิดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.01 หรือคิดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ 0.10 ซึ่งเท่ากับยอมให้คลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 10 ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
x, y	แทน	คะแนนดิบของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) และ ฉบับที่ 2 (Y) ตามลำดับ
M_x, M_y	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) และฉบับที่ 2 (Y) ตามลำดับ
S_x, S_y	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 (X) และ ฉบับที่ 2 (Y) ตามลำดับ
M_{z_1}, M_{z_2}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบร่วมในกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) และ ฉบับที่ 2 (Y)
S_{z_1}, S_{z_2}	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบร่วมในกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 (X) และ ฉบับที่ 2 (Y)
R_{xz_1}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) กับคะแนนจากแบบทดสอบร่วมในกลุ่มที่ 1
R_{yz_2}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 (y) กับคะแนนจากแบบทดสอบร่วมในกลุ่มที่ 2
X*	แทน	คะแนนแปลง X จากแบบทดสอบฉบับที่ 2 (Y) ที่แปลงเป็นคะแนนที่สมมูลจากตาราง
C	แทน	ดัชนีความแตกต่าง

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มสอบทานผล

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละตอนมีดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนน

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

จากการนำแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ปลายภาค จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบฉบับที่ 1(x) และ ฉบับที่ 2(y) ฉบับละ 60 ข้อ และแบบทดสอบร่วม ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน จำนวน 15 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ผลการวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบแต่ละฉบับ แสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) ฉบับที่ 2(Y) และแบบทดสอบร่วม

แบบทดสอบ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
ฉบับที่ 1(x)	0.206 – 0.790	0.211 – 0.754
ฉบับที่ 2(y)	0.219 – 0.801	0.241 – 0.741
แบบทดสอบร่วม (z)	0.314 – 0.790	0.386 – 0.632

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 พบว่าค่าความยากง่ายของแบบทดสอบฉบับที่ 1(x) ฉบับที่ 2(y) และแบบทดสอบร่วมที่มีค่าใกล้เคียงกัน คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.206 – 0.801 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละฉบับมีค่าอยู่ระหว่าง 0.211 – 0.754

1.2 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม ITEMX คำนวณจากสูตร KR_{20} ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (SE_M) ของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) ฉบับที่ 2(Y) และแบบทดสอบร่วม

แบบทดสอบ	จำนวนข้อ	r_{tt}	SE_M
แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน			
ฉบับที่ 1(X)	60	0.9308	3.2435
ฉบับที่ 2(Y)	60	0.8443	3.2639
แบบทดสอบร่วม (Z)	15	0.7520	1.6860
แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน ที่รวมแบบทดสอบร่วม			
ฉบับที่ 1(X)	75	0.8729	3.1522
ฉบับที่ 2(Y)	75	0.8958	3.3583

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 พบว่าแบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า 0.70 ตามเกณฑ์ที่ Nunally กำหนด โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนฉบับที่ 1(X) มีค่า 0.9308 ฉบับที่ 2(Y) มีค่า 0.8443 ส่วนแบบทดสอบร่วมมีค่า 0.7520 แต่เมื่อรวมกับแบบทดสอบร่วมจำนวน 15 ข้อ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) มีค่า 0.8958 ฉบับที่ 1(X) มีค่า 0.8729

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน

2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน

2.1.1 แบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนทั้ง 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1(X) และฉบับที่ 2(Y) ฉบับละ 60 ข้อไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนจำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 500 คน โดยกลุ่มหนึ่งสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) และอีกกลุ่มหนึ่งสอบแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) นำผลการสอบมาคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ดังนี้

(1) คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน จากกลุ่มตัวอย่าง 500 คน ที่ตอบข้อสอบ 60 ข้อของแบบทดสอบแต่ละฉบับ หลังจากนั้นผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างออกเพื่อลดขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้เหลือ 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน ให้ตอบข้อสอบขนาด 60 ข้อ แล้วคำนวณค่าสถิติพื้นฐานทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง

(2) สุ่มลดข้อสอบออกครั้งละ 10 ข้อ ให้เหลือ 50 ข้อ 40 ข้อ และ 30 ข้อ ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ให้กลุ่มตัวอย่างขนาด 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คนตอบข้อสอบแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานตามขนาดกลุ่มตัวอย่างและความยาวของแบบทดสอบ ได้ผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการสอบปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) และแบบทดสอบฉบับที่ 2(X) สำหรับแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล เมื่อจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน

จำนวนข้อสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ฉบับที่ 1(X)		ฉบับที่ 2(Y)	
		M_x	S_x	M_y	S_y
60	500	21.156	7.305	21.528	8.890
	400	20.875	7.512	21.725	9.098
	300	21.097	7.334	22.177	9.282
	200	22.790	7.652	24.285	9.867
	100	24.190	8.078	22.900	9.948
	50	20.000	6.520	15.720	7.007
	30	18.000	5.360	15.300	6.961
50	500	18.426	6.554	18.178	7.799
	400	18.108	6.738	18.305	7.991
	300	18.240	6.524	18.630	8.172
	200	19.835	6.698	20.420	8.718
	100	21.100	7.032	19.250	8.950
	50	16.040	4.416	9.920	5.753
	30	16.133	3.748	9.433	6.279

ตาราง 9 (ต่อ)

จำนวนข้อสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ฉบับที่ 1(X)		ฉบับที่ 2(Y)	
		M_x	S_x	M_y	S_y
40	500	14.618	5.283	13.928	6.285
	400	14.405	5.455	14.085	6.428
	300	14.533	5.271	14.387	6.608
	200	15.815	5.359	15.820	7.038
	100	16.730	5.637	14.890	7.003
	50	13.580	4.416	9.920	5.067
	30	13.667	3.748	9.433	5.744
30	500	11.372	4.390	11.058	4.984
	400	11.210	4.527	11.178	5.109
	300	11.377	4.450	11.353	5.175
	200	12.395	4.548	12.400	5.598
	100	13.220	4.732	11.740	5.613
	50	10.760	3.458	7.380	4.097
	30	10.367	2.692	6.833	4.537

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 9 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) และฉบับที่ 2(Y) มีค่าใกล้เคียงกันมาก ฉบับที่ 2(Y) มีแนวโน้มคะแนนมากกว่าฉบับที่ 1(X) เล็กน้อย ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง และทุกขนาดความยาวของแบบทดสอบ

เมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) มีแนวโน้มมากกว่าฉบับที่ 1(X) ทุกขนาดกลุ่มตัวอย่างและทุกขนาดความยาวของแบบทดสอบ

2.1.2 แบบแผนการปรับเทียบแบบข้อสอบร่วม

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนที่รวมแบบทดสอบร่วมจำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1(X) และฉบับที่ 2(Y) ฉบับละ 75 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนตามแบบแผนข้อสอบร่วม จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 500 คน โดยกลุ่ม

หนึ่งสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1(x) และอีกกลุ่มหนึ่งสอบแบบทดสอบฉบับที่ 2(y) นำผลการสอบมาคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ดังนี้

(1) คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน จากกลุ่มตัวอย่าง 500 คน ที่ตอบข้อสอบ 75 ข้อของแบบทดสอบแต่ละฉบับ หลังจากนั้นผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างออกเพื่อลดขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้เหลือ 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน ให้ตอบข้อสอบขนาด 75 ข้อ แล้วคำนวณค่าสถิติพื้นฐานทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง

(2) สุ่มลดข้อสอบปรับเทียบคะแนนออกครั้งละ 10 ข้อ ให้เหลือ 50 ข้อ 40 ข้อ และ 30 ข้อ และลดข้อสอบร่วมจาก 15 ข้อ ให้เหลือ 13 ข้อ 10 ข้อ และ 8 ข้อเพื่อรวมกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนดังนี้

แบบทดสอบยาว 50 ข้อ รวมข้อสอบร่วม 13 ข้อ (63 ข้อ)
แบบทดสอบยาว 40 ข้อ รวมข้อสอบร่วม 10 ข้อ (50 ข้อ)
แบบทดสอบยาว 30 ข้อ รวมข้อสอบร่วม 8 ข้อ (38 ข้อ)

ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ให้กลุ่มตัวอย่างขนาด 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คนตอบข้อสอบแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานตามขนาดกลุ่มตัวอย่างและความยาวของแบบทดสอบ ได้ผลดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในการสอบปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) และแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) สำหรับแบบแผนการปรับเทียบแบบข้อสอบร่วมเมื่อจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน

ความยาวแบบทดสอบ		ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ฉบับที่ 1(X)		ฉบับที่ 2(Y)	
ทั้งหมด	ข้อสอบร่วม		M_x	S_x	M_y	S_y
60	15	500	23.754	9.946	19.432	7.239
		400	24.318	10.670	20.640	8.724
		300	25.410	11.626	21.272	9.450
		200	24.330	11.604	20.443	9.206
		100	30.430	13.066	19.648	10.340
		50	26.640	12.157	26.080	10.398
		30	23.533	8.951	24.333	9.799

ตาราง 10 (ต่อ)

ความยาวแบบทดสอบ		ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ฉบับที่ 1(x)		ฉบับที่ 2(y)	
ทั้งหมด	ข้อสอบร่วม		M_x	S_x	M_y	S_y
50	13	500	20.254	8.632	18.460	7.728
		400	20.713	9.256	19.020	8.325
		300	21.587	10.098	19.980	9.024
		200	20.565	10.046	18.780	9.003
		100	25.710	11.319	21.496	10.114
		50	23.180	10.540	18.700	7.691
		30	20.100	8.083	19.133	8.012
40	10	500	15.278	6.848	13.462	5.876
		400	15.632	7.345	13.520	6.235
		300	16.230	8.074	14.102	7.112
		200	15.480	7.969	12.724	7.204
		100	19.430	9.029	17.203	8.024
		50	17.800	8.189	13.900	6.198
		30	14.800	6.343	13.867	6.334
30	8	500	11.772	5.480	10.724	4.236
		400	12.045	5.877	11.380	5.087
		300	12.530	6.464	11.543	5.234
		200	11.950	6.290	10.883	6.214
		100	15.090	7.120	13.216	6.402
		50	13.680	6.635	10.940	5.121
		30	11.600	5.089	11.000	4.955

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) มากกว่าฉบับที่ 2(Y) ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง และทุกขนาดความยาวของแบบทดสอบ

เมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) มีแนวโน้มสูงกว่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) ทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง และทุกขนาดความยาวของแบบทดสอบ

2.2 การปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรง

2.2.1 แบบแผนกลุ่มสมมูล จากค่าสถิติที่คำนวณไว้นำมาคำนวณค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) ตามสูตรของแองกอฟ (Angoff . 1971 : 569 – 586) รูปแบบที่ 1 เพื่อสร้างสมการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2(y) ไปยังฉบับที่ 1(x) ได้ผลดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่า A, B และสมการเชิงเส้นตรงในการปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) และฉบับที่ 2(Y) ในแบบแผนกลุ่มสมมูล

จำนวนข้อสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	A	B	สมการเส้นตรง
60	500	0.8217	3.4662	X* = 0.8217y + 3.4662
	400	0.8257	2.9372	X* = 0.8257y + 2.9372
	300	0.7901	3.5743	X* = 0.7901y + 3.5743
	200	0.7755	3.9567	X* = 0.7755y + 3.9567
	100	0.8118	5.5993	X* = 0.8118y + 5.5993
	50	0.9305	5.3732	X* = 0.9305y + 5.3732
	30	0.7700	6.2189	X* = 0.7700y + 6.2189
50	500	0.8404	3.1499	X* = 0.8404y + 3.1499
	400	0.8429	2.6778	X* = 0.8429y + 2.6778
	300	0.7983	3.3670	X* = 0.7983y + 3.3670
	200	0.7683	4.1464	X* = 0.7683y + 4.1464
	100	0.7857	5.9753	X* = 0.7857y + 5.9753
	50	0.7676	8.4253	X* = 0.7676y + 8.4253
	30	0.5969	10.5029	X* = 0.5969y + 10.5029

ตาราง 11 (ต่อ)

จำนวนข้อสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	A	B	สมการเส้นตรง
40	500	0.8406	2.9105	X* = 0.8406y + 2.9105
	400	0.8486	2.4520	X* = 0.8486y + 2.4520
	300	0.7977	3.0569	X* = 0.7977y + 3.0569
	200	0.7614	3.7691	X* = 0.7614y + 3.7691
	100	0.8049	4.7444	X* = 0.8049y + 4.7444
	50	0.8715	4.9344	X* = 0.8715y + 4.9344
	30	0.6525	7.5111	X* = 0.6525y + 7.5111
30	500	0.8844	1.5927	X* = 0.8844y + 1.5927
	400	0.8861	1.3054	X* = 0.8861y + 1.3054
	300	0.8599	1.6145	X* = 0.8599y + 1.6145
	200	0.8124	2.3208	X* = 0.8124y + 2.3208
	100	0.8430	3.3227	X* = 0.8430y + 3.3227
	50	0.8436	4.5342	X* = 0.8436y + 4.5342
	30	0.5933	6.3123	X* = 0.5933y + 6.3123

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 11 พบว่า สมการเส้นตรงที่ใช้แปลงคะแนนในแต่ละกลุ่มตัวอย่างและแต่ละความยาวของแบบทดสอบ มีค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) แตกต่างกันในแต่ละสมการ ซึ่งเป็นสมการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) ไปยังแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลรูปแบบที่ 1 ของแองกอฟ

2.2.2 แบบแผนข้อสอบร่วม ในการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ในแบบแผนข้อสอบร่วมต้องสร้างสมการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) ไปยังแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) โดยคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ ค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) ของสมการเส้นตรง ตามวิธีการของแมคแคน (MacCann . 1989 : 266) วิธีที่ 1 ได้ค่าสถิติดังตาราง 26 - 29 (ภาคผนวก ค) นำค่าสถิติมาคำนวณค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) ตามวิธีการของแมคแคน (MacCann . 1989 : 266) วิธี

ที่ 1 เพื่อสร้างสมการแปลงคะแนน จากแบบทดสอบฉบับที่ 2(y) ไปยังฉบับที่ 1(x) ได้ผลดังตาราง 12

ตาราง 12 ค่า A, B และสมการเชิงเส้นตรงในการปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) และฉบับที่ 2(Y) ในแบบแผนข้อสอบร่วม

จำนวนข้อสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	A	B	สมการเส้นตรง
60	500	1.2321	-3.2047	X* = 1.2321y + (-3.2047)
	400	1.2365	-3.1236	X* = 1.2365y + (-3.1236)
	300	1.1509	-2.4519	X* = 1.1509y + (-2.4519)
	200	1.0760	-0.9670	X* = 1.0760y + (-0.9670)
	100	1.0483	-0.2967	X* = 1.0483y + (-0.2967)
	50	1.2025	-1.6362	X* = 1.2025y + (-1.6362)
	30	1.1806	-3.1714	X* = 1.1806y + (-3.1714)
50	500	1.1914	-1.9443	X* = 1.1914y + (-1.9443)
	400	1.2195	-3.4203	X* = 1.2195y + (-3.4203)
	300	1.2863	-3.5547	X* = 1.2863y + (-3.5547)
	200	1.0321	1.4398	X* = 1.0321y + 1.4398
	100	1.3497	-4.3477	X* = 1.3497y + (-4.3477)
	50	1.4372	-4.2022	X* = 1.4372y + (-4.2022)
	30	1.0169	0.1694	X* = 1.0169y + 0.1694
40	500	1.0720	1.5794	X* = 1.0720y + 1.5794
	400	1.0299	1.2303	X* = 1.0299y + 1.2303
	300	1.3593	-1.1023	X* = 1.3593y + (-1.1023)
	200	1.0643	1.9279	X* = 1.0643y + 1.9279
	100	1.3865	-2.8445	X* = 1.3865y + (-2.8445)
	50	1.6137	-4.4290	X* = 1.6137y + (-4.4290)
	30	1.3328	-2.4209	X* = 1.3328y + (-2.4209)

ตาราง 12 (ต่อ)

จำนวนข้อสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	A	B	สมการเส้นตรง
	500	1.0168	0.6062	X* = 1.0168y + 0.6062
	400	0.9164	1.4165	X* = 0.9164y + 1.4165
	300	1.1915	-0.4787	X* = 1.1915y + (-0.4787)
30	200	0.7883	2.4589	X* = 0.7883y + 2.4589
	100	1.7262	-4.6771	X* = 1.7262y + (-4.6771)
	50	1.5280	-3.4675	X* = 1.5280y + (-3.4675)
	30	1.4331	-2.9065	X* = 1.4331y + (-2.9065)

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 12 พบว่าสมการเส้นตรงที่ใช้แปลงคะแนนในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง และแต่ละความยาวของแบบทดสอบ มีค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) แตกต่างกันในแต่ละสมการ ซึ่งเป็นสมการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y)ไปยังแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) ตามแบบแผนข้อสอบร่วมวิธีที่ 1 ของแมคแคน

2.3 การปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

การปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ทั้งกรณีที่ปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม

2.4 ตารางปรับเทียบคะแนน

2.4.1 ตารางปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง

ได้นำคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2(y) ในแต่ละกรณีมาแทนค่าในสมการเส้นตรงที่หาไว้ในข้อ 2.2 จะได้คะแนนสมมูล (X*) ตามตารางปรับเทียบคะแนน 56 ตาราง คือ แบบแผนกลุ่มสมมูลตารางที่ 30-57 และ แบบแผนข้อสอบร่วมตารางที่ 58 –80 (ภาคผนวก ง)

2.4.2 ตารางปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ได้นำคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2(y) จากกราฟที่สร้างไว้ในแต่ละกรณีที่มีค่าตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์เดียวกันกับคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1(x) เพื่อหาคะแนนสมมูล (X*) มาสร้างตารางปรับเทียบคะแนน 56 ตาราง คือ แบบแผนกลุ่มสมมูล ตารางที่ 30 - 57 และ แบบแผนข้อสอบร่วม ตารางที่ 58 - 85 (ภาคผนวก ง)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผล

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนทั้ง 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1(x) และฉบับที่ 2(y) ไปทดสอบกับกลุ่มสอบทานผล ซึ่งสุ่มตัวอย่างจากประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน จำนวน 500 คน ตอบแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ นำข้อมูลมาคำนวณค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มสอบทานผล แล้วสุ่มลดขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน และลดจำนวนข้อสอบเป็น 50 ข้อ, 40 ข้อ และ 30 ข้อ ตามลำดับ คำนวณค่าดัชนีความแตกต่าง ในแต่ละแบบแผนและแต่ละวิธีการปรับเทียบคะแนนตามขนาดกลุ่มตัวอย่าง และความยาวของแบบทดสอบ ได้ผลดังนี้

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มสอบทานผล

3.1.1 แบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล

กลุ่มตัวอย่างสอบทานผลในแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล ทำแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1(x) และฉบับที่ 2(y) ฉบับละ 60 ข้อ จำนวน 500 คน แล้วสุ่มลดขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน ทำข้อสอบ 60 ข้อ, 50 ข้อ, 40 ข้อ และ 30 ข้อ ได้ค่าสถิติพื้นฐาน ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มสอบทานผลในการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) และแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) สำหรับแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล เมื่อจำนวนข้อสอบและ กลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน

จำนวนข้อสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ฉบับที่ 1(X)		ฉบับที่ 2(Y)	
		M_x	S_x	M_y	S_y
60	500	22.338	6.187	16.534	6.856
	400	22.630	6.287	16.393	6.877
	300	22.590	6.331	16.067	6.574
	200	22.365	6.000	16.300	6.815
	100	21.680	4.946	17.710	8.578
	50	22.000	5.127	16.340	6.508
	30	20.667	5.838	14.833	6.958
50	500	19.508	5.579	13.832	6.224
	400	19.768	5.675	13.703	6.286
	300	19.770	5.697	13.430	5.986
	200	19.395	5.462	13.620	6.207
	100	18.881	4.553	14.990	7.917
	50	19.340	4.601	13.460	5.807
	30	18.100	5.241	12.600	5.980
40	500	16.816	4.903	10.680	4.785
	400	17.055	5.000	10.540	4.863
	300	17.000	5.088	10.287	4.575
	200	16.780	4.887	10.380	4.858
	100	16.320	4.015	11.260	6.129
	50	16.820	3.799	10.340	4.099
	30	15.467	4.793	9.667	5.101

ตาราง 13 (ต่อ)

จำนวนข้อสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ฉบับที่ 1(x)		ฉบับที่ 2(y)	
		M_x	S_x	M_y	S_y
30	500	11.564	4.136	8.396	3.896
	400	11.773	4.228	8.358	3.969
	300	11.720	4.369	8.183	3.739
	200	11.590	4.153	8.115	3.871
	100	11.030	3.442	8.980	5.041
	50	11.760	3.491	8.040	3.313
	30	10.200	3.448	7.467	4.142

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 13 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) มีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่างและทุกความยาวแบบทดสอบ เมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) และแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) มีค่าใกล้เคียงกัน

3.1.2 แบบแผนการปรับเทียบแบบข้อสอบร่วม

กลุ่มตัวอย่างสอบทานผลในแบบแผนข้อสอบร่วม ทำแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1(X) และฉบับที่ 2(Y) ฉบับละ 60 ข้อรวมกับข้อสอบร่วมอีก 15 ข้อ เป็น 75 ข้อ จำนวน 500 คน แล้วสุ่มลดกลุ่มตัวอย่างเป็น 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน เพื่อทำข้อสอบ 60 ข้อ, 50 ข้อ, 40 ข้อ และ 30 ข้อ โดยรวมกับข้อสอบร่วม 15 ข้อ, 13 ข้อ , 10 ข้อ และ 8 ข้อ ตามลำดับ ได้ค่าสถิติพื้นฐานดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มสอบทานผลในการสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) และแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y) สำหรับแบบแผนการปรับเทียบแบบข้อสอบร่วม เมื่อจำนวนข้อสอบและกลุ่มตัวอย่างมีขนาดต่างกัน

ความยาวแบบทดสอบ		ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ฉบับที่ 1(X)		ฉบับที่ 2(Y)	
ทั้งหมด	ข้อสอบร่วม		M_x	S_x	M_y	S_y
60	15	500	24.442	9.202	23.278	8.315
		400	25.375	9.617	24.125	8.762
		300	25.997	9.857	24.583	9.032
		200	27.175	10.441	25.880	9.953
		100	32.520	10.866	31.470	10.303
		50	22.120	7.044	25.540	8.589
		30	23.733	7.249	26.767	7.655
50	13	500	20.846	8.059	19.038	7.055
		400	21.625	8.429	19.730	7.440
		300	22.190	8.621	20.090	7.621
		200	23.045	8.988	21.220	8.463
		100	27.640	9.306	25.800	8.958
		50	19.320	6.290	18.700	5.842
		30	20.300	6.143	20.400	5.184
40	10	500	15.716	6.182	14.070	5.1657
		400	15.730	6.049	14.368	5.263
		300	15.863	6.147	13710	5.167
		200	16.420	6.161	14.415	6.424
		100	15.290	6.193	12.200	4.266
		50	14.460	4.722	13.620	4.642
		30	15.233	4.313	14.933	4.160

ตาราง 14 (ต่อ)

ความยาวแบบทดสอบ		ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ฉบับที่ 1(x)		ฉบับที่ 2(y)	
ทั้งหมด	ข้อสอบร่วม		M_x	S_x	M_y	S_y
30	8	500	12.226	5.065	11.026	4.673
		400	12.220	5.010	11.355	4.225
		300	12.300	4.991	10.213	4.263
		200	12.735	5.061	11.305	5.262
		100	11.620	4.959	10.140	3.243
		50	11.2401	4.013	10.580	4.642
		30	2.367	3.746	11.833	4.178

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 14 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) มากกว่าฉบับที่ 2(Y) ในทุกขนาดกลุ่มตัวอย่าง และทุกขนาดความยาวของแบบทดสอบ

เมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1(X) และฉบับที่ 2(Y) มีค่าใกล้เคียงกัน และฉบับที่ 1(X) มีแนวโน้มสูงกว่าฉบับที่ 2(Y) ทุกขนาดกลุ่มตัวอย่างและทุกความยาวของแบบทดสอบ

3.2 ผลการคำนวณค่าดัชนีความแตกต่าง เพื่อหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

การคำนวณค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เริ่มจากการใช้ตารางปรับเทียบคะแนนที่สร้างขึ้น (ตาราง 30-85 ภาคผนวก ง) แปลงคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 2 (Y) ให้เป็นคะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) ที่สมมูลกัน (X*) แล้วหาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนที่แปลงกับคะแนนเกณฑ์ (ฉบับ X) ของแต่ละรายบุคคล นำมาคำนวณค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ตามสูตร

$$C = \frac{\sum \left(x_i - x_i^* \right)^2}{n S_x^{\,2}}$$

แล้วประเมินค่า C โดยใช้เกณฑ์ของปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen and others. 1982 : 93 – 94) ซึ่งกำหนดคุณภาพของการเทียบมาตราตามระดับการยอมรับดังนี้

ระดับน่าพอใจมาก เมื่อ $C \le (0.05\ SD_x)^2$

ระดับน่าพอใจ เมื่อ $(0.05\ SD_x)^2 < C \le (0.10\ SD_x)^2$

ระดับปานกลาง เมื่อ $(0.10\ SD_x)^2 < C \le (0.15\ SD_x)^2$

ระดับไม่น่าพอใจ เมื่อ $(0.15\ SD_x)^2 < C \le (0.20\ SD_x)^2$

ระดับไม่น่าพอใจอย่างยิ่ง เมื่อ $(0.20\ SD_x)^2 \angle C$

และเกณฑ์การประเมินเพื่อหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกำหนดในช่วง $C \le (0.10\ SD_x)^2$ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดัชนีความแตกต่าง (C) และการประเมินขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ดัชนีความแตกต่าง (C) จากกลุ่มสอบทานผลในแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อกลุ่มตัวอย่างและความยาวของแบบทดสอบต่างกัน

ความยาวแบบทดสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ดัชนีความแตกต่าง (C)			
		แบบแผนกลุ่มสมมูล		แบบแผนข้อสอบร่วม	
		เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
60	500	0.5151	0.3625*	0.9183	0.8428*
	400	0.4820	0.3125*	0.9671	0.6643*
	300	0.4482	0.3147*	0.7549*	0.7509*
	200	0.3052*	0.2849*	0.8587*	0.9112*
	100	0.2444*	0.3017	0.8070*	1.0724
	50	1.3808	2.6704	2.6119	4.9933
	30	0.6191	5.8422	1.6200	9.9463
50	500	0.4628	0.2984*	0.8680	0.3088*
	400	0.4642	0.2902*	0.7089*	0.3637*
	300	0.3154*	0.2473*	0.8406	0.4497*
	200	0.2805*	0.2573	0.7883*	0.7605*
	100	0.2031*	0.3001	0.7822*	1.0171
	50	1.2279	2.5646	2.7199	3.9800
	30	0.3731	4.6028	1.3221	8.3892

ตาราง 15 (ต่อ)

ความยาวแบบทดสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	ดัชนีความแตกต่าง (C)			
		แบบแผนกลุ่มสมมูล		แบบแผนข้อสอบร่วม	
		เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
40	500	0.4595	0.2137*	0.5157	0.3553*
	400	0.4161	0.2142*	0.6101	0.4274
	300	0.2527*	0.1926*	0.3137*	0.5198
	200	0.2380*	0.2217	0.3672*	0.3559
	100	0.1586*	0.3852	0.3569*	0.7010
	50	1.8839	1.7766	3.5473	3.1416
	30	0.5618	3.8320	1.7091	8.8781
30	500	0.2753	0.1609*	0.4867	0.2526*
	400	0.3154	0.1942*	0.5481	0.3166
	300	0.1883*	0.1915	0.2445*	0.3660
	200	0.1532*	0.2100	0.2671	0.2689
	100	0.3169	0.2690	0.2477	0.5282
	50	1.1273	1.8831	2.7922	1.9849
	30	0.3769	2.1998	1.6231	6.3731

* อยู่ในระดับน่าพอใจ $(0.05\ SD_x)^2 < C \leq (0.10\ SD_x)^2$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 15 พบว่าเมื่อแบบทดสอบมีความยาว 60 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 500, 400, 300, 200 , 100, 50 และ 30 คน การปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูลมีค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เท่ากับ 0.5151, 0.4820, 0.4482, 0.3052 , 0.2444 ,1.3808 และ 0.6191 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 100 คน และมากที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 50 คน แต่

เมื่อพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 200 และ 100 ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรง และมีความยาวข้อสอบ 60 ข้อ คือ 100 คน

เมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ตามแบบแผนกลุ่มสมมูล พบว่า มีค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เท่ากับ 0.3625, 0.3125, 0.3147, 0.2849 , 0.3017 ,2.6704 และ 5.8422 โดยดัชนีความแตกต่าง มีค่าน้อยที่สุด เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 200 คน และมากที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 50 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 500, 400, 300 และ 200 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และมีความยาวข้อสอบเป็น 60 ข้อ คือ 200 คน

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างในแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรง พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200 , 100, 50 และ 30 คน มีค่าเท่ากับ 0.9183, 0.9671, 0.7549 , 0.8587 ,0.8070 ,2.6119 และ 1.6200 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 300 คน และมากที่สุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 50 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) อยู่ในระดับที่น่าพอใจ คือ ขนาด 300, 200 และ 100 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรง และมีความยาวข้อสอบเป็น 60 ข้อ คือ 100 คน

และเมื่อปรับเทียบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในแบบแผนข้อสอบร่วม พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200 , 100, 50 และ 30 คน ดัชนีความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0.8428, 0.6643, 0.7509, 0.9112 , 1.0724, 4.9933 และ 9.9463 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 300 คน และมากที่สุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 50 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) อยู่ในระดับที่น่าพอใจ คือ ขนาด 500, 400, 300 และ 200 คน ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนข้อสอบร่วมเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธี

อิควิเปอร์เซ็นไทล์ และมีความยาวข้อสอบเป็น 60 ข้อ คือ 200 คน

เมื่อแบบทดสอบมีความยาว 50 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 500, 400, 300 ,200 , 100, 50 และ 30 คน การปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรง ในแบบแผนกลุ่มสมมูล มีค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เท่ากับ 0.4628, 0.4642, 0.3154, 0.2805 , 0.2031, 1.2279 และ 0.3731 ตามลำดับ โดยค่าดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 100 คน และมากที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 50 คน แต่เมื่อพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 300, 200, และ 100 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรง และมีความยาวข้อสอบเป็น 50 ข้อ คือ 100 คน

และเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ตามแบบแผนกลุ่มสมมูล พบว่า มีค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เท่ากับ 0.2984, 0.2902, 0.2473, 0.2573 , 0.3001, 2.5046 และ 4.6028 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 300 คน และมากที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 30 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือระดับน่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 500, 400 และ 300 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และมีความยาวข้อสอบเป็น 50 ข้อ คือ 300 คน

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างในแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรง พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน มีค่าเท่ากับ 0.8680, 0.7089, 0.8400, 0.7883 , 0.7822 ,2.7199 และ 1.3221 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 400 คน และมากที่สุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 50 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) อยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 400, 200 และ 100 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรง และมีความยาวข้อสอบเป็น 50 ข้อ คือ 100 คน

และเมื่อปรับเทียบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในแบบแผนข้อสอบร่วม พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200 และ 100 คน ดัชนีความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0.3088,

0.3637, 0.4497, 0.7605, 1.0171, 3.9800 และ 0.5033 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500 คน และมากที่สุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 30 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมากและระดับที่น่าพอใจ พบว่า มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) อยู่ในระดับที่น่าพอใจคือ ขนาด 500, 400, 300 และ 200 คน ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และมีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ คือ 200 คน

เมื่อแบบทดสอบมีความยาว 40 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน การปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูล มีค่าดัชนีความแตกต่างเท่ากับ 0.4595, 0.4161, 0.2527, 0.2380 ,0.1586 , 1.8839 และ 0.5618 ตามลำดับ โดยค่าดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 100 คน และมากที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 50 คน แต่เมื่อพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจคือ ขนาด 300, 200 และ 100 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรง และมีความยาวข้อสอบเป็น 40 ข้อ คือ 100 คน

และเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ตามแบบแผนกลุ่มสมมูล พบว่า มีค่าดัชนีความแตกต่างเท่ากับ 0.2137, 0.2142, 0.1926, 0.2217 ,0.3852, 1.7766 และ 3.8320 โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 300 คน และมากที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 30 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 500, 400 และ 300 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และมีความยาวข้อสอบเป็น 40 ข้อ คือ 300 คน

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างในแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรง พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน มีค่าเท่ากับ 0.5157, 0.6101, 0.3137, 0.3672 ,0.3569 , 3.5473 และ 1.7091 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่าง (C)มีค่าน้อยที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 300 คน และมากที่สุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 50 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) อยู่ในระดับที่น่าพอใจคือ

ขนาด 300, 200 และ 100 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรง และมีความยาวข้อสอบเป็น 40 ข้อ คือ 100 คน

และเมื่อปรับเทียบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ในแบบแผนข้อสอบร่วม พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน ดัชนีความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0.3553, 0.4274, 0.5198, 0.3559 , 0.7010 , 3.1416 และ 8.8781 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500 คน และมากที่สุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 30 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) อยู่ในระดับที่น่าพอใจ คือ ขนาด 500 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และมีความยาวข้อสอบเป็น 40 ข้อ คือ 500 คน

เมื่อแบบทดสอบมีความยาว 30 ข้อ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน การปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูลมีค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เท่ากับ 0.2753, 0.3154, 0.1883, 0.1532, 0.3169 , 1.1273 และ 0.3769 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 200 คน และมากที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 50 คน แต่เมื่อพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 300 และ 200 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรง และความยาวข้อสอบเป็น 30 ข้อ คือ 200 คน

และเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ตามแผนกลุ่มสมมูล พบว่า มีค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เท่ากับ 0.1609, 0.1942, 0.1915 0.2100 ,0.2690 ,1.8831 และ 2.1998 โดยดัชนีความแตกต่าง (C) มีค่าน้อยที่สุด เมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 500 คน และมากที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 30 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 500 และ 400 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนกลุ่มสมมูลเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และมีความยาวข้อสอบเป็น 30 ข้อ คือ 400 คน

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างในแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรง พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน มีค่าเท่ากับ 0.4867, 0.5481, 0.2445, 0.2671, 0.2477, 2.7922 และ 1.6231 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 300 คน และมากที่สุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 50 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับที่น่าพอใจมาก และระดับที่น่าพอใจ พบว่า มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ให้ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) อยู่ในระดับที่น่าพอใจ คือ ขนาด 300 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรง และความยาวข้อสอบเป็น 30 ข้อ คือ 300 คน

และเมื่อปรับเทียบด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ในแบบแผนข้อสอบร่วม พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200, 100, 50 และ 30 คน ดัชนีความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0.2526, 0.3166, 0.3660, 0.2689, 0.5282 ,1.9849 และ 6.3731 ตามลำดับ โดยดัชนีความแตกต่างมีค่าน้อยที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500 คน และมากที่สุดเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 50 คน แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแตกต่างเทียบกับเกณฑ์ คือ ระดับน่าพอใจมาก และระดับน่าพอใจ พบว่า มีขนาดกลุ่มตัวอย่างให้ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) อยู่ในระดับน่าพอใจ คือ ขนาด 500 คน ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และมีความยาวข้อสอบเป็น 30 ข้อ คือ 500 คน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

4.1 ผลสรุปขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนตามแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงเมื่อความยาวของแบบทดสอบ มีขนาดต่างกัน จากการประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ในตอนที่ 3.2 ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนตามแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงเมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน

ความยาวแบบทดสอบ	แบบแผนกลุ่มสมมูล		แบบแผนข้อสอบร่วม	
	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
60	100	200	100	200
50	100	300	100	200
40	100	300	100	500
30	200	400	300	500

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 16 พบว่า ในแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรง เมื่อความยาวของแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะมีค่ามากที่สุด (200 คน) และมีค่าเท่ากัน (100 คน) เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ

แบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูล ด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะแปรเปลี่ยนไปตามความยาวของแบบทดสอบ ความยาวของแบบทดสอบที่มากขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะน้อย และเมื่อความยาวของแบบทดสอบน้อย ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะมาก คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมน้อยที่สุด (200) เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ มีค่าเท่ากัน (300) เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และ 40 ข้อ และมีค่ามากที่สุด (400) เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ

แบบแผนการปรับเทียบคะแนนข้อสอบร่วม วิธีเชิงเส้นตรง ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม จะมีค่ามากที่สุด (300) เมื่อความยาวของแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีค่าเท่ากัน (100) เมื่อความยาวของแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ

สำหรับแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบข้อสอบร่วม วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม จะมีค่ามากที่สุด (500) เมื่อความยาวของแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และ 40 ข้อ และมีค่าน้อยที่สุด เมื่อความยาวของแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และ 60 ข้อ ซึ่งขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะแปรเปลี่ยนไปตามความยาวของแบบทดสอบ

4.2 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมระหว่างวิธีการปรับเทียบคะแนน

4.2.1 จากขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ในตอนที่ 4.1 สามารถนำมาเปรียบเทียบโดยการหาอัตราส่วนของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ซึ่งผลการเปรียบเทียบระหว่างวิธีเชิงเส้นตรง และวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ตามแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล ดังแสดงในตาราง 17 และตามแบบแผนข้อสอบร่วม ดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 17 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูล ระหว่างวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ความยาวแบบทดสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม		อัตราส่วน
	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	
60	100	200	1 : 2
50	100	300	1 : 3
40	100	300	1 : 3
30	200	400	1 : 2
	เฉลี่ย		1 : 2.5

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 17 พบว่า ทุกความยาวแบบทดสอบ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม วิธีอิควิเปอร์เซนไทล์มีค่ามากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม วิธีเชิงเส้นตรง โดยเฉลี่ย 2.5 เท่า เมื่อพิจารณาเฉพาะวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซนไทล์ แต่ละวิธีพบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมน้อยที่สุด เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมากที่สุด เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างวิธีเชิงเส้นตรง และวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ตามแบบแผนข้อสอบร่วม ดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบข้อสอบร่วม ระหว่างวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ความยาวแบบทดสอบ		ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม		อัตราส่วน
ทั้งหมด	ข้อสอบร่วม	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	
60	15	100	200	1 : 2
50	13	100	200	1 : 2
40	10	100	500	1 : 5
30	8	300	500	1 : 1.67
		เฉลี่ย		1 : 2.67

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 18 พบว่า ทุกความยาวแบบทดสอบ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมวิธีอิควิเปอร์เซนไทล์มีค่ามากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมวิธีเชิงเส้นตรง โดยเฉลี่ย 2.67 เท่า เมื่อพิจารณาเฉพาะวิธีเชิงเส้นตรง และวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์แต่ละวิธี พบว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมน้อยที่สุด เมื่อความยาวของแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และ 60 ข้อ และมากที่สุดเมื่อความยาวของแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ

4.3 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมระหว่างแบบแผนการปรับเทียบคะแนน

4.3.1 จากขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ใน ตอนที่ 4.1 สามารถนำมาเปรียบเทียบโดยการหาอัตราส่วนของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ซึ่งผลการเปรียบเทียบระหว่างแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรง ดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมระหว่างแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีเชิงเส้นตรง

ความยาวแบบทดสอบ	ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม		อัตราส่วน
	กลุ่มสมมูล	ข้อสอบร่วม	
60	100	100	1 : 1
50	100	100	1 : 1
40	100	100	1 : 1
30	200	300	1 : 1.5
	เฉลี่ย		1: 1.125

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 19 พบว่า ทุกความยาวแบบทดสอบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม มีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน คือ เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะมีค่าเท่ากันคือ 100 และเมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะใกล้เคียงกัน และมีค่ามากกว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม เมื่อแบบทดสอบยาว 40 ข้อ 50 ข้อ และ 60 ข้อ

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ตาราง 20 การเปรียบเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมระหว่างแบบแผนการปรับเทียบแบบกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

ความยาวแบบทดสอบ		ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม		อัตราส่วน
ทั้งหมด	ข้อสอบร่วม	กลุ่มสมมูล	ข้อสอบร่วม	
60	15	200	200	1 : 1.00
50	13	300	200	1 : 0.67
40	10	300	500	1 : 1.67
30	8	400	500	1 : 1.25
		เฉลี่ย		1 : 1.18

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 20 พบว่า ทุกความยาวแบบทดสอบ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วมมีค่าเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาเฉพาะในแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมน้อยที่สุด เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมากที่สุดเมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรง ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ที่มีแบบแผนการปรับเทียบและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกันครั้งนี้ มีประเด็นการศึกษาสรุปได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน
2. เพื่อศึกษาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน
4. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน
5. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ในการปรับเทียบคะแนนในแนวนอนตามแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม ด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรง เมื่อความยาวของแบบทดสอบมีขนาดต่างกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชุมพร จำนวน 3,000 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่ม 2 ขั้นตอน แบ่งเป็น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อนำผลการสอบไปวิเคราะห์ปรับเทียบคะแนนของแบบทดสอบ จำนวน 2,000 คน และเป็นกลุ่มที่ใช้ในการวิจัยเพื่อสอบทานผล จำนวน 1,000 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภทคือ แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน และแบบทดสอบร่วม โดยแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 ข้อ แบ่งเป็น 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 (x) และฉบับที่ 2 (y) ฉบับละ 60 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก วัดความรู้ครอบคลุมเนื้อหา 7 เรื่อง คือ การเขียนตัวเลขแทนจำนวน สมบัติของจำนวนนับ ทศนิยม การวัดและการประมาณ เส้นตรงและมุม เศษส่วน ความยาว พื้นที่และปริมาตร ทดลองใช้แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 241 คน ซึ่งไม่ซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน และกลุ่มสอบทานผล เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ปรับปรุงข้อคำถาม และตัวเลือกของข้อสอบบางข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ให้เหมาะสม แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาตรวจความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และปรับปรุงภาษาของคำถาม ตัวเลือก และตัวลวงก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ในแบบแผนกลุ่มสมมูล สำหรับแบบทดสอบร่วมที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนน เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค 101) ซึ่งเป็นเนื้อหาเดียวกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน จำนวน 30 ข้อ โดยสร้างจากเนื้อหาและจุดประสงค์สำคัญในรายวิชา ค101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทดลองใช้แบบทดสอบเพื่อหาคุณภาพ และความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง โดยนำไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 185 คน แล้วคัดเลือกข้อสอบจากกลุ่มข้อสอบที่หาคุณภาพแล้ว ตามจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ ได้แบบทดสอบร่วมที่นำไปใช้ในการปรับเทียบคะแนนจำนวน 15 ข้อ นำไปรวมกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนแต่ละฉบับ ซึ่งเรียงข้อสอบร่วมตามเนื้อหาวิชาในแต่ละบท ได้แบบทดสอบสำหรับนำไปใช้ในการปรับเทียบคะแนน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 (x) และฉบับที่ 2 (y) ซึ่งมีความยาวฉบับละ 75 ข้อ แต่ละฉบับมีข้อสอบร่วม 15 ข้อ สำหรับเก็บข้อมูลในแบบแผนข้อสอบร่วม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนนซึ่งจัดเตรียมไว้ทั้ง 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 (x) และฉบับที่ 2 (y) ฉบับละ 60 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบ

คะแนนในแบบแผนกลุ่มสมมูลจำนวน 1,000 คน โดยสุ่มอย่างมีระบบให้นักเรียนในแต่ละห้อง สอบแบบทดสอบคนละฉบับสลับกัน แล้วนำผลการสอบของนักเรียนมาจัดแยกออกตามลักษณะของแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนแล้วตรวจให้คะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่สอบแบบทดสอบขนาด 60 ข้อ ฉบับที่ 1 (x) จำนวน 500 คน และฉบับที่ 2 (y) จำนวน 500 คน จะได้คะแนนของนักเรียน เมื่อทำข้อสอบ 60 ข้อ หลังจากนั้นสุ่มลดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มละ 500 คน เป็นกลุ่มละ 400, 300, 200 , 100 , 50 และ 30 คน ให้แต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบ 60 ข้อแล้วสุ่มลดจำนวนข้อสอบเป็น 50 ข้อ 40 ข้อ และ 30 ข้อ

สำหรับแบบแผนข้อสอบร่วมผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนฉบับที่ 1(X) และฉบับที่ 2 (Y) ที่รวมแบบทดสอบร่วมฉบับละ 15 ข้อ รวมเป็น 75 ข้อ ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนนตามแบบแผนข้อสอบร่วมจำนวน 1,000 คน โดยดำเนินการทำนองเดียวกับการเก็บข้อมูลในแบบแผนกลุ่มสมมูล และผู้วิจัยยังได้นำแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนทั้ง 2 ฉบับ ไปสอบกับกลุ่มสอบทานผล ในแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม โดยให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนสอบแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนทั้งสองฉบับ โดยสุ่มอย่างมีระบบให้แต่ละคนสอบแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) แล้วตามด้วยฉบับที่ 2 (Y) หรือสอบฉบับที่ 2 (Y) ก่อนแล้วตามด้วยฉบับที่ 1 (X) นำคะแนนผลการสอบของกลุ่มสอบทานผลมาดำเนินการ วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานและค่าดัชนีความแตกต่าง (C)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์แบบทดสอบที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนน

วิเคราะห์แบบทดสอบตามทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory) โดยใช้โปรแกรม ITEMX เพื่อหาค่าความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างปรับเทียบคะแนน

2.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS.PC For Windows เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 การปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง

2.2.1 คำนวณค่าสถิติต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง ทั้งแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วมตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และความยาวของแบบทดสอบ

2.2.2 คำนวณค่าความชัน (A) และจุดตัดแกน (B) ที่ใช้ในการสร้างสมการเส้นตรง และสร้างสมการเส้นตรงที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนน ในแบบแผนกลุ่มสมมูลและ

แบบแผนข้อสอบร่วม เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 500, 400, 300, 200 , 100 , 50 และ 30 คน และความยาวของแบบทดสอบเป็น 60, 50, 40, และ 30 ข้อ

2.2.3 ปรับเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรงโดยการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 (y) ไปยังแบบทดสอบฉบับที่ 1 (x) ได้ตารางปรับเทียบคะแนน 56 ตาราง

2.3 การปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์

2.3.1 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) กับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ และคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 2 (Y) กับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ ปรับเส้นกราฟของคะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) และฉบับที่ 2 (Y) ให้เรียบ

2.3.2 อ่านค่าคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) ที่สมมูลกันกับคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 2 (Y) แล้วสร้างตารางแปลงคะแนน ของแบบทดสอบฉบับที่ 2 (Y) ไปยังแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) ได้ตารางปรับเทียบคะแนน 56 ตาราง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มสอบทานผล

3.1 คำนวณค่าดัชนีความแตกต่าง (C) จากกลุ่มสอบทานผล โดยการนำผลการสอบจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 (Y) มาเทียบคะแนนจากตารางปรับเทียบคะแนน ได้คะแนนสมมูลกับคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X) ซึ่งเป็นคะแนนสมมูล (X*) แล้ววัดความแตกต่างระหว่างคะแนนสมมูลกับคะแนนที่ได้จากผลการสอบฉบับที่ 1 (X) ของกลุ่มสอบทานผล

3.2 ประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) ตามเกณฑ์ของปีเตอร์เซนและคณะ

3.3 หาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความแตกต่างเปรียบเทียบกับเกณฑ์

เกณฑ์ในการตัดสิน

ในการประเมินดัชนีความแตกต่าง(C) ปีเตอร์เซนและคณะ ได้กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพของการปรับเทียบคะแนน ดังนี้

ระดับน่าพอใจมาก เมื่อ $C \leq (0.05SD_X)^2$

ระดับน่าพอใจ เมื่อ $(0.05SD_X)^2 < C \leq (0.10SD_X)^2$

ระดับบานกลาง เมื่อ $(0.10SD_X)^2 < C \leq (0.15SD_X)^2$

ระดับไม่น่าพอใจ เมื่อ $(0.15SD_X)^2 < C \leq (0.20SD_X)^2$

ระดับไม่น่าพอใจอย่างยิ่ง เมื่อ $(0.20SD_X)^2 < C$

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพของดัชนีความแตกต่างใช้ในระดับน่าพอใจอย่างมาก และน่าพอใจ คือ เมื่อดัชนีความแตกต่าง มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $(0.10SD_X)^2$

4. เปรียบเทียบขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ในแต่ละแบบแผนการปรับเทียบขนาดกลุ่มตัวอย่างและความยาวของแบบทดสอบ

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบปรับเทียบคะแนนซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 60 ข้อ และแบบทดสอบร่วมซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีเนื้อหาเดียวกันกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน จำนวน 1 ฉบับ มี 15 ข้อ ด้วยโปรแกรม ITEMX ได้ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (x) อยู่ระหว่าง
0.206 – 0.790 ฉบับที่ 2 (y) อยู่ระหว่าง 0.219 – 0.801 และแบบทดสอบร่วมอยู่ระหว่าง 0.341 – 0.790 ส่วนค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (x) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.211 – 0.754 ฉบับที่ 2 (y) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.241 – 0.741 และแบบทดสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.386 – 0.632

1.2 คุณภาพของแบบทดสอบ

ได้ศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบดังนี้

1.2.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (x) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ฉบับที่ 2 (y) อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 และแบบทดสอบร่วมทุกข้อมีค่า 1.00

1.2.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบ

ทดสอบโดยใช้โปรแกรม ITEMX สูตร KR_{20} ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (x) เป็น 0.9308 ฉบับที่ 2 (y) เป็น 0.8443 และแบบทดสอบร่วมเป็น 0.752

2. ผลการปรับเทียบคะแนนเพื่อหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

2.1 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรง ในแบบแผนกลุ่มสมมูล ที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60, 50, 40 และ 30 ข้อ คือ 100, 100, 100 และ 200 คน ตามลำดับ

2.2 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ในแบบแผนกลุ่มสมมูล ที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60, 50, 40 และ 30 ข้อ คือ 200, 300, 300 และ 400 คน ตามลำดับ

2.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรง ในแบบแผนข้อสอบร่วม ที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60, 50, 40 และ 30 ข้อ คือ 100, 100, 100 และ 300 คน ตามลำดับ

2.4 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ในแบบแผนข้อสอบร่วม ที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60, 50, 40 และ 30 ข้อ คือ 200, 200, 500 และ 500 ตามลำดับ

2.5 การปรับเทียบคะแนนในแนวนอนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ทั้งแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมแตกต่างกัน ในแต่ละความยาวของแบบทดสอบ โดยการปรับเทียบด้วยวิธีเชิงเส้นตรงใช้กลุ่มตัวอย่างที่น้อยกว่า

2.6 ตามแบบแผนการปรับเทียบคะแนนแบบกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม ทั้งวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในแต่ละความยาวของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม สำหรับการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ และวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ที่มีแบบแผนการปรับเทียบ และความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายดังนี้

1. ตัวแปรที่มีผลต่อขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการปรับเทียบคะแนน ความยาวของแบบทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮิวลิน ลิสสัค และ ดราสโกว์ (Hulin, Lissak and Drasgow, 1982)ที่พบว่าความยาวของแบบทดสอบและขนาดของกลุ่มตัวอย่างมี

ผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ แต่ต่างจากผลงานวิจัยของพิชัย ละแมนชัย (พิชัย ละแมนชัย ; 2538) และ สแก็กส์ (Skaggs , 1986) ที่พบว่า ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการปรับเทียบคะแนนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล นอกจากนี้การวิจัยครั้งนี้ยังพบอีกว่า แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบกลุ่มสมมูลมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างไปจากแบบแผนข้อสอบร่วม ทั้งการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ซึ่งพิจารณาได้จากขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่มีความเพียงพออยู่ในระดับที่น่าพอใจของแต่ละแบบแผน และวิธีการปรับเทียบทั้ง 2 วิธี ทั้งนี้เป็นผลมาจากการสุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนในสังกัดเดียวกัน และจากการสุ่มตัวอย่างในขั้นที่ 2 เพื่อแยกเป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม เพื่อสอบแบบทดสอบกลุ่มละฉบับ ซึ่งผลจากการสุ่มอย่างมีระบบทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถใกล้เคียงกันมาก จึงมีผลทำให้คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1 (x) และแบบทดสอบฉบับที่ 2 (y) มีสเกลคะแนนใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุทำให้เทคนิคการปรับคะแนนระหว่างการปรับเทียบโดยใช้แบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วมได้ผลใกล้เคียงกันทั้ง 2 รูปแบบ

2. ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับความยาวของแบบทดสอบ จากการวิจัยพบว่าความยาวของแบบทดสอบที่มาก ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการปรับเทียบคะแนนน้อยกว่า แบบทดสอบที่มีความยาวน้อย และยังพบว่า ในแบบแผนกลุ่มสมมูล เมื่อความยาวแบบทดสอบลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมที่ใช้ในการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธิอิควิเปอร์เซ็นไทล์ จะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า คือ ในการปรับเทียบวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูลที่ความยาวแบบทดสอบ 60 ข้อ ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม 100 คน แต่เมื่อความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ (ลดลงครึ่งหนึ่ง) ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเป็น 200 คน และในการปรับเทียบวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ตาม แบบแผนกลุ่มสมมูล ที่ความยาวของแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม 200 คน แต่เมื่อความยาวของแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ(ลดลงครึ่งหนึ่ง)ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมเป็น 400 คน ซึ่งผลที่พบนี้สอดคล้องกับงานของพิชัย ละแมนชัย (พิชัย ละแมนชัย, 2538)

3. ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับวิธีการปรับเทียบคะแนน ถ้าพิจารณาผลการปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ พบว่า การปรับเทียบคะแนนวิธีเชิงเส้นตรงทั้งการปรับเทียบในแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วมต้องการใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมน้อยกว่าวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในทุกความยาวของแบบทดสอบ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ จะมีความคลาดเคลื่อนมากในช่วงที่มีข้อมูลน้อย(Angoff. 1971: 564 ; Potthoff. 1982 : 209)เพราะการปรับเทียบคะแนนวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ต้องใช้วิธีการปรับหรือเกลาเส้นกราฟให้เรียบตามวิธีการ

ปรับเทียบแบบอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ซึ่งจะเกิดความคลาดเคลื่อนมากถ้าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวนน้อย และนอกจากนี้การปรับเทียบวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ จะมีความไวต่อความแปรปรวนเชิงสุ่มมากโดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก และการเทียบคะแนนสมมูลของแบบทดสอบสองชุดโดยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ จะทำได้เฉพาะในช่วงพิสัยของคะแนนที่มีความถี่ของคะแนนสังเกตเท่านั้น ส่วนคะแนนที่อยู่นอกพิสัยดังกล่าวจะมีความคลาดเคลื่อนของการปรับเทียบคะแนนสูงมาก (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. 2529:34)

4. ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ทุกความยาวของแบบทดสอบ วิธีการปรับเทียบคะแนนวิธีเดียวกัน แต่ต่างกันที่แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมมีค่าใกล้เคียงกัน หรือเท่ากัน เช่นในการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรง ทั้งแบบแผนกลุ่มสมมูลและแบบแผนข้อสอบร่วม ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะเท่ากันหรือใกล้เคียงกันในทุกความยาวของแบบทดสอบ เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมของแบบแผนกลุ่มสมมูลต่อแบบแผนข้อสอบร่วม พบว่ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 1 : 1.125 ซึ่งต่างกับงานวิจัยของพิชัย ละแมนชัย (2538) ที่พบว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำมีความแตกต่างกัน โดยที่แบบแผนข้อสอบร่วมต้องการให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการปรับเทียบคะแนนน้อยกว่า แบบแผนกลุ่มสมมูลในทุกความยาวของแบบทดสอบ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจริง ในสถานการณ์การสอบวัดผลปลายภาคเรียน โดยใช้แบบทดสอบร่วมที่สร้างจากเนื้อหาเดียวกันกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน ประกอบกับแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนที่ใช้เก็บข้อมูลมีความยาวเพียง 60 ข้อ ในขณะที่ใช้แบบทดสอบร่วมเพียง 15 ข้อ ทำให้ไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างแบบแผนกลุ่มสมมูล และแบบแผนข้อสอบร่วม

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม สำหรับการปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์และวิธีเชิงเส้นตรง ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ที่มีแบบแผนการปรับเทียบและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน ครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และในการวิจัยเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนน ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการนำวิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ไปใช้ ควรคำนึงถึงขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม เพราะเป็นตัวแปรสำคัญที่จะทำให้ผลการปรับเทียบคะแนนมีความเชื่อถือได้ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึง

ความยาวของแบบทดสอบ แบบแผนการปรับเทียบคะแนน และวิธีการปรับเทียบคะแนนที่ใช้ เพราะแต่ละเงื่อนไขนั้น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจะแตกต่างกัน ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้แบบแผนการปรับเทียบวิธีการปรับเทียบคะแนนและเลือกใช้ความยาวแบบทดสอบ โดยพิจารณาไปพร้อมกับขนาดกลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่ในแต่ละสถานการณ์การปรับเทียบ จากผลการวิจัยพอจะสรุปแนวทางการนำไปใช้ได้ดังนี้

1.1 ในการสอบถ้ามีจำนวนผู้สอบน้อยควรเลือกใช้การปรับเทียบเชิงเส้นตรง แต่ถ้ามีผู้สอบจำนวนมากควรใช้วิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์เพราะการปรับเทียบวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ จะมีความคลาดเคลื่อนมากโดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก

1.2 การนำวิธีการปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนไปใช้ในการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับต่าง ๆ ควรคำนึงถึง เนื้อหาวิชา ควรเป็นเนื้อหาที่มีโครงสร้างการวัดเดียวกัน คุณภาพของแบบทดสอบควรมีคุณภาพสูง เพื่อให้ผลการวัดมีความถูกต้อง ความยาวของแบบทดสอบที่นำมาปรับเทียบคะแนน ควรมีความยาวไม่แตกต่างกันมาก

อย่างไรก็ตามผลการวิจัยครั้งนี้ เกณฑ์การตัดสินไม่ได้หามาจากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการปรับเทียบคะแนน แต่เป็นการตรวจสอบความเพียงพอ โดยใช้ดัชนีความแตกต่าง (C) ดังนั้น การนำผลการวิจัยไปใช้ ควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยเกี่ยวกับการปรับเทียบคะแนน

2.1 ควรมีการศึกษาหาเกณฑ์อื่นมาใช้ในการตัดสินขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม เช่น การหาประสิทธิภาพสัมพัทธ์ การหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการปรับเทียบคะแนน

2.2 ควรมีการศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ในลักษณะที่ละเอียดมากขึ้น โดยมีช่วงน้อยกว่าช่วงละ 100

2.3 ควรมีการศึกษาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ในการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง ในแต่ละวิธีการปรับเทียบและแต่ละแบบแผนการปรับเทียบคะแนน

บรรณานุกรม

กนิษฐา แสนแก้ว. (2541).*การปรับแต้มเฉลี่ยสะสมระดับมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยคะแนนความถนัดทางการเรียน : การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการเปรียบเทียบอิควิเปอร์เซนไตล์เชิงเส้นตรงและไออาที* . วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ชูชีพ พงษ์สมบูรณ์. (2528). *การเปรียบเทียบมาตราระหว่างรูปแบบที่ใช้ผู้สอบร่วม กับรูปแบบที่ใช้แบบสอบร่วม* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต. (2527). " การปรับเทียบคะแนน " *ในบทคัดสรรทางวิชาการทดสอบ* นนทบุรี :ศูนย์พัฒนาศึกษาแห่งชาติของประเทศไทย ทบวงมหาวิทยาลัย

_____ (2529) *การเปรียบเทียบคะแนนทดสอบ* ". ในโครงการพัฒนาศึกษาอาเซียน บทคัดสรรทางวิชาการทดสอบ นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 143-150

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2542*). สัมประสิทธิ์ γ_β : การประมาณค่าความเชื่อมั่นสำหรับแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ชนิดเลือกตอบที่ประกอบด้วยความยากง่ายข้อต่างกัน* รายงานการวิจัยภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

——— (2527) *การทดสอบแบบอิงเกณฑ์* : *แนวคิดและวิธีการ* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์ : 67-70

_____ (2538) " แบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์:วิธีเทียบคะแนนสอบ*" เอกสารทางวิชาการการวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

——— (2538) " การเทียบคะแนนสอบแบบเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์สองวิธี" *เอกสารทางวิชาการการวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พรพิมล นาคเวช. (2537). *การศึกษาคุณภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พิชัย ละแมนชัย (2538). *ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำสำหรับการปรับเทียบคะแนนในแนวระดับตามแนวทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ ระหว่างแบบสอบที่มีแบบแผนการปรับเทียบและความยาวของแบบทดสอบแตกต่างกัน* . วิทยานิพนธ์ ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. (2529). *การเปรียบเทียบผลจากการใช้รูปแบบการเปรียบเทียบมาตราที่ต่างกันเมื่อแบบทดสอบร่วมมีความยาวต่างกัน* . วิทยานิพนธ์ ค.ด. (การวัดและการประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

เรวดี อินทสะระ. (2530). *การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราระหว่างรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ* . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2528*). หลักการวิจัยทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ :ศึกษาพร

_____.(2524) *หลักการวิจัยทางการศึกษา* กรุงเทพฯ ทวีกิจการพิมพ์ : 169.

_____.(2527) *หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน.* กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง. (2538). *การศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเทียบคะแนนตามแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบจำลองโลจีสติกสามพารามิเตอร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วรเนตร พิชิตเกริกพล. (2537). *การเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการเทียบมาตราระหว่างแบบอิควิเปอร์เซนไตล์ กับแบบเชิงเส้นตรง.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

วิรัช วรรณรัตน์. (2530 กันยายน – ธันวาคม). การเทียบมาตรา (Equating) *วารสารวัดผลการศึกษา* 26(9) : 69 – 73

วิชาการ,กรม (2534). *คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)* กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2541). *การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบ.* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2541) *คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ค101 คณิตศาสตร์* 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา

สงบ ลักษณะ. (2525 กันยายน – ธันวาคม). การเทียบระดับคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (EQUATING) *วารสารวัดผลการศึกษา* 4(2) : 21 – 32

สมพงศ์ แก้วแฉล้ม. (2539). *การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงตามแนวนอนโดยใช้แบบสอบร่วม.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สุจินดา ผ่องอักษร. (2533). *การศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทักษะของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 ที่เรียนอยู่ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ในช่วงระยะเวลา 3 ปีการศึกษา (ปีการศึกษา 2529 ถึง 2531) โดยใช้การเทียบคะแนนแบบราสช์* . ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สุนิสา จุ้ยม่วงศรี (2537) *ผลของความยาวของแบบสอบร่วมที่มีต่อคุณภาพของวิธีการเทียบมาตราเชิงเส้นตรง* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์. (2531). *การสร้างแบบทดสอบและตารางเทียบคะแนนในแนวนอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์ด้วยราสช์โมเดล* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สุมนา โสตถิผลอนันต์. (2539). *การศึกษาวิธีการเทียบคะแนนแบบเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สุภมาส อังศุโชติ. (2543). *การปรับคะแนนเฉลี่ยสะสมระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การเปรียบเทียบความตรงเชิงทำนาย* วิทยานิพนธ์ ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

สุภาภรณ์ คงทวี. (2541). *การปรับแต้มเฉลี่ยสะสมระดับมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยคะแนนสอบเข้ามหาวิทยาลัย : การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการปรับเทียบแบบอิควิเปอร์เซนไทล์เชิงเส้นตรงและไออาร์ที* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

อาภรณ์ กาญจนกิจโสภณ. (2531). *การสร้างแบบทดสอบและตารางเทียบคะแนนตามแนวตั้งในวิชาคณิตศาตร์* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

Angoff, W . H. (1971*) Scales , Norms, and Equivalent Scores.* Educational Testing Service, 1984 . Republication of Chapter 15 in R . L. Thorndike (Ed.) Educational Measurement. (2nd ed.) Washington, D.C. American Council on Education, pp.508-600.

_____. (1982) *" Summary and Derivation of Equating Methods Used at ETS,"* In P.W. Holland and D.B. Rubin (Eds), Test Equating. New York: Academic Press, pp. 55-70.

Angoff, W . H. (1984) "*Scales , Norms, and Equivalent Scores*.," Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Ayerve, R.I. (1992, December) "*The Effectiveness of The Equipercentile Method and IRT Three –Parameter Model Vertical Equating Under Varying Conditions of Sample Size,Test Length, and Anchor Test Length : A Simulation Study,"* Dissertation Abtracts International. 53: 1841 – A.

Braun, H.I. and P.W. Holland. (1982) "*A Mathematical Analysis of Some ETS Equating Procedure,* " in P.W. Holland and D.B. Rubin (Ed.), Test Equating. P.9-49 New York : Academic Press.

Caldwell, L.J. (1984*) " A Comparison of Equating error in Linear and Rasch Model Test Equating Methods,"* Doctoral Dissertation, The Florida State University, Dissertation Abstracts International, 49: 2847.

Cook, l. ,and Eignor, D.R. (1989) " *Using Item Response Theory in Test Score Equating.*" International Journal of Educational Research 13: 161-173.

Cope, Ronald T.(1987) "How Well Do the Angoff Design V Linear Equating Methods Compare With the Tucker and Levine Methods," *Applied Psychological Measurement.* 11(2): 143-149

Cowell , W .(1981) *Applicability of a Simplified Three Parameter Logistic Model for Equating Test,* Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Toronto,

Dorans,Neil J. and Kingston, Neal M. (1985) "The Effects of Vioations of Unidimensionality on the Estimation of Item and Ability Parameters and on Item Response Theory Equating of the GTE Verbal Scale," *Journal of Educational Measurement.* 22: 249-262.

Flanagan, T.C (1951). " *Unit, Scores and Norms,"* in E.F. Lindquist (Ed.) Educational Measurement. Washington D.C. : American Council on Education, P. 695-763

Glowacki, M.L. (1991*) " The Analysis of Test Equating Models for the Alabama High School Graduation Examination,"* Doctoral Dissertation, University of Alabama, Dissertation Abstracts International, 52:1722.

Gulliksen,H. (1950) *Theory of Mental Test*. New York: John Wiley and Sons, Inc.,

Hambleton, R.K. (1989). ”Principles and Selected Applications of Item Response Theory,” in R.L. Linn (Ed) *Educational Measurement* . 3 rd. New York : Macmillan, p. 9-49

Hambleton, R.K. (1985). and H. Swaminathan*. Item Response Theory*. Kluwer. Nijhoff, Boston,

Harris , D.J. and H.D. Hoover.(1991). “ An Application of the Three – Parameter IRT Model to Vertical Equating*,” Applied Psychological Measurment.* 11 (2) : 151 – 159

Hill, J.R. Subhiyab, R.g., and Hirsch, T.M (1988). “ Equating Minimum Competency. Test : Comparison of Methods,” *Journal of Education Mcasurment* 18 : 221 -231

Holland, P.W. and Donald B Rubin. (1982). *Test Equating*. New Jersey : Educational Testing Service, Princeton, Academic Press,

Hulin. C.L, Lissak, R..L. , and Drasgow, F (1982). “Recovery of two – and three Parameter Logistic Item Characteristic Curve : A Monte Carlo Study, *“ Applied Psychlogical Measurment* . 16 : 153 – 158

Jaeger, R.M. (1981). “ Some Exploratory Indicies for Selection of a Test Equating Method*,” Journal of Educational Measurement.* 18: 23-38.

Klein, L.W. and Jarjoura D.(1985, Fall). “ The Importance of Content Representation for Common – item Equating with Nonrandom Groups,” *Journal of Educational Measurement*. 22 : 197 – 206

Kolen, M.J. (1981, Spring). *“* Comparison of Traditional and Item Response Theory Methods for Equating Test,” *Journal of Educational Measurement.* 18(1) : 1 – 11

——— (1984,Spring*). “*Effectiveness of Analytic Smoothing In Equipercentile Equatin,*” Journal of Educational Statistics*. 9, 25 – 44.

_____ (1984,January). “Standard Error of the Tucker Method for Linear Equating Under the Common Item Nonrandom Groups Design*,”* ACT Technical Bulletin Number 44, *Research and Development Division, The American College Testing Program*, Iowa

_____ (1985). “Standard Errors of Tucker Equating,” *Applied Psychological Measurement*. 9(2) : 209 - 223

Kolen, M.J. and R.L. Brennan. (1987). "Linear Equating Model for the Common – Item Nonequivalent – populations Design," *Applied Psychological Measurement*. 11(3) : 263 – 277.

Kolen, M.J. and D.R. Whitney. (1982). "Comparison of Four Procedures for Equating the tests of General Educational Development," *Journal of Educational Measurement.* 19(4) : 279 – 294.

Lord, F.M. (1955). " Equating Test Scores-A Maximum Likelihood Solution," *Psychometrika* . 20 : 193 – 200.

_____ (1977). " Practical Applications of Item Characteristic Curve Theory," *Journal of Educational Measurement* . 14 : 117 – 138.

——— (1980). *Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problems.* Hillsdale, N.J. : Erlbaum

Lord. F.M. (1981 , November). " Standard Error of an Equating by Item Response Theory," *Educationcal Testing* Service, Princeton, New Jarsey : ERIC Document Reproduction Service

——— (1982 a). "The standard error of Equipercentile Equating," *Journal of Educational Statistics* 7 : 165 – 174.

_____ (1982 b). " Item Response Theory and Equating-A Technical Summary," In P.W. Holland and D.B. Rubin (Eds), *Test Equating*. New York : Academic Press, pp. 141 – 148.

MacCann, R.A. (1989). "A Comparison of Two Observed-scores Equating Methods that Assume Equally Reliable Congeneric Test, "*Applied Psychological Measurement* 13(3) : 236-276 .

Patience, W.M. (1990,August). "A Comparison of Classical and Item Response Theory Methods of Vertical Equating Tests," *Dissertation Abtracts* International.51 : 486 – A

Pertersen, N.S., M.J. Kolen and H.D. Hoover. (1989). "Scaling, Norming, and Equating," in R.L. Linn (Ed.) *Educational Measurement*. 3rd. New York Macmillan : 221 – 262

Pertersen, N.S., G.L. Marco. And E.E. Stewart. (1982). "A Test of the Adequacy of Linear Score Equating Models," in P.W. Holland and D.B. Rubin (Eds.) *Test Equating*. New York : Academic Press. : 71 – 135

Petersen, N.S., Cook, L.L., and Stocking, M.L. (1983).“ IRT Versus Convertional Equating Methods : A Comparative study of scale Stability,” *Journal of Educational Statistics.* 8 : 137 – 156.

Petersen, N.S.; Marco, G.L.; and Stewart, E.E.(1982).“A test of the Adequacy of linear Score Equating Methods*,”* In P.W. Holland and D.B. Rubin (Eds.) *Test Equating.* New York: Academic Press, p. 71-135.

Phillips, S.E. (1983 ,Summer). “ Comparison of Equipercentile and Item Response Theory Equating When the Scaling Test Method Is Applied to a Multilevel Achievement Battery,” *Applied Psychological Measurement*. 7(3) : 267 – 281

Potthoff, R.F. (1982). “ Some Issues in Test Equating ,” In P.W. Holland and D.B. Rubin (Eds). *Test Equating*. New York: Academic Press,1982. p. 201-242.

Rentz and Bashaw. (1977). “The National Reference Scale for Reading : An Application of the Rasch Model*,” Journel of Educational Measurement.* 14 : 161 – 178

Skaggs, G.E. (1984). “A Montecarlo Exploration of the Robustness of Four Test Equating Models (Item Rrespones Theory, Rasch, Three Parameter*),”* Doctoral Dissertation, University of Maryland College Park*, Dissertation Abstracts International*, 46 : 1259.

Skaggs, G.E. And Lissits, R.W. (1986*). “* IRT Test Equating : Relevant Issues and Review of Rrecent Research,” *Review of Educational Research* . 56 : 495 – 529.

Triscari, R.S. (1990*). “* A Comparison of Classical and Item Response Theory Equating Methods Using a Composite Score of Direct and Indirect Writing Assesment,” Doctoral Dissertation, The University of Texas at Austin, 1990. *Dissertation Abstracts International,* 51 : 1996

Woodruff, D. (1986). “ Deriviations of Observed Score Linear Equating Methods Base on Test Scores Models for the Common Item Nonequivalent Population Design,*” Journal of Education Statistic*. 11(4) : 245-257

Young, J. W. (1995) *. “* A Comparison of Two Adjustment Methods for Iimproving the Prediction of Law School,” *Educational and Psychological Measurement.* 55: 558-571.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

รายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ฉบับที่ 1 (X)

คำอธิบายการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ
2. เวลาสอบ 120 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากข้อ ก ข ค ง หรือ จ เพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับข้อที่นักเรียนต้องการเลือกในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

   ตัวอย่าง ข้อ (0) ค.ร.น. ของ 13 , 24 , 78 คือจำนวนใด

   ก. 248
   ข. 312
   ค. 468
   ง. 536
   จ. 782

   จากตัวอย่าง ถ้านักเรียนเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือ ข้อ ข ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย กากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ข้อ ข ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0		X			

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย ═══ ทับคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมายกากบาท(X) ใต้ตัวอักษรที่ต้องการเลือกใหม่ เช่น ต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ข้อ ข เป็น ข้อ ง ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0		═ X		X	

5. ถ้านักเรียนพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้อง่ายๆก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อที่ยากใหม่
6. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบ ถ้าต้องการทดเลขให้ทดในกระดาษทดที่แจกให้

---

1. จำนวนที่เท่ากับ $(7 \times 10^6) + (5 \times 10^4) + (3 \times 10^3)$	5. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 28 ที่ถูก

คือจำนวนในข้อใด

ก. $7,503 \times 10^4$

ข. $7,053 \times 10^4$

ค. $7,503 \times 10^3$

ง. $7,053 \times 10^3$

จ. $7,035 \times 10^3$

2. จำนวน 37,506 เขียนในรูปการกระจายได้ดังข้อใด

ก. $(3 \times 10^4)+(7 \times 10^3)+(5 \times 10^2)+(6 \times 10)$

ข. $(3 \times 10^4)+(7 \times 10^3)+(5 \times 10^2)+ 6$

ค. $(3 \times 10^4)+(7 \times 10^2)+(5 \times 10)+ 6$

ง. $(3 \times 10^5)+(7 \times 10^4)+(5 \times 10^2)+ 6$

จ. $(3 \times 10^5)+(7 \times 10^3)+(5 \times 10^2)+(6 \times 10)$

3. จำนวนที่เท่ากับ$[(7 \times 10^9)-(62 \times 10^8)]+(92 \times 10^8)$ คือจำนวนในข้อใด

ก. 10×10^8

ข. 1×10^9

ค. 1×10^{10}

ง. 9×10^9

จ. 9×10^{10}

4. ข้อใดแสดงวิธีหาผลสำเร็จของ $(30 \times 10^6) - (29 \times 10^5)$ได้ถูกต้อง

ก. $(30-29) \times 10^5 = 10^5$

ข. $(30-290) \times 10^6 = 10^6$

ค. $(300-290) \times 10^5 = 10^6$

ง. $(300-290) \times 10^6 = 10^7$

จ. $(300-29) \times 10^5 = 271 \times 10^5$

10. จำนวนที่นำไปหาร 296 และ 254 แล้วเหลือเศษ 2 เท่ากันทุกจำนวน คือจำนวนใด

ต้อง

ก. 4 x 7

ข. 2 x 14

ข. 1 x 4 x 7

ง. 1 x 2 x 14

จ. 2 x 2 x 7

6. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบที่ถูกต้อง

ก. 24 = 3 x 8

ข. 30 = 5 x 6

ค. 46 = 2 x 23

ง. 63 = 7 x 9

จ. 72 = 8 x 9

7. $\quad = 2 \times 3^2 \times 5^2$ เป็นการแยกตัวประกอบ ของจำนวนใด

ก. 300

ข. 360

ค. 450

ง. 540

จ. 600

8. ห.ร.ม. ของ 54 กับ 72 คือ จำนวนนับในข้อใด

ก. 4

ข. 6

ค. 12

ง. 18

จ. 24

9. ห.ร.ม. ของจำนวนในข้อใดเป็น 24

ก. 96 กับ 144

ข. 108 กับ 216

ค. 168 กับ 264

ง. 120 กับ 240

จ. 192 กับ 288

15. ค่าประจำหลักของ 6 ในจำนวนทศนิยม 261.063 ต่าง กันเท่าใด

ก. 36
ข. 42
ค. 45
ง. 48
จ. 52

11. ค.ร.น. ของ 84 และ 60 คือจำนวนในข้อใด
ก. $2 \times 3 \times 5$
ข. $2 \times 3 \times 5 \times 7$
ค. $2^2 \times 3 \times 5 \times 7$
ง. $2^2 \times 3^2 \times 5 \times 7$
จ. $2^2 \times 3^2 \times 5 \times 7$

12. ค.ร.น. ของจำนวน $2^2 \times 3$, $2^3 \times 3^2$ และ $2^4 \times 3^4$ คือจำนวนใด
ก. 360
ข. 432
ค. 560
ง. 840
จ. 1,296

13. ถ้า A เป็นจำนวนนับที่น้อยที่สุดซึ่งหารด้วย 84 ,140 และ 210 ลงตัวแล้ว A เท่ากับเท่าใด
ก. 350
ข. 420
ค. 490
ง. 560
จ. 630

14. ตัวเลข 4 ใน 32.10476 มีค่าเท่ากับเท่าใด
ก. $\frac{4}{10}$
ข. $\frac{4}{10^2}$
ค. $\frac{4}{10^3}$
ง. $\frac{4}{10^4}$
จ. $\frac{4}{10^5}$

20. 47.8 X 9.3 เท่ากับข้อใด
ก. 4.4454
ก. 0.9
ข. 0.99
ค. 0.999
ง. 99.9
จ. 9.99

16. ค่าของตัวเลข 4 ในจำนวนทศนิยม 245.03247 ต่างกันเท่าใด
ก. 39.9996
ข. 39.9986
ค. 39.999
ง. 39.996
จ. 39.986

17. 47.63 + 97.863 + 0.8548 เท่ากับข้อใด
ก. 136.3478
ข. 136.4478
ค. 146.3478
ง. 146.4378
จ. 146.4478

18. 957.3 - 83.76 เท่ากับข้อใด
ก. 863.54
ข. 873.54
ค. 873.64
ง. 874.54
จ. 874.64

19. จงหาค่าของ 26.57 - 18.98 + 37.24
ก. 44.83
ข. 44.38
ค. 43.83
ง. 43.38
จ. 34.83

25. <u>จำนวนเต็มพัน</u>ที่ใกล้เคียงที่สุดของผลต่างระหว่าง 45,873 กับ 3,207 เท่ากับเท่าใด

ข. 44.454

ค. 444.54

ง. 4445.4

จ. 4445.5

21. 514.017 ÷ 4.1 เท่ากับข้อใด

ก. 125.75

ข. 125.73

ค. 125.37

ง. 123.75

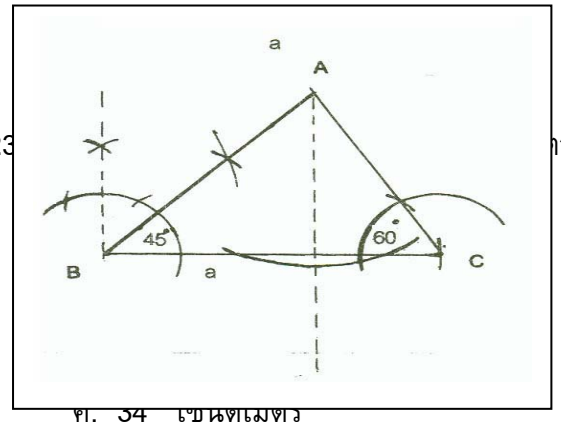
จ. 123.57

22. สี่เหลี่ยมผืนผ้ามีเส้นรอบรูปยาว 12 เซนติเมตร ถ้าด้านกว้างเป็น 2.6 เซนติเมตร ความยาวของด้านยาวแต่ละด้านเป็นเท่าไร

ก. 2.2 เซนติเมตร

ข. 2.8 เซนติเมตร

ค. 3.2 เซนติเมตร

23. 

ค. 34 เซนติเมตร

ง. 40 เซนติเมตร

จ. 44 เซนติเมตร

24. ซื้อผัก 3.5 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 26 บาท น้ำตาล 2.5 กิโลกรัมราคากิโลกรัมละ 14 บาท ถ้ามีเงินอยู่ 185.25 บาท จะเหลือเงินกี่บาท

ก. 60.25 ข. 60.00

ค. 59.75 ง. 59.50

จ. 59.25

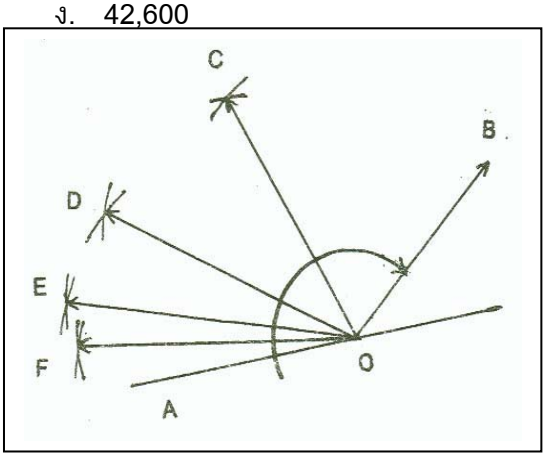
29. จักรเย็บผ้าคันหนึ่งราคา 7,250 บาท ถ้าซื้อด้วยเงินสดจะลดให้ 22% ถ้าจะซื้อเงินสดต้อง

ก. 44,000

ข. 43,000

ค. 42,700

ง. 42,600

26. 

26. ถ้าประมาณค่าจากการวัดเป็น 67.43 แสดงว่าการวัดนั้น มีค่าอยู่ในช่วงใด

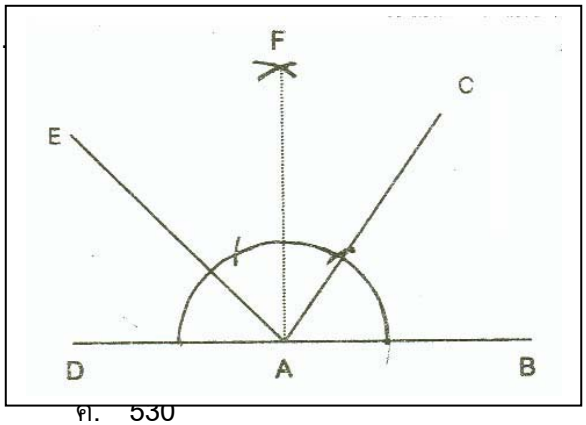
ก. ไม่ต่ำกว่า 67.425

ข. ไม่ต่ำกว่า 67.40

ค. ไม่ถึง 67.435

ง. ไม่ต่ำกว่า 67.43 แต่ไม่ถึง 67.44

จ. ไม่ต่ำกว่า 67.425 แต่ไม่ถึง 67.435

27. 

ค. 530

ง. 520

จ. 510

32. จากรูปกำหนด OC แบ่งครึ่งมุม AOB OD แบ่งครึ่งมุม AOC , OE แบ่งครึ่งมุม AOD และ OF แบ่งครึ่งมุม AOE

เตรียมเงินไปประมาณเท่าใด

ก. 5,000 ข. 5,080

ค. 5,300 ง. 5,600

จ. 6,000

30. วิทยุเครื่องหนึ่งติดราคา 3,750 บาท ถ้าซื้อเงินสดลดให้ 18% คิดเป็นส่วนลดประมาณกี่บาท

ก. 750 ข. 700

ค. 650 ง. 600

จ. 550

31.จากรูปที่กำหนดให้เป็นการสร้างรูปสามเหลี่ยม ABC ให้ด้าน BC ยาวเท่ากับ a มุม ABC มีขนาดเท่ากับ 45 องศา และมุม BCA เท่ากับ 60 องศา

a

จงพิจารณาว่าวิธีการในข้อใดไม่จำเป็นในการสร้างให้ได้รูปเรขาตามกำหนด

ก. สร้างมุมขนาด 90

ข. สร้างมุมขนาด 60

ค. การแบ่งครึ่งมุม

ง. การสร้างส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยม

จ. สร้างส่วนเส้นตรงให้ยาวเท่ากับความยาวของส่วนเส้นตรงที่กำหนดให้

34. เศษส่วนในข้อใด มีค่าไม่เท่ากับ เศษส่วนในข้อ

จากรูป ถ้ามุม AOF = 9 องศา แล้วมุม AOB กางกี่องศา

ก. 120 องศา ข. 126 องศา

ค. 138 องศา ง. 144 องศา

จ. 150 องศา

33. จากการสร้างดังรูป มุม CAE มีขนาดกี่องศา

ก. 120 องศา

ข. 90 องศา

ค. 75 องศา

ง. 60 องศา

จ. 45 องศา

37. เศษส่วนจำนวนใดที่มีค่าน้อยที่สุด

อื่น ๆ

ก. $\frac{9}{12}$ ข. $\frac{15}{20}$

ค. $\frac{12}{18}$ ง. $\frac{51}{68}$

จ. $\frac{72}{96}$

35. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดเป็นจริง

ก. $\frac{3}{4} > \frac{4}{5}$

ข. $\frac{5}{7} > \frac{20}{28}$

ค. $\frac{7}{15} > \frac{10}{21}$

ง. $\frac{7}{18} < \frac{11}{27}$

จ. $\frac{5}{12} < \frac{35}{84}$

36. จำนวนใดมีค่าใกล้ 1 มากที่สุด

ก. $\frac{7}{24}$ ข. $\frac{3}{8}$

ค. $\frac{5}{12}$ ง. $\frac{2}{3}$

จ. $\frac{5}{6}$

40. ผลบวกของ $2\frac{1}{3}$ และ $3\frac{1}{2}$ น้อยกว่า 9 อยู่เท่าไร

ก. $1\frac{7}{9}$ ข. $\frac{13}{8}$

ค. $1\frac{12}{17}$ ง. $\frac{29}{15}$

จ. $\frac{18}{11}$

38. ค่าของ $\frac{3}{4}+\frac{1}{2}-\frac{7}{8}$ เท่ากับจำนวนในข้อใด จำนวนในข้อใด

ก. $\frac{2}{8}$ ข. $\frac{3}{8}$

ค. $\frac{4}{8}$ ง. $\frac{5}{8}$

จ. $\frac{6}{8}$

39. $16\frac{2}{3}-9\frac{1}{4}$ เท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. $7\frac{1}{12}$ ข. $7\frac{3}{12}$

ค. $7\frac{5}{12}$ ง. $7\frac{6}{12}$

จ. $7\frac{7}{12}$

ก. $2\frac{1}{6}$ ข. $3\frac{1}{6}$

ค. $3\frac{5}{6}$ ง. $4\frac{1}{6}$

จ. $4\frac{5}{6}$

41. ประโยคในข้อใดถูกต้อง

ก. $2x\,3\frac{1}{5}=6\frac{1}{5}$

ข. $\frac{5}{17}x\,\frac{3}{17}=\frac{15}{17}$

ค. $\frac{3}{4}x\,5\frac{1}{2}=4\frac{1}{8}$

ง. $2\frac{1}{2}x\,4\frac{1}{7}=8\frac{1}{14}$

จ. $\frac{7}{9}x\,3=3\frac{7}{9}$

42. ค่าของ $\frac{5}{8}\div 3\frac{3}{4}$ เท่ากับเศษส่วนในข้อ

ก. $\frac{1}{6}$

ข. $\frac{2}{3}$

ค. $\frac{5}{8}$

ง. $\frac{1}{8}$

จ. $\frac{1}{5}$

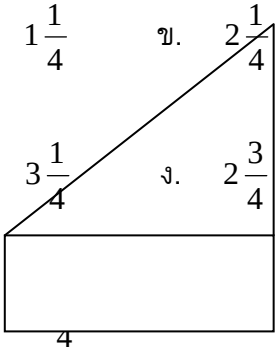
46. เลี้ยงนกไว้ 3 ชนิด มี นกเขา $\frac{1}{3}$ นกขุนทอง $\frac{2}{3}$ ของที่เหลือ นอกนั้นเป็นนกแก้ว คิดเป็น 16 ตัว อยากทราบว่าเลี้ยงนกไว้ทั้งหมดกี่ตัว

43.ผลลัพธ์ของ $\left(2\frac{5}{8}\div\frac{3}{4}\right)x\,\frac{5}{14}$ เท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. $1\frac{1}{4}$ ข. $2\frac{1}{4}$

ค. $3\frac{1}{4}$ ง. $2\frac{3}{4}$

จ. 4



44. ส้มจุกมีอายุ 36 ปี ส้มเกลี้ยงมีอายุ $\frac{5}{6}$ เท่าของอายุส้มจุก และส้มจีนมีอายุ $1\frac{2}{5}$ ของอายุส้มเกลี้ยง ดังนั้นส้มจีนมีอายุกี่ปี

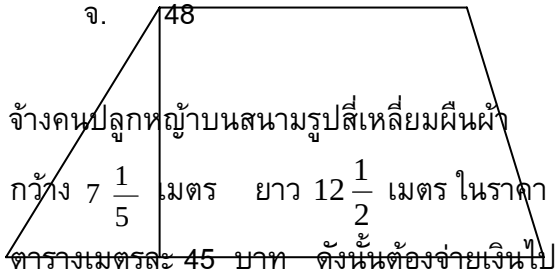
ก. 27

ข. 30

ค. 36

ง. 42

จ. 48



45. จ้างคนปลูกหญ้าบนสนามรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง $7\frac{1}{5}$ เมตร ยาว $12\frac{1}{2}$ เมตร ในราคาตารางเมตรละ 45 บาท ดังนั้นต้องจ่ายเงินไปกี่บาท

ก. 4,025

ข. 4,050

ค. 4,125

ง. 4,225

จ. 4,325

49. จากรูป กำหนด AD = 3 หน่วย AB = 7 หน่วย และ BC = 7 หน่วย พื้นที่สี่เหลี่ยม ABCD เป็น

ก. 21 ตัว

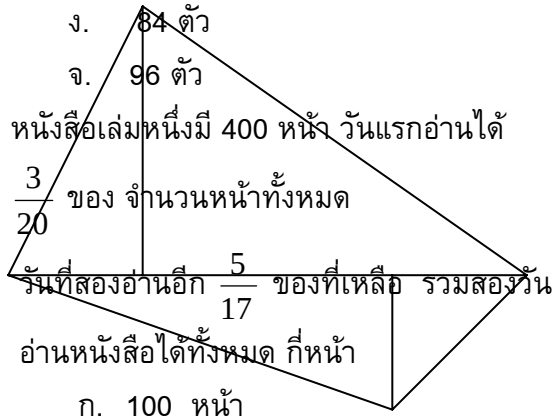
ข. 63 ตัว

ค. 72 ตัว

ง. 84 ตัว

จ. 96 ตัว

47. หนังสือเล่มหนึ่งมี 400 หน้า วันแรกอ่านได้ $\frac{3}{20}$ ของ จำนวนหน้าทั้งหมด



วันที่สองอ่านอีก $\frac{5}{17}$ ของที่เหลือ รวมสองวันอ่านหนังสือได้ทั้งหมด กี่หน้า

ก. 100 หน้า

ข. 106 หน้า

ค. 160 หน้า

ง. 230 หน้า

จ. 340 หน้า

48. ในการส่งสัญญาณโทรเลขจากรุงเทพฯ ไปปัตตานี ใช้เวลาคำละ $2\frac{2}{9}$ วินาที ถ้าในการส่งสัญญาณข้อความหนึ่งใช้เวลา $2\frac{2}{3}$ นาที ข้อความนี้มีกี่คำ

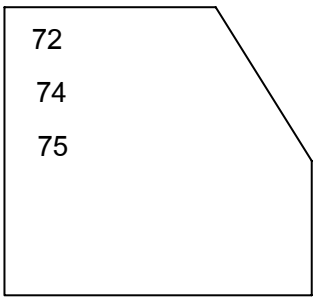
ก. 70

ข. 71

ค. 72

ง. 74

จ. 75

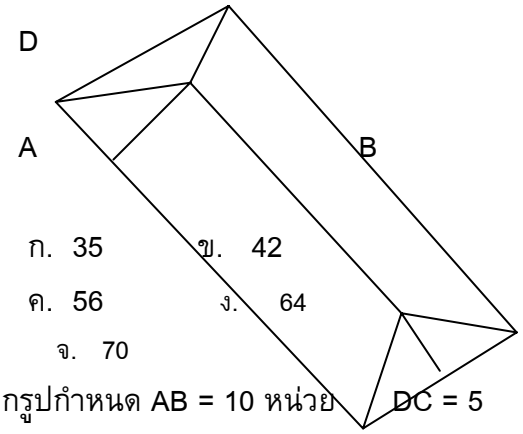


51

D

กี่ตาราง หน่วย

C



D

A B

ก. 35 ข. 42

ค. 56 ง. 64

จ. 70

50. จากรูปกำหนด AB = 10 หน่วย DC = 5 หน่วย

และ DE = 6 หน่วย ดังนั้น ABCD มีพื้นที่

กี่ตารางหน่วย

D 5

C

6

A E 10

B

ก. 45

ข. 50

ค. 60

ง. 90

จ. 120

14

A 7 9 F 8

C

E 6

B

จากรูป AE = 7 หน่วย DE = 14 หน่วย

EF = 9 หน่วย FC = 8 หน่วย

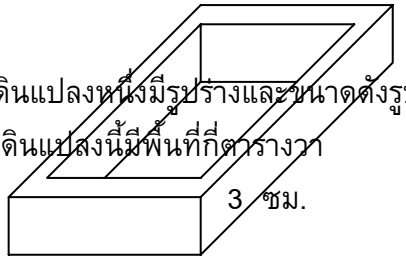
FB = 6 หน่วย

ดังนั้นสี่เหลี่ยม ABCD มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย

ก. 204 ข. 240 ค. 400

ง. 420 จ. 480

52. ที่ดินแปลงหนึ่งมีรูปร่างและขนาดดังรูป

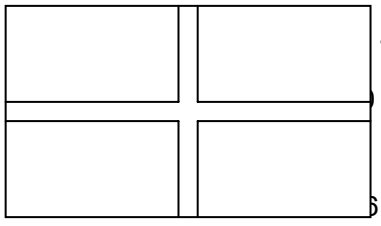


ที่ดินแปลงนี้มีพื้นที่กี่ตารางวา

6 ซ:ม.

2 ซม.

5 ซม.



1 วา

ค.

22

6

56. ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแปลงหนึ่งกว้าง 8 เมตร ยาว 23 เมตร ถ้าจะถมที่แปลงนี้ให้สูงขึ้นกว่าเดิม 50 เซนติเมตร แล้วจะต้อง ซื้อทรายมาถมที่แปลงนี้กี่ลูกบาศก์เมตร

53. เต็นท์ผ้าใบหลังหนึ่งมีส่วนประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูและรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีขนาดเท่ากันดังรูป ผ้าใบ ที่ใช้ทำเต็นท์หลังนี้ มีพื้นที่อย่างน้อย

ที่สุดกี่ตารางเมตร

4 ม.

8 ม.

14 ม.

4 ม.

9 ม.

ก. 80 ข. 88

ค. 91 ง. 106

จ. 124

54. กล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่งกว้าง 7 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตร และสูง 5 เซนติเมตร กล่องใบนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 225 ข. 245

ค. 296 ง. 315

จ. 428

55. ถังน้ำรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง มีปริมาตร 60 ลูกบาศก์เมตร ถ้าถังใบนี้กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร ถังน้ำใบนี้จะสูงกี่เมตร

ก. 4 เมตร ข. 5 เมตร

ค. 6 เมตร ง. 7 เมตร

จ. 8 เมตร

ก. 84 ข. 92
ค. 168 ง. 184
จ. 368

57. ลังไม้ใบหนึ่งไม่มีฝาปิด วัดภายนอกได้กว้าง 14 นิ้ว ยาว 22 นิ้ว และสูง 12 นิ้ว ถ้าไม้ที่ใช้ทำลังหนา 2 นิ้ว. ลังใบนี้มีความจุกี่ลูกบาศก์นิ้ว

ก. 1,440 ข. 1,800 ค. 2,400
ง. 2,880 จ. 3,696

58. สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 20 เมตร ยาว 40 เมตร ทำถนนผ่านสนามทั้งสองด้าน (ดังรูป) ถ้าถนนกว้าง 2 เมตร จะเหลือพื้นที่ที่เป็นสนาม หญ้าอีกเท่าไร

ก. 680 ตารางเมตร
ข. 684 ตารางเมตร
ค. 700 ตารางเมตร
ง. 780 ตารางเมตร
จ. 800 ตารางเมตร

59. ห้องกว้าง 3.5 เมตร ยาว 7.2 เมตร ปูด้วยไม้ปาเก้ขนาด 5 X 8 ตารางเซนติเมตร จะต้องใช้ไม้ปาเก้กี่ชิ้น

ก. 360 ชิ้น
ข. 630 ชิ้น
ค. 3,600 ชิ้น
ง. 6,300 ชิ้น
จ. 6,500 ชิ้น

60. ต้องการขุดสระน้ำสำหรับเลี้ยงปลา กว้าง 5 เมตร ยาว 10 เมตร และลึก 3.5 เมตร ต้องเสียค่าจ้างขุดดินลูกบาศก์เมตรละ 60 บาท จะต้องเสียค่าขุดดินเป็นเงินกี่บาท

ก. 4,500
ข. 5,500
ค. 7,500
ง. 9,000
จ. 10,500

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์แบบทดสอบฉบับที่ 1(X)

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์แบบทดสอบฉบับที่ 2(Y)

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1(X)

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2(Y)

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบร่วม

ตาราง 21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 (x) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ผลการพิจารณา			รวม	ดัชนีความสอดคล้อง
		+1	0	-1		
1. เขียนตัวเลขให้อยู่ในรูปการคูณของจำนวนนับที่น้อยที่สุดกับเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นสิบและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนนับ	1	5			5	1.00
	2	5			5	1.00
2. บวกและลบจำนวนที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังอย่างง่ายได้	3	5			5	1.00
	4	5			5	1.00
3. แยกตัวประกอบของจำนวนนับได้	5	5			5	1.00
	6	5			5	1.00
	7	5			5	1.00
4. หา ห.ร.ม. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้	8	5			5	1.00
	9	5			5	1.00
	10	4	1		4	0.80
5. หา ค.ร.น. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้	11	5			5	1.00
	12	4	1		4	0.80
	13	5			5	1.00
6. บอกค่าของตัวเลขโดดที่อยู่ในทศนิยมตำแหน่งต่างๆได้	14	5			5	1.00
	15	5			5	1.00
	16	5			5	1.00
7. บวก ลบ คูณ และหารทศนิยมได้	17	5			5	1.00
	18	5			5	1.00
	19	5			5	1.00
	20	5			5	1.00
	21	5			5	1.00

ตาราง 21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 (x) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ผลการพิจารณา			รวม	ดัชนีความสอดคล้อง
		+1	0	-1		
8. แก้โจทย์ปัญหาที่มีการบวก ลบ คูณ และหารทศนิยมได้	22	5			5	1.00
	23	5			5	1.00
	24	5			5	1.00
9. หาค่าใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้โดยใช้การปัดเศษ	25	5			5	1.00
	26	5			5	1.00
	27	5			5	1.00
10. ใช้การประมาณค่าแก้โจทย์ปัญหาได้	28	5			5	1.00
	29	5			5	1.00
	30	4	1		4	0.80
11. สร้างรูปสามเหลี่ยมบางรูปโดยอาศัยการสร้างส่วนของเส้นตรงและมุมให้มีความยาวและขนาดของเส้นตรงและมุมที่กำหนดให้ได้	31	3	2		3	0.60
12. แบ่งมุมที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนๆ แต่ละส่วนมีขนาดเท่ากันได้	32	4	1		4	0.80
13. สร้างมุมขนาดต่างๆโดยอาศัยวิธีการสร้างมุมขนาดเท่ากับ 45,60 องศาได้	33	5			5	1.00
14. บอกได้ว่าเศษส่วนที่กำหนดให้มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน	34	5			5	1.00
	35	5			5	1.00
	36	4	1		4	0.80
	37	5			5	1.00

ตาราง 21 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 (x) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ผลการพิจารณา			รวม	ดัชนีความสอดคล้อง
		+1	0	-1		
15. บวก ลบ คูณและหารเศษส่วนได้	38	5			5	1.00
	39	5			5	1.00
	40	5			5	1.00
	41	5			5	1.00
	42	5			5	1.00
	43	5			5	1.00
16.แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนได้	44	5			5	1.00
	45	5			5	1.00
	46	4	1		4	0.80
	47	5			5	1.00
	48	4	1		4	0.80
17. หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และสามเหลี่ยมได้	49	5			5	1.00
	50	5			5	1.00
	51	5			5	1.00
	52	5			5	1.00
	53	5			5	1.00
18. หาปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	54	5			5	1.00
	55	5			5	1.00
	56	5			5	1.00
	57	4	1		4	0.80
19. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่และปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	58	5			5	1.00
	59	5			5	1.00
	60	5			5	1.00

ตาราง 22 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 (y) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ผลการพิจารณา			รวม	ดัชนีความสอดคล้อง
		+1	0	-1		
1. เขียนตัวเลขให้อยู่ในรูปการคูณของจำนวนนับที่น้อยที่สุดกับเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นสิบและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนนับ	1	5			5	1.00
	2	5			5	1.00
2. บวกและลบจำนวนที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังอย่างง่ายได้	3	5			5	1.00
	4	5			5	1.00
3. แยกตัวประกอบของจำนวนนับได้	5	5			5	1.00
	6	5			5	1.00
	7	5			5	1.00
4. หา ห.ร.ม. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้	8	5			5	1.00
	9	5			5	1.00
	10	5			5	1.00
5. หา ค.ร.น. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้	11	5			5	1.00
	12	5			5	0.80
	13	5			5	1.00
6. บอกค่าของตัวเลขโดดที่อยู่ในทศนิยมตำแหน่งต่างๆได้	14	5			5	1.00
	15	5			5	1.00
	16	5			5	1.00
7. บวก ลบ คูณ และหารทศนิยมได้	17	5			5	1.00
	18	5			5	1.00
	19	5			5	1.00
	20	5			5	1.00
	21	5			5	1.00

ตาราง 22 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 (y) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ผลการพิจารณา			รวม	ดัชนีความสอดคล้อง
		+1	0	-1		
8. แก้โจทย์ปัญหาที่มีการบวก ลบ คูณ และหารทศนิยมได้	22	5			5	1.00
	23	5			5	1.00
	24	5			5	1.00
9. หาค่าใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้โดยใช้การปัดเศษ	25	5			5	1.00
	26	5			5	1.00
	27	5			5	1.00
10. ใช้การประมาณค่าแก้โจทย์ปัญหาได้	28	5			5	1.00
	29	5			5	1.00
	30	5			5	1.00
11. สร้างรูปสามเหลี่ยมบางรูปโดยอาศัยการสร้างส่วนของเส้นตรงและมุมให้มีความยาวและขนาดของเส้นตรงและมุมที่กำหนดให้ได้	31	4	1		4	0.80
12. แบ่งมุมที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนๆ แต่ละส่วนมีขนาดเท่ากันได้	32	4	1		4	0.80
13. สร้างมุมขนาดต่างๆโดยอาศัยวิธีการสร้างมุมขนาดเท่ากับ 45,60 องศาได้	33	5			5	1.00
14. บอกได้ว่าเศษส่วนที่กำหนดให้มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน	34	5			5	1.00
	35	5			5	1.00
	36	4	1		4	0.80
	37	5			5	1.00
15. บวก ลบ คูณและหารเศษส่วนได้	38	5			5	1.00
	39	5			5	1.00

ตาราง 22 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ในรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 (y) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ผลการพิจารณา			รวม	ดัชนีความสอดคล้อง
		+1	0	-1		
15. บวก ลบ คูณและหารเศษส่วนได้	40	5			5	1.00
	41	5			5	1.00
	42	5			5	1.00
	43	5			5	1.00
16. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนได้	44	5			5	1.00
	45	5			5	1.00
	46	5			5	1.00
	47	5			5	1.00
	48	4	1		4	0.80
17. หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และสามเหลี่ยมได้	49	4	1		4	0.80
	50	5			5	1.00
	51	5			5	1.00
	52	4	1		4	0.80
	53	4	1		4	0.80
18. หาปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	54	5			5	1.00
	55	5			5	1.00
	56	4	1		4	0.80
	57	3	2		3	0.60
19. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่และปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	58	5			5	1.00
	59	4	1		4	0.80
	60	5			5	1.00

ตาราง 23 ค่าความยากและค่าอำนาจของแบบทดสอบฉบับที่ 1 (X)

ข้อ	จุดประสงค์	p	r	ข้อ	จุดประสงค์	p	r
1	1	0.67	0.52	31	11	0.35	0.31
2	1	0.70	0.40	32	12	0.26	0.40
3	2	0.49	0.43	33	13	0.42	0.31
4	2	0.51	0.54	34	14	0.34	0.38
5	3	0.79	0.36	35	14	0.33	0.40
6	3	0.60	0.54	36	14	0.21	0.35
7	3	0.59	0.57	37	14	0.48	0.36
8	4	0.45	0.49	38	15	0.66	0.49
9	4	0.32	0.31	39	15	0.47	0.49
10	4	0.53	0.21	40	15	0.24	0.33
11	5	0.60	0.57	41	15	0.24	0.24
12	5	0.36	0.24	42	15	0.39	0.73
13	5	0.50	0.42	43	15	0.35	0.61
14	6	0.36	0.31	44	16	0.32	0.42
15	6	0.29	0.45	45	16	0.42	0.61
16	6	0.36	0.49	46	16	0.39	0.31
17	7	0.75	0.47	47	16	0.34	0.29
18	7	0.60	0.47	48	16	0.20	0.24
19	7	0.69	0.56	49	17	0.21	0.24
20	7	0.69	0.54	50	17	0.21	0.33
21	7	0.57	0.50	51	17	0.35	0.38
22	8	0.30	0.52	52	17	0.23	0.45
23	8	0.57	0.75	53	17	0.31	0.40
24	8	0.55	0.64	54	18	0.66	0.29
25	9	0.48	0.61	55	18	0.43	0.49
26	9	0.52	0.49	56	18	0.23	0.22
27	9	0.32	0.28	57	18	0.35	0.45
28	10	0.55	0.45	58	19	0.22	0.26
29	10	0.43	0.40	59	19	0.33	0.43
30	10	0.48	0.54	60	19	0.41	0.33

ตาราง 24 ค่าความยากและค่าอำนาจของแบบทดสอบฉบับที่ 2 (y)

ข้อ	จุดประสงค์	p	r	ข้อ	จุดประสงค์	p	r
1	1	0.80	0.29	31	11	0.38	0.43
2	1	0.79	0.31	32	12	0.29	0.27
3	2	0.65	0.44	33	13	0.34	0.65
4	2	0.60	0.74	34	14	0.30	0.48
5	3	0.70	0.58	35	14	0.40	0.27
6	3	0.54	0.74	36	14	0.58	0.29
7	3	0.74	0.63	37	14	0.47	0.53
8	4	0.52	0.74	38	15	0.46	0.75
9	4	0.30	0.39	39	15	0.54	0.55
10	4	0.31	0.25	40	15	0.40	0.56
11	5	0.52	0.51	41	15	0.29	0.50
12	5	0.31	0.41	42	15	0.48	0.77
13	5	0.33	0.67	43	15	0.51	0.67
14	6	0.36	0.69	44	16	0.39	0.43
15	6	0.43	0.67	45	16	0.44	0.60
16	6	0.48	0.70	46	16	0.26	0.36
17	7	0.80	0.22	47	16	0.28	0.55
18	7	0.62	0.69	48	16	0.39	0.46
19	7	0.77	0.41	49	17	0.34	0.36
20	7	0.60	0.56	50	17	0.28	0.60
21	7	0.39	0.39	51	17	0.35	0.41
22	8	0.38	0.63	52	17	0.25	0.36
23	8	0.50	0.82	53	17	0.29	0.24
24	8	0.50	0.67	54	18	0.60	0.65
25	9	0.43	0.58	55	18	0.45	0.72
26	9	0.52	0.67	56	18	0.24	0.32
27	9	0.30	0.62	57	18	0.35	0.53
28	10	0.43	0.37	58	19	0.31	0.34
29	10	0.21	0.36	59	19	0.38	0.39
30	10	0.37	0.56	60	19	0.31	0.36

ตาราง 25 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบร่วมที่ใช้ในการวิจัย

ข้อที่ของข้อสอบร่วม	ข้อที่ในแบบทดสอบทั้งฉบับ	จุดประสงค์ที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	p	r
1	3	1	1.00	0.75	0.36
2	6	2	1.00	0.79	0.47
3	10	3	1.00	0.68	0.52
4	14	4	1.00	0.49	0.52
5	18	5	1.00	0.61	0.63
6	27	7	1.00	0.54	0.52
7	31	8	1.00	0.44	0.61
8	35	9	1.00	0.69	0.56
9	39	10	1.00	0.36	0.42
10	43	12	1.00	0.37	0.78
11	48	14	1.00	0.36	0.38
12	55	15	1.00	0.39	0.61
13	61	16	1.00	0.44	0.64
14	71	18	1.00	0.34	0.59
15	75	19	1.00	0.45	0.66

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

รายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ฉบับที่ 1 (X)

คำอธิบายการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 75 ข้อ
2. เวลาสอบ 120 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากข้อ ก ข ค ง หรือ จ เพียงคำตอบเดียว แล้วเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับข้อที่นักเรียนต้องการเลือกในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

   ตัวอย่าง ข้อ (0) ค.ร.น. ของ 13 , 24 , 78 คือจำนวนใด

   ก. 248
   ข. 312
   ค. 468
   ง. 536
   จ. 782

   จากตัวอย่าง ถ้านักเรียนเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือ ข้อ ข ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย กากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมใต้ข้อ ข ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0		X			

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย ═══ ทับคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมายกากบาท(X) ใต้ตัวอักษรที่ต้องการเลือกใหม่ เช่น ต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ข้อ ข เป็น ข้อ ง ดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0		═ X		X	

5. ถ้านักเรียนพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้อง่าย ๆก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำข้อที่ยากใหม่
6. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆลงในแบบทดสอบ ถ้าต้องการทดเลขให้ทดในกระดาษทดที่แจกให้

---

1. จำนวนที่เท่ากับ $(7 \times 10^6) + (5 \times 10^4) + (3 \times 10^3)$ คือจำนวนในข้อใด

ก. $7{,}503 \times 10^4$

ข. $7{,}053 \times 10^4$

ค. $7{,}503 \times 10^3$

ง. $7{,}053 \times 10^3$

จ. $7{,}035 \times 10^3$

2. จำนวน 37,506 เขียนในรูปการกระจายได้ดังข้อใด

ก. $(3 \times 10^4)+(7 \times 10^3)+(5 \times 10^2)+(6 \times 10)$

ข. $(3 \times 10^4)+(7 \times 10^3)+(5 \times 10^2)+ 6$

ค. $(3 \times 10^4)+(7 \times 10^2)+(5 \times 10)+ 6$

ง. $(3 \times 10^5)+(7 \times 10^4)+(5 \times 10^2)+ 6$

จ. $(3 \times 10^5)+(7 \times 10^3)+(5 \times 10^2)+(6 \times 10)$

3. ถ้า 9,070,100 เขียนในรูปการกระจายได้เป็น $(9 \times 10^x) + (7 \times 10^y) + (1 \times 10^z)$ ค่าของ $(x - y) + z$ จำนวนในข้อใด

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

จ. 6

4. จำนวนที่เท่ากับ $[(7 \times 10^9)-(62 \times 10^8)]+(92 \times 10^8)$ คือจำนวนในข้อใด

ก. 10×10^8

ข. 1×10^9

ค. 1×10^{10}

ง. 9×10^9

จ. 9×10^{10}

5. ข้อใดแสดงวิธีหาผลสำเร็จของ $(30 \times 10^6) - (29 \times 10^5)$ ได้ถูกต้อง

ก. $(30-29) \times 10^5 = 10^5$

ข. $(30-290) \times 10^6 = 10^6$

ค. $(300-290) \times 10^5 = 10^6$

ง. $(300-290) \times 10^6 = 10^7$

จ. $(300-29) \times 10^5 = 271 \times 10^5$

6. ค่าของ $(7 \times 10^5) - (4 \times 10^4) + (2 \times 10^3)$ เท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. 5×10^3

ข. 5×10^4

ข. 68×10^3

ง. 662×10^4

จ. 662×10^3

7. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบของ 28 ที่ถูกต้อง

ก. 4×7

ข. 2×14

ค. $1 \times 4 \times 7$

ง. $1 \times 2 \times 14$

จ. $2 \times 2 \times 7$

8. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบที่ถูกต้อง

ก. $24 = 3 \times 8$

ข. $30 = 5 \times 6$

ค. $46 = 2 \times 23$

ง. $63 = 7 \times 9$

จ. $72 = 8 \times 9$

9. $\square = 2 \times 3^2 \times 5^2$ เป็นการแยกตัวประกอบ ของจำนวนใด

ก. 300

ข. 360

ค. 450

ง. 540

จ. 600

10. 468 แยกตัวประกอบได้ตามข้อใด

ก. $2^2 \times 3 \times 13$

ข. $2^2 \times 3^2 \times 13$

ค. $2^3 \times 3 \times 13$

ง. $2^2 \times 3^3 \times 13$

จ. $2^3 \times 3^2 \times 13$

11. ห.ร.ม. ของ 54 กับ 72 คือ จำนวนนับในข้อใด

ก. 4

ข. 6

ค. 12

ง. 18

จ. 24

12 . ห.ร.ม. ของจำนวนในข้อใดเป็น 24

ก. 96 กับ 144

ข. 108 กับ 216

ค. 168 กับ 264

ง. 120 กับ 240

จ. 192 กับ 288

13. จำนวนที่นำไปหาร 296 และ 254 แล้วเหลือเศษ 2 เท่ากันทุกจำนวน คือจำนวนใด

ก. 36

ข. 42

ค. 45

ง. 48

จ. 52

14. ถ้าต้องการแบ่งที่ดินสองผืนที่มีขนาด 76 ไร่ และ 114 ไร่ ออกเป็นแปลง ๆ โดยให้แต่ละแปลงมีพื้นที่มากที่สุดเท่า ๆ กัน จะต้องแบ่งแปลงละกี่ไร่

ก. 30

ข. 32

ค. 34

ง. 36

จ. 38

15. ค.ร.น. ของ 84 และ 60 คือจำนวนในข้อใด

ก. $2 \times 3 \times 5$

ข. $2 \times 3 \times 5 \times 7$

ค. $2^2 \times 3 \times 5 \times 7$

ง. $2^2 \times 3^2 \times 5 \times 7$

จ. $2^2 \times 3^2 \times 5 \times 7$

16. ค.ร.น. ของจำนวน $2^2 \times 3$, $2^3 \times 3^2$ และ $2^4 \times 3^4$ คือจำนวนใด

ก. 360

ข. 432

ค. 560

ง. 840

จ. 1,296

17. ถ้า A เป็นจำนวนนับที่น้อยที่สุดซึ่งหารด้วย 84 , 140 และ 210 ลงตัว แล้ว A เท่ากับเท่าใด

ก. 350

ข. 420

ค. 490

ง. 560

จ. 630

18. จำนวนนับที่น้อยที่สุดซึ่งหารด้วย 6 , 9 และ 15 แล้ว เหลือเศษ 3 เท่ากัน คือจำนวนใด

ก. 57 ข. 93 ค. 111

ง. 165 จ. 219

19. ตัวเลข 4 ใน 32.10476 มีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. $\frac{4}{10}$

ข. $\frac{4}{10^{2}}$

ค. $\frac{4}{10^{3}}$

ง. $\frac{4}{10^{4}}$

จ. $\frac{4}{10^{5}}$

20. ค่าประจำหลักของ 6 ในจำนวนทศนิยม 261.063 ต่าง กันเท่าใด

ก. 0.900

ข. 0.990

ค. 0.999

ง. 99.90

จ. 9.990

21. ค่าของตัวเลข 4 ในจำนวนทศนิยม 245.03247 ต่างกันเท่าใด

ก. 39.9996

ข. 39.9986

ค. 39.9990

ง. 39.9960

จ. 39.9860

22. 47.63 + 97.863 + 0.8548 เท่ากับข้อใด

ก. 136.3478

ข. 136.4478

ค. 146.3478

ง. 146.4378

จ. 146.4478

23. 957.3 - 83.76 เท่ากับข้อใด

ก. 863.54

ข. 873.54

ค. 873.64

ง. 874.54

จ. 874.64

24. ค่าของ 26.57 - 18.98 + 37.24 เท่ากับเท่าใด

ก. 44.83

ข. 44.38

ค. 43.83

ง. 43.38

จ. 34.83

25. 47.8 X 9.3 เท่ากับข้อใด

ก. 4.4454

ข. 44.454

ค. 444.54

ง. 4445.4

จ. 4445.5

26. 514.017 ÷ 4.1 เท่ากับข้อใด

ก. 125.75

ข. 125.73

ค. 125.37

ง. 123.75

จ. 123.57

27. $\frac{0.65x\ 0.002}{0.08}$ มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 0.01652

ข. 0.01625

ค. 0.01565

ง. 0.01535

จ. 0.01525

28. สี่เหลี่ยมผืนผ้ามีเส้นรอบรูปยาว 12 เซนติเมตร ถ้าด้านกว้างเป็น 2.6 เซนติเมตร จะหาความยาวของด้านยาวแต่ละด้านเป็นเท่าไร
    ก. 2.2 เซนติเมตร
    ข. 2.8 เซนติเมตร
    ค. 3.2 เซนติเมตร
    ง. 3.4 เซนติเมตร
    จ. 3.8 เซนติเมตร

29. เชือกสามเส้นยาว 2.64 , 13.8 และ 16.9 เมตร นำมาผูกต่อกันแล้ววัดใหม่ได้ยาว 33 เมตร พอดี ดังนั้น เสียเชือกตรงรอยต่อไปเท่าไร
    ก. 32 เซนติเมตร
    ข. 33 เซนติเมตร
    ค. 34 เซนติเมตร
    ง. 40 เซนติเมตร
    จ. 44 เซนติเมตร

30. ซื้อผัก 3.5 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 26 บาท
    น้ำตาล 2.5 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 14 บาท
    ถ้ามีเงินอยู่ 185.25 บาท จะเหลือเงินกี่บาท
    ก. 60.25
    ข. 60.00
    ค. 59.75
    ง. 59.50
    จ. 59.25

31. ผ้าผืนหนึ่งยาว 58.50 เมตร ตัดขายไป 19.75 เมตร ที่เหลือนำมาทำผ้าเช็ดตัว 25 ผืน แต่ละผืนยาวเท่ากัน
    แล้วยังเหลือเศษผ้าอีก 75 เซนติเมตร ผ้าเช็ดตัวแต่
    ละผืนยาวกี่เมตร
    ก. 1.62
    ข. 1.61
    ค. 1.60
    ง. 1.52
    จ. 1.51

32. จำนวนเต็มพันที่ใกล้เคียงที่สุดของผลต่างระหว่าง 45,873 กับ 3,207 เท่ากับเท่าใด
    ก. 44,000
    ข. 43,000
    ค. 42,700
    ง. 42,600
    จ. 42,660

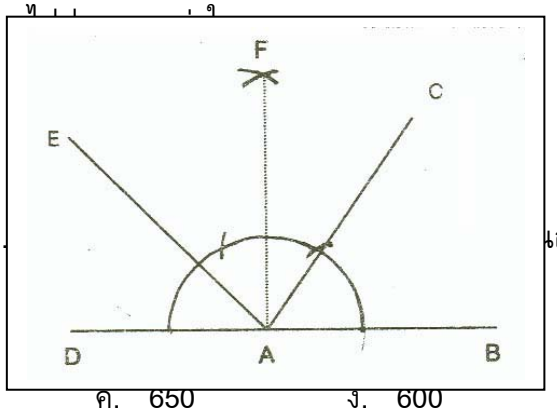
33. ข้อใดปัดเศษได้ถูกต้อง
    ก. $0.3483 \approx 0.4$
    ข. $49.29 \approx 50$
    ค. $67.468 \approx 67.5$
    ง. $287.83 \approx 287$
    จ. $785.46 \approx 786$

34. ถ้าประมาณค่าจากการวัดเป็น 67.43 แสดงว่าการวัดนั้น มีค่าอยู่ในช่วงใด
    ก. ไม่ต่ำกว่า 67.425
    ข. ไม่ต่ำกว่า 67.40
    ค. ไม่ถึง 67.435
    ง. ไม่ต่ำกว่า 67.43 แต่ไม่ถึง 67.44
    จ. ไม่ต่ำกว่า 67.425 แต่ไม่ถึง 67.435

35. ค่าประมาณของ 364,535 ที่ใกล้เคียงจำนวนเต็มร้อยและจำนวนเต็มหมื่นต่างกันเท่าไร
    ก. 4,500
    ข. 4,600
    ค. 4,700
    ง. 4,800
    จ. 4,900

36. แม่บ้านซื้อข้าวสาร 158 บาท ผงซักฟอก 93 บาท
    น้ำมันพืช 32.50 บาท นมผง 169.50 บาท
    น้ำตาลทราย 25 บาท สบู่ 48.65 บาท
    จงหาว่าแม่บ้านจ่ายเงินไปประมาณกี่บาท
    ก. 550 ข. 540
    ค. 530 ง. 520
    จ. 510

37. จักรเย็บผ้าคันหนึ่งราคา 7,250 บาท ถ้าซื้อด้วยเงินสดจะลดให้ 22% ถ้าจะซื้อเงินสดต้องเตรียมเงิน

38. 

เสด

ค. 650 ง. 600

จ. 550

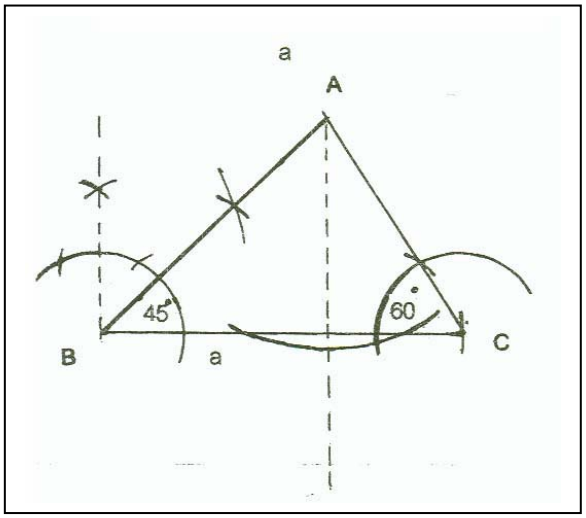
39. เชือกเส้นหนึ่งยาว 435.5 เมตร ตัดเชือกออกเป็นเส้นสั้น ๆ ยาวเส้นละ 21.25 เมตร จะได้เชือกประมาณกี่เส้น

ก. 20 เส้น ข. 21 เส้น

ค. 22 เส้น ง. 23 เส้น

จ. 24 เส้น

40. จากรูปที่กำหนดให้เป็นการสร้างรูปสามเหลี่ยม ABC ให้ด้าน BC ยาวเท่ากับ a มุม ABC มีขนาดเท่ากับ 45 องศา และมุม BCA เท่ากับ 60 องศา



a

จากรูป จงพิจารณาว่าวิธีการในข้อใดไม่จำเป็นในการสร้างให้ได้รูปเรขาคณิตตามกำหนด

ก. สร้างมุมขนาด 90

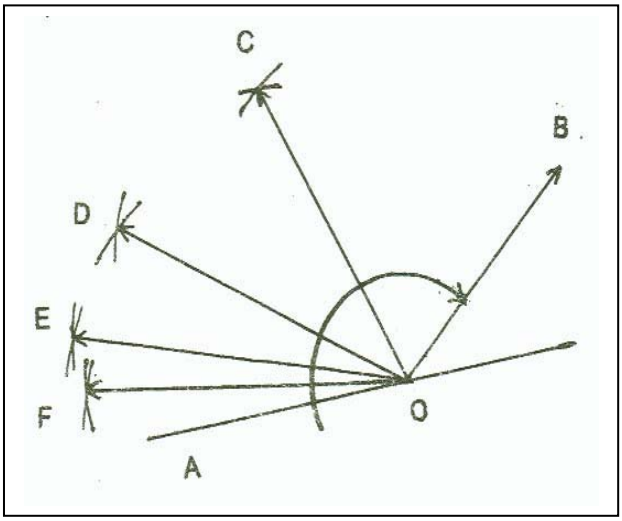
ข. สร้างมุมขนาด 60

ค. การแบ่งครึ่งมุม

ง. การสร้างส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยม

จ. สร้างส่วนเส้นตรงให้ยาวเท่ากับความยาวของส่วนเส้นตรงที่กำหนดให้

41. จากรูปกำหนด OC แบ่งครึ่งมุม AOB OD แบ่งครึ่งมุม AOC , OE แบ่งครึ่งมุม AOD และ OF แบ่งครึ่งมุม AOE



จากรูป ถ้ามุม AOF = 9 องศา แล้วมุม AOB กางกี่องศา

ก. 120 องศา

ข. 126 องศา

ค. 138 องศา

ง. 144 องศา

จ. 150 องศา

42. จากการสร้างดังรูป มุม CAE มีขนาดกี่องศา

ก. 120 องศา
ข. 90 องศา
ค. 75 องศา
ง. 60 องศา
จ. 45 องศา

43. ถ้าจะสร้างมุม 150 องศา ด้วยสันตรงและวงเวียน ควรสร้างตามข้อใด
ก. สร้างมุม 90 องศาก่อนแล้วสร้างมุม 60 องศา
ข. สร้างมุม 105 องศาก่อนแล้วสร้างมุม 45 องศา
ค. สร้างมุม 115 องศาก่อนแล้วสร้างมุม 35 องศา
ง. สร้างมุม 120 องศา ก่อนแล้วสร้างมุม 30 องศา
จ. สร้างมุม 135 องศา ก่อนแล้วสร้างมุม 15 องศา

44. เศษส่วนในข้อใด มีค่าไม่เท่ากับ เศษส่วนในข้ออื่น ๆ

ก. $\frac{9}{12}$ ข. $\frac{15}{20}$

ค. $\frac{12}{18}$ ง. $\frac{51}{68}$

จ. $\frac{72}{96}$

45 ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดเป็นจริง

ก. $\frac{3}{4} > \frac{4}{5}$ ข. $\frac{5}{7} > \frac{20}{28}$

ค. $\frac{7}{15} > \frac{10}{21}$ ง. $\frac{7}{18} < \frac{11}{27}$

จ. $\frac{5}{12} < \frac{35}{84}$

46. จำนวนใดมีค่าใกล้ 1 มากที่สุด

ก. $\frac{7}{24}$ ข. $\frac{3}{8}$

ค. $\frac{5}{12}$ ง. $\frac{2}{3}$

จ. $\frac{5}{6}$

47. เศษส่วนจำนวนใดที่มีค่าน้อยที่สุด

ก. $1\frac{7}{9}$ ข. $\frac{13}{8}$

ค. $1\frac{12}{17}$ ง. $\frac{29}{15}$

จ. $\frac{18}{11}$

48.. จำนวนในข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

ก. $\frac{3}{4}, \frac{4}{7}, \frac{2}{3}, \frac{9}{10}$ ข. $\frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{4}{7}, \frac{9}{10}$

ค. $\frac{4}{7}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{9}{10}$ ง. $\frac{4}{7}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{9}{10}$

จ. $\frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{4}{7}, \frac{9}{10}$

49. ค่าของ $\frac{3}{4}+\frac{1}{2}-\frac{7}{8}$ เท่ากับจำนวนในข้อใด จำนวนในข้อใด

ก. $\frac{2}{8}$ ข. $\frac{3}{8}$

ค. $\frac{4}{8}$ ง. $\frac{5}{8}$

จ. $\frac{6}{8}$

50. $16\frac{2}{3}-9\frac{1}{4}$ เท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. $7\frac{1}{12}$ ข. $7\frac{3}{12}$

ค. $7\frac{5}{12}$ ง. $7\frac{6}{12}$

จ. $7\frac{7}{12}$

51. ผลบวกของ $2\frac{1}{3}$ และ $3\frac{1}{2}$ น้อยกว่า 9 อยู่เท่าไร

ก. $2\frac{1}{6}$ ข. $3\frac{1}{6}$

ค. $3\frac{5}{6}$ ง. $4\frac{1}{6}$

จ. $4\frac{5}{6}$

52.. ประโยคในข้อใดถูกต้อง

ก. $2x\,3\frac{1}{5}=6\frac{1}{5}$

ข. $\frac{5}{17}x\,\frac{3}{17}=\frac{15}{17}$

ค. $\frac{3}{4}x\,5\frac{1}{2}=4\frac{1}{8}$

ง. $2\frac{1}{2}x\,4\frac{1}{7}=8\frac{1}{14}$

จ. $\frac{7}{9}x\,3=3\frac{7}{9}$

53. ค่าของ $\frac{5}{8}\div 3\frac{3}{4}$ เท่ากับเศษส่วนในข้อ

ก. $\frac{1}{6}$ ข. $\frac{2}{3}$ ค. $\frac{5}{8}$

ง. $\frac{1}{8}$ จ. $\frac{1}{5}$

54.ผลลัพธ์ของ $\left(2\frac{5}{8}\div\frac{3}{4}\right)x\,\frac{5}{14}$ เท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. $1\frac{1}{4}$ ข. $2\frac{1}{4}$ ค. $2\frac{3}{4}$

ง. . $3\frac{1}{4}$ จ. $3\frac{3}{4}$

55. $1\frac{2}{5}\div\frac{1}{5}$ มากกว่า $8\times\frac{1}{24}$ อยู่เท่าไร

ก. $\frac{2}{3}$ ข. $\frac{19}{3}$ ค. $6\frac{1}{3}$

ง. $6\frac{2}{3}$ จ. $7\frac{1}{3}$

56. ส้มจุกมีอายุ 36 ปี ส้มเกลี้ยงมีอายุ $\frac{5}{6}$ เท่าของอายุส้มจุกและส้มจีนมีอายุ $1\frac{2}{5}$ ของอายุส้มเกลี้ยง ดังนั้นส้มจีนมีอายุกี่ปี

ก. 27 ข. 30 ค. 36

ง. 42 จ. 48

57. จ้างคนปลูกหญ้าบนสนามรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง $7\frac{1}{5}$ เมตร ยาว $12\frac{1}{2}$ เมตร ในราคาตารางเมตรละ 45 บาท ดังนั้นต้องจ่ายเงินไปกี่บาท

ก. 4,025 ข. 4,050 ค. 4,125

ง. 4,225 จ. 4,325

58. เลี้ยงนกไว้ 3 ชนิด มี นกเขา $\frac{1}{3}$ นกขุนทอง $\frac{2}{3}$ ของที่เหลือ นอกนั้นเป็นนกแก้ว คิดเป็น 16 ตัว อยากทราบว่าเลี้ยงนกไว้ทั้งหมดกี่ตัว

ก. 21 ตัว ข. 63 ตัว
ค. 72 ตัว ง. 84 ตัว
จ. 96 ตัว

59. หนังสือเล่มหนึ่งมี 400 หน้า วันแรกอ่านได้ $\frac{3}{20}$ ของ จำนวนหน้าทั้งหมด วันที่สองอ่านอีก $\frac{5}{17}$ ของที่เหลือ รวมสองวันอ่านหนังสือได้ทั้งหมดกี่หน้า

ก. 100 หน้า ข. 106 หน้า
ค. 160 หน้า ง. 230 หน้า
จ. 340 หน้า

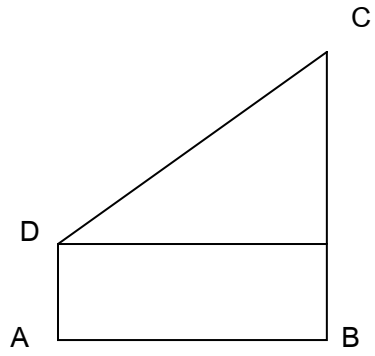
60. ในการส่งสัญญาณโทรเลขจากรุงเทพฯ ไปปัตตานี ใช้ เวลาคำละ $2\frac{2}{9}$ วินาที ถ้าในการส่งสัญญาณข้อความหนึ่งใช้เวลา $2\frac{2}{3}$ นาที ข้อความนี้มีกี่คำ

ก. 70 ข. 71
ค. 72 ง. 74
จ. 75

61. นักเรียนห้องม. 1/4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียน 35 คน มาโรงเรียนโดยรถจักรยานยนต์ $\frac{1}{7}$ มาโรงเรียนโดยรถยนต์ $\frac{2}{7}$ จงหาจำนวนนักเรียนที่มาโรงเรียน โดยวิธีอื่น

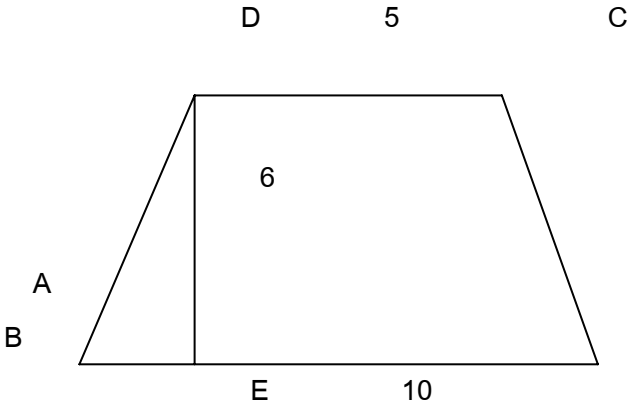
ก. 5 คน ข. 10 คน
ค. 15 คน ง. 20 คน
จ. 25 คน

62. จากรูป กำหนด AD = 3 หน่วย AB = 7 หน่วย และ BC = 7 หน่วย พื้นที่ ABCD เป็นกี่ตารางหน่วย



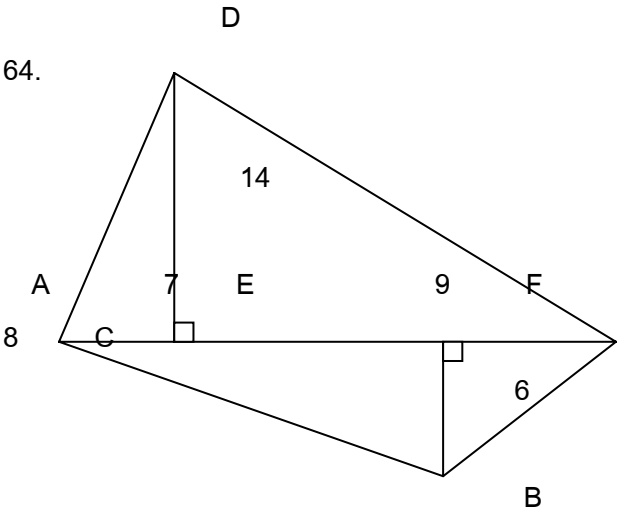
ก. 35 ข. 42 ค. 56
ง. 64 จ. 70

63. จากรูปกำหนด AB = 10 หน่วย DC = 5 หน่วย และ DE = 6 หน่วย ดังนั้น $\square$ ABCD มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



ก. 45 ข. 50 ค. 60
ง. 90 จ. 120

64.

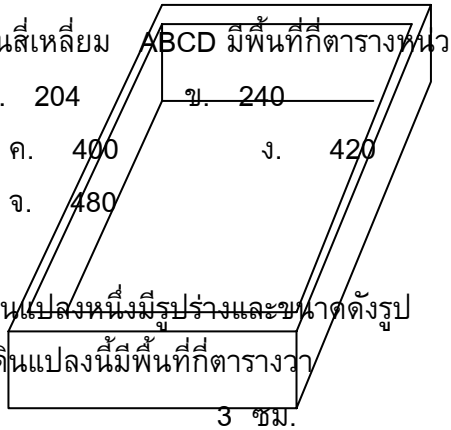


จากรูป AE = 7 หน่วย DE = 14 หน่วย
EF = 9 หน่วย FC = 8 หน่วย
FB = 6 หน่วย

ดังนั้นสี่เหลี่ยม ABCD มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย

ก. 204 ข. 240
ค. 400 ง. 420
จ. 480

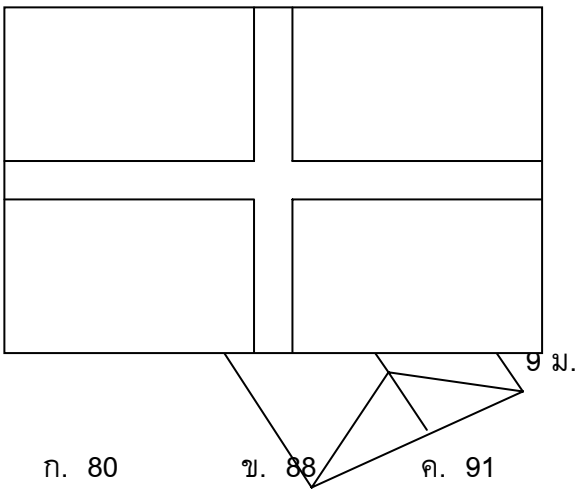
65. ที่ดินแปลงหนึ่งมีรูปร่างและขนาดดังรูป ที่ดินแปลงนี้มีพื้นที่กี่ตารางวา



มาตราส่วน 1 ซม : 1 วา

ก. 18 ข. 20
ค. 22 ง. 24
จ. 26

66. เต็นท์ผ้าใบหลังหนึ่งมีส่วนประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูและรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีขนาดเท่ากัน ดังรูป ผ้าใบที่ใช้ทำเต็นท์หลังนี้ มีพื้นที่อย่างน้อยที่สุดกี่ตารางเมตร



ก. 80 ข. 88 ค. 91
ง. 106 จ. 124

67.. กล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่งกว้าง 7 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตร และสูง 5 เซนติเมตร กล่องใบนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 225 ข. 245
ค. 296 ง. 315
จ. 428

68. ถังน้ำรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง มีปริมาตร 60 ลูกบาศก์เมตร ถ้าถังใบนี้กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร ถังน้ำใบนี้จะสูงกี่เมตร

ก. 4 เมตร ข. 5 เมตร
ค. 6 เมตร ง. 7 เมตร
จ. 8 เมตร

72. สนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 20 เมตร ยาว 40 เมตร ทำถนนผ่านสนามทั้งสองด้าน

69. ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแปลงหนึ่งกว้าง 8 เมตร ยาว 23 เมตร ถ้าจะถมที่แปลงนี้ให้สูงขึ้นกว่าเดิม 50 เซนติเมตร แล้วจะต้อง ซื้อทรายมาถมที่แปลงนี้กี่ลูกบาศก์เมตร

ก. 84 ข. 92
ค. 168 ง. 184
จ. 368

70. ลังไม้ใบหนึ่งไม่มีฝาปิด วัดภายนอกได้กว้าง 14 นิ้ว ยาว 22 นิ้ว และสูง 12 นิ้ว ถ้าไม้ที่ใช้ทำลังหนา 2 นิ้ว. ลังใบนี้มีความจุกี่ลูกบาศก์นิ้ว

ก. 1,440 ข. 1,560
ค. 1,800 ง. 2,400
จ. 3,600

71. ถาดขนมหม้อแกงเมืองเพชรบุรี มีรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้างและยาวด้านละ 12 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร บรรจุขนมเพียง $\frac{3}{4}$ ของถาด (ความสูง) ในถาดหนึ่ง ๆ จะมีขนมหม้อแกง มีปริมาตรเท่าไร

ก. 144 ลบ.ซม
ข. 180 ลบ.ซม
ค. 360 ลบ.ซม
ง. 540 ลบ.ซม
จ. 720 ลบ.ซม

(ดังรูป) ถ้าถนนกว้าง 2 เมตร จะเหลือพื้นที่ที่เป็นสนาม หญ้าอีกเท่าไร

ก. 680 ตารางเมตร
ข. 684 ตารางเมตร
ค. 700 ตารางเมตร
ง. 780 ตารางเมตร
จ. 800 ตารางเมตร

73. ห้องกว้าง 3.5 เมตร ยาว 7.2 เมตร ปูด้วยไม้ปาเก้ขนาด 5 X 8 ตารางเซนติเมตร จะต้องใช้ไม้ปาเก้กี่ชิ้น

ก. 360 ชิ้น
ข. 630 ชิ้น
ค. 3,600 ชิ้น
ง. 6,300 ชิ้น
จ. 6,500 ชิ้น

74. ต้องการขุดสระน้ำสำหรับเลี้ยงปลา กว้าง 5 เมตร ยาว 10 เมตร และลึก 3.5 เมตร ต้องเสียค่าจ้างขุดดินลูกบาศก์เมตรละ 60 บาท จะต้องเสียค่าขุดดินเป็นเงินกี่บาท

ก. 4,500
ข. 5,500
ค. 7,500
ง. 9,000
จ. 10,500

75. ห้องเรียนห้องหนึ่งกว้าง 12 ฟุต ยาว 18 ฟุต มีอากาศบรรจุในห้องนั้น 1,944 ลูกบาศก์ฟุต ห้องเรียนห้องนี้มีความสูงเท่าไร

ก. 6 ฟุต
ข. 7 ฟุต
ค. 8 ฟุต
ง. 9 ฟุต
จ. 11 ฟุต

ภาคผนวก ค

ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณ ค่าความชัน(A) และค่าคงที่(B)
ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์

ตาราง 26 ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณ ค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และข้อสอบร่วม 15 ข้อ

ค่าสถิติ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง						
	500	400	300	200	100	50	30
M_x	17.1080	17.4850	17.0767	16.945	16.8200	21.4600	18.8667
M_y	16.2115	16.2870	16.1054	16.2382	16.2457	18.1000	16.5333
S_x	7.2402	7.6489	7.2962	7.4336	7.0688	9.6979	7.2050
S_y	6.6735	6.9310	6.7240	6.6893	6.8040	7.3630	6.8215
M_{z_1}	3.6960	3.7975	3.6400	3.6600	3.3400	5.1800	4.6667
M_{z_2}	3.8420	3.9863	3.4220	3.845	3.1200	4.5600	4.6000
S_{z_1}	2.1358	2.1710	2.2585	2.1651	2.0312	3.1860	2.2180
S_{z_2}	2.3155	2.4221	2.3554	2.2143	2.1980	2.4921	2.6730
$R_{x_{z_1}}$	0.6850	0.7070	0.7050	0.6930	0.6630	0.7050	0.7290
$R_{y_{z_2}}$	0.6540	0.7040	0.6998	0.7320	0.7110	0.6040	0.786

$$X' = \left(\frac{r_{xz1}}{r_{yz2}}\frac{S_{x1}}{S_{y2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Z1}}\right)Y + \bar{X}_1 + \left(r_{XZ1}\frac{S_{X1}}{S_{Z1}}\right)\left[\left(\bar{Z}_2 - \bar{Z}_1\right) - \frac{1}{r_{YZ2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Y2}}\bar{Y}_2\right]$$

ตาราง 27 ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณ ค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และข้อสอบร่วม 13 ข้อ

ค่าสถิติ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง						
	500	400	300	200	100	50	30
M_x	14.9940	15.3675	14.9400	14.7900	14.6700	18.9800	16.4333
M_y	13.8900	14.9987	13.9980	12.6400	13.8876	15.1200	15.6333
S_x	6.5016	6.8417	6.5544	6.6669	6.3326	8.5201	6.6316
S_y	5.8840	6.0584	5.9645	6.3452	5.9460	6.3812	6.0599
M_{z_1}	2.7080	2.7825	2.6967	2.6500	2.4700	4.2000	3.6667
M_{z_2}	2.8750	2.9845	2.8970	2.7800	2.5900	3.5800	3.5000
S_{z_1}	1.7655	1.8051	1.8246	1.7814	1.5920	2.6030	1.9885
S_{z_2}	1.8766	1.9762	1.9877	1.8980	1.4265	2.0809	2.2705
$R_{x_{z_1}}$	0.6330	0.6500	0.6790	0.6260	0.5730	0.7150	0.6600
$R_{y_{z_2}}$	0.6240	0.6590	0.6298	0.6790	0.4050	0.5310	0.8110

$$X' = \left(\frac{r_{xz1}}{r_{yz2}}\frac{S_{x1}}{S_{y2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Z1}}\right)Y + \bar{X}_1 + \left(r_{XZ1}\frac{S_{X1}}{S_{Z1}}\right)\left[\left(\bar{Z}_2 - \bar{Z}_1\right) - \frac{1}{r_{YZ2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Y2}}\bar{Y}_2\right]$$

ตาราง 28 ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณ ค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) ด้วยวิธีเชิงเส้นตรง ตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และข้อสอบร่วม 10 ข้อ

ค่าสถิติ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง						
	500	400	300	200	100	50	30
M_x	11.7560	12.0450	11.6667	11.6100	11.8900	14.8800	12.6333
M_y	9.2300	10.2100	9.5430	9.0210	10.4600	11.4200	11.5667
S_x	5.3289	5.5750	5.4203	5.5209	5.1930	6.8917	5.4360
S_y	4.7230	5.2440	4.4320	5.4120	4.9563	5.3073	4.9667
M_{z_1}	1.6120	1.6550	1.5833	1.6500	1.4200	2.9200	2.1667
M_{z_2}	1.7420	1.7880	1.4980	1.687	1.543	2.4800	2.3000
S_{z_1}	1.2540	1.2923	1.2709	1.2551	1.1324	1.9778	1.2888
S_{z_2}	1.2870	1.4322	1.3542	1.4860	1.1102	1.7171	1.7449
$R_{x_{z_1}}$	0.5110	0.5210	0.5570	0.4970	0.4110	0.5740	0.6440
$R_{y_{z_2}}$	0.5520	0.5960	0.5340	0.5640	0.3045	0.4010	0.7160

$$X' = \left(\frac{r_{xz1}}{r_{yz2}}\frac{S_{x1}}{S_{y2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Z1}}\right)Y + \bar{X}_1 + \left(r_{XZ1}\frac{S_{X1}}{S_{Z1}}\right)\left[\left(\bar{Z}_2 - \bar{Z}_1\right) - \frac{1}{r_{YZ2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Y2}}\bar{Y}_2\right]$$

ตาราง 29 ค่าสถิติที่ใช้ในการคำนวณ ค่าความชัน (A) และค่าคงที่ (B) ด้วยวิธีเชิงเส้นตรงตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ ในแบบแผนข้อสอบร่วมที่มีความยาวของแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และข้อสอบร่วม 8 ข้อ

ค่าสถิติ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง						
	500	400	300	200	100	50	30
M_x	9.0460	9.3125	9.0000	9.0250	9.0000	11.4400	10.1333
M_y	8.1360	8.2230	8.0200	8.5000	7.9640	9.2000	9.3667
S_x	4.2497	4.4671	4.3091	3.3657	4.0320	5.5187	4.4079
S_y	3.7560	4.0210	3.6670	4.3082	3.2461	4.5221	3.9609
M_{z_1}	1.0420	1.0750	1.0200	1.0900	1.0200	2.2400	1.4667
M_{z_2}	1.1240	1.2450	0.9870	1.0240	0.983	1.7400	1.6330
S_{z_1}	0.9747	1.0034	0.9846	0.9468	0.8406	1.7562	1.0743
S_{z_2}	0.9643	1.0089	0.8843	0.9987	0.7353	1.3372	1.4499
$R_{x_{z_1}}$	0.4670	0.4760	0.5340	0.4410	0.3940	0.5410	0.5620
$R_{y_{z_2}}$	0.5141	0.5802	0.4730	0.5980	0.2480	0.329	0.5890

$$X^{/} = \left(\frac{r_{xz1}}{r_{yz2}}\frac{S_{x1}}{S_{y2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Z1}}\right)Y + \bar{X}_1 + \left(r_{XZ1}\frac{S_{X1}}{S_{Z1}}\right)\left[\left(\bar{Z}_2 - \bar{Z}_1\right) - \frac{1}{r_{YZ2}}\frac{S_{Z2}}{S_{Y2}}\bar{Y}_2\right]$$

ภาคผนวก ง

ตารางปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ตามแบบแผนกลุ่มสมมูล

ตารางปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ตามแบบแผนข้อสอบร่วม

ตาราง 30 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	4.2879	7.00	28	26.4741	33.25
2	5.1097	8.00	29	27.2958	34.00
3	5.9314	9.00	30	28.1175	35.90
4	6.7531	10.00	31	28.9392	36.90
5	7.5748	11.00	32	29.7609	37.00
6	8.3965	12.25	33	30.5827	37.20
7	9.2182	13.50	34	31.4044	39.90
8	10.0399	14.00	35	32.3361	38.00
9	10.8616	15.20	36	33.0477	36.50
10	11.6833	16.00	37	33.8695	38.75
11	12.5050	17.00	38	34.6912	39.00
12	13.3267	18.00	39	35.5129	39.70
13	14.1484	19.25	40	36.3346	39.90
14	14.9702	20.00	41	37.1563	40.25
15	15.7919	21.00	42	37.9780	40.50
16	16.6136	22.00	43	38.7997	40.75
17	17.4353	23.00	44	39.6215	41.00
18	18.2570	24.00	45	40.4432	41.25
19	19.0787	25.00	46	41.2649	41.75
20	19.9004	26.00	47	42.0866	42.00
21	20.7221	27.00	48	42.9083	42.50
22	21.5438	28.00	49	43.7300	42.90
23	22.3656	29.00	50	44.5517	43.00
24	23.1873	30.00	51	45.3734	43.50
25	24.0090	31.00	52	46.1951	43.90
26	24.8307	31.50	53	47.0169	44.00
27	25.6524	32.00	54	47.8385	44.50

ตาราง 30 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
55	48.6603	45.00	58	51.1254	46.20
56	49.4820	45.30	59	51.9471	46.50
57	50.3037	46.00	60	52.7688	47.00

ตาราง 31 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	3.7629	7.00	28	26.0561	33.50
2	4.5885	8.00	29	26.8818	34.00
3	5.4142	9.00	30	27.7075	35.90
4	6.2399	10.00	31	28.5331	36.00
5	7.0657	11.00	32	29.3588	37.20
6	7.8912	12.00	33	30.1845	38.20
7	8.7169	13.00	34	31.0102	38.80
8	9.5426	14.20	35	31.8358	39.00
9	10.3683	14.50	36	32.6615	39.30
10	11.1939	15.00	37	33.4872	39.50
11	12.0196	16.50	38	34.3129	39.90
12	12.8453	17.00	39	35.1386	40.00
13	13.6709	18.50	40	35.9642	40.50
14	14.4966	19.00	41	36.7899	40.90
15	15.3223	20.00	42	37.6156	41.00
16	16.1480	22.25	43	38.4413	41.20
17	16.9737	23.00	44	39.2669	41.50
18	17.7994	24.50	45	40.0926	41.90
19	18.6250	25.00	46	40.9183	42.00
20	19.4507	26.70	47	41.7440	42.25
21	20.2764	27.50	48	42.5696	42.50
22	21.1020	28.00	49	43.3953	42.90
23	21.9277	29.00	50	44.2210	43.00
24	22.7534	30.00	51	45.0467	43.50
25	23.5790	31.00	52	45.8723	43.75
26	24.4048	32.20	53	46.6980	44.00
27	25.2304	32.50	54	47.5237	44.40

ตาราง 31 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
55	48.3494	45.20	58	50.8264	46.70
56	49.1750	45.60	59	51.6521	47.00
57	50.0007	46.20	60	52.4777	47.40

ตาราง 32 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	4.3644	6.00	28	25.6979	33.00
2	5.1545	7.00	29	26.4881	34.00
3	5.9446	8.00	30	27.2782	35.90
4	6.7348	9.00	31	28.0683	36.50
5	7.5249	10.00	32	28.8585	37.50
6	8.3150	11.20	33	29.6485	37.90
7	9.1052	12.00	34	30.4387	38.00
8	9.8953	13.90	35	31.2289	38.20
9	10.6854	14.50	36	32.0190	38.70
10	11.4756	16.00	37	32.8091	38.90
11	12.2657	17.00	38	33.5992	39.00
12	13.0558	18.20	39	34.3894	39.80
13	13.8460	19.50	40	35.1795	40.00
14	14.6361	21.00	41	35.9696	40.90
15	15.4262	22.50	42	36.7598	41.00
16	16.2164	23.00	43	37.5499	41.50
17	17.0065	24.70	44	38.3400	41.90
18	17.7966	25.00	45	39.1302	42.00
19	18.5868	26.20	46	39.9203	42.50
20	19.3769	27.00	47	40.7104	42.80
21	20.1670	28.00	48	41.5006	43.00
22	20.9571	29.00	49	42.2907	43.50
23	21.7473	30.20	50	43.0808	43.90
24	22.5374	31.00	51	43.8710	44.00
25	23.3275	32.00	52	44.6612	44.20
26	24.1177	32.00	53	45.4512	44.50
27	24.9078	32.70	54	46.2414	45.00

ตาราง 32 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
55	47.0315	45.30	58	49.4018	46.80
56	47.8216	45.60	59	50.1920	47.20
57	48.6117	46.40	60	50.9821	47.50

ตาราง 33 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	4.7321	7.00	28	25.6710	31.00
2	5.5077	8.00	29	26.4466	33.00
3	6.2832	9.00	30	27.2221	34.00
4	7.0587	9.50	31	27.9976	36.00
5	7.8342	10.00	32	28.7731	36.90
6	8.6097	10.50	33	29.5486	37.00
7	9.3852	11.00	34	30.3241	37.20
8	10.1607	13.00	35	31.0996	37.90
9	10.9363	14.00	36	31.8752	38.00
10	11.7118	15.20	37	32.6507	39.00
11	12.4873	16.00	38	33.4262	39.25
12	13.2628	17.00	39	34.2017	39.50
13	14.0383	18.50	40	34.9772	39.90
14	14.8138	19.00	41	35.7527	40.00
15	15.5893	21.00	42	36.5282	40.50
16	16.3649	22.50	43	37.3038	40.90
17	17.1404	23.75	44	38.0793	41.00
18	17.9158	24.00	45	38.8548	41.50
19	18.6914	25.00	46	39.6303	41.90
20	19.4669	26.50	47	40.4058	42.00
21	20.2424	27.00	48	41.1813	42.25
22	21.0179	27.80	49	41.9568	42.50
23	21.7935	28.00	50	42.7324	42.75
24	22.5689	29.00	51	43.5079	43.00
25	23.3445	29.50	52	44.2834	43.75
26	24.1200	30.00	53	45.0590	44.20
27	24.8955	30.50	54	45.8344	44.60

ตาราง 33 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
55	46.6099	44.90	58	48.9365	46.20
56	47.3854	45.40	59	49.7120	46.50
57	48.1609	45.80	60	50.4875	46.90

ตาราง 34 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	6.4111	10.00	28	28.3303	29.00
2	7.2229	11.00	29	29.1421	29.20
3	8.0348	12.00	30	29.9539	29.50
4	8.8466	12.50	31	30.7658	30.00
5	9.6584	13.00	32	31.5775	31.50
6	10.4702	14.00	33	32.3894	31.75
7	11.2820	14.50	34	33.2012	32.00
8	12.0939	15.00	35	34.0130	32.50
9	12.9057	15.50	36	34.8249	33.00
10	13.7175	16.00	37	35.6367	33.90
11	14.5293	17.50	38	36.4485	34.20
12	15.3411	18.00	39	37.2603	34.50
13	16.1530	19.00	40	38.0721	34.75
14	16.9648	20.50	41	38.8840	35.00
15	17.7766	21.50	42	39.6958	35.50
16	18.5884	22.00	43	40.5076	35.75
17	19.4002	22.75	44	41.3194	36.00
18	20.2121	23.00	45	42.1313	37.00
19	21.0239	23.70	46	42.9431	37.25
20	21.8357	24.00	47	43.7549	38.00
21	22.6475	24.20	48	44.5667	38.20
22	23.4594	24.75	49	45.3785	38.50
23	24.2712	25.00	50	46.1904	39.00
24	25.0830	25.80	51	47.0022	40.00
25	25.8948	26.00	52	47.8140	41.00
26	26.7066	26.50	53	48.6258	42.00
27	27.5185	27.50	54	49.4376	42.30

ตาราง 34 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
55	50.2495	42.90	58	52.6849	44.00
56	51.0613	43.30	59	53.4968	44.30
57	51.8731	43.70	60	54.3086	44.80

ตาราง 35 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	6.3037	-3.20	26	29.5651	33.60
2	7.2341	-1.75	27	30.4956	34.40
3	8.1646	-0.30	28	31.4260	34.90
4	9.0950	1.15	29	32.3565	36.80
5	10.0255	2.60	30	33.2869	37.00
6	10.9559	4.05	31	34.2174	38.00
7	11.8864	8.13	32	35.1478	40.00
8	12.8169	11.00	33	36.0783	43.20
9	13.7473	12.00	34	37.0088	44.65
10	14.6778	13.00	35	37.9392	46.10
11	15.6062	14.00	36	38.8697	47.55
12	16.5387	15.73	37	39.8002	49.00
13	17.4692	16.85	38	40.7306	50.45
14	18.3996	17.00	39	41.6611	51.90
15	19.3300	17.93	40	42.5915	53.35
16	20.2605	19.52	41	43.5219	54.80
17	21.1909	20.00	42	44.4524	56.25
18	22.1214	21.66	43	45.3829	57.70
19	23.0519	23.00	44	46.3133	59.15
20	23.9824	23.80	45	47.2438	60.60
21	24.9128	25.68	46	48.1743	62.05
22	25.8433	28.64	47	49.1047	63.50
23	26.7737	29.29	48	50.0351	64.95
24	27.7042	29.80	49	50.9657	66.40
25	28.6347	31.60	50	51.8961	67.85

ตาราง 35 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	52.8267	69.30	56	57.4787	76.55
52	53.7570	70.75	57	58.4093	78.00
53	54.6875	72.20	58	59.3398	79.45
54	55.6179	73.65	59	60.2702	80.90
55	56.5484	75.10	60	61.2007	82.35

ตาราง 36 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	6.9689	-3.50	26	26.2390	31.50
2	7.7589	-2.25	27	27.0091	32.00
3	8.5289	-1.50	28	27.7791	33.00
4	9.2989	-0.40	29	28.5491	34.00
5	10.0689	4.70	30	29.3191	35.20
6	10.8389	8.50	31	30.0891	37.00
7	11.6089	9.00	32	30.8591	38.60
8	12.3789	11.00	33	31.6291	40.00
9	13.1489	13.60	34	32.3991	41.00
10	13.9189	14.00	35	33.1691	42.20
11	14.6889	15.00	36	33.9391	42.90
12	15.4589	16.00	37	34.7091	43.30
13	16.2289	17.40	38	35.4791	43.70
14	16.9989	19.00	39	36.2491	44.10
15	17.7689	20.90	40	37.0191	45.00
16	18.5390	21.00	41	37.7891	45.70
17	19.3090	22.00	42	38.5591	46.00
18	20.0790	22.90	43	39.3291	47.60
19	20.8490	23.00	44	40.0991	48.20
20	21.6190	23.20	45	40.8691	49.00
21	22.3890	25.70	46	41.6391	51.20
22	23.1590	28.70	47	42.4091	52.80
23	23.9290	29.90	48	43.1791	53.50
24	24.6990	30.20	49	43.9491	54.30
25	25.4690	30.70	50	44.7191	55.90

ตาราง 36 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	45.4892	55.40	56	49.3392	63.20
52	46.2592	57.20	57	50.1092	65.50
53	47.0292	59.80	58	50.8792	67.30
54	47.7992	60.75	59	51.6492	69.00
55	48.5692	61.60	60	52.4192	72.20

ตาราง 37 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	3.9902	6.50	26	24.9993	31.00
2	4.8306	7.00	27	25.8400	32.00
3	5.6710	8.00	28	26.6800	32.50
4	6.5113	9.50	29	27.5204	32.70
5	7.3517	10.00	30	28.3608	33.00
6	8.1920	11.20	31	29.2011	33.50
7	9.0324	12.50	32	30.0415	34.00
8	9.8728	14.00	33	30.8819	34.40
9	10.7137	15.00	34	31.7222	34.90
10	11.5535	16.20	35	32.5626	35.00
11	12.3939	17.40	36	33.4030	35.70
12	13.2342	18.00	37	34.2433	36.00
13	14.0746	19.50	38	35.0837	36.90
14	14.9150	20.00	39	35.9240	37.20
15	15.7553	21.20	40	36.7644	38.00
16	16.5957	21.70	41	37.6048	38.50
17	17.4360	22.00	42	38.4452	38.90
18	18.2764	24.00	43	39.2855	39.00
19	19.1168	24.50	44	40.1259	39.25
20	19.9571	25.00	45	40.9662	39.50
21	20.7975	26.00	46	41.8066	39.90
22	21.6379	27.50	47	42.6470	40.20
23	22.4782	28.00	48	43.4873	40.70
24	23.3186	28.25	49	44.3277	41.00
25	24.1590	30.00	50	45.1681	41.40

ตาราง 38 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซนไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	3.5208	6.00	26	24.5940	32.00
2	4.3637	7.25	27	25.4374	32.50
3	5.2067	8.00	28	26.2803	33.00
4	6.4962	9.00	29	27.1233	33.50
5	6.8926	10.00	30	27.9663	34.00
6	7.7355	11.50	31	28.8092	34.70
7	8.5785	13.00	32	29.6521	34.90
8	9.4214	14.00	33	30.4951	35.00
9	10.2644	15.00	34	31.3381	35.90
10	11.1073	16.00	35	32.1810	36.00
11	11.9503	17.30	36	33.0240	36.50
12	12.7932	19.00	37	33.3669	36.90
13	13.6362	19.90	38	34.7099	37.00
14	14.4791	20.50	39	35.5528	37.50
15	15.3220	21.90	40	36.3958	38.00
16	16.1650	22.50	41	37.2387	38.50
17	17.0080	22.90	42	38.0817	38.90
18	17.8509	23.50	43	38.9246	39.40
19	18.6938	24.90	44	39.7676	39.90
20	19.5368	26.00	45	40.6105	40.00
21	20.3797	27.00	46	41.4534	41.50
22	21.2227	28.00	47	42.2964	41.80
23	22.0656	29.00	48	43.1394	42.30
24	22.9086	30.50	49	43.9823	42.75
25	23.7515	31.00	50	44.8252	43.00

ตาราง 39 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	4.1653	6.00	26	24.1237	31.90
2	4.9637	7.00	27	24.9221	32.00
3	5.7620	7.50	28	25.7204	32.50
4	6.5603	8.20	29	26.5187	32.96
5	7.3587	9.00	30	27.3171	33.00
6	8.1570	11.00	31	28.1154	33.50
7	8.9554	13.00	32	28.9137	33.90
8	9.7537	14.20	33	29.7121	34.00
9	10.5520	15.00	34	30.5104	35.00
10	11.3504	16.75	35	31.3088	35.00
11	12.1487	18.00	36	32.1071	36.00
12	12.9470	19.50	37	32.9054	36.90
13	13.7454	20.00	38	33.7078	37.00
14	14.5437	20.60	39	34.5021	37.50
15	15.3420	21.00	40	35.3004	37.90
16	16.1404	22.50	41	36.0988	38.00
17	16.9387	23.00	42	36.8971	38.50
18	17.7370	24.90	43	37.6954	39.00
19	18.5354	25.40	44	38.4978	39.25
20	19.3337	26.00	45	39.2921	39.90
21	20.1321	27.50	46	40.0905	40.25
22	20.9304	28.25	47	40.8888	40.50
23	21.7287	29.50	48	41.6871	40.75
24	22.5271	30.00	49	42.4855	41.00
25	23.3254	30.90	50	43.2838	41.50

ตาราง 40 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	4.9147	5.00	26	24.1221	30.90
2	5.6830	6.50	27	24.8904	31.00
3	6.4513	7.20	28	25.6587	31.20
4	7.989	8.00	29	26.4270	31.70
5	7.8889	9.00	30	27.1952	32.00
6	8.7562	10.00	31	27.9635	32.60
7	9.5245	11.50	32	28.7319	32.90
8	10.2928	12.00	33	29.5001	33.40
9	11.0610	13.90	34	30.2685	34.90
10	11.8300	15.00	35	31.0367	35.00
11	12.5977	16.00	36	31.8050	35.50
12	13.3660	18.00	37	32.5733	35.90
13	14.1342	19.90	38	33.3416	36.20
14	14.9025	20.00	39	34.1099	36.90
15	15.6708	21.00	40	34.8782	37.00
16	16.4391	21.70	41	35.6465	37.40
17	17.2074	22.00	42	36.4148	37.90
18	17.9757	24.00	43	37.1831	38.00
19	18.7440	24.80	44	37.9514	38.20
20	19.5123	25.00	45	38.7197	38.50
21	20.2806	26.00	46	39.4880	39.00
22	21.0489	27.00	47	40.2563	39.35
23	21.8172	27.50	48	41.0246	39.75
24	22.5855	27.90	49	41.7929	40.00
25	23.3538	29.00	50	42.5612	40.25

ตาราง 41 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	6.7610	10.00	26	26.4035	24.90
2	7.5467	11.00	27	27.1892	25.90
3	8.3324	12.00	28	27.9749	26.00
4	9.1181	12.50	29	28.7606	26.80
5	9.9038	13.00	30	29.5463	29.80
6	10.6895	13.50	31	30.3320	30.00
7	11.4752	14.00	32	31.1177	30.25
8	12.2609	14.20	33	31.9034	30.50
9	13.0466	15.00	34	32.6891	30.75
10	13.8323	15.50	35	33.4747	31.00
11	14.6180	16.00	36	34.2604	31.50
12	15.4037	18.00	37	35.0461	31.90
13	16.1894	19.00	38	35.8318	32.00
14	16.9751	19.75	39	36.6175	32.90
15	17.7608	20.00	40	37.4032	33.00
16	18.5465	20.70	41	38.1889	34.90
17	19.3322	21.00	42	38.9746	35.00
18	20.1179	21.50	43	39.7603	35.90
19	20.9036	21.70	44	40.5460	36.20
20	21.6893	22.80	45	41.3317	36.75
21	22.4750	23.50	46	42.1174	36.90
22	23.2607	24.00	47	42.9031	37.20
23	24.0464	24.30	48	43.6888	37.80
24	24.8321	24.50	49	44.4745	38.00
25	25.6178	24.70	50	45.2602	38.50

ตาราง 42 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	9.1929	6.00	26	28.3832	40.00
2	9.9605	6.50	27	29.1508	41.20
3	10.7281	6.90	28	29.9184	42.50
4	11.4957	7.00	29	30.6860	43.30
5	12.2634	9.00	30	31.4536	43.90
6	13.0309	10.00	31	32.2212	44.20
7	13.7986	12.00	32	32.9889	44.70
8	14.5662	14.00	33	33.7565	45.00
9	15.3337	14.93	34	34.5241	45.30
10	16.1014	17.00	35	35.2917	45.70
11	16.8690	18.00	36	36.0593	45.80
12	17.6366	19.00	37	36.8269	46.20
13	18.4042	21.00	38	37.5945	46.90
14	19.1719	26.80	39	38.3621	47.30
15	19.9395	27.30	40	39.1298	48.00
16	20.7071	27.50	41	39.8974	48.90
17	21.4747	27.90	42	40.6650	49.30
18	22.2423	28.90	43	41.4326	50.50
19	23.0099	32.80	44	42.2002	51.00
20	23.7775	34.00	45	42.9678	52.80
21	24.5451	35.00	46	43.7354	53.40
22	25.3127	36.30	47	44.5030	54.00
23	26.0804	37.00	48	45.2707	55.60
24	26.8480	38.20	49	46.0383	56.90
25	27.6156	39.50	50	46.8059	57.30

ตาราง 43 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	11.0998	6.20	26	26.0214	38.30
2	11.6966	6.50	27	26.6183	39.40
3	12.2935	7.00	28	27.2151	40.00
4	12.8903	8.00	29	27.8120	41.20
5	13.4872	11.00	30	28.4089	42.90
6	14.0841	13.00	31	29.0057	43.25
7	14.6809	13.20	32	29.6026	44.75
8	15.2778	14.10	33	30.1995	45.50
9	15.8747	16.00	34	30.7963	46.00
10	16.4715	18.00	35	31.3932	46.30
11	17.0684	18.20	36	31.9901	46.80
12	17.6653	18.50	37	32.5869	47.20
13	18.2621	19.70	38	33.1838	48.30
14	18.8590	22.60	39	33.7807	49.00
15	19.4559	26.00	40	34.3775	50.60
16	20.0527	26.90	41	34.9744	52.00
17	20.6496	27.80	42	35.5713	53.90
18	21.2465	29.00	43	36.1681	54.00
19	21.8433	29.50	44	36.7650	56.60
20	22.4402	30.20	45	37.3619	57.50
21	23.0371	31.40	46	37.9587	59.30
22	23.6339	35.00	47	38.5556	60.00
23	24.2308	36.30	48	39.1524	61.25
24	24.8277	36.80	49	39.7493	62.00
25	25.4245	37.00	50	40.3462	63.00

ตาราง 44 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	3.7510	6.00	23	22.2436	28.25
2	4.5916	7.00	24	23.0842	28.50
3	5.4322	8.00	25	23.9248	29.00
4	6.2727	10.00	26	24.7653	30.50
5	7.1133	11.00	27	25.6059	30.90
6	7.9539	12.20	28	26.4465	31.00
7	8.7945	13.00	29	27.2871	31.25
8	9.6350	14.50	30	28.1276	31.70
9	10.4756	16.00	31	28.9682	32.00
10	11.3162	17.50	32	29.8088	32.25
11	12.1568	18.00	33	30.6494	32.50
12	12.9973	19.00	34	31.4899	32.75
13	13.8379	20.00	35	32.3305	33.00
14	14.6785	21.00	36	33.1711	33.50
15	15.5190	22.00	37	34.0117	33.75
16	16.3596	23.50	38	34.8523	34.20
17	17.2002	24.25	39	35.6928	34.80
18	18.0408	25.00	40	36.5334	35.20
19	18.8813	26.75			
20	19.7219	27.50			
21	20.5625	27.90			
22	21.4031	28.00			

ตาราง 45 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	3.3006	6.00	23	21.9705	29.00
2	4.1492	7.00	24	22.8191	30.00
3	4.9979	8.00	25	23.6678	30.50
4	5.8465	9.50	26	24.5164	30.70
5	6.6951	10.00	27	25.3654	30.90
6	7.5438	12.00	28	26.2137	31.00
7	8.3924	13.00	29	27.0623	31.50
8	9.2410	14.50	30	27.9109	31.75
9	10.0897	16.00	31	28.7595	31.90
10	10.9383	17.20	32	29.6082	32.00
11	11.7869	18.30	33	30.4568	32.25
12	12.6356	19.40	34	31.3054	32.50
13	13.4842	20.25	35	32.1541	32.70
14	14.3328	21.50	36	33.0027	32.90
15	15.1814	21.70	37	33.8514	33.30
16	16.0301	22.00	38	34.7000	33.70
17	16.8787	23.50	39	35.5486	34.00
18	17.7273	24.00	40	36.3973	34.20
19	18.5860	25.20			
20	19.4246	26.00			
21	20.2732	27.50			
22	21.1219	28.50			

ตาราง 46 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	3.8545	6.00	23	21.4033	28.00
2	4.6522	7.50	24	22.2009	28.50
3	5.4499	8.00	25	22.9986	29.00
4	6.2476	8.50	26	23.7963	29.25
5	7.0452	8.75	27	24.5940	29.70
6	7.8429	12.00	28	25.3916	30.00
7	8.6406	12.75	29	26.1893	30.20
8	9.4382	13.00	30	26.9780	30.50
9	10.2359	13.50	31	27.7846	30.70
10	11.0336	14.75	32	28.5823	31.00
11	11.8312	15.80	33	29.3800	31.50
12	12.6289	17.75	34	30.1776	31.70
13	13.4266	18.00	35	30.9753	32.00
14	14.2243	19.00	36	31.7730	32.50
15	15.0219	20.50	37	32.5707	32.80
16	15.8196	21.00	38	33.3684	33.00
17	16.6173	22.00	39	34.1660	33.50
18	17.4149	23.90	40	34.9637	34.20
19	18.2126	24.70			
20	19.0103	25.20			
21	19.8079	26.00			
22	20.6056	27.90			

ตาราง 47 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	4.5304	5.00	23	21.2821	25.00
2	5.2919	6.00	24	22.0435	26.50
3	6.0533	7.25	25	22.8050	26.75
4	6.8148	7.50	26	23.5664	27.00
5	7.5762	8.00	27	24.3278	27.70
6	8.3376	10.00	28	25.0893	28.00
7	9.0991	12.20	29	25.8507	28.50
8	9.8605	13.00	30	26.6121	29.00
9	10.6219	14.50	31	27.3736	29.50
10	11.3834	16.00	32	28.1350	30.00
11	12.1448	16.40	33	28.8965	30.50
12	12.9063	17.00	34	29.6579	30.70
13	13.6677	18.00	35	30.4193	31.00
14	14.4291	18.50	36	31.1808	31.70
15	15.1906	19.00	37	31.9423	32.00
16	15.9520	20.00	38	32.7037	32.25
17	16.7134	21.00	39	33.4651	32.75
18	17.4749	21.75	40	34.2266	33.00
19	18.2363	22.25			
20	18.9978	22.70			
21	19.7592	23.00			
22	20.5206	24.00			

ตาราง 48 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	5.5493	8.00	23	23.2580	23.50
2	6.3543	9.20	24	24.0630	24.80
3	7.1592	10.50	25	24.8679	25.00
4	7.9641	11.00	26	25.6728	25.75
5	8.7691	11.50	27	26.4778	26.00
6	9.5740	12.00	28	27.2827	26.50
7	10.3790	13.50	29	28.0877	27.00
8	11.1839	14.75	30	28.8926	27.50
9	11.9888	15.00	31	29.6975	27.70
10	12.7938	16.50	32	30.5025	28.00
11	13.9587	17.00	33	31.3074	29.25
12	14.0437	17.90	34	32.1124	30.50
13	15.2086	18.00	35	32.9174	30.80
14	16.0136	18.80	36	33.7223	31.25
15	16.8185	19.00	37	34.5273	31.75
16	17.6234	19.50	38	35.3321	32.00
17	18.4248	19.80	39	36.1371	32.50
18	19.2333	20.80	40	36.9421	33.20
19	20.0383	21.00			
20	20.8432	21.90			
21	21.6481	22.90			
22	22.4531	23.00			

ตาราง 49 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	5.8060	5.00	26	27.5942	32.50
2	6.6775	5.10	27	28.4657	32.90
3	7.5490	5.20	28	29.3372	33.00
4	8.4205	5.55	29	30.2088	33.50
5	9.2921	8.61	30	31.0803	33.70
6	10.1636	9.00	31	31.9618	34.00
7	11.0351	9.20	32	32.8234	34.70
8	11.9067	12.00	33	33.6949	35.00
9	12.7782	13.93	34	34.5664	35.50
10	13.6497	14.00	35	35.4380	35.90
11	14.5213	15.00	36	36.3095	36.20
12	15.3928	16.00	37	37.1810	37.00
13	16.2643	17.00	38	38.0525	37.90
14	17.1358	20.70	39	38.9241	38.00
15	18.0074	23.80	40	39.7956	39.00
16	18.8787	24.00			
17	19.7504	24.50			
18	20.6219	24.90			
19	21.4935	26.80			
20	22.3650	30.47			
21	23.2365	30.98			
22	24.1081	31.00			
23	24.9796	31.50			
24	25.8511	31.90			
25	26.7227	32.20			

ตาราง 50 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	8.1637	7.00	26	24.4771	31.20
2	8.8162	7.20	27	25.1296	31.50
3	9.4687	7.55	28	25.7821	31.60
4	10.1213	7.80	29	26.4347	31.90
5	10.7738	9.00	30	27.0872	32.10
6	11.4264	10.00	31	27.7397	32.40
7	12.0787	11.00	32	28.3923	32.80
8	12.7314	13.50	33	29.0448	33.20
9	13.3840	14.90	34	29.6973	33.80
10	14.0365	15.00	35	30.3499	34.50
11	14.6890	15.20	36	31.0024	34.90
12	15.3416	15.40	37	31.6549	34.20
13	15.9941	16.00	38	32.3075	34.50
14	16.6466	19.10	39	32.9600	34.90
15	17.2992	21.60	40	33.6125	35.00
16	17.9617	23.80			
17	18.6042	24.60			
18	19.2568	25.00			
19	19.9093	25.80			
20	20.5618	26.40			
21	21.2144	27.30			
22	21.8669	30.00			
23	22.5194	30.20			
24	23.1719	30.60			
25	23.8245	30.80			

ตาราง 51 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	2.4770	3.00	16	15.7425	18.70
2	3.3614	4.00	17	16.6269	19.00
3	4.2458	5.00	18	17.5113	20.20
4	5.1031	6.00	19	18.3956	20.50
5	6.0145	7.00	20	19.2800	21.00
6	6.8989	9.00	21	20.1644	22.70
7	7.7832	10.00	22	21.0487	23.00
8	8.6676	11.50	23	21.9331	23.50
9	9.5520	12.25	24	22.8175	23.75
10	10.4363	13.50	25	23.7019	24.00
11	11.3207	14.00	26	24.5862	25.00
12	12.2051	15.00	27	25.4706	25.50
13	13.0894	17.00	28	26.3550	26.00
14	13.9738	18.00	29	27.2393	26.50
15	14.8582	18.20	30	28.1237	26.75

ตาราง 52 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	2.1914	4.00	16	15.4827	19.70
2	3.0775	5.00	17	16.3688	20.25
3	3.9636	6.00	18	17.2549	21.00
4	4.8497	7.00	19	18.1409	21.50
5	5.7358	8.20	20	19.0270	21.70
6	6.6219	9.00	21	19.9131	22.20
7	7.5079	10.20	22	20.7992	22.50
8	8.3940	12.60	23	21.9853	22.70
9	9.8201	13.00	24	22.5714	23.00
10	10.1662	14.50	25	23.4574	24.50
11	11.0523	15.00	26	24.3435	25.00
12	11.9384	15.70	27	25.2296	25.40
13	12.8244	16.50	28	26.1157	26.70
14	13.7105	17.25	29	27.0018	27.20
15	14.5966	18.00	30	27.8879	27.75

ตาราง 53 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	2.4744	3.00	16	15.3730	19.25
2	3.3343	4.00	17	16.2329	19.70
3	4.1942	5.20	18	17.0928	20.50
4	5.0541	6.50	19	17.9527	21.00
5	5.9140	8.00	20	18.8126	21.75
6	6.7739	9.20	21	19.6925	22.00
7	7.6338	10.40	22	20.5324	22.50
8	8.4937	11.50	23	21.3923	22.90
9	9.3536	12.00	24	22.2522	23.00
10	10.2136	13.00	25	23.1121	23.20
11	11.0735	14.25	26	23.9720	23.40
12	11.9334	15.00	27	24.8319	23.70
13	12.7933	16.50	28	25.6918	24.50
14	13.6532	17.00	29	26.5517	24.90
15	14.5131	18.50	30	27.4116	25.20

ตาราง 54 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	3.1333	2.75	16	15.3198	19.90
2	3.9457	3.50	17	16.1322	20.40
3	4.7581	4.00	18	16.9446	20.90
4	5.5706	5.00	19	17.7571	21.00
5	6.3830	6.75	20	18.5695	22.00
6	7.1954	8.25	21	19.3819	22.90
7	8.0079	10.00	22	20.1944	23.00
8	8.8203	11.50	23	21.0068	23.90
9	9.6327	12.00	24	21.8192	24.00
10	10.4452	13.00	25	22.6317	24.50
11	11.2576	14.80	26	23.4441	24.90
12	12.0700	15.00	27	24.2565	25.00
13	12.8825	16.00	28	25.0690	25.25
14	13.6949	18.50	29	25.8814	25.80
15	14.5073	19.00	30	26.6938	26.00

ตาราง 55 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	4.1657	4.70	16	16.8114	16.00
2	5.0088	5.00	17	17.6544	16.90
3	5.8518	6.00	18	18.4974	17.00
4	6.6948	6.25	19	19.3405	17.90
5	7.5379	8.00	20	20.1835	18.90
6	8.3809	8.70	21	21.0366	19.00
7	9.2240	9.30	22	21.8696	19.90
8	10.0670	10.90	23	22.7127	20.50
9	10.9101	11.00	24	23.5557	21.00
10	11.7531	12.00	25	24.3987	22.00
11	12.5961	13.70	26	25.2418	23.50
12	13.4392	14.20	27	26.0848	24.20
13	14.2822	14.50	28	26.9279	24.50
14	15.1253	14.90	29	27.7709	24.75
15	15.9683	15.00	30	28.6140	25.00

ตาราง 56 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	5.3778	3.00	26	26.4679	29.30
2	6.2214	4.00	27	27.3115	29.80
3	7.0650	5.14	28	28.1551	30.30
4	7.9086	6.60	29	28.9987	30.80
5	8.7522	8.00	30	29.8423	31.00
6	9.5958	9.00			
7	10.4394	10.00			
8	11.2830	12.00			
9	12.1266	13.74			
10	12.9702	16.00			
11	13.8138	17.00			
12	14.6575	18.80			
13	15.5011	22.30			
14	16.3447	23.80			
15	17.1882	24.00			
16	18.0319	25.00			
17	18.8755	25.30			
18	19.7191	25.80			
19	20.5627	26.00			
20	21.4063	26.30			
21	22.2499	26.80			
22	23.0935	27.00			
23	23.9371	27.80			
24	24.7807	28.20			
25	25.6243	28.70			

ตาราง 57 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนกลุ่มสมมูลด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ และมีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	6.9056	5.00	26	21.7389	28.90
2	7.4990	6.00	27	22.3322	29.30
3	8.0923	6.40	28	22.9256	29.80
4	8.6856	7.50	29	23.5189	30.20
5	9.2789	9.00	30	24.1122	30.60
6	9.8723	10.50			
7	10.4656	11.50			
8	11.0589	13.00			
9	11.6523	14.50			
10	12.2456	17.00			
11	12.8389	17.60			
12	13.4323	18.00			
13	14.0256	18.20			
14	14.6189	19.30			
15	15.2123	21.80			
16	15.8056	24.00			
17	16.3989	25.20			
18	16.9922	25.60			
19	17.5856	26.00			
20	18.1789	26.50			
21	18.7722	26.90			
22	19.3656	27.30			
23	19.9589	27.50			
24	20.5522	27.80			
25	21.1456	28.20			

ตาราง 58 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ ข้อสอบร่วม 15 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-1.9726	2.50	26	28.8299	27.00
2	-0.7405	3.00	27	30.0620	28.50
3	0.4916	3.50	28	31.2941	29.00
4	1.7237	4.00	29	32.5262	30.00
5	2.9558	5.20	30	33.7583	31.50
6	4.1879	5.50	31	34.9904	32.00
7	5.4200	6.00	32	36.2225	33.00
8	6.6521	7.70	33	37.4546	34.20
9	7.8842	8.00	34	38.6867	35.90
10	9.1163	8.50	35	39.9188	36.50
11	10.3484	8.90	36	41.1509	37.00
12	11.5805	9.00	37	42.3830	38.00
13	12.8126	11.00	38	43.6151	39.90
14	14.0447	13.50	39	44.8472	40.00
15	15.2768	14.70	40	46.0793	41.50
16	16.5089	16.00	41	47.3114	42.00
17	17.7410	17.20	42	48.5435	43.00
18	18.9731	18.50	43	49.7756	44.00
19	20.2052	19.40	44	51.0077	45.00
20	21.4373	20.00	45	52.2398	46.00
21	22.6694	22.00	46	53.4719	47.00
22	23.9015	23.20	47	54.7040	48.00
23	25.1336	24.80	48	55.9361	49.50
24	26.3657	25.00	49	57.1682	51.00
25	27.5978	26.50	50	58.4003	52.00

ตาราง 58 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	59.6324	53.00	66	78.1139	65.50
52	60.8645	54.50	67	79.3460	65.70
53	62.0966	55.00	68	80.5781	65.90
54	63.3287	56.00	69	81.8102	66.30
55	64.5608	57.00	70	83.0423	66.75
56	65.7929	58.50	71	84.2744	66.90
57	67.0250	59.50	72	85.5065	67.00
58	68.2571	60.00	73	86.7386	67.50
59	69.4892	61.00	74	87.9707	68.20
60	70.7213	62.00	75	89.2028	68.50
61	71.9534	63.90			
62	73.1855	64.25			
63	74.4176	64.75			
64	75.6497	64.90			
65	76.8818	65.20			

ตาราง 59 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ ข้อสอบร่วม 15 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-1.8871	2.20	26	29.0246	31.00
2	-0.6507	3.00	27	30.2611	32.00
3	0.5858	4.00	28	31.4976	33.00
4	1.8223	5.00	29	32.7340	34.00
5	3.0588	6.00	30	33.9705	35.00
6	4.2952	7.50	31	35.2070	36.50
7	5.5317	8.00	32	36.4434	37.20
8	6.7682	9.25	33	37.6799	38.00
9	8.0046	10.00	34	38.9164	39.00
10	9.2411	11.00	35	40.1529	40.00
11	10.4776	12.50	36	41.3893	41.50
12	11.7140	14.00	37	42.6258	42.00
13	12.9505	15.00	38	43.8623	43.00
14	14.1870	16.70	39	45.0987	44.20
15	15.4235	18.00	40	46.3352	45.00
16	16.6599	20.50	41	47.5717	46.00
17	17.8964	21.00	42	48.8081	47.00
18	19.1329	22.00	43	50.0446	48.50
19	20.3693	23.50	44	51.2811	49.00
20	21.6058	25.00	45	52.5176	50.00
21	22.8423	26.00	46	53.7540	51.00
22	24.0787	27.00	47	54.9905	51.50
23	25.3152	28.50	48	56.2270	51.90
24	26.5517	29.00	49	57.4634	52.50
25	27.7882	30.20	50	58.6999	53.00

ตาราง 59 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	59.9364	54.00	66	78.4834	65.25
52	61.1728	55.00	67	79.7199	65.50
53	62.4093	56.20	68	80.9564	65.70
54	63.6458	57.00	69	82.1928	65.90
55	64.8823	58.50	70	83.4293	66.30
56	66.1187	59.00	71	84.6658	66.70
57	67.3552	60.00	72	85.9022	66.90
58	68.5917	61.70	73	87.1387	67.00
59	69.8281	62.50	74	88.3752	67.50
60	71.0646	63.00	75	89.6117	68.00
61	72.3011	64.20			
62	73.5375	64.50			
63	74.7740	64.75			
64	76.0105	64.90			
65	77.2469	65.00			

ตาราง 60 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ ข้อสอบร่วม 15 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-1.3010	4.00	26	27.4720	29.70
2	-0.1501	5.00	27	28.6229	30.50
3	1.0009	6.70	28	29.7739	31.00
4	2.1518	7.00	29	30.9248	32.00
5	3.3027	8.00	30	32.0757	33.25
6	4.4536	9.50	31	33.2266	34.00
7	5.6045	10.00	32	34.3775	35.50
8	6.7555	12.00	33	35.5285	35.75
9	7.9064	13.50	34	36.6794	36.00
10	9.0573	14.00	35	37.8303	37.00
11	10.2082	15.00	36	38.9812	37.50
12	11.3591	17.20	37	40.1321	38.00
13	12.5101	18.00	38	41.2831	39.50
14	13.6610	19.00	39	42.4340	40.00
15	14.8119	19.50	40	43.5849	41.00
16	15.9628	20.00	41	44.7358	42.00
17	17.1137	21.00	42	45.8867	43.00
18	18.2647	22.50	43	47.0377	44.50
19	19.4156	23.50	44	48.1886	45.70
20	20.5665	24.00	45	49.3395	46.00
21	21.7174	25.00	46	50.4904	47.50
22	22.8683	26.00	47	51.6413	48.00
23	24.0193	26.50	48	52.7923	49.00
24	25.1702	27.00	49	53.9432	50.20
25	26.3211	28.00	50	55.0941	51.70

ตาราง 60 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	56.2450	52.00	66	73.5088	64.40
52	57.3959	53.00	67	74.6597	64.95
53	58.5469	54.50	68	75.8107	65.20
54	59.6978	55.00	69	76.9616	66.25
55	60.8487	56.00	70	78.1125	66.50
56	61.9996	57.50	71	79.2634	66.75
57	63.1505	58.00	72	80.4143	67.00
58	64.3015	59.50	73	81.5653	68.20
59	65.4524	60.00	74	82.7162	68.50
60	66.6033	61.50	75	83.8671	68.90
61	67.7542	62.70			
62	68.9051	63.10			
63	70.0561	63.40			
64	71.2070	63.80			
65	72.3579	64.00			

ตาราง 61 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ ข้อสอบร่วม 15 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	0.1090	3.50	26	27.0083	35.00
2	1.1850	4.00	27	28.0842	36.00
3	2.2610	6.50	28	29.1602	37.00
4	3.3369	8.00	29	30.2362	38.00
5	4.4129	9.00	30	31.3122	39.00
6	5.4889	11.00	31	32.3881	40.00
7	6.5648	12.20	32	33.4641	41.00
8	7.6408	13.50	33	34.5401	42.20
9	8.7168	14.00	34	35.6160	43.50
10	9.7928	15.00	35	36.6920	44.00
11	10.8687	16.50	36	37.7680	45.00
12	11.9447	18.20	37	38.8439	46.00
13	13.0207	20.00	38	39.9199	47.00
14	14.0966	21.00	39	40.9959	48.00
15	15.1726	22.50	40	42.7190	49.00
16	16.2486	24.00	41	43.1478	49.50
17	17.3245	25.70	42	44.2238	50.00
18	18.4005	27.00	43	45.2998	51.00
19	19.4765	27.90	44	46.3757	52.00
20	20.5525	29.00	45	47.4517	53.00
21	21.6284	30.00	46	48.5277	54.00
22	22.7044	31.00	47	49.6036	54.70
23	23.7804	32.00	48	50.6796	55.00
24	24.8563	32.90	49	51.7556	56.00
25	25.9323	34.00	50	52.8316	57.00

ตาราง 61 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	53.9075	57.20	66	70.0471	65.75
52	54.9835	57.50	67	71.1230	66.00
53	56.0595	58.00	68	72.1990	66.30
54	57.1354	59.00	69	73.2749	66.70
55	58.2114	59.50	70	74.3510	67.20
56	59.2874	60.00	71	75.4269	67.75
57	60.3633	61.70	72	76.5029	67.90
58	61.4393	62.00	73	77.5788	68.00
59	62.5153	62.50	74	78.6548	68.25
60	63.6913	63.00	75	79.7308	68.75
61	64.6672	63.90			
62	65.7432	64.00			
63	66.8192	64.35			
64	67.8951	64.80			
65	68.9711	65.20			

ตาราง 62 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ ข้อสอบร่วม 15 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	1.3450	2.90	26	27.5525	28.00
2	2.3933	4.00	27	28.6008	29.20
3	3.4416	5.00	28	29.6491	30.00
4	4.4899	6.00	29	30.6974	31.50
5	5.5382	6.50	30	31.7457	32.00
6	6.5865	7.00	31	32.7940	33.00
7	7.6348	8.00	32	33.8423	34.00
8	8.6831	9.50	33	34.8906	35.20
9	9.7314	10.00	34	35.9389	36.00
10	10.7797	11.00	35	36.9872	37.00
11	11.8280	12.50	36	38.0355	38.00
12	12.8763	13.00	37	39.0838	39.00
13	13.9246	14.00	38	40.1321	40.50
14	14.9729	15.00	39	41.1804	41.00
15	16.0212	16.50	40	42.2287	42.50
16	17.0695	17.00	41	43.2770	43.90
17	18.1178	18.00	42	44.3253	44.20
18	19.1661	19.00	43	45.3736	45.50
19	20.2144	20.70	44	46.4219	46.00
20	21.2627	21.50	45	47.4702	47.00
21	22.3110	22.00	46	48.5185	48.50
22	23.3593	23.50	47	49.5668	49.00
23	24.4076	25.00	48	50.6151	50.00
24	25.4559	26.00	49	51.6634	51.00
25	26.5042	27.00	50	52.7117	52.70

ตาราง 62 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	53.7600	53.50	66	69.4845	66.00
52	54.8083	54.90	67	70.5328	66.50
53	55.8566	56.00	68	71.5811	66.70
54	56.9049	57.00	69	72.6294	66.90
55	57.9532	58.00	70	73.6777	67.00
56	59.0015	59.50	71	74.7260	67.50
57	60.0498	60.20	72	75.7743	67.90
58	61.0981	61.00	73	76.8226	68.00
59	62.1464	62.50	74	77.8709	69.30
60	63.1947	63.00	75	78.9192	70.20
61	64.2430	64.50			
62	65.2913	64.70			
63	66.3396	65.20			
64	67.3879	65.50			
65	68.4362	65.75			

ตาราง 63 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ ข้อสอบร่วม 15 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-0.4337	3.25	26	29.6295	30.00
2	0.7688	3.70	27	30.8320	31.70
3	1.9714	4.25	28	32.0345	32.50
4	3.1739	6.00	29	33.2371	33.20
5	4.3764	6.95	30	34.4396	34.50
6	5.5789	7.30	31	35.6421	35.95
7	6.7815	8.50	32	36.8446	37.70
8	7.9840	9.75	33	38.0472	38.20
9	9.1865	10.25	34	39.2497	40.25
10	10.3890	11.50	35	40.4522	41.00
11	11.5916	12.00	36	41.6547	42.75
12	12.7941	13.75	37	42.8573	43.20
13	13.9966	14.20	38	44.0598	44.65
14	15.1992	15.65	39	45.2623	46.20
15	16.4017	17.20	40	46.4649	47.00
16	17.6042	18.50	41	47.6674	47.55
17	18.8064	19.75	42	48.8699	48.70
18	20.0093	20.50	43	50.0724	49.00
19	21.2118	21.75	44	51.4750	50.50
20	22.4131	23.00	45	52.4775	51.90
21	23.6168	24.75	46	53.6800	53.25
22	24.8194	25.70	47	54.8825	54.80
23	26.0219	26.00	48	56.0851	56.00
24	27.2244	27.75	49	57.2876	57.70
25	28.4270	28.25	50	58.4901	

ตาราง 63 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	59.6927	59.00	66	77.7306	73.65
52	60.8952	60.60	67	78.9331	75.20
53	62.0977	61.00	68	80.1356	76.00
54	63.3002	62.20	69	81.3381	76.55
55	64.5028	63.50	70	82.5407	78.00
56	65.7053	64.00	71	83.7432	79.00
57	66.9078	64.95	72	84.9457	79.45
58	68.1103	66.40	73	86.1482	80.00
59	69.3129	67.00	74	87.3508	81.75
60	70.5154	68.25	75	88.5533	82.35
61	71.7179	69.30			
62	72.9204	70.25			
63	74.1230	71.00			
64	75.3255	71.90			
65	76.5280	72.20			

ตาราง 64 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 60 ข้อ ข้อสอบร่วม 15 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-1.9908	2.25	26	27.5238	28.75
2	-0.8102	2.50	27	28.7044	29.25
3	0.3704	3.75	28	29.8850	30.25
4	1.5510	5.00	29	31.0656	31.60
5	2.7316	5.60	30	32.2461	32.00
6	3.9121	6.00	31	33.4267	33.00
7	5.0927	6.75	32	34.6073	34.50
8	6.2733	7.00	33	35.7879	35.90
9	7.4539	7.95	34	36.9685	36.75
10	8.6345	9.00	35	38.1491	37.40
11	9.8151	10.75	36	39.3296	38.80
12	10.9957	11.25	37	40.5102	39.50
13	12.1762	12.75	38	41.6908	40.30
14	13.3568	13.00	39	42.4131	41.75
15	14.5374	15.60	40	44.0520	43.75
16	15.7180	17.20	41	45.2326	44.60
17	16.8986	18.50	42	46.4131	46.50
18	18.0791	20.00	43	47.5937	47.75
19	19.2597	21.50	44	48.7743	49.00
20	20.4403	22.75	45	49.9549	50.50
21	21.6209	23.00	46	51.1355	51.75
22	22.8015	24.35	47	52.3161	53.50
23	23.9821	25.80	48	53.4966	54.80
24	25.1626	26.75	49	54.6772	56.50
25	26.3432	27.50	50	55.8579	57.70

ตาราง 64 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	57.0384	59.25	66	74.7471	79.45
52	58.2190	60.60	67	75.9277	80.90
53	59.3996	62.00	68	77.1083	81.20
54	60.5801	63.50	69	78.2889	81.75
55	61.7607	64.95	70	79.4695	82.00
56	62.9413	66.40	71	80.6500	82.75
57	64.1219	67.75	72	81.8306	83.00
58	65.3025	69.30	73	83.0112	84.50
59	66.4831	70.25	74	84.1918	85.20
60	67.6636	72.00	75	85.3724	86.50
61	68.8442	73.60			
62	70.0248	75.10			
63	71.2054	76.50			
64	72.3860	77.00			
65	73.5666	78.25			

ตาราง 65 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ ข้อสอบร่วม 13 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-0.7529	3.20	27	30.2245	29.50
2	0.4385	4.50	28	31.4159	30.00
3	1.6210	5.00	29	32.6074	31.00
4	2.8214	6.50	30	33.7989	32.00
5	4.0129	7.00	31	34.9903	33.00
6	5.2043	8.20	32	36.1817	34.20
7	6.3957	9.00	33	37.3732	35.00
8	7.5872	10.50	34	38.5646	36.00
9	8.7786	11.00	35	39.7561	37.50
10	9.9701	12.00	36	40.9475	38.00
11	11.1615	13.50	37	42.1389	39.00
12	12.3529	14.50	38	43.3304	40.00
13	13.5444	15.20	39	44.5218	41.00
14	14.7358	16.00	40	45.7133	42.00
15	15.9273	17.00	41	46.9047	43.00
16	17.1187	18.70	42	48.0961	44.00
17	18.3101	19.50	43	49.2876	45.20
18	19.5016	20.00	44	50.4790	46.00
19	20.6930	21.00	45	51.6705	47.50
20	21.8845	22.00	46	52.8619	48.00
21	23.0759	23.00	47	54.0533	49.20
22	24.2673	24.00	48	55.2448	51.00
23	25.4588	25.00	49	56.4362	52.50
24	26.6502	26.00	50	57.6277	53.00
25	27.8417	27.50	51	58.8191	54.00
26	29.331	28.00	52	60.0106	54.70

ตาราง 65 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
53	61.2020	55.00	59	68.3507	56.80
54	62.3935	55.40	60	69.5421	57.20
55	63.5849	55.75	61	70.7335	58.40
56	64.7763	56.00	62	71.9250	59.00
57	65.9678	56.25	63	73.1164	59.75
58	67.1592	56.50			

ตาราง 66 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอเป็น 50 ข้อ ข้อสอบร่วม 13 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-2.2009	2.00	27	29.5049	33.00
2	-0.9814	3.70	28	30.7243	34.50
3	0.2380	4.00	29	31.9438	35.00
4	1.4575	6.00	30	33.1632	36.00
5	2.6770	7.50	31	34.3827	37.50
6	3.8964	8.00	32	35.6021	38.00
7	5.1159	9.20	33	36.8216	39.50
8	6.3353	10.00	34	38.0410	40.00
9	7.5548	11.00	35	39.2605	41.00
10	8.7742	12.00	36	40.4799	42.00
11	9.9937	13.50	37	41.6994	43.00
12	11.2131	14.00	38	42.9188	43.50
13	12.4326	15.00	39	44.1383	44.00
14	13.652	16.00	40	45.3577	45.00
15	14.8715	18.00	41	46.5772	45.50
16	16.0909	19.50	42	47.7966	46.00
17	17.3104	21.00	43	49.0161	47.00
18	18.5298	22.00	44	50.2355	48.00
19	19.7492	23.70	45	51.4550	49.50
20	20.9687	24.00	46	52.6744	50.00
21	22.1882	25.00	47	53.8939	50.70
22	23.4076	26.50	48	55.1133	51.00
23	24.6271	28.00	49	56.3328	52.00
24	25.8465	29.00	50	57.5522	52.70
25	27.0660	31.00	51	58.7717	53.00
26	28.2854	32.00	52	59.9911	53.50

ตาราง 66 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
53	61.2106	54.30	59	68.5273	60.20
54	62.4300	55.45	60	69.7467	60.90
55	63.6495	56.25	61	70.9662	61.50
56	64.9689	57.00	62	72.1856	62.75
57	66.0884	58.50	63	73.4051	63.50
58	67.3078	59.25			

ตาราง 67 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอเป็น 50 ข้อ ข้อสอบร่วม 13 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซนไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซนไทล์
1	-2.2684	3.70	27	31.1754	32.00
2	-0.9821	4.00	28	32.4617	33.00
3	0.3042	5.00	29	33.748	34.00
4	1.5905	6.00	30	35.0343	35.20
5	2.8768	7.50	31	36.3206	36.00
6	4.1631	8.00	32	37.6069	37.00
7	5.4494	9.00	33	38.8932	37.50
8	6.7357	10.50	34	40.1795	38.70
9	8.0220	12.00	35	41.4658	39.00
10	9.3088	13.00	36	42.7521	40.00
11	10.5946	14.50	37	44.0384	41.00
12	11.8809	15.00	38	45.3247	42.50
13	13.1672	16.00	39	46.6110	43.00
14	14.4535	17.90	40	47.8973	44.50
15	15.7398	18.50	41	49.1836	45.00
16	17.0261	19.00	42	50.4699	46.00
17	18.3124	20.00	43	51.7562	47.00
18	19.5987	21.50	44	53.0425	47.90
19	20.8850	22.00	45	54.3288	48.50
20	22.1713	23.00	46	55.6151	49.00
21	23.4576	24.50	47	56.9014	50.50
22	24.7439	26.00	48	58.1877	51.00
23	26.0302	27.00	49	59.4740	52.00
24	27.3165	28.00	50	60.7603	53.00
25	28.6028	29.70	51	62.0466	53.50
26	29.8891	31.00	52	63.3329	54.20

ตาราง 67 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
53	64.6192	55.00	59	72.3370	59.75
54	65.9055	55.95	60	73.6233	60.25
55	67.1918	56.25	61	74.9096	61.40
56	68.4781	56.80	62	76.1959	62.00
57	69.7644	57.50	63	77.4822	63.50
58	71.0507	58.00			

ตาราง 68 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ ข้อสอบร่วม 13 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	2.4719	4.00	27	29.3065	30.00
2	3.504	5.00	28	30.3386	31.00
3	4.5361	5.50	29	31.3707	32.20
4	5.5682	6.00	30	32.4028	33.50
5	6.6003	7.50	31	33.4349	34.00
6	7.6324	8.00	32	34.4670	35.00
7	8.6645	9.50	33	35.4991	36.00
8	9.6966	10.90	34	36.5312	37.00
9	10.7287	12.00	35	37.5633	38.00
10	11.7608	13.00	36	38.5954	39.00
11	12.7929	14.00	37	39.6275	40.00
12	13.8250	15.00	38	40.6596	41.90
13	14.8571	16.00	39	41.6917	42.00
14	15.8892	17.20	40	42.7238	43.00
15	16.9213	18.00	41	43.7559	44.00
16	17.9534	19.50	42	44.7880	45.20
17	18.9855	20.00	43	45.8201	46.00
18	20.0176	21.00	44	46.8522	47.70
19	21.0497	22.00	45	47.8843	48.00
20	22.0818	23.20	46	48.9164	49.00
21	23.1139	24.00	47	49.9485	50.50
22	24.1460	25.00	48	50.9806	51.00
23	25.1781	26.40	49	52.0127	52.00
24	26.2102	27.00	50	53.0448	52.50
25	27.2423	28.50	51	54.0769	53.00
26	28.2744	29.00	52	55.1090	53.50

ตาราง 68 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
53	56.1411	54.25	59	62.3337	59.75
54	57.1732	55.00	60	63.3658	60.25
55	58.2053	55.95	61	64.3979	61.30
56	59.2374	56.50	62	65.4300	62.00
57	60.2695	57.30	63	66.4621	63.70
58	61.3016	58.00			

ตาราง 69 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ ข้อสอบร่วม 13 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-2.9980	3.50	27	32.0942	33.00
2	-1.6483	4.00	28	33.4439	34.00
3	-0.2986	5.20	29	34.7936	35.00
4	1.0511	6.00	30	36.1433	36.50
5	2.4008	8.00	31	37.4930	37.00
6	3.7505	9.50	32	38.8427	38.00
7	5.1002	10.00	33	40.1924	39.70
8	6.4499	12.00	34	41.5421	40.00
9	7.7996	13.00	35	42.8918	41.00
10	9.1493	14.20	36	44.2415	41.50
11	10.4990	15.50	37	45.5912	42.00
12	11.8487	16.00	38	46.9409	43.00
13	13.1984	17.00	39	48.2906	44.20
14	14.5481	18.70	40	49.6403	44.20
15	15.8978	20.00	41	50.9900	44.70
16	17.2475	20.70	42	52.3397	45.50
17	18.5972	22.00	43	53.6894	46.00
18	19.9469	23.00	44	55.0391	47.50
19	21.2966	24.00	45	56.3888	48.70
20	22.6463	25.00	46	57.7385	49.00
21	23.996	26.00	47	59.0882	50.00
22	25.3457	27.00	48	60.4379	51.00
23	26.6954	28.50	49	61.7876	52.00
24	28.0451	29.70	50	63.1373	52.50
25	29.3948	31.00	51	64.4870	52.90
26	30.7475	32.50	52	65.8367	53.00

ตาราง 69 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
53	67.1864	54.25	59	75.2846	60.25
54	68.5361	55.00	60	76.6343	61.75
55	69.8858	56.75	61	77.9840	62.70
56	71.2355	57.30	62	79.3337	63.80
57	72.5852	58.50	63	80.6834	64..90
58	73.9349	59.70			

ตาราง 70 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ ข้อสอบร่วม 13 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-2.7649	3.40	26	33.1662	33.25
2	-1.3277	4.25	27	34.6035	34.75
3	0.1096	5.50	28	36.0407	35.95
4	1.5468	6.00	29	37.4780	37.45
5	2.9841	8.50	30	38.9152	38.80
6	4.4213	9.75	31	40.3525	40.00
7	5.8586	10.00	32	41.7897	41.50
8	7.2958	11.90	33	43.2269	42.25
9	8.7331	12.25	34	44.6642	43.75
10	10.1703	14.20	35	46.1014	44.60
11	11.6076	15.75	36	47.5387	46.70
12	13.0448	16.25	37	48.9759	47.50
13	14.4820	17.00	38	50.4132	49.00
14	15.9193	18.50	39	51.8504	51.75
15	17.3565	20.20	40	53.2877	52.20
16	18.7938	21.45	41	54.7249	53.75
17	20.2310	22.90	42	56.1621	55.50
18	21.6683	23.20	43	57.5994	56.00
19	23.1055	24.35	44	59.0366	57.70
20	24.5428	25.80	45	60.4739	59.25
21	25.9800	26.75	46	61.9111	60.75
22	27.4172	27.25	47	63.3484	62.20
23	28.8545	28.00	48	64.7856	63.75
24	30.2917	29.70	49	66.2229	64.90
25	31.7290	31.50	50	67.6601	66.50

ตาราง 70 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	69.0974	67.70	58	79.1581	78.00
52	70.5346	69.00	59	80.5953	79.50
53	71.9718	70.75	60	82.0326	80.75
54	73.4091	72.30	61	83.4698	82.00
55	74.8463	73.60	62	84.9070	83.25
56	76.2863	75.25	63	86.3443	84.50
57	77.7208	76.75			

ตาราง 71 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 50 ข้อ ข้อสอบร่วม 13 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	1.1863	4.00	26	26.6084	36.00
2	2.2032	4.75	27	27.6253	37.40
3	3.2201	5.50	28	28.6422	38.80
4	4.2370	6.25	29	29.6591	39.25
5	5.2538	7.90	30	30.6760	40.00
6	6.2707	8.40	31	31.6929	41.75
7	7.2876	9.85	32	32.7097	43.20
8	8.3045	11.20	33	33.7266	44.60
9	9.3214	12.50	34	34.7435	46.20
10	10.3383	14.35	35	35.7604	47.50
11	11.3552	15.50	36	36.7773	49.20
12	12.3720	17.25	37	37.7942	50.40
13	13.3889	18.75	38	38.8111	51.75
14	14.4058	20.00	39	39.8279	53.25
15	15.4227	21.25	40	40.8448	54.00
16	16.4396	22.75	41	41.8617	56.25
17	17.4565	24.25	42	42.8786	57.70
18	18.4734	25.70	43	43.8955	59.00
19	19.4902	27.00	44	44.9124	60.60
20	20.5071	28.70	45	45.9292	62.20
21	21.5240	30.00	46	46.9461	63.50
22	22.5409	31.60	47	47.9630	64.95
23	23.5578	33.00	48	48.9799	66.40
24	24.5747	34.25	49	49.9968	67.80
25	25.5915	35.75	50	51.0137	69.20

ตาราง 71 (ต่อ)

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
51	52.0306	70.50	58	59.1488	79.40
52	53.0474	72.30	59	60.1656	80.90
53	54.0643	73.60	60	61.1825	81.25
54	55.0812	75.20	61	62.1994	82.50
55	56.0981	76.50	62	63.2163	83.75
56	57.1150	77.00	63	64.2332	84.00
57	58.1319	78.20			

ตาราง 72 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ ข้อสอบร่วม 10 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	2.6514	4.50	26	29.4514	32.00
2	3.7234	5.00	27	30.5234	33.20
3	4.7954	7.00	28	31.5954	34.00
4	5.8674	8.00	29	32.6674	35.00
5	6.9394	9.20	30	33.7394	36.00
6	8.0114	10.00	31	34.8114	37.50
7	9.0834	11.00	32	35.3834	38.20
8	10.1554	12.50	33	36.9554	39.00
9	11.2274	13.00	34	38.0274	39.50
10	12.2994	14.00	35	39.0994	40.00
11	13.3714	15.20	36	40.1714	41.00
12	14.4434	16.90	37	41.2434	41.70
13	15.5154	18.00	38	42.3154	42.00
14	16.5874	19.00	39	43.3874	42.50
15	17.6594	20.00	40	44.4594	43.75
16	18.7314	21.00	41	45.5314	44.50
17	19.8034	22.00	42	46.6034	45.80
18	20.8754	23.50	43	47.6754	46.30
19	21.9474	25.70	44	48.7474	47.80
20	23.0194	26.00	45	49.8194	48.75
21	24.0914	27.50	46	50.8914	49.25
22	25.1634	28.00	47	51.9634	50.50
23	26.2354	29.00	48	53.0354	51.25
24	27.3074	30.00	49	54.1074	52.80
25	28.3794	31.50	50	55.1794	53.20

ตาราง 73 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ ข้อสอบร่วม 10 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	2.2602	3.20	26	28.0077	29.00
2	3.2901	4.50	27	29.0376	30.00
3	4.3200	5.00	28	30.0675	31.90
4	5.3499	6.00	29	31.0974	32.50
5	6.3798	7.20	30	32.1273	33.00
6	7.4097	8.00	31	33.1572	34.20
7	8.4396	9.00	32	34.1871	35.00
8	9.4695	10.00	33	35.2170	36.00
9	10.4994	11.50	34	36.2469	37.00
10	11.5293	12.00	35	37.2768	37.50
11	12.5592	13.20	36	38.3067	38.20
12	13.5891	14.00	37	39.3366	39.00
13	14.6190	15.00	38	40.3665	40.50
14	15.6489	16.70	39	41.3964	41.50
15	16.6788	17.00	40	42.4263	42.70
16	17.7087	18.00	41	43.4562	44.30
17	18.7386	19.50	42	44.4861	45.50
18	19.7685	20.20	43	45.5160	46.00
19	20.7984	21.00	44	46.5459	47.25
20	21.8283	22.00	45	47.5758	48.30
21	22.8582	23.00	46	48.6057	49.00
22	23.8881	24.50	47	49.6356	50.75
23	24.9180	25.20	48	50.6655	51.60
24	25.9479	26.00	49	51.6954	52.80
25	26.9778	27.00	50	52.7253	53.90

ตาราง 74 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ ข้อสอบร่วม 10 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	0.2570	4.50	26	34.2395	32.50
2	1.6163	5.00	27	35.5988	33.00
3	2.9756	7.20	28	36.9581	33.70
4	4.3349	8.00	29	38.3174	34.00
5	5.6942	9.00	30	39.6767	35.00
6	7.0535	10.00	31	41.0360	36.00
7	8.4128	11.00	32	42.3953	37.50
8	9.7721	12.00	33	43.7546	38.00
9	11.1314	13.50	34	45.1139	39.00
10	12.4907	15.90	35	46.4732	39.50
11	13.8500	17.20	36	47.8325	40.00
12	15.2093	19.00	37	49.1918	41.00
13	16.5686	20.00	38	50.5511	42.00
14	17.9279	21.00	39	51.9104	42.90
15	19.2872	22.00	40	53.2697	43.75
16	20.6465	23.50	41	54.6290	44.25
17	22.0058	24.00	42	55.9883	45.75
18	23.3651	25.00	43	57.3476	47.00
19	24.7244	26.50	44	58.7096	48.90
20	26.837	27.00	45	60.0662	49.30
21	27.4430	28.00	46	61.4255	51.00
22	28.8023	29.00	47	62.7848	52.80
23	30.1616	30.00	48	64.1441	53.70
24	31.5209	31.50	49	65.5034	55.00
25	32.8802	32.00	50	66.8627	56.25

ตาราง 75 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ y ไปยังฉบับ x ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ ข้อสอบร่วม 10 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	2.9922	2.00	26	29.5997	29.00
2	4.0565	4.00	27	30.6640	30.50
3	5.1208	5.00	28	31.7283	32.20
4	6.1851	6.00	29	32.7926	33.00
5	7.2494	7.00	30	33.8569	34.00
6	8.3137	8.00	31	34.9212	35.50
7	9.3780	9.50	32	35.9855	36.00
8	10.4423	10.00	33	37.0498	37.00
9	11.5066	11.50	34	38.1141	38.00
10	12.5709	12.00	35	39.1784	39.00
11	13.6352	13.00	36	40.2427	41.00
12	14.6995	14.00	37	41.3070	42.00
13	15.7638	15.50	38	42.3713	42.50
14	16.8281	16.00	39	43.4356	43.80
15	17.8924	17.00	40	44.4999	44.75
16	18.9567	18.00	41	45.5642	46.00
17	20.0210	19.50	42	46.6285	47.80
18	21.0853	21.00	43	47.6928	49.00
19	22.1496	22.50	44	48.7571	50.25
20	23.2139	23.00	45	49.8214	51.70
21	24.2782	24.00	46	50.8857	52.80
22	25.3425	25.00	47	51.9500	53.60
23	26.4068	26.00	48	53.0143	54.50
24	27.3711	27.00	49	54.0786	56.00
25	28.5354	28.20	50	55.1429	57.30

ตาราง 76 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ ข้อสอบร่วม 10 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-1.4580	4.70	26	33.2042	30.00
2	-0.0715	5.00	27	34.5907	31.00
3	1.3150	5.50	28	35.9772	31.50
4	2.7015	6.00	29	37.3637	32.00
5	4.0880	7.50	30	38.7502	33.00
6	5.4744	9.00	31	40.1367	33.90
7	6.8609	10.00	32	41.5232	35.20
8	8.2474	11.00	33	42.9097	36.00
9	9.6339	12.50	34	44.2962	37.00
10	11.0204	13.20	35	45.6827	38.70
11	12.4069	14.00	36	47.0691	39.50
12	13.7934	15.00	37	48.4556	40.00
13	15.1799	17.50	38	49.8421	41.00
14	16.5664	18.00	39	51.2286	41.50
15	17.9529	19.20	40	52.6151	42.75
16	19.3393	20.00	41	54.0016	44.00
17	20.7258	21.00	42	55.3881	45.80
18	22.1123	22.00	43	56.7746	47.00
19	23.4988	23.00	44	58.1611	48.25
20	24.8853	24.50	45	59.5476	49.30
21	26.2718	25.00	46	60.9340	50.00
22	27.6583	26.00	47	62.3205	51.80
23	29.0448	27.00	48	63.7070	53.00
24	30.4313	28.20	49	65.0935	55.25
25	31.8176	29.00	50	66.480	57.00

ตาราง 77 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ ข้อสอบร่วม 10 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-2.8152	-3.25	26	37.5283	33.00
2	-1.2015	-1.50	27	39.1420	34.50
3	0.4123	-0.30	28	40.7558	35.95
4	2.0260	1.25	29	42.3695	37.40
5	3.6397	2.60	30	43.9832	38.85
6	5.2535	4.50	31	45.5970	40.30
7	6.8672	5.50	32	47.2107	41.75
8	8.4810	6.95	33	48.8245	43.20
9	10.0947	8.40	34	50.4382	46.65
10	11.7084	9.85	35	52.0519	46.10
11	13.3221	11.30	36	53.6657	47.55
12	14.9359	12.75	37	55.2794	49.00
13	16.5497	14.20	38	56.8932	50.45
14	18.1634	15.65	39	58.5069	51.90
15	19.7771	17.10	40	60.1206	53.35
16	21.3909	18.55	41	61.7344	54.80
17	23.0046	20.00	42	63.3481	56.25
18	24.6184	21.45	43	64.9619	57.70
19	26.2321	22.90	44	66.5756	59.15
20	27.8458	24.35	45	68.1893	60.60
21	29.4596	25.80	46	69.8031	62.05
22	31.0733	27.25	47	71.4168	63.50
23	32.6871	28.70	48	73.0306	64.95
24	34.3008	30.15	49	74.6443	66.40
25	35.9145	31.60	50	76.2580	67.85

ตาราง 78 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 40 ข้อ ข้อสอบร่วม 10 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-1.0881	-0.25	26	32.2323	32.00
2	0.2448	2.50	27	33.5651	33.75
3	1.5776	4.00	28	34.8979	34.20
4	2.9104	5.40	29	36.2307	35.90
5	4.2432	6.95	30	37.5635	37.50
6	5.5760	8.50	31	38.8963	38.85
7	6.9088	9.75	32	40.2292	40.25
8	8.2416	10.20	33	41.5620	41.50
9	9.5744	11.90	34	42.8947	42.90
10	10.9073	12.75	35	44.2276	43.20
11	12.2401	14.00	36	45.5604	45.00
12	13.5729	15.50	37	46.8932	46.20
13	14.9057	16.40	38	48.2260	47.50
14	16.2385	17.10	39	49.5588	49.00
15	17.5713	18.55	40	50.8917	50.25
16	18.9041	20.30	41	52.2245	51.30
17	20.2369	21.50	42	53.5573	53.25
18	21.5698	22.85	43	54.8901	54.80
19	22.9026	24.25	44	56.2229	56.00
20	24.2354	25.50	45	57.5557	57.50
21	25.5682	27.00	46	58.8885	59.20
22	26.9010	28.50	47	60.2213	60.50
23	28.2338	30.00	48	61.5542	62.20
24	29.5667	31.25	49	62.8869	63.70
25	30.8995	31.75	50	642198	64.50

ตาราง 79 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ข้อสอบร่วม 8 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 500 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	1.6230	3.50	21	21.9594	24.00
2	2.6398	4.00	22	22.9763	25.20
3	3.6567	4.30	23	23.9931	26.00
4	4.6735	5.50	24	25.0099	27.00
5	5.6903	6.00	25	26.0267	28.50
6	6.7071	7.50	26	27.0435	29.00
7	7.7239	8.00	27	28.0604	30.00
8	8.7408	9.50	28	29.0772	31.50
9	9.7576	11.50	29	30.0940	32.00
10	10.7744	12.00	30	31.1108	33.20
11	11.7912	13.00	31	32.1276	35.00
12	12.8081	13.90	32	33.1445	36.75
13	13.8249	14.70	33	34.1613	37.20
14	14.8417	16.50	34	35.1781	39.00
15	15.8585	18.00	35	36.1949	40.20
16	16.8753	19.20	36	37.2117	41.70
17	17.8922	20.00	37	38.2286	42.75
18	18.9090	21.50	38	39.2454	43.00
19	19.9258	22.00			
20	20.9426	23.00			

ตาราง 80 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ข้อสอบร่วม 8 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 400 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	2.3329	2.50	21	20.6613	21.00
2	3.2494	3.00	22	21.5778	22.75
3	4.1658	4.00	23	22.4942	24.20
4	5.0822	5.00	24	23.4106	25.00
5	5.9986	6.00	25	24.3270	26.00
6	6.9150	7.00	26	25.2434	27.90
7	7.8315	7.50	27	26.1599	29.00
8	8.7479	8.50	28	27.0763	30.00
9	9.6643	9.70	29	27.9927	31.20
10	10.5807	10.50	30	28.9091	32.00
11	11.4971	11.20	31	29.8255	33.50
12	12.4136	12.50	32	30.7420	34.75
13	13.3300	13.50	33	31.6584	35.60
14	14.2464	14.00	34	32.5748	36.80
15	15.1628	15.20	35	33.4912	37.50
16	16.0729	16.00	36	34.4076	38.90
17	16.9957	17.00	37	35.3241	39.70
18	17.9721	18.00	38	36.2405	40.50
19	18.8285	19.50			
20	19.9449	20.00			

ตาราง 81 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ข้อสอบร่วม 8 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 300 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	0.7128	2.50	21	24.5428	25.60
2	1.9043	3.00	22	25.7343	26.70
3	3.0958	4.00	23	26.9258	27.80
4	4.2873	6.00	24	28.1173	28.90
5	5.4788	7.00	25	29.3088	29.20
6	6.6703	8.00	26	30.5003	30.00
7	7.8618	9.50	27	31.6918	31.25
8	9.0532	11.00	28	33.8833	32.50
9	10.2448	12.00	29	34.0748	33.80
10	11.4363	13.00	30	35.2663	34.75
11	12.6278	14.20	31	36.4578	35.90
12	13.8193	15.30	32	37.6493	37.80
13	15.0108	16.00	33	38.8408	39.00
14	16.2023	17.50	34	40.0323	40.90
15	17.3938	19.00	35	41.2238	41.80
16	18.5853	20.75	36	42.4153	43.00
17	19.7768	21.50	37	43.6068	44.80
18	20.9683	22.30	38	44.7983	45.75
19	22.1598	23.40			
20	23.3513	24.00			

ตาราง 82 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ข้อสอบร่วม 8 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	3.2472	3.50	21	19.0124	26.20
2	4.0355	4.00	22	19.8007	27.00
3	4.8237	5.00	23	20.5889	27.50
4	5.6120	6.00	24	21.3772	28.00
5	6.4003	6.50	25	22.1655	29.00
6	7.1885	7.00	26	22.9337	30.50
7	7.9768	8.00	27	23.7420	31.00
8	8.7650	9.50	28	24.5302	31.70
9	9.5533	10.00	29	25.3185	32.80
10	10.3416	11.00	30	26.1068	33.75
11	11.1298	12.20	31	26.8950	35.00
12	11.9181	13.00	32	27.6832	36.75
13	12.7063	15.90	33	28.4715	37.90
14	13.4946	17.50	34	29.2597	38.40
15	14.2829	19.00	35	30.0480	39.70
16	15.0711	21.00	36	30.8363	41.00
17	15.8594	22.00	37	31.6245	42.30
18	16.6476	23.50	38	32.4128	43.00
19	17.4359	24.00			
20	18.2242	25.00			

ตาราง 83 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ข้อสอบร่วม 8 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 100 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-2.9510	1.70	21	31.5720	26.50
2	-1.2249	2.50	22	33.2982	28.00
3	0.5013	3.00	23	35.0243	29.00
4	2.2275	5.20	24	36.7505	30.00
5	3.9536	6.00	25	38.4766	31.00
6	5.6798	8.50	26	40.2028	32.20
7	7.4059	10.00	27	41.9289	33.00
8	9.1321	11.00	28	43.6551	34.00
9	10.8582	13.00	29	45.3812	35.90
10	12.5844	14.00	30	47.1074	37.00
11	14.3105	15.70	31	48.8335	39.00
12	16.0367	17.00	32	50.5597	40.80
13	17.7628	18.50	33	52.2858	41.75
14	19.4890	20.00	34	54.0120	43.00
15	21.2151	21.00	35	55.7381	44.80
16	22.9413	22.00	36	57.4643	46.00
17	24.6674	23.00	37	59.1904	47.25
18	26.3936	24.20	38	60.9167	49.30
19	28.1197	25.00			
20	29.8459	25.70			

ตาราง 84 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซนไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ข้อสอบร่วม 8 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 50 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-1.9395	2.00	26	36.2602	38.25
2	-0.4116	2.70	27	37.7882	40.50
3	1.1164	4.00	28	39.3162	41.00
4	2.6444	5.75	29	40.8441	43.40
5	4.1724	6.90	30	42.3722	44.75
6	5.7004	8.50	31	43.9002	46.20
7	7.2284	9.75	32	45.4282	47.50
8	8.7564	11.50	33	46.9561	49.00
9	10.2844	12.75	34	48.4841	50.50
10	11.8124	14.50	35	50.0121	51.90
11	13.3404	17.20	36	51.5401	53.30
12	14.8684	18.75	37	53.0681	54.75
13	16.3963	20.50	38	54.5961	56.25
14	17.9243	21.45			
15	19.4523	22.70			
16	20.9803	24.50			
17	22.5083	25.90			
18	24.0363	27.50			
19	25.5643	28.75			
20	27.0923	30.25			
21	28.6203	31.70			
22	30.1483	33.00			
23	31.6762	34.75			
24	33.2042	35.50			
25	34.7322	37.00			

ตาราง 85 คะแนนสมมูลของการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ไปยังฉบับ X ตามแบบแผนข้อสอบร่วมด้วยวิธีเชิงเส้นตรงและวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ ที่มีความยาวแบบทดสอบเป็น 30 ข้อ ข้อสอบร่วม 8 ข้อและขนาดกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)		คะแนนดิบ	คะแนนสมมูล (x*)	
(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์	(y)	เชิงเส้นตรง	อิควิเปอร์เซ็นไทล์
1	-1.4734	2.50	26	34.3537	39.00
2	0.0403	3.25	27	35.7866	41.25
3	1.3928	4.30	28	37.2198	42.00
4	2.8258	6.20	29	38.6529	43.50
5	4.2589	7.35	30	40.0861	45.00
6	5.6920	9.00	31	41.5191	46.75
7	7.1251	10.75	32	42.9522	47.25
8	8.5581	13.50	33	44.3853	48.75
9	9.9913	14.00	34	45.8183	50.00
10	11.4243	16.30	35	47.2514	52.00
11	12.8574	19.20	36	48.6845	53.50
12	14.905	20.25	37	50.1176	55.25
13	15.7236	21.50	38	51.5507	57.00
14	17.1567	22.00			
15	18.5898	23.70			
16	20.0228	24.75			
17	21.4559	25.80			
18	22.8891	27.25			
19	24.3221	28.50			
20	25.7552	31.00			
21	27.1883	32.75			
22	28.6213	33.40			
23	30.0544	34.70			
24	31.4875	36.00			
25	32.9206	37.30			

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง (C)

ตาราง 86 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) จากกลุ่มสอบทานผลเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนกลุ่มสมมูล

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\sum(x_i - x^*)^2$	S_x^2	S_x	C	$(.05\ S_x)^2$	$(.1\ S_x)^2$
500	60	9858.6852	38.2765	6.1868	0.5151	0.0957	0.3828
500	50	7203.9923	31.1319	5.5796	0.4628	0.0778	0.3113
500	40	5523.3695	24.0424	4.9033	0.4595	0.0601	0.2404
500	30	2354.7658	17.1082	4.1362	0.2753	0.0428	0.1711
400	60	7621.0002	39.5264	6.2870	0.4820	0.0988	0.3953
400	50	5982.5637	32.2045	5.6749	0.4642	0.0805	0.3220
400	40	4161.4658	25.0040	5.0004	0.4161	0.0625	0.2500
400	30	2255.3134	17.8751	4.2279	0.3154	0.0447	0.1788
300	60	5389.4028	40.0816	6.3310	0.4482	0.1002	0.4008
300	50	3070.9895	32.4581	5.6972	0.3154*	0.0811	0.3246
300	40	1962.4738	25.8847	5.0877	0.2527*	0.0647	0.2588
300	30	1078.6595	19.0917	4.3694	0.1883*	0.0477	0.1909
200	60	2197.7365	36.0012	6.0001	0.3052*	0.0900	0.3600
200	50	1674.0804	29.8378	5.4624	0.2805*	0.0746	0.2984
200	40	1136.8891	23.8808	4.8868	0.2380*	0.0597	0.2388
200	30	528.38257	17.2482	4.1531	0.1532*	0.0431	0.1725
100	60	597.80057	24.4619	4.9459	0.2444*	0.0612	0.2446
100	50	421.16125	20.7325	4.5533	0.2031*	0.0518	0.2073
100	40	252.37244	16.1186	4.0148	0.1586*	0.0403	0.1612
100	30	375.44178	11.8474	3.4420	0.3169	0.0296	0.1185

ตาราง 86 (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\sum(x_i - x^*)^2$	S_x^2	S_x	C	$(.05\ S_x)^2$	$(.1\ S_x)^2$
50	60	1814.8380	26.2861	5.1270	1.3808	0.0657	0.2629
50	50	1299.6130	21.1674	4.6008	1.2279	0.0529	0.2117
50	40	1359.8800	14.4362	3.7995	1.8839	0.0361	0.1444
50	30	686.8836	12.1864	3.4909	1.1273	0.0305	0.1219
30	60	962.5526	51.8260	5.8388	0.6191	0.0853	0.3409
30	50	496.7914	44.3860	5.2414	0.3731	0.0687	0.2747
30	40	506.3003	30.0410	4.7932	0.5618	0.0574	0.2297
30	30	233.7241	20.6720	3.4481	0.3769	0.0297	0.1189

* ความเพียงพออยู่ในระดับน่าพอใจ

ตาราง 87 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) จากกลุ่มสอบทานผลเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซ็นไทล์ในแบบแผนกลุ่มสมมูล

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\sum(x_i - x^*)^2$	S_x^2	S_x	C	$(.05\ S_x)^2$	$(.1\ S_x)^2$
500	60	6937.6146	38.2765	6.1868	0.3625*	0.0957	0.3828
500	50	4644.8849	31.1319	5.5796	0.2984*	0.0778	0.3113
500	40	2568.9252	24.0424	4.9033	0.2137*	0.0601	0.2404
500	30	1376.3507	17.1082	4.1362	0.1609*	0.0428	0.1711
400	60	4940.7961	39.5264	6.2870	0.3125*	0.0988	0.3953
400	50	3738.2972	32.2045	5.6749	0.2902*	0.0805	0.3220
400	40	2142.3427	25.0040	5.0004	0.2142*	0.0625	0.2500
400	30	1388.5408	17.8751	4.2279	0.1942*	0.0447	0.1788
300	60	3784.1002	40.0816	6.3310	0.3147*	0.1002	0.4008
300	50	2408.0655	32.4581	5.6972	0.2473*	0.0811	0.3246
300	40	1495.6175	25.8847	5.0877	0.1926*	0.0647	0.2588
300	30	1076.7215	19.0917	4.3694	0.1915	0.0477	0.1909
200	60	2051.3484	36.0012	6.0001	0.2849*	0.0900	0.3600
200	50	1535.4539	29.8378	5.4624	0.2573	0.0746	0.2984
200	40	1058.8753	23.8808	4.8868	0.2217	0.0597	0.2388
200	30	724.42606	17.2482	4.1531	0.2100	0.0431	0.1725
100	60	738.01633	24.4619	4.9459	0.3017	0.0612	0.2446
100	50	622.18355	20.7325	4.5533	0.3001	0.0518	0.2073
100	40	620.88921	16.1186	4.0148	0.3852	0.0403	0.1612
100	30	318.69409	11.8474	3.4420	0.2690	0.0296	0.1185

ตาราง 87 (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\sum(x_i - x^*)^2$	S_x^2	S_x	C	$(.05\ S_x)^2$	$(.1\ S_x)^2$
50	60	3509.8490	26.2861	5.1270	2.6704	0.0657	0.2629
50	50	2714.3333	21.1674	4.6008	2.5646	0.0529	0.2117
50	40	1282.4030	14.4362	3.7995	1.7766	0.0361	0.1444
50	30	1147.4180	12.1864	3.4909	1.8831	0.0305	0.1219
30	60	5975.1200	51.8260	5.8388	5.8422	0.0853	0.3409
30	50	3793.4900	44.3860	5.2414	4.6028	0.0687	0.2747
30	40	2641.2100	30.0410	4.7932	3.8320	0.0574	0.2297
30	30	781.0700	20.6720	3.4481	2.1998	0.0297	0.1189

* ความเพียงพออยู่ในระดับน่าพอใจ

ตาราง 88 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) จากกลุ่มสอบทานผลเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีเชิงเส้นตรงในแบบแผนข้อสอบร่วม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\sum(x_i - x^*)^2$	S_x^2	S_x	C	$(.05\ S_x)^2$	$(.1\ S_x)^2$
500	75	38873.5402	84.6680	9.2020	0.9183	0.2117	0.8468
500	63	28183.1245	64.9400	8.0585	0.8680	0.1624	0.6494
500	50	9854.5273	38.2160	6.1819	0.5157	0.0955	0.3822
500	38	6244.2102	25.6580	5.0654	0.4867	0.0641	0.2566
400	75	35780.2341	92.4910	9.6172	0.9671	0.2312	0.9249
400	63	20148.3202	71.0520	8.4292	0.7089*	0.1776	0.7105
400	50	8929.3420	36.5880	6.0488	0.6101	0.0915	0.3659
400	38	5502.3674	25.0991	5.0099	0.5481	0.0627	0.2510
300	75	22001.3750	97.1504	9.8567	0.7549*	0.2429	0.9715
300	63	18743.2552	74.3220	8.6210	0.8406	0.1858	0.7432
300	50	3556.2472	37.7905	6.1474	0.3137*	0.0945	0.3779
300	38	1827.3624	24.9131	4.9913	0.2445*	0.0623	0.2491
200	75	18720.3229	109.0091	10.4407	0.8587*	0.2725	1.0901
200	63	12735.2542	80.7770	8.9876	0.7883*	0.2019	0.8078
200	50	2788.2331	37.9628	6.1614	0.3672*	0.0949	0.3796
200	38	1368.2245	25.6127	5.0609	0.2671	0.0640	0.2561
100	75	8566.3105	106.1510	10.866	0.8070*	0.2654	1.0615
100	63	6773.5205	86.5960	9.3057	0.7822*	0.2165	0.8660
100	50	1368.7422	38.3495	6.1927	0.3569*	0.0959	0.3835
100	38	608.3655	24.5609	4.9559	0.2477	0.0614	0.2456

* ความเพียงพออยู่ในระดับน่าพอใจ

ตาราง 88 (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\sum(x_i - x^*)^2$	S_x^2	S_x	C	$(.05\ S_x)^2$	$(.1\ S_x)^2$
50	60	6479.8050	49.6179	7.0440	2.6119	0.1240	0.4962
50	50	5381.3370	39.5691	6.2904	2.7199	0.0989	0.3957
50	40	3954.3000	22.2944	4.7217	3.5473	0.0557	0.2229
50	30	2248.2900	16.1042	4.0130	2.7922	0.0403	0.1610
30	60	2553.7960	52.5466	7.2489	1.6200	0.1314	0.5255
30	50	1496.6910	37.7340	6.1428	1.3221	0.0943	0.3773
30	40	953.6005	18.5985	4.3126	1.7091	0.0465	0.1860
30	30	683.3137	14.0333	3.7461	1.6231	0.0351	0.1403

* ความเพียงพออยู่ในระดับน่าพอใจ

ตาราง 89 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่าง (C) จากกลุ่มสอบทานผลเมื่อปรับเทียบคะแนนด้วยวิธีอิควิเปอร์เซนไทล์ในแบบแผนข้อสอบร่วม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\sum(x_i - x^*)^2$	S_x^2	S_x	C	$(.05\ S_x)^2$	$(.1\ S_x)^2$
500	75	35678.0014	84.6680	9.2020	0.8428*	0.2117	0.8468
500	63	10025.6982	64.9400	8.0585	0.3088*	0.1624	0.6494
500	50	6788.2507	38.2160	6.1819	0.3553*	0.0955	0.3822
500	38	3240.5602	25.6580	5.0654	0.2526*	0.0641	0.2566
400	75	24577.3022	92.4910	9.6172	0.6643*	0.2312	0.9249
400	63	10335.7082	71.0520	8.4292	0.3637*	0.1776	0.7105
400	50	6255.0021	36.5880	6.0488	0.4274	0.0915	0.3659
400	38	3178.2089	25.0991	5.0099	0.3166	0.0627	0.2510
300	75	21885.2503	97.1540	9.8567	0.7509*	0.2429	0.9715
300	63	10025.7832	74.3220	8.6210	0.4497*	0.1858	0.7432
300	50	5893.2216	37.7905	6.1474	0.5198	0.0945	0.3779
300	38	2735.6942	24.9131	4.9913	0.3660	0.0623	0.2491
200	75	19865.5560	109.0091	10.4407	0.9112*	0.2725	1.0901
200	63	12286.2230	80.7770	8.9876	0.7605*	0.2019	0.8078
200	50	2702.5003	37.9628	6.1614	0.3559	0.0949	0.3796
200	38	1377.5622	25.6127	5.0609	0.2689	0.0640	0.2561
100	75	11383.6332	106.1510	10.3030	1.0724	0.2654	1.0615
100	63	8807.5511	86.5960	9.3057	1.0171	0.2165	0.8660
100	50	2688.3622	38.3495	6.1927	0.7010	0.0959	0.3835
100	38	1297.2110	24.5609	4.9559	0.5282	0.0614	0.2456

* ความเพียงพออยู่ในระดับน่าพอใจ

ตาราง 89 (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อ	$\sum(x_i - x^*)^2$	S_x^2	S_x	C	$(.05\ S_x)^2$	$(.1\ S_x)^2$
50	60	12367.8500	49.6179	7.0440	4.9933	0.1240	0.4962
50	50	7874.3320	39.5691	6.2904	3.9800	0.0989	0.3957
50	40	3502.0520	22.2944	4.7217	3.1416	0.0557	0.2229
50	30	1596.2300	16.1042	4.0130	1.9849	0.0403	0.1610
30	60	15679.2400	52.5466	7.2489	9.9463	0.1314	0.5255
30	50	9496.0910	37.7340	6.1428	8.3892	0.0943	0.3773
30	40	4953.6010	18.5985	4.3126	8.8781	0.0465	0.1860
30	30	2683.3140	14.0333	3.7461	6.3731	0.0351	0.1403

* ความเพียงพออยู่ในระดับน่าพอใจ

ภาคผนวก ฉ
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้มีประสบการณ์ ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่จัดลำดับความสำคัญของเนื้อหาและจุดประสงค์ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1. อาจารย์จุรีวรรณ นิลยกานนท์ อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร
   ประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ 22 ปี
2. อาจารย์อุไรวรรณ ทองเจิม อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก
   จังหวัดชุมพร
   ประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ 20 ปี
3. อาจารย์สุภรณ์ สินธพานนท์ อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนปะทิววิทยา
   จังหวัดชุมพร
   ประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ 22 ปี
4. อาจารย์อวยพร พรหมสถิตย์ อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนสวนศรีวิทยา
   จังหวัดชุมพร
   ประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ 25 ปี
5. อาจารย์เบญจา เขียวสม อาจารย์ 2 ระดับ 7โรงเรียนปากน้ำหลังสวนวิทยา
   จังหวัดชุมพร
   ประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ 20 ปี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางอุทัยวรรณ พงศ์อร่าม
วันเดือนปีเกิด	17 ตุลาคม 2496
สถานที่เกิด	อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	หมู่ที่ 16 ตำบลท่าแซะ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร 86140
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ผู้ช่วยผู้อำนวยการโรงเรียน ระดับ 7
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนหงษ์เจริญวิทยาคม อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2513	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสตรีชุมพร " สอาดเผดิมวิทยา " จังหวัดชุมพร
พ.ศ. 2515	ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นต้น (ป.กศ.ต้น) จากวิทยาลัยครูเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2517	ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กศ.สูง) จากวิทยาลัยครูเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2519	กศ.บ. (คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา
พ.ศ. 2526	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2544	น.บ. (นิติศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2545	กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ