

371.260/3

ร ๗๖๗ ๗

๕ 3

การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา
ระหว่างรูปแบบอิงเหตุผลกับการตอบข้อสอบกับรูปแบบ
การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบ

ผู้ประพันธ์
ดร. วิชาญ วัฒนศิริ

ปริญญาโท

ของ

เรวัติ อินทสระ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2530

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177951

๒๗ พ.ค. 2535

การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา
ระหว่างรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบ
การใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

บทคัดย่อ
ของ
เรวดี อินทสระ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
เมษายน 2530

การเทียบมาตรฐานเป็นวิธีการใช้เทคนิคทางการสร้างแบบทดสอบและเทคนิคทางสถิติที่ต้องการจะทำให้คะแนนการสอบเท่าเทียมกัน ซึ่งมีผู้เสนอไว้หลายรูปแบบต่าง ๆ กัน แต่ยังไม่มียานวิจัยใดที่จะให้ข้อสรุปว่า รูปแบบใดดีกว่ากัน ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนและระดับความเพียงพอของการเทียบมาตรฐานระหว่างรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยใช้กลุ่มทวนผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนร้อยละ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ โดยใช้โปรแกรมโลจิสต์ 5 แล้วจัดข้อสอบออกเป็น 2 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ และแบบทดสอบรวมอีกฉบับละ 15 ข้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2529 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพัทลุง จำนวน 2,823 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบทั้งสองฉบับแล้วสุ่มมากลุ่มละ 1 ฉบับ เพื่อนำคะแนนมาเทียบมาตรฐานทั้งสองรูปแบบและคะแนนอีกฉบับจะเป็นคะแนนทวนผล ผลการศึกษพบว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรฐานของรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีค่าน้อยกว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรฐานรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0896 และ 0.1505 ตามลำดับ เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรฐานทั้งสองรูปแบบพบว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($t=19.2831$) ส่วนความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนการเทียบมาตรฐานรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบอยู่ในระดับน่าพอใจและการเทียบมาตรฐานรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบอยู่ในระดับปานกลางซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.2356 และ 0.8851 ตามลำดับ

A COMPARISON BETWEEN THE STANDARD ERROR OF TEST EQUATING
BY ITEM RESPONSE THEORY MODEL AND
CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS MODEL

AN ABSTRACT

BY

RAYVADEE INTASARA

Presented in partial fulfilment of the requirement
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

April 1987

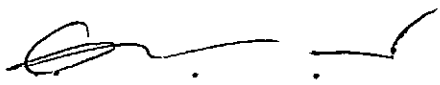
Most of the Test Equating procedures compose of two main activities, the parallelized of the test structures and the statistical adjusted on test scores. Many studies show the attempt to compare these procedures, in various testing situations, however, the general conclusion were not met.

The main purpose of this study was to compare the results from an application of two equating models, viz Item Response Theory (IRT) three parameters logistic equivalent true scores model and the later suggested model so-called "Factor Component Analysis" (FCA). The cross-validation technique was used in the study to compare two external criterion, standard error of equatings and degree of discrepancy. Total of 150 Mathematics Test items as representative of Ratio and Percent sub domain were used to estimate item parameters by LOGIST 5 computer program.

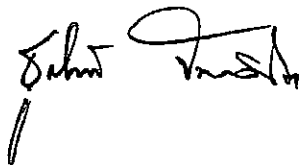
The two equivalent test forms were constructed each of 45 items including 15 anchor items. The subjects were 2,823 students studying in mathayom 1 level in Pathalung. The findings of the study show more prominent of IRT than FCA that is the standard error of Equating by IRT significantly less than FCA (0.0896, 0.1505) ($t=19.2831$ $p<.01$). The degree of discrepancy by IRT model was in good level while FCA yielded in fair level (0.2356, 0.8851).

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณา
ปัญหานี้อย่างถี่ถ้วนแล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญ
การศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา



ประธาน

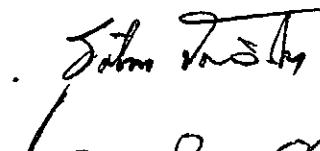


กรรมการ

คณะกรรมการ สอบ



ประธาน



กรรมการ



กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปัญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ และ ดร. ชูศักดิ์ ชัมภลสิทธิ์ ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และกราบขอบพระคุณอาจารย์อาวุธ วัฒนสิน ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้ปัญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ชัยชัย เผ่าพงศ์ และคุณประจี บริหาร ที่กรุณาช่วยเหลือการจัดทำข้อมูลในการประมวลค่าและเขียนกราฟอินฟอร์เมชันของข้อสอบ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ ผู้ช่วยผู้บริหารฝ่ายวิชาการ คณะครูของโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่าง และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นักวัดผลรุ่นพี่ เพื่อนวัดผลรุ่น 21 น้องวัดผลรุ่น 22 ตลอดจน พี่ เพื่อนและน้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปัญญานิพนธ์นี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอโน้มราสีกถึงพระคุณของ พ่อ-แม่ ครู-อาจารย์ และญาติพี่น้อง ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้การช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

เรวดี อินทสระระ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากทุนงบประมาณแผ่นดิน
ซึ่งมอบให้แก่บัณฑิตในการหาวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณยิ่ง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	1
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ความหมายของการเทียบมาตรา	6
การพัฒนารูปแบบของการเทียบมาตรา	7
การเทียบมาตราในรูปแบบต่าง ๆ	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	32
ประชากร	32
กลุ่มตัวอย่าง	32
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	34
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ	34
คุณภาพของแบบทดสอบ	35
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	39
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	39

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล . .	42
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	42
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	43
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	64
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	64
	กลุ่มตัวอย่าง	64
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	64
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	64
	การวิเคราะห์ข้อมูล	65
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
	อภิปรายผล	67
	ข้อเสนอแนะในการวิจัยและการนำไปใช้	68
	บรรณานุกรม	70
	ภาคผนวก	75

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือและ ในการวิจัยแยกตามโรงเรียน	33
2	หีสัยค่าความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) และค่าสัมประสิทธิ์ การเดา (c) ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ.	36
3	หีสัยค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันและหีสัยของระดับความสามารถ ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ	37
4	ค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ	37
5	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ	43
6	คะแนนสมมูลของการเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่ แบบทดสอบฉบับที่ 1 ของรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ	45
7	คะแนนสมมูลของการเทียบมาตราจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่ แบบทดสอบฉบับที่ 1 ของรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ องค์ประกอบ	48
8	คะแนนสมมูลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบที่ระดับคะแนนเดียวกัน.	49
9	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ คะแนนความคลาดเคลื่อนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ การเทียบมาตราของรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ	52
10	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ คะแนนความคลาดเคลื่อนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ การเทียบมาตราของรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ	54
11	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ ที่ระดับคะแนนต่าง ๆ	56
12	สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราทั้งสอง รูปแบบที่ระดับคะแนนต่าง ๆ	59

ตาราง	หน้า
13 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคลาดเคลื่อนของ การเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ .	61
14 ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ	62
15 แสดงจำนวนของข้อสอบในแต่ละจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในการสร้าง เครื่องมือและการวิจัย . .	102
16 แสดงผลรวมของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของแบบทดสอบ ทั้งสองฉบับ . .	103
17 ค่าตัวประกอบรวมในแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 1 .	104
18 ค่าตัวประกอบรวมในแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 2 . .	106
19 คะแนนทานผลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ . .	109

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | แสดงโค้งอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ | 38 |
| 2 | แสดงคะแนนที่สามารถจะตอบถูกที่ระดับความสามารถต่าง ๆ ของ
แบบทดสอบทั้งสองฉบับ | 44 |
| 3 | แสดงคะแนนของแบบทดสอบทั้งสองฉบับที่ระดับคะแนนรวมของ
ตัวประกอบร่วมกัน | 47 |
| 4 | แสดงความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ
ที่ระดับคะแนนต่าง ๆ | 58 |
| 5 | แสดงสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ
ที่ระดับคะแนนและทั้งฉบับ | 60 |

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันการทดสอบเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งในระบบการศึกษา จะเห็นได้ว่า เริ่มตั้งแต่ก่อนเข้ารับการศึกษ ในขณะศึกษา ก่อนจบการศึกษา จนกระทั่งการสมัครเข้าทำงาน จะต้องมีการทดสอบทั้งสิ้น และในการทดสอบแต่ละครั้ง เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบที่ใช้กันมากที่สุด คือแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบที่ดีนั้น ส่งบ ลักษณะ (ส่งบ ลักษณะ 2525 47) ได้กล่าวว่า จะต้องสามารถวัดได้ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของแต่ละบุคคล และเกิดความยุติธรรมแก่ทุกคนด้วย จากที่มีการทดสอบบ่อยครั้ง และเป็นสิ่งจำเป็นของแต่ละบุคคล จนเป็นเหตุกระตุ้นให้ผู้สอบเกิดความกระตือรือร้น และหาหนทางเพิ่มพูนคะแนนด้วยวิธีการต่าง ๆ รวมถึงการฝึกซ้อมความชำนาญในการทำข้อสอบจากข้อสอบเก่า ๆ ที่ใช้มาแล้ว จึงทำให้ผู้ที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการสอบ จะต้องจัดทำแบบทดสอบใหม่ขึ้น และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใหม่นี้ จะต้องสามารถวัดคุณลักษณะ (trait) เดียวกัน เพื่อที่จะให้เกิดความเหมาะสม กับสภาพการทดสอบในแต่ละสถานการณ์ จึงทำให้เกิดความคิดในการสร้างแบบทดสอบกลุ่มงาน ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบกลุ่มงานนั้น มักจะประสบปัญหาที่ไม่สามารถจะสร้างแบบทดสอบให้กลุ่มงานกันได้อย่างสมบูรณ์ เพราะในแนวทางปฏิบัตินั้นสามารถที่จะทำได้แค่เพียงให้เกิดความใกล้เคียงด้านเนื้อหา ค่าสถิติของข้อสอบและแบบทดสอบทั้งฉบับเท่านั้น (Gulliksen 1958 174) จึงมีผู้คิดค้นวิธีการที่จะทำให้คะแนนจากแบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกันแต่ต่างฉบับกัน สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้อย่างมีความหมายขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการสอบให้เกิดความยุติธรรม และเกิดความเหมาะสมกับสถานการณ์ในการทดสอบ (นิคม ตั้งคะพิภพ มปป 8 - 1) วิธีการดังกล่าว คือ การเทียบมาตรา ซึ่งชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต (ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต 2527 2) ได้กล่าวสรุปไว้ว่าการเทียบ

มาตราเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม 2 ประการ คือ

1) กระบวนการที่ทำให้แบบทดสอบ 2 ฉบับใด ๆ มีความทัดเทียมกันหรือเท่ากัน
ในเชิงโครงสร้าง และ 2) การใช้วิธีการทางสถิติเพื่อปรับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ
แต่ละฉบับให้อยู่ในมาตราเดียวกัน และเทียบกันได้ ในการเทียบมাত্রามีองค์ประกอบ
อย่างหนึ่งที่สำคัญมาก คือ รูปแบบของการเทียบมาตรา เพราะเป็นการกำหนดเงื่อนไข
และสร้างกฎการแปลงคะแนนในแต่ละครั้งในการเทียบคะแนน (Angoff 1984
87) ซึ่งรูปแบบการเทียบมาตราที่ใช้กันส่วนใหญ่ คือรูปแบบเชิงเส้นตรง (Linear
Equating Model) รูปแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ (Equipercentile Equating
Model) รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory Equating
Model) และรูปแบบใหม่ทีร็อค (Rock 1982 251) เสนอไว้ คือรูปแบบ
การใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Equating Using the Confirmatory
Factor Analysis Model) จากรูปแบบที่กล่าวมานี้ มีกฎในการแปลงคะแนน
ต่างกันอยู่และขึ้นอยู่กักรูปแบบแต่ละอย่าง จึงเกิดปัญหาที่ว่า รูปแบบใดที่ให้ค่าการ
แปลงคะแนนได้ถูกต้องที่สุด หรือให้โอกาสที่จะคลาดเคลื่อนได้น้อยที่สุด เพื่อให้เกิด
ความยุติธรรมแก่ผู้สอบอย่างมากที่สุด จากปัญหานี้ลอร์ด (Lord 1980 199)
ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบในเชิงได้เปรียบ เสียเปรียบของรูปแบบการเทียบมาตรา
ระหว่างรูปแบบเชิงเส้นตรง รูปแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ และรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบ
ข้อสอบกับสถานการณ์ในการสอบต่าง ๆ ปรากฏว่ายังไม่ได้ผลที่พอจะสรุปได้ว่า รูปแบบ
ใดให้ความถูกต้องหรือมีประสิทธิภาพเหนือกว่ากัน แต่ผลการศึกษาใน ค.ศ. 1977
พบว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ผลที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ
ปีเตอร์เซน คูก และสตอกคิง (Petersen, Cook and Stocking 1981)
โคเลน (Kolen 1981) คูก ดันบาร์ และไอเนอร์ (Cook, Dunbar and
Eignor 1981) และปีเตอร์เซน มาร์โก และสตีเวอร์ท (Petersen, Marco
and Stewart 1982 71 - 135) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้รูปแบบ
เชิงเส้นตรง รูปแบบอีควิเปอร์เซนไทล์และรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ ปรากฏว่า
การใช้รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ ใช้ได้ดีกับวิชาคณิตศาสตร์ สามารถกะประมาณ

ค่าการสังเกตได้แน่นอนและเหมาะสมที่สุด เพราะไม่มีผลกระทบจากการขาดแคลนข้อมูล
และการศึกษาของโคเลน และวิห์นี (Kolen and Whitney 1982 279 - 294)
พบว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ความเพียงพอมากที่สุด ส่วนรูปแบบการใช้เทคนิค
การวิเคราะห์องค์ประกอบยังไม่มีผู้ใดศึกษา

จากการศึกษาที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้เห็นว่าควรจะมีการศึกษาถึงรูปแบบการเทียบ
มาตราเพิ่มเติม เพื่อจะได้พัฒนาความรู้เกี่ยวกับการเทียบมาตราเพิ่มขึ้น ทั้งช่วยสร้าง
ความสมบูรณ์ ให้เกิดขึ้นกับการทดสอบและการตัดสินใจในการนำรูปแบบการเทียบมาตรา
ไปใช้ เพื่อก่อให้เกิดความเท่าเทียมกัน และความยุติธรรมแก่ผู้ทดสอบ ผู้วิจัยจึงทำ
การศึกษาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา ที่ใช้รูปแบบอิงทฤษฎี
การตอบข้อสอบแบบโลจิสติกส์สามพารามิเตอร์ กับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์
องค์ประกอบ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราและความเพียงพอ
จากการใช้รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า การเทียบมาตราในรูปแบบอิงทฤษฎี
การตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ รูปแบบใดที่มี
ค่าความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราน้อยกว่ากัน เพื่อช่วยในการตัดสินใจที่จะนำ
รูปแบบของการเทียบมาตราไปใช้ในการวัดผลประเมินผลได้อย่างเหมาะสม และช่วยให้
การเทียบคะแนนระหว่างทดสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในแต่ละโรงเรียน ใน
แต่ละกลุ่มโรงเรียน หรือเขตการศึกษา ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความหมายยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม 1) ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดพัทลุง

2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม 1) ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดพัทลุง

3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3 1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบของการเทียบมาตรา มี 2 รูปแบบคือ

3 1 1 รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์

3 1 2 รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

3 2 ตัวแปรตาม คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราในแต่ละรูปแบบ และดัชนีความเพียงพอของการเทียบมาตรา

4 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระบวนการที่จะทำให้แบบทดสอบเท่าเทียมกันในเชิงโครงสร้างโดยใช้ Item Characteristic Curve เท่านั้น

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1 การเทียบมาตรา หมายถึง กระบวนการที่ใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อปรับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบต่างชุด ที่มีโครงสร้างเดียวกัน ให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งวิธีการในการเทียบมาตรามีหลายรูปแบบ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ศึกษา

2 รูปแบบ คือ

1 1 รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ หมายถึง รูปแบบการเทียบมาตราที่เทียบมาตราโดยใช้คะแนนความสามารถของผู้สอบ ที่ได้จากการวิเคราะห์ แบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์

1 2 รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ หมายถึง รูปแบบการเทียบมาตราที่ใช้ตัวประกอบร่วม (Common Factor) เดียวกันในการเทียบคะแนน

2 แบบทดสอบเทียบมาตรา หมายถึง แบบทดสอบ 2 ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2521 ในวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102)

และวิเคราะห์หาคุณภาพโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ แล้วแบ่งเป็น 2 ฉบับโดยพิจารณา
ค่า Item Characteristic Curve เท่าเทียมหรือใกล้เคียงกันเป็นคู่ ๆ (ดังแสดงใน
ภาคผนวก ก)

3 แบบทดสอบร่วม (Anchor Test) หมายถึงข้อสอบที่จะมีทั้งในฉบับที่ 1
และฉบับที่ 2 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะมีจำนวน 15 ข้อ ที่ได้มาจากแบบทดสอบที่หา
คุณภาพแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์

4 ความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา หมายถึงค่าคะแนนที่ผิดพลาดไปจาก
คะแนนที่ได้จากการทดสอบ (Observe Score) ของการเทียบมาตราในแต่ละรูปแบบ
พิจารณาได้จากค่าดัชนีความเพียงพอ

5. ดัชนีความเพียงพอ (Index of Discrepancy) หมายถึง
ค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการสอบกับคะแนนสมมูล ที่ได้จากการเทียบ
มาตรา ซึ่งคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนที่สอบได้กับคะแนนสมมูล แล้ว
หารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสมมูลและจะบอกระดับความคลาดเคลื่อนของ
การเทียบมาตราโดยยึดหลักการประเมินของปีเตอร์เซนและคนอื่น ๆ (Petersen and
others. 1982 . 93 - 94) ซึ่งมีหลักการยอมรับดังนี้

ระดับน่าพอใจมาก หมายถึง $C < (0.05 SD_x)^2$

ระดับน่าพอใจ หมายถึง $(0.05 SD_x)^2 < C < (0.10 SD_x)^2$

ระดับปานกลาง หมายถึง $(0.10 SD_x)^2 < C < (0.15 SD_x)^2$

ระดับไม่น่าพอใจ หมายถึง $(0.15 SD_x)^2 < C < (0.20 SD_x)^2$

ระดับไม่น่าพอใจอย่างยิ่ง หมายถึง $(0.20 SD_x)^2$

6 กลุ่มเทียบมาตราหมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบธรรมดามาจาก
ประชากร เพื่อนำผลการสอบไปใช้ในการแปลงคะแนนสำหรับสร้างคะแนนสมมูล
ในการเทียบมาตรา

7 กลุ่มทวนผล หมายถึงกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบธรรมดามาจาก
ประชากร เพื่อนำผลการสอบไปใช้ในการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา
ในแต่ละรูปแบบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเทียบมาตรฐานและรูปแบบการเทียบมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

- 1 ความหมายของการเทียบมาตรฐาน
- 2 การพัฒนารูปแบบของการเทียบมาตรฐาน
- 3 การเทียบมาตรฐานในรูปแบบต่าง ๆ
- 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของการเทียบมาตรฐาน

กิลลิกเซน (Gulliksen 1950 298 - 304) ได้ให้ความหมายของการเทียบมาตรฐานว่า เป็นวิธีการหาคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสองชุด ในวิชาเดียวกัน ให้เป็นคะแนนสมมูล (Equivalent Score) ที่เปรียบเทียบกันได้โดยตรง

ฟลานาแกน (Flanagan 1915⁷¹ 747 - 748) ได้กล่าวถึงการเทียบมาตรฐานว่าเป็นวิธีการที่หาคะแนนจากแบบทดสอบต่างชุดให้มีคุณลักษณะที่เปรียบเทียบกันได้

มาร์โค (Marco 1981 105) ได้อธิบายความหมายของการเทียบมาตรฐานว่าเป็นกระบวนการแปลงคะแนน ที่ได้จากแบบทดสอบฟอร์มหนึ่ง ให้มีค่าตัวเลขสมมูล (Equivalent) กับตัวเลขที่ได้จากแบบทดสอบอีกฟอร์มหนึ่ง

แองกอฟ (Angoff 1971 562) ได้ให้คำจำกัดความของการเทียบมาตรฐานว่าเป็นการแปลงระบบของหน่วยวัดของแบบทดสอบชุดหนึ่งไปสู่ ระบบของหน่วยวัดของแบบทดสอบอีกชุดหนึ่ง คะแนนที่ผ่านการแปลงแล้ว จะให้ความหมายของความสมมูลกันโดยตรง

ลอร์ด (Lord 1980 195) ให้ความหมายของการเทียบมาตรฐานว่าเป็นการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบต่างฟอร์มให้มีความหมายให้สับเปลี่ยนกันได้ และ

เพื่อความเสมอภาคของบุคคลผู้รับการทดสอบ

ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต (ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต 2527 2) ได้สรุปความหมายของการเทียบมาตรามาว่า การเทียบมาตราเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมสองประการ คือ

1 กระบวนการที่ทำให้แบบทดสอบ 2 ฉบับใด ๆ มีความหัดเหมือนกันหรือเท่ากันในเชิงโครงสร้าง

2 การใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อปรับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละฉบับให้อยู่ในมาตราเดียวกัน และเทียบกันได้

จากความหมายดังกล่าว พอสรุปได้ว่า การเทียบมาตรา คือกระบวนการทางสถิติ เพื่อปรับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบต่างชุดที่มีโครงสร้างเดียวกันให้เปรียบเทียบกันได้

การพัฒนารูปแบบของการเทียบมาตรา

การเทียบมาตราได้มีการพัฒนาแนวความคิดมานานแล้ว จากที่ไรท์ และสโตน (Wright and Stone 1979 vii - x) ได้เสนอบทความเกี่ยวกับการพัฒนาการของการเทียบมาตรา สรุปได้ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1925 เทอร์สโตน (Thurstone 1925 433 -451) ได้คิดค้นวิธีการแปลงสัดส่วนจำนวนคนที่ตอบข้อสอบได้ถูก ในกลุ่มอายุ ให้เป็นหน่วยความเบี่ยงเบนปกติ และใช้ค่าเหล่านี้เป็นมาตราพื้นฐาน ส่วนค่ามาตราของกลุ่มอายุอื่น ๆ จะกำหนดขึ้นจากข้อตกลงเบื้องต้นว่าด้วยคว.เมตัมพันธ์เชิงเส้นตรง ระหว่างมาตราต่าง ๆ ของข้อสอบที่ได้จากแบบทดสอบหลาย ๆ รูปแบบโดยผู้ตอบมาจากหลาย ๆ กลุ่มอายุ ใช้ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้ในการแปลงคะแนนให้อยู่บนมาตราเดียวกัน (Common Scale) ปรากฏว่ามาตราของเทอร์สโตน ประสบปัญหาของความไม่แน่นอน เพราะสเกลที่ได้ จะแปรเปลี่ยนไปตามการแจกแจงความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง ต่อมาเขาได้ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ โดยอาศัยเทคนิคเปอร์เซนไทล์ และคะแนนมาตรฐาน ซึ่งในปี ค.ศ. 1947 โลวิงเกอร์ (Loevinger 1947 61) ได้พิสูจน์ว่าวิธีของเทอร์สโตนยังไม่มีคุณภาพ โดยแสดงให้เห็นว่า การวัดที่ถูกต้อง

จะต้องมีเกณฑ์ที่จำเป็น คือ ความเป็นเอกพันธ์ของแบบทดสอบ และสเกลที่เพิ่มขึ้นทางเดียว และวิธีการสร้างมาตราที่ยอมรับได้ จะต้องให้ผลที่เป็นอิสระไม่ผูกพันกับหน่วยเริ่มต้นที่ใช้สร้าง หรือ กลุ่มผู้รับการทดสอบกลุ่มแรก ต่อมากิลลิคเซน (Gulliksen 1950 296 - 304) ได้ย้ำถึงความเข้มงวดของนิยามการเทียบมาตรา คือ เสนอวิธีการให้กลุ่มผู้สอบกลุ่มเดียว ทำแบบทดสอบสองฟอร์ม โดยให้ตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบเสียก่อน ใช้การทดสอบด้วยสถิติของวิลคส์ (Wilks) หรืออาจจะพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบกับเกณฑ์ ถ้าแบบทดสอบทั้งสองต่างมีอำนาจในการพยากรณ์แบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งก็สามารถจะบอกถึงความเพียงพอในการเทียบมาตรา กิลลิคเซน ได้อาศัยตามแนวความคิดของเคลเลย์ (Kelley 1947 364 - 365) ในการใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor Test) เพื่อช่วยในการสร้างมาตราการเทียบสำหรับแบบทดสอบใหม่ และได้พัฒนาความคิดจากทักเคอร์ ในการเทียบมาตราจากแบบทดสอบหลาย ๆ ฟอร์ม จากผู้สอบหลาย ๆ กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบร่วมและสมการถดถอยเชิงเส้นตรง ในการหาค่าประมาณที่ได้จากคะแนนแบบทดสอบโดยตรง

ทักเคอร์ (Tucker 1953 22 - 28) ได้เสนอแนวความคิด เกี่ยวกับแบบทดสอบในอุดมการณ์ของเขาว่า แบบทดสอบควรมีคุณภาพ พอที่จะกำหนดคะแนนแทนตำแหน่งบนความต่อเนื่องลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เพื่อให้เกิดความแตกต่างที่มีลักษณะเป็นแบบฉบับนั้น แทนคะแนนสองตำแหน่ง ที่มีความสอดคล้องกับความแตกต่างของผลการสอบทุกกรณี ไม่ว่าจะเป็นคะแนนระดับใด และเขาได้เสนอให้ประเมินความเป็นเอกพันธ์ด้วย

เลวิน (Holland and Rubin 1982 10 Citing Levine 1955) ได้เสนอข้อตกลงเบื้องต้นของการเทียบมาตราไว้ว่า แบบทดสอบสองฉบับใด ๆ จะเทียบคะแนนกันได้ก็ต่อเมื่อแบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้นคู่ขนานกัน (Parallel) ในด้านต่อไปนี้

- 1 โครงสร้าง (Structure)
- 2 เวลา (Timing)
- 3 รูปแบบ (Format)

4 ชนิดของข้อสอบ (Item Type)

5 เนื้อหาวิชา (Subject Matter)

แองกอฟ (Wright and Stone 1979 vii - x Citing Angoff. 1960 185) ได้กล่าวว่า การสร้างมาตราของแบบทดสอบ ให้มีคุณค่าต่อ ๆ ไปกับทุกกลุ่มผู้สอบนั้นจะต้องเป็นมาตราที่คงที่ไม่แปรผันไปกับเวลาและลักษณะของกลุ่มผู้สอบ และสามารถเก็บเป็นข้อมูลที่สะสมไว้เพื่อเปรียบเทียบกันได้

ต้นศตวรรษที่ 19 ได้มีการพัฒนา ทฤษฎีคุณลักษณะแฝง (Latent Trait-Theory) โดยมีผู้สร้างโมเดลนี้ครั้งแรก คือ เวเบอร์ และแฟกเนอร์ (Weber and Fechner) สร้างเป็นโมเดลง่าย ๆ ขึ้นอยู่กับโอกาสในการตอบข้อสอบ และต่อมา ลอเลย์ และฟินเนย์ (Lawley and Finney 1940) ได้ใช้ นอร์มอล ออร์จันน์ (Normal Ogive) เป็นโมเดลในการตอบข้อสอบ ต่อมาลอร์ด (Lord. 1952) เบิร์นบอม (Birnbaum 1968) เบเคอร์ (Baker 1968) ราสช (Rasch 1968) แอนเดอร์สัน (Anderson 1973) และไรท์ (Wright 1977 281 - 294) ได้คิดค้นให้เกิดการนำไปใช้ได้อาศัยแนวความคิด รูปแบบความน่าจะเป็น (Probabilistic Model) โดยวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของตัวข้อสอบและประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของคนในแต่ละระดับและลอร์ด (Lord 1977 117 - 138) ได้เสนอแนวความคิดในการเทียบมาตราโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory) ซึ่งเขาใช้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและค่าความสามารถของคนตามความจริงจากแบบทดสอบแล้วเทียบคะแนนจริงของแบบทดสอบทั้งสองฟอร์มในระดับความสามารถที่เท่ากัน

ในระหว่างปี ค.ศ. 1978 - 1980 สถาบันบริการทดสอบทางการศึกษาได้ตั้งทีมงานขึ้นมาชื่อว่า Program Statistics Research Project (PSRP) เพื่อทำการวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับการเทียบมาตราในแง่เทคนิค วิธีการที่เกี่ยวกับการใช้สถิติเพื่อการเทียบมาตรา และ ค้นคว้าทฤษฎีค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Test Validity) และ PSRP ได้จัดประชุมสัมมนาเกี่ยวกับการเทียบมาตราเมื่อเดือนเมษายน

1980 ได้จัดพิมพ์หนังสือชื่อ Test Equating โดยรวบรวมข้อเสนอ ข้อวิพากษ์วิจารณ์ เกี่ยวกับแนวคิด และวิธีการเทียบมาตรา ซึ่งรวบรวมโดย ฮอลแลนด์ และ รูบิน (Holland and Rubin 1982 1 - 352)

การเทียบมาตราในรูปแบบต่าง ๆ

รูปแบบวิธีการเทียบมาตรา ในปัจจุบันได้มีผู้เสนอไว้หลายรูปแบบ พอจะสรุปได้ดังนี้

1 วิธีเทียบมาตรารูปแบบเชิงเส้นตรง

รูปแบบการเทียบมาตราเชิงเส้นตรง เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมมาเป็นเวลานาน เช่น การใช้แบบทดสอบความถนัดเชิงวิชาการ (ภาวินี ศรีสุขวัฒนานันท์ 2529 30 อ้างอิงมาจาก Donlon and Angoff 1971 32) โดยใช้สมการเส้นตรงเป็นรูปแบบอยู่ในนิยามที่ว่า คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ชุด โดยที่แบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ต่างเป็นแบบทดสอบที่วัดในสิ่งเดียวกัน (Parallel Measures) จะพิจารณาตัดสินให้สมมูลกันได้ก็ต่อเมื่อคะแนนมาตรฐานทั้งสองชุดมีค่าเท่ากัน คือ

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

เมื่อ X คือ คะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 1

Y คือ คะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 2

M_x คือ ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบชุดที่ 1

M_y คือ ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบชุดที่ 2

S_x คือ ค่าความเบี่ยงเบนของแบบทดสอบชุดที่ 1

S_y คือ ค่าความเบี่ยงเบนของแบบทดสอบชุดที่ 2

ในกรณีรูปแบบการแจกแจงของคะแนนแบบทดสอบชุดที่ 1 เหมือนกับแบบทดสอบชุดที่ 2 ใช้การเทียบรูปแบบเชิงเส้นตรงได้สะดวกง่าย และมีความเป็นปรัญญ เพราะจะเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

การเทียบมาตรารูปแบบเชิงเส้นตรงโดยใช้แบบทดสอบร่วม

ผู้คิดค้นวิธีการเทียบมาตรา รูปแบบเชิงเส้นตรงโดยใช้แบบทดสอบร่วม คือ ทักเคอร์ (Tucker) วิธีนี้เริ่มด้วย การมีข้อตกลงเบื้องต้นของการเทียบมาตรามี ห้าข้อเป็นเส้นตรงดังนี้

$$e_x(y) = \mu_x + \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (Y - \mu_y) \quad (1)$$

เมื่อ $\mu_x, \sigma_x, \mu_y, \sigma_y$ เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน จากแบบทดสอบชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ตามลำดับ และในการหาค่า $\mu_x, \mu_y, \sigma_x, \sigma_y$ จะหาได้ก็ต่อเมื่อได้กำหนดเงื่อนไขเป็นข้อตกลงเบื้องต้น 2 อย่าง คือ

1 ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขของ x เมื่อกำหนด แบบทดสอบร่วม (v) เท่ากับ y

2 เป็นข้อตกลงตามรูปแบบ (Model Assumption) เพราะเป็นการ ยอมรับการทำค่าคาดหวังของค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน

ผลจากข้อตกลงเบื้องต้น สรุปหลักของการเทียบมาตราได้ดังนี้

ถ้าค่าคาดหวังเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนในแบบทดสอบร่วมเท่ากันแล้ว จะได้ค่า $\mu_x, \mu_y, \sigma_x, \sigma_y$ ซึ่งจะนำไปแทนค่าใน (1) จะได้ฟังก์ชันของการเทียบมาตรา เชิงเส้นตรงของ x ไปสู่ y (Braun and Holland 1982 23 - 24)

ขั้นตอนของการเทียบมาตราตามรูปแบบเชิงเส้นตรง

รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ที่ให้กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ทำแบบทดสอบชุดที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ทำแบบทดสอบชุดที่ 2 นำมาประกอบค่าประชากรต่าง ๆ เพื่อนำ มาแทนค่าในสมการ

$$X^* = e_x(y) = A_y + B$$

กระทำด้วย วิธีการประมาณด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood-

Method) (Angoff 1984 105) ตามขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าประมาณต่าง ๆ ตามสูตรดังนี้

$$\hat{\mu}_x = M_{x1} + b_{xv1}(\mu_v - M_{v1})$$

$$\hat{\sigma}^2_x = S^2_{x1} + b^2_{xv1}(\hat{\sigma}^2_v - S^2_{v1})$$

$$\hat{\mu}_y = M_{y2} + b_{yv2}(\mu_v - M_{v2})$$

$$\hat{\sigma}^2_y = S^2_{y2} + b^2_{yv2}(\hat{\sigma}^2_v - S^2_{v2})$$

เมื่อ $\hat{\mu}_x, \hat{\sigma}^2_x$ คือ ค่าประมาณคะแนนเฉลี่ย และความแปรปรวนของ
กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบชุดที่ 1

$\hat{\mu}_y, \hat{\sigma}^2_y$ คือ ค่าประมาณคะแนนเฉลี่ย และความแปรปรวนของ
กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบชุดที่ 2

M_{x1}, S^2_{x1} คือ ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนชุดที่ 1 ใน
กลุ่มที่ 1

M_{y2}, S^2_{y2} คือ ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนชุดที่ 2 ใน
กลุ่มที่ 2

M_{v1}, S^2_{v1} คือ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบรวม
ในกลุ่มที่ 1

M_{v2}, S^2_{v2} คือ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบรวม
ในกลุ่มที่ 2

b_{xv1} คือ สัมประสิทธิ์ถดถอยของคะแนน จากแบบทดสอบชุดที่ 1
จากแบบทดสอบรวมในกลุ่มที่ 1

b_{yv2} คือ สัมประสิทธิ์ถดถอยของคะแนน จากแบบทดสอบชุดที่ 2
จากแบบทดสอบรวมในกลุ่มที่ 2

2 หาค่าประมาณความชัน(A) และค่าคงที่(B) จากสูตร

$$A = \frac{b_{y \cdot v_2} [S^2_{x_1} + b^2_{x \cdot v_1} (\hat{\sigma}_v^2 - S^2_{v_1})]}{b_{x \cdot v_1} [S^2_{y_2} + b^2_{y \cdot v_2} (\hat{\sigma}_v^2 - S^2_{v_2})]}$$

$$B = \bar{u}_x - A\bar{u}_y$$

3. แทนค่าประมาณประชากรลงในสมการเส้นตรง

$$X^* = A_y + B$$

4 ใช้สมการสร้างตารางเทียบคะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 1 ไปสู่คะแนนของแบบทดสอบชุดที่ 2

2 วิธีเทียบมาตรฐานรูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์

การเทียบมาตรฐานตามรูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์ จะเริ่มจากการแจกแจง ของคะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีลักษณะคล้ายกัน หรือจะแตกต่างกันบ้างก็เพียงเล็กน้อย การเทียบหาคะแนนสมมูลทำได้โดยใช้คะแนน ณ ตำแหน่งเปอร์เซนไคล์เดียวกันของคะแนน 2 ชุดนั้น ผลของการเทียบมาตรฐานแสดงด้วยกราฟ ขั้นตอนการแปลงคะแนนคือ เลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถกระจายมีทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มย่อย โดยสับ 2 กลุ่ม ให้กลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบชุดที่ 1 และกลุ่มสองทำแบบทดสอบชุดที่ 2 ผลการทดสอบนำมาแจกแจงเป็นคะแนนชุดที่ 1 และชุดที่ 2 คำนวณหาจุดกลางเปอร์เซนไคล์ของการแจกแจง อ่านและทำเครื่องหมายสำหรับค่าคะแนนชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ของคะแนนการแจกแจงที่สมมูลกันบนกระดาษกราฟ หากจุดประมาณ 30 จุด แล้วลากเส้นเชื่อมเกิดเป็นเส้นกราฟ หากการปรับให้เรียบเส้นกราฟนี้จะใช้อ่านค่าแบบทดสอบชุดที่ 1 ที่สมมูลกับชุดที่ 2 จากนั้นทำตารางคะแนนแปลงสำเร็จ โดยปกติการเทียบมาตรฐานรูปแบบอิกวิเปอร์เซนไคล์ ให้ภาพการแปลงคะแนนที่สะท้อนถึงระดับความยากง่ายของแบบทดสอบสองชุด ถ้าแบบทดสอบสองชุดมีค่าความยากใกล้เคียงกัน เส้นกราฟจะมีลักษณะใกล้เคียงเส้นตรง แต่ถ้ามีค่าความยากต่างกัน เส้นกราฟจะเป็นเส้นโค้ง คะแนนสมมูลที่เกิดขึ้น จะถูก

ยึดหยุ่นคะแนนดิบเพื่อให้คงรักษาไว้ให้เหมือนชุดก่อนตามต้องการ (Angoff 1984 101)

การเทียบมาตรฐานตามรูปแบบอิกวิเปอร์ เซนไตร์โดยใช้แบบทดสอบรวม

บรุนและฮอลแลนด์ (Braun and Holland 1982 19 - 22)

ได้แสดงถึงความสัมพันธ์ของแบบทดสอบรวมในการเทียบมาตรฐานตามรูปแบบอิกวิเปอร์ เซนไตร์ คือ กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่สุ่มมาอย่างอิสระจากประชากรทั้งหมด (T) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ Q เขียนเป็นสมการได้

$$T = fp + (1-f)Q$$

โดยที่ P และ Q ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของ f และ (1-f) ตามลำดับ การคำนวณ การแจกแจงของตัวอย่างรวม ทำได้โดยคำนวณการแจกแจงตามเงื่อนไขของตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 และที่ 2 ก่อนแล้วหาค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักด้วย f และ 1-f ซึ่งได้จาก สมการคือ

$$f = N_1 / (N_1 + N_2)$$

เมื่อ N_1 และ N_2 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับค่า ของ f คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และที่ 2

ในรูปแบบการเทียบมาตรฐานแบบอิกวิเปอร์ เซนไตร์มีข้อดกลง เพื่อหาค่าประมาณ การแจกแจงของแบบทดสอบชุดที่ 1 และแบบทดสอบชุดที่ 2 ในประชากรทั้งหมด ซึ่ง ได้ฟังก์ชันของการเทียบมาตรฐานเป็น

$$\hat{e}_x(y) = \hat{F}_T^{-1}(\hat{G}_T(y))$$

ขั้นตอนของการเทียบมาตรฐานตามรูปแบบอิกวิเปอร์ เซนไตร์ -

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบ 2 ชุดแล้วนำมาเทียบมาตรฐานตามรูปแบบดังต่อไปนี้

- 1 ทำตารางประมาณการแจกแจงความถี่ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม
- 2 นำค่าความถี่ประมาณของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มหาตำแหน่งเปอร์เซนต์ไตร์

ของแต่ละชั้นคะแนน

3 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของคะแนนชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เพื่อแสดงคะแนนที่สมมูล โดยการลากเส้นกราฟให้ผ่านจุดต่าง ๆ ให้มากที่สุดแล้วเกลากลั่นโค้งให้เรียบ

4 ทำตารางคะแนนสมมูลของคะแนนชุดที่ 1 และชุดที่ 2 โดยอ่านจากกราฟ

3 วิธีเทียบมาตรฐานรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

การเทียบมาตรฐานรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ ลอร์ด (Lord 1977 195) ได้กล่าวว่า การเทียบมาตรฐานของแบบทดสอบ 2 ชุดใด ๆ ที่ใช้ได้กับทุกคน จะต้องเป็นไปตามความแตกต่างของบุคคลที่ระดับความสามารถ (θ) เดียวกัน และได้เสนอข้อกำหนดที่สำคัญของการเทียบมาตรฐานไว้ 3 อย่าง สำหรับแบบทดสอบที่มีมิติเดียว และวัดความสามารถ (θ) เดียวกัน คือ

1) ความเสมอภาค (Equity) คือถ้าพิจารณาที่ระดับความสามารถ (θ) ใด ๆ การแจกแจงความถี่อย่างมีเงื่อนไขของคะแนนแปลงด้วยเทคนิคการเทียบคะแนน ต้องเหมือนกับการแจกแจงความถี่อย่างมีเงื่อนไขของคะแนนจากแบบทดสอบที่ต้องการเทียบ กับตัวแปรอื่น ๆ ของประชากรที่นำมาสร้างสมการเทียบคะแนน

2) ความไม่แปรเปลี่ยนเมื่อเปลี่ยนกลุ่ม คือ คะแนนแปลงจะเหมือนกันโดยไม่ขึ้นกับตัวแปรอื่น ๆ ของประชากรที่นำมาสร้างสมการเทียบคะแนน

3) ความสมมาตร (Symmetry) คือคะแนนเทียบมาตรฐานจะต้องเหมือนกันไม่ว่าการเทียบนั้นจะเทียบจากแบบทดสอบชุดที่ 1 ไปชุดที่ 2 หรือจากแบบทดสอบชุดที่ 2 ไป ชุดที่ 1

ซึ่งข้อกำหนดนี้ จะมีในการเทียบคะแนนที่สอดคล้องกับข้อมูลที่เหมาะสมกับทฤษฎีการตอบข้อสอบด้วย และคะแนนจากการสอบนั้นไม่มีค่าความคลาดเคลื่อนรวมอยู่ นั่นคือ มีเฉพาะคะแนนจริง

ในการคำนวณจะต้องหาค่าประมาณของประชากรในแต่ละชุดของแบบทดสอบแล้วนำมาเทียบเป็นคะแนนที่สมมูลในค่าความสามารถ (θ) เดียวกัน และในทางปฏิบัติเรา

ไม่สามารถหาคะแนนจริงได้ ซึ่งลอร์ด (Lord 1982 165 - 174) ได้เสนอวิธีการเทียบโดยใช้คะแนนจากการสังเกต (Observed Score) ได้

การเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบโดยใช้แบบทดสอบร่วม

การออกแบบเพื่อศึกษาการเทียบมาตราโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ ได้ใช้แบบทดสอบร่วมช่วยพิจารณาและปรับความแตกต่างของความสามารถ 2 กลุ่มโดยแต่ละกลุ่มจะสอบเพียงฉบับเดียว และแบบทดสอบร่วมเท่านั้น วิธีการของการเทียบมาตรารูปแบบนี้มีการเทียบคะแนน 2 ส่วน กล่าวคือ

1) การเทียบมาตราคะแนนจริง

โดยใช้ความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างความสามารถและจำนวนคะแนนตามข้อที่ทำได้ ซึ่งจะได้ค่าคะแนนจริงจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ ดังนี้

$$\xi = \xi(\theta) = \sum_{i=1}^{n_x} P_i(\theta) \quad (2)$$

$$\eta = \eta(\theta) = \sum_{j=1}^{n_y} P_j(\theta) \quad (3)$$

เมื่อ n_x, n_y คือจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบชุด x และ y ตามลำดับ

ถ้าแทนค่าความสามารถ (θ) ลงในสมการทั้งสอง ก็จะได้คะแนนจริงที่สมมูลกันบนมาตราเดียวกัน และสามารถแทนค่าความสามารถ (θ) ลงในสมการที่ θ เท่ากัน จะหาคะแนนสมมูลของแบบทดสอบฉบับ x และฉบับ y ได้โดยใช้คำนวณจากค่า $P_i(\theta)$ และ $P_j(\theta)$ โดยประมาณค่า $P_i(\theta)$ และ $P_j(\theta)$ ที่ได้จากค่าพารามิเตอร์ (Lord 1977 180) โดยการใช้โปรแกรมโลจิสต์ (LOGIST) วิเคราะห์ข้อมูลการตอบโดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ความสามารถ (θ) ใด ๆ ของผู้สอบไม่มีความแตกต่างจากแบบทดสอบหนึ่งไปยังอีกแบบทดสอบหนึ่ง และถือว่าส่วนที่ไม่ได้สอบคือ ส่วนที่หาไม่ถึง (Lord 1980 20)

2) การเทียบมาตราคะแนนสังเกต

จากการประมาณคะแนนจริงในทางปฏิบัติมีปัญหาซึ่งลอร์ด (Lord 1980 197) ได้กล่าวว่า การประมาณคะแนนของผู้สอบจากคำตอบ

$$\hat{\xi} = \sum_i P_i(\theta) \text{ ที่แท้จริง} \text{ คือคะแนนที่มีค่าความคลาดเคลื่อนรวมอยู่ด้วย ไม่มีคุณสมบัติเป็นคะแนนจริง}$$

ลอร์ดจึงเสนอการเทียบมาตราด้วยคะแนนสังเกต เป็นวิธีการเทียบมาตรา โดยค่าประมาณที่ทำได้ในทางปฏิบัติที่สถานการณการสอบไม่สามารถจัดให้ผู้สอบทำแบบทดสอบได้ทั้ง 2 ชุด โดยการประมาณค่าความสามารถ (θ) ของผู้สอบ ใช้การแจกแจงของ ในกลุ่มที่กะประมาณ $r(\theta)$ คือกลุ่มค่าความยากค่าอำนาจจำแนก และค่าสัมประสิทธิ์การเคา การแจกแจงของคะแนนดิบที่ได้จากสมการดังนี้

$$\hat{\phi}(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{a=1}^N \phi_x(x/\hat{\theta}_a) \hat{\phi}_y(y/\hat{\theta}_a)$$

หรือโดย

$$\hat{\phi}(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \phi_x(x/\theta) \hat{\phi}_y(y/\theta) r(\theta) d(\theta)$$

จากสมการเป็นการแจกแจงร่วมกันของตัวแปร 3 ตัวคือ θ, x และ y จากที่ θ เป็นตัวระบุนคะแนนจริง ξ และ η การแจกแจงนี้ จึงเป็นการแจกแจงร่วมกันของตัวแปร 4 ตัว คือ ξ, η, x และ y ซึ่งกะประมาณได้โดยการระบุนความสัมพันธ์เชิงอิควิเปอร์เซนไคล์ระหว่าง x และ y

จากทฤษฎีการเทียบคะแนนดิบของแบบทดสอบฉบับเดียว ด้วยวิธีการเทียบคะแนนจริง วิธีการเทียบคะแนนสังเกตดังกล่าวมานั้น ซึ่งจะมีทั้งข้อดีและข้อเสีย วิธีการเทียบคะแนนจริง ξ และ η ให้ความหมายของคะแนนสมมูลเฉพาะคะแนนที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยของการเคา ส่วนวิธีที่ใช้การประมาณจากคะแนนสังเกตก็มีจุดอ่อนที่เป็นเพียงการเทียบมาตราอย่างประมาณเท่านั้น ซึ่งลอร์ดได้กล่าวว่าทั้งสองวิธีมีความสอดคล้องกันมาก แต่การสรุปเปรียบเทียบอ้างอิงทั่วไปจะต้องทำอย่างพิถีพิถัน (Lord 1980 203) ซึ่งในปี ค.ศ. 1984 ลอร์ดและวินเกอส์กี (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ 2529 45 อ้างอิงมาจาก Lord and Wingersky 1984)

ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเทียบมาตรฐานตามรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบด้วยวิธีคะแนนจริงและคะแนนสังเกต ผลปรากฏว่าทั้งสองวิธีไม่มีข้อแตกต่างกันเลย และได้วิจารณ์ไว้ว่าวิธีคะแนนสังเกตมีความซับซ้อนในการคำนวณมากกว่าคะแนนจริง

ขั้นตอนของการเทียบมาตรฐานตามรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

1) ขั้นตอนการประมาณคะแนนจริง โดยกะประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และค่าความสามารถของข้อสอบรายข้อ ใช้กะประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด และหาค่าประมาณคะแนนจริงของผู้สอบ

2) ขั้นตอนการเทียบมาตรฐานค่าคะแนนจริงของผู้สอบมาจับคู่ ที่ค่าความสามารถเดียวกัน และปรับปรุงขยายคะแนนจริงที่ต่ำกว่าคะแนนการเดาให้มีความหมายขึ้น แล้วจึงนำคะแนนจริงของแบบทดสอบแต่ละชุดที่คะแนนความสามารถเดียวกันในแต่ละคู่สร้างเป็นตารางเทียบคะแนน

4 วิธีเทียบมาตรฐานรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

วิธีการเทียบมาตรฐานนี้ ใช้ความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์ตัวประกอบสูงสุด (Maximum - Likelihood Factor Analysis) ในการกะประมาณค่าพารามิเตอร์ ในการเทียบมาตรฐานถ้าข้อมูลเหมาะสม กับแฟกเตอร์โมเดล (Factor Model) แล้ว ค่ากะประมาณที่เป็นไปได้สูงสุด (MLE) จะใช้ได้กับอินฟอร์เมชัน (Information) ในข้อมูลทั้งหมด และได้รับการทดสอบค่าทางสถิติกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ที่มีข้อตกลง ในแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมในการทดสอบซึ่งมีวิธีการกะประมาณความเป็นไปได้สูงสุด (MLE) ตกลงให้เป็นไปตามโครงสร้างดังนี้

- 1) การเทียบมาตรฐานของแบบทดสอบหลาย ๆ ฉบับ
- 2) การเทียบมาตรฐานมีพื้นฐานของส่วนประกอบของแบบทดสอบย่อย โดยใช้แบบทดสอบเปรียบเทียบทั่วไป (The Common Equating Test)
- 3) ผลของความถูกต้องของการกะประมาณของค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบได้มาจากตัวแปรอินฟอร์เมชัน (Information) ทั้งหมด
- 4) ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ จะให้ค่าพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบที่แน่นอน

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบองค์ประกอบกับการเทียบคะแนนของแบบทดสอบ
ภายใต้ตัวประกอบร่วม (Common Factor) เพียงอย่างเดียวกี่เพียงพอ ที่จะอธิบาย
ถึงความแปรปรวนของแบบทดสอบ แบบทดสอบที่มีองค์ประกอบคล้ายกัน ซึ่งไม่จำเป็นจะ
ต้องเป็นองค์ประกอบเดียว และข้อมูลจะต้องสอดคล้องกับโมเดล จึงจะใช้ใน
การเทียบมาตราได้ (Rock 1982 247)

โจเรสกอก (Joreskog 1971 111) ได้สรุปไว้ว่า ถ้าคะแนนจาก
แบบทดสอบชนิดเดียวกันและคะแนนจริง t_i และ t_j มีความสัมพันธ์เป็นอันเดียวกัน
(Correlate Unity) ซึ่งได้จากการสุ่ม f และ t_i จะได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง
ดังนี้

$$t_i = v_i + \Lambda_i f \quad (4)$$

ถ้าแทนค่าในสมการตามทฤษฎีตั้งเดิม (Lord and Novick 1968 56)
จะได้ว่า

$$X_i = v_i + \Lambda_i f + e_i \quad (5)$$

เมื่อให้ Σ เป็นความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมในเมตริกของ X และ
เป็นไดอะกอนอล (Diagonal) จะได้

$$\Sigma = \Lambda \Phi \Lambda' + \Psi \quad (6)$$

เมื่อ Φ คือ ความแปรปรวนของ f

ซึ่งสมการ (5) และ (6) เป็นสมการพื้นฐานของ รูปแบบการวิเคราะห์
องค์ประกอบที่มีตัวประกอบร่วม (Common Factor) ตัวหนึ่ง ถ้าเวกเตอร์ของ
คะแนนสอบ (x) มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ การกะประมาณความเป็นไปได้สูงสุดของ

พารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ψ , Λ , Θ และ γ ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ก็กะประมาณได้เช่นเดียวกัน

แบบทดสอบที่มีรากฐานของการวัดในโครงสร้างที่เหมือนกันทั้งหมด โปรแกรมการวิเคราะห์ตัวประกอบคงที่ (Confirmatory Factor Analysis Program) จะเป็นชนิดหนึ่งของแบบทดสอบที่มีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญเกี่ยวกับรูปแบบ และการทดลองภายในกลุ่มประชากรเดียวกัน และต่างกลุ่มกัน ต่อมาได้มีการเปรียบเทียบสัดส่วนความเป็นไปได้ของการทดสอบ การกะประมาณความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood) ของความแปรปรวนร่วมเมตริก Σ ของประชากร คือ $\Sigma = \hat{\Lambda} \hat{\Theta} \hat{\Lambda}' = \Psi$ การทดสอบร่วมกันได้เหมาะสมกับโมเดลมากที่สุด ซึ่งในการเทียบอาจจะใช้ประชากรร่วมกันหรือต่างกลุ่ม ที่แสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่นำไปสู่ค่าพารามิเตอร์

จากการทดสอบร่วมกัน (Overall) ได้เหมาะสมกับโมเดลมากที่สุดซึ่งการเท่ากันอาจจะใช้ประกอบร่วมกัน หรือต่างกลุ่ม ที่แสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่นำไปสู่ค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า

การเทียบมาตรฐานรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยใช้แบบทดสอบร่วม

การเทียบมาตรฐานของแบบทดสอบ 2 ชุด ที่ใช้แบบทดสอบร่วมซึ่งเป็นการออกแบบนำไปสู่โมเดลของสองแฟกเตอร์

ให้กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบ X_1 และ X_2

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบ X_1 และ X'_2

ถึงแม้ว่า X_2 จะมีโครงสร้างที่คู่ขนานกับ X'_2 แต่ก็ยังแตกต่างกันในหน่วยของการวัด จุดเริ่มต้นของสเกล และความแปรปรวนคลาดเคลื่อนที่ไม่เท่ากัน ฉะนั้นความจำเป็นและเงื่อนไขสำหรับที่จะทำให้ X_2 กับ X'_2 เท่าเทียมกันจะขึ้นอยู่กับสององค์ประกอบรวม ^๑ คือรูปแบบของสององค์ประกอบเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง และตามข้อตกลงที่จะให้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากันโดยทดสอบการเปลี่ยนแปลงในสมการ คือ

$$X_1 = v_1 + \Lambda_{1f} f + \Lambda_{1e} e \quad (\text{Werts } 1980 \quad 109 - 122)$$

นั่นคือ ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนลดลง โดยใช้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) สำหรับความสัมพันธ์ของการวัด เมื่อค่าความเชื่อมั่นเท่ากันแล้ว จะได้ค่าคะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 2 (X_2 กับ X_2) เทียบกันได้ โดยเอา V_1 ซึ่งเป็นค่าคงที่ลบออกจาก X_1 แต่ละตัวและหารด้วยค่าน้ำหนักของตัวประกอบ (Factor Loading) แล้ว ในแต่ละ X_1 ก็สามารถแสดงความสมมูลของคะแนนจริงในการเทียบมาตรา

ขั้นตอนวิธีเทียบมาตรารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

- 1 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสอบจากแบบทดสอบทั้งสองชุด
- 2 นำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญ เพื่อจะหาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบและ ค่าความร่วมกัน
- 3 กระทบมาณคะแนนสมมูล (f) รายข้อ และรายบุคคลจากค่าสถิติในข้อ 2 เพื่อนำมาจัดตารางสมมูลระหว่างคะแนนดิบของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบผลจากการเทียบมาตราตามรูปแบบต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลอร์ด (Lord 1977 117 - 138) มาร์โค (Marco 1977 139 - 160) วูด และไวลีย์ (Wood and Wiley 1977, 1978) ได้เปรียบเทียบวิธีการเทียบมาตรา โดยวิธีดั้งเดิม (Conventional) กับวิธีใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory) ผลปรากฏว่าได้ผลต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาซ้ำของเรนท์และบาสฮอว์ (Rantz and Bashaw 1975 161 - 179) ที่ใช้แบบทดสอบร่วม ผลปรากฏว่า ผลการเทียบโดยใช้ราสซิมเดลวิเคราะห์กับการเทียบโดยใช้เปอร์เซนต์ไทล์ให้ผลเหมือนกัน

สไลด์ และลินน์ (Slinde and Linn 1977 23 - 31) ได้ศึกษา

การเทียบเชิงเส้นตรงกับการเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไคล์ โดยเน้นการเทียบแบบทดสอบ
 ผลสัมฤทธิ์ที่มีระดับความยากแตกต่างกันโดยใช้แบบทดสอบร่วม ซึ่งผลได้ว่าการเทียบมาตรา
 โดยใช้เปอร์เซ็นต์ไคล์ ดีกว่าการเทียบเชิงเส้นตรง แต่ทั้งสองวิธียังไม่เหมาะสมกับการ
 เทียบมาตราตามแนวตั้ง (Vertical Equating) และในปีต่อมาสไลด์และลินน์
 (Slinde and Linn 1978 23 - 34) ได้ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการใช้ราสชโมเดล
 ในการเทียบมาตราตามแนวตั้งโดยใช้คะแนนจากการสอบเข้ามหาวิทยาลัยฮิลินอยใน
 วิชาคณิตศาสตร์ 50 ข้อ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,365 คน ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบ
 ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 20 - 80 ไว้ คงเหลือข้อสอบเพียง 36 ข้อ แล้ว
 แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือข้อสอบชุดง่าย 18 ข้อ และข้อสอบชุดยาก 18 ข้อ ส่วน
 กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกผู้ได้คะแนนเต็มและได้ ศูนย์ ออก แล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ
 กลุ่มต่ำจำนวน 390 คน ซึ่งสอบได้ 1 - 10 คะแนน กลุ่มปานกลาง 411 คน สอบได้
 11 - 13 คะแนน กลุ่มสูง 506 คน สอบได้ตั้งแต่ 14 คะแนนขึ้นไป ผู้วิจัยได้ประมาณ
 ค่าพารามิเตอร์โดยใช้ลิออค ผลการศึกษาพบว่าเมื่อทดสอบความเหมาะสมของข้อมูล
 กับราสชโมเดลด้วยค่าไคสแควร์ระหว่างกลุ่ม พบว่าการเทียบมาตราด้วยราสชโมเดล
 ตามแนวตั้ง (Vertical Equating) ได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ

มาร์โค ปีเตอร์เซน และสตีเวอร์ท (Kolen 1981 2 Citing
 Marco, Petersen and Stewart 1979) ได้ประเมิน และเปรียบเทียบวิธี
 การเทียบมาตราเชิงเส้นตรง วิธีการเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไคล์ และวิธีการใช้
 เครื่องลักษณะข้อสอบ ใช้แบบทดสอบ Scholastic Aptitude Test แบ่งแบบทดสอบ
 โดยใช้แบบทดสอบร่วม ผลปรากฏว่า แบบทดสอบที่มีค่าความยากแตกต่างกัน วิธีการเทียบ
 โดยใช้เครื่องลักษณะข้อสอบให้ผลดีที่สุด และวิธีเทียบเชิงเส้นตรงได้ผลน้อยที่สุด

ในปี 1982 ปีเตอร์เซน มาร์โค และสตีเวอร์ท (Petersen, Marco and
 Stewart 1982 135) ได้ศึกษาความถูกต้องของรูปแบบการเทียบมาตราโดย
 ใช้วิธีการเทียบเชิงเส้นตรงและวิธีโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไคล์ เทียบคะแนนจากแบบทดสอบ
 2 ฉบับ คือ Scholastic Aptitude Test ที่จัดสอบเมื่อเดือนเมษายน 1975
 และ Test of Standard Written English ที่จัดสอบเมื่อเดือนพฤศจิกายน 1975

โดยใช้กลุ่มตัวอย่างสอบครั้งละ 3 กลุ่ม และไม่มีการสอบซ้ำ ใน 3 กลุ่มที่แบ่งนั้น, คือ กลุ่มสุ่ม (Random Sample) กลุ่มที่เหมือนกัน (Similar Sample) และกลุ่มที่ไม่เหมือนกัน (Dissimilar Sample) ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยความสามารถทางภาษาเป็นเกณฑ์ในแต่ละกลุ่มแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 1,577 คน โดยใช้รูปแบบการเทียบมาตรา 11 แบบ โดยแตกต่างกัน คือ เทียบโดยใช้แบบทดสอบร่วม เทียบภายในแบบทดสอบเดียวกันหรือแบบทดสอบต่างฟอร์ม เนื้อหาของแบบทดสอบ ค่าความยากของแบบทดสอบ และความเหมือนกันและต่างกันของกลุ่มตัวอย่าง เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความถูกต้องของการเทียบมาตราใช้ I C C Equipercntile Criterion ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างเล็ก ๆ การเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ล จะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าการเทียบเชิงเส้นตรง การเทียบโดยใช้อิควิเปอร์เซ็นต์ลดีกว่า การเทียบมาตราเชิงเส้นตรงในกรณีที่มีความสัมพันธ์ไม่เป็นเส้นตรง และต่างกลุ่ม เมื่อเทียบกับแบบทดสอบที่มีความยากแตกต่างกัน การเทียบเชิงเส้นตรงใช้ไม่ได้ แบบทดสอบร่วมและแบบทดสอบที่ใช้เทียบที่มีระดับความยากแตกต่างกันมากจะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าที่มีระดับค่าความยากแตกต่างกันน้อย แบบทดสอบฉบับที่แตกต่างกันมากให้ความคลาดเคลื่อนในการเทียบมาตรามากกว่าแบบทดสอบที่แตกต่างกันน้อย และต่อมาปี 1983 ปีเตอร์เซน และคนอื่น ๆ (Petersen and other 1983 137 - 156) ได้ทำการวิเคราะห์ซ้ำกัน เมื่อปี 1979 โดยศึกษาวิธีการเทียบมาตรา แบบการเทียบเชิงเส้นตรง การเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ลและโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม ใช้คะแนนแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนผลปรากฏว่าสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งก่อน นั่นคือการใช้วิธีการเทียบตามทฤษฎีการตอบข้อคำถามได้ผลคงที่มากที่สุด

คาร์แกนและสตอค (Kagan and Stock 1980 34 - 37) ได้ทำการศึกษาคะแนนที่เท่าเทียมกันระหว่างแบบทดสอบชุด Miller Analogies Test และ The Graduate Record Examination โดยใช้การแปลงคะแนนเป็นแบบเชิงเส้นตรง (Linear Method) และวิธีสมการถดถอย (Regression Method) โดยกลุ่มประชากรจากมหาวิทยาลัยอาร์โซนา จำนวน 18,017 คน

ผลการศึกษาพบว่า ผลของคะแนน The Graduate Record Examination ของกลุ่มผู้หญิงสูงกว่า กลุ่มผู้ชายอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยคะแนนปฏิบัติ GREQ กลุ่มผู้ชายสูงกว่ากลุ่มผู้หญิงอย่างมีนัยสำคัญ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่แปลงเชิงเส้นตรง มีค่าใกล้เคียงกับคะแนนชุดเดิม แต่จากวิธีใช้สมการกระดกถอย ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่สมมูลน้อยกว่าคะแนนที่สอบได้

โคเลน (Kolen 1981 1 - 12) ได้เปรียบเทียบผลการเทียบมาตรฐานระหว่างรูปแบบการเทียบเชิงเส้นตรง รูปแบบการเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์และรูปแบบโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ ใช้ข้อมูลการทดสอบนักเรียนในรัฐไอโอวา ปี 1978 ในโครงการของ The IOWA Tests of Educational Development (ITED) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสอบในครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับเกรด 9 และ 10 ในครั้งที่ 2 ใช้กับนักเรียนเกรด 11 และเกรด 12 โดยทำการศึกษาทั้งสองแบบ คือ การเทียบจากฉบับที่มีความยากเท่าเทียมกัน และเทียบจากฉบับที่มีค่าความยากต่างกัน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยสุ่มจากโรงเรียน 34 แห่ง กำหนดให้นักเรียนในการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ได้รับการทดสอบในทำนองเดียวกัน คือ ใช้วิธีกำหนดให้นักเรียนได้รับการทดสอบแบบทดสอบเพียงฉบับเดียว โดยให้สอบฉบับละ 1 ใน 3 ของคนสอบทั้งหมด โดยการสุ่ม สำหรับกลุ่มสอบหาค่าเฉลี่ยข้อมูล จากนักเรียนทุกคนที่ 3 ของแต่ละฉบับแต่ละครั้งในการสอบ ขั้นตอนการดำเนินการเทียบรูปแบบอีควิเปอร์เซ็นต์ และรูปแบบเชิงเส้นตรงได้จัดทำตามวิธีของแองกอฟ ส่วนรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ ได้ศึกษา 7 วิธี คือใช้ 1, 2, 3 พารามิเตอร์ แต่ละวิธีเทียบด้วยค่าประมาณคะแนนจริง และเทียบด้วยการประมาณค่าคะแนนสังเกต และใช้ราชสโมเดลเป็นเกณฑ์ในการประเมินผลการเทียบมาตรฐานวิธีจากกลุ่มตัวอย่างสอบหาค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างอิสระดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบ คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1 กับฉบับที่ 2 ที่แปลงไปสู่มาตรฐานฉบับที่ 1 ด้วยวิธีต่าง ๆ กันในแต่ละตำแหน่งเปอร์เซ็นต์เดียวกัน ค่าสถิติจากการวิเคราะห์กลุ่มสอบหาค่าเฉลี่ยมาทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วยการทดสอบฟรายด์แมน (Friedman Test) ผลการวิจัยพบว่า ผลการเทียบมาตรฐาน 7 วิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

01 และ 05 เมื่อใช้กับแบบทดสอบฉบับที่ 1 และ 2 ตามลำดับเมื่อพิจารณาแบบทดสอบที่สอบในครั้งที่ 1 ซึ่งมีความยากแตกต่างกันระหว่างแบบทดสอบฉบับที่ 1 และแบบทดสอบฉบับที่ 2 พบว่า วิธีเทียบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ 3 พารามิเตอร์ประมาณค่าการสังเกตให้ผลได้อย่างแน่นอนมากที่สุด วิธี 2 พารามิเตอร์และวิธีรูปแบบเชิงเส้นตรงแน่นอนลดลงตามลำดับ ส่วนการทดสอบครั้งที่ 2 วิธีที่ให้ผลแน่นอนที่สุด คือ วิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบสามพารามิเตอร์ โดยกะประมาณคะแนนจริง และแน่นอนถัดมา คือรูปแบบเชิงเส้นตรง และวิธีแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบพารามิเตอร์เดียว ตามลำดับ และโคเลนได้อภิปรายเสนอสรุปว่า วิธีที่ให้ผลการเทียบมาตราที่มีความเพี้ยนพหุคูณน้อยที่สุด คือวิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบพารามิเตอร์เดียว ซึ่งอาจจะมาจากไม่ได้ระบุการเดา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดค่าความสามารถ ดังนั้นข้อมูลที่มาจากข้อสอบที่มีค่าความยากต่างกัน การเทียบมาตราอาจจะได้รับผลกระทบและให้ประสิทธิภาพต่ำลง

โคเลน และวิทนี (Kolen and Whitney 1982 279 - 293) ได้เปรียบเทียบความถูกต้องของวิธีการเทียบมาตรา 4 วิธี คือ การเทียบเชิงเส้นตรง การเทียบโดยใช้อีควิเปอร์เซนต์ไคล์ การเทียบโดยอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบพารามิเตอร์ตัวเดียวกับแบบสามพารามิเตอร์ ใช้แบบทดสอบ General Educational Development (GED) ซึ่งมี 12 ฉบับ โดยเป็นแบบทดสอบร่วมหนึ่งฉบับ และใช้อีก 11 ฉบับเทียบเข้าสู่แบบทดสอบร่วม ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน การเปรียบเทียบผลใช้การวิเคราะห์แบบ Cross-Validation Analysis ผลการวิจัยพบว่า วิธีการเทียบโดยใช้อีควิเปอร์เซนต์ไคล์ และการเทียบโดยอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบสามพารามิเตอร์ได้ผลยังไม่เป็นที่ยอมรับ ส่วนวิธีเทียบเชิงเส้นตรง และการเทียบโดยอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบพารามิเตอร์ตัวเดียวได้ผลคงที่มากกว่า ได้ผลสรุปว่า ความถูกต้องของวิธีการเทียบมาตราขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ลักษณะของแบบทดสอบ รูปแบบในการเทียบมาตราและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และเสนอแนะว่า ถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กในการเทียบตามแนวระนาบ (Horizontal Equating) ควรจะใช้วิธีการเทียบเชิงเส้นตรง

ปีเตอร์เซน คูก และสตอกคิง (Petersen, Cook and Stocking

1981) ได้ทำการเปรียบเทียบความคงที่ของการเทียบมาตราด้วยรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ รูปแบบอิควิเปอร์เซนส์ไคล์ และรูปแบบเชิงเส้นตรงที่ศึกษารูปแบบเชิงเส้นตรง 3 วิธี คือ Tucker Model, Levine Equally Reliable Model และ Levine Unequal Reliable Model ส่วนรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบใช้ 3 วิธี คือ วิธีปัจจุบัน วิธีกิ่งวิเคราะห์ค่าโดยกำหนดค่าความยากคงที่ และวิธีกิ่งวิเคราะห์ค่า โดยกำหนดค่าความยากที่เทียบแล้ว ในการศึกษาต้องการประเมินขนาดของการเบี่ยงเบนของมาตราในกระบวนการเทียบมาตราที่เป็นลูกโซ่ การเบี่ยงเบนของมาตรานี้ คือ ความแตกต่างของคะแนนแปลงในแบบทดสอบ กับคะแนนเดิมก่อนแปลง กลุ่มตัวอย่างสุ่มจากการทดสอบ 9 ครั้ง ในรอบ 6 ปี แยกเป็นกลุ่มของฉบับภาษา และกลุ่มของฉบับคณิตศาสตร์ แต่ละฉบับมีกลุ่มตัวอย่างย่อย 12 กลุ่ม กลุ่มละ 2,670 คน แบบทดสอบรวมมีเนื้อหาแน่นอน การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนใช้การพิจารณาจากภาพกราฟ และดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Index) ซึ่งเป็นค่าถ่วงน้ำหนักแล้วของค่าเฉลี่ยแตกต่างกำลังสอง ความแตกต่างคำนวณได้จากผลต่างของคะแนนมาตราเกณฑ์กับคะแนนมาตราที่แปลงด้วย วิธีการต่าง ๆ ที่ศึกษา ดัชนีนี้ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเทียบมาตราดัง ๆ ผลการวิจัยพบว่า ในการใช้รูปแบบเชิงเส้นตรงกับการเทียบมาตราสายแบบทดสอบภาษา และสายแบบทดสอบคณิตศาสตร์ของ SAT มีผลคล้ายคลึงกัน Tucker Model ให้ผลความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ส่วน Levine Equally Reliable Model จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด รูปแบบอิควิเปอร์เซนส์ไคล์ให้ผลยังไม่ดีพอเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเชิงเส้นตรง เพราะรูปแบบอิควิเปอร์เซนส์ไคล์ ไม่สามารถให้อินฟอร์เมชัน (Information) และพิสัยของคะแนน รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบที่ศึกษา 3 วิธีพบว่า ลักษณะผลการเทียบโดยทั่วไปที่เท่ากับแบบทดสอบภาษาและแบบทดสอบคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกัน วิธีที่ใช้ค่าความยากที่เทียบแล้ว ให้ผลน่าพอใจที่สุดกับแบบทดสอบภาษา แต่ให้ผลตรงกันข้ามกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ สำหรับวิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบปัจจุบันให้ผลดีกว่าวิธีที่ใช้ค่าความยากเทียบแล้วเพียงเล็กน้อยในแบบทดสอบภาษา แต่เมื่อเปลี่ยนเป็นแบบทดสอบคณิตศาสตร์ วิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบปัจจุบันให้ผลดีกว่ามาก เปรียบเทียบผลของ

รูปแบบวิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ กับรูปแบบดั้งเดิม พบว่าความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นกับแบบทดสอบภาษา ต่างกับแบบทดสอบคณิตศาสตร์ สำหรับการเทียบในสายของภาษา รูปแบบวิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบดีกว่า แต่ในสายคณิตศาสตร์รูปแบบ Levine และรูปแบบวิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบปัจจุบัน ให้ผลคล้ายคลึงกันมากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ถ้าจำเป็นต้องเลือกรูปแบบของการเทียบมาตรา เพียงรูปแบบเดียว ในการเทียบกับวิชาทางภาษาและคณิตศาสตร์แล้วรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบปัจจุบัน เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดใน 7 วิธีที่ศึกษา

คุก ดันบาร์ และไอเนอร์ (Cook, Dunbar and Eignor 1981) ได้ศึกษาวิธีการเทียบมาตรา 4 วิธี คือ วิธีเชิงเส้นตรง วิธีอิกวิเปอร์เซนไคล์ธรรมดา วิธีอิกวิเปอร์เซนไคล์ที่ใช้ประมาณความถี่ และวิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบประมาณค่าคะแนนจริง เกณฑ์การเปรียบเทียบความแตกต่างของการเทียบมาตรา โดยอาศัยการพิจารณา 2 ทาง คือ ความสอดคล้องสัมพัทธ์ โดยพิจารณาจากภาพการแจกแจงของคะแนนแปลงที่ใช้วิธีเทียบแบบดั้งเดิมวิธีหนึ่ง กับการแจกแจงของคะแนนแปลง เมื่อใช้วิธีเทียบด้วยรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ และเกณฑ์อีกทางหนึ่ง คือการเปรียบเทียบเชิงตัวเลข ซึ่งเป็นค่าดัชนีความแตกต่าง ที่ใช้เกณฑ์ในการศึกษา คือคะแนนแปลงที่ผ่านกระบวนการเทียบมาตราตามรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นผลการสอบรายบุคคลจากการสอบสองครั้ง ที่ทำไปเรียบร้อยแล้ว ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างโดย The College Board Admissions Testing Program เป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือกมีค่าความยากและความยาวต่างกัน รูปแบบการเทียบมาตราอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ ใช้การเทียบโดยการประมาณคะแนนจริง แบบโลจิสต์สามพารามิเตอร์ การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และความสามารถของผู้สอบ ใช้วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม LOGIST ของวูด และลอร์ด ผลการวิจัยพบว่าวิธีการเทียบมาตราแบบดั้งเดิม 3 วิธี ให้ผลสอดคล้องมากกับวิธีอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ และพบว่า สภาพการทดสอบที่นำมาศึกษาประกอบด้วย แบบทดสอบที่มีความยากต่างกัน กลุ่มตัวอย่างไม่ได้เป็นกลุ่มสมบูรณ์โดยสุ่ม และแบบทดสอบ 2 ชุดนั้น ทำให้เกิดการแจกแจงคะแนนในแต่ละชุดของกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะเหมือนกัน จึงเป็นเหตุที่ทำให้

รูปแบบเชิงเส้นตรง และรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ มีผลใกล้เคียงกันมาก ความแตกต่างของการใช้รูปแบบต่าง ๆ ส่วนใหญ่เกิดเพราะข้อมูลส่วนปลายโค้งมีน้อย ในทางทฤษฎีจึงแนะนำให้ใช้รูปแบบการเทียบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบสามพารามิเตอร์ เพราะไม่มีผลกระทบจากการขาดแคลนข้อมูล

โฮม (Holmes 1962 139 - 147) ได้ศึกษาการเทียบมาตรฐานตามแนวทางโดยใช้ราสซิมเดล ซึ่งต้องการศึกษา 3 อย่างคือเป็นการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับข้อมูลทดสอบข้อสอบที่เลือกได้ว่าอยู่ในมิติเดียวกัน (Unidimensionality) และทำการเทียบมาตรฐานตามแนวทาง ใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเกรด 3 จำนวน 5,310 คน เกรด 4 จำนวน 3,393 คน ใช้แบบทดสอบชุด Comprehensive Test of Basic Skills (1973) φόρμ S จำนวน 183 ข้อ และใช้นักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 อย่างละ 1,000 คน ตรวจสอบ Cross Validation และที่เหลือเป็นกลุ่มใช้เทียบมาตรฐาน ผลการศึกษาได้ข้อสอบที่เหมาะสม 32 ข้อ การประเมินข้อสอบได้ค่าดัชนีอำนาจจำแนกระหว่าง 80 และ 1 20 และแบ่งข้อสอบ 32 ข้อ เป็น 3 ฉบับ คือ ฉบับง่าย 12 ข้อ ระดับความยาก -0 48 ถึง 0 48 ฉบับปานกลาง 8 ข้อ ระดับความยาก 25 ถึง 0 73 และฉบับยาก 12 ข้อระดับความยาก 0 53 ถึง 1 27 ผลการเทียบมาตรฐานโดยใช้ราสซิมเดล ปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่แปลงแล้วยังไม่ได้เป็นที่น่าพอใจ

ลอร์ดและวินเกอร์สกี (Lord and Wingersky 1984 153 - 161) ได้เปรียบเทียบการเทียบมาตรฐานระหว่างวิธีการเทียบโดยใช้คะแนนจริง ซึ่งใช้การวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ และวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบอิควิเปอร์เซนไคล์ ใช้แบบทดสอบ Scholastic Aptitude Test (SAT) มี 6 ฉบับแต่ละฉบับมี 85 ข้อ การเทียบมาตรฐานจะใช้เป็นลักษณะลูกโซ่ คือเทียบจากฉบับที่หนึ่งไปจนถึงฉบับที่หกโดยที่ฉบับที่หกกับที่หนึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ในแต่ละฉบับมีแบบทดสอบรวมฉบับละ 40 ข้อ เป็นตัวปรับให้คะแนนอยู่ในสเกลเดียวกัน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 2,670 คน แยกให้ทำแบบทดสอบฉบับละสองกลุ่ม และแต่ละกลุ่มสอบแบบทดสอบรวมต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ไม่สามารถสรุปได้ว่า วิธีการเทียบมาตรฐานทั้งสองวิธีแบบใดดีกว่ากัน และได้

ทำการวิเคราะห์ซ้ำผลก็ได้คล้ายคลึงกัน

เยาวดี รางชัยกุล (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ 2529 67 - 80 อ้างอิงมาจาก Rangchaikul Yavadee 1975) ได้ทำการวิจัยโดยสำรวจขอบเขตของแบบทดสอบฉบับต่าง ๆ ของโปรแกรมการสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในประเทศไทย ถึงความเท่าเทียมกันและหาวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการเทียบแบบทดสอบต่างฉบับกันใช้ข้อมูลจากการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นผลการสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์ จำนวน 500 คน จากการสอบ 4 ครั้งคือเดือนมีนาคม และสิงหาคม 2516 เดือนมีนาคม และสิงหาคม 2517 คะแนนที่นำมาเทียบมี 5 วิชา คือวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการเทียบเชิงเส้นตรงที่เสนอโดยแองกอฟฟ์ (Angoff 1971) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้สเกลร่วม (Common Scale) ที่มีช่วงคะแนน 1 - 175 ค่าเฉลี่ย 100 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25 คะแนนที่เทียบกับสเกลร่วมทั้ง 4 ฉบับมีคะแนนไม่เท่าเทียมกันทุก วิชา คะแนนจุดตัดของแต่ละฉบับไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้และในรายวิชาที่พบว่ามีค่าคะแนนแตกต่างกัน 5 วิชา พบว่าแต่ละวิชามีความแปรเปลี่ยนของคะแนนแตกต่างกัน วิชาภาษาไทยแปรเปลี่ยนน้อยที่สุด และวิชาคณิตศาสตร์แปรเปลี่ยนมากที่สุด

ชูชีพ พงษ์สมบูรณ์ (ชูชีพ พงษ์สมบูรณ์ 2528 112 - 118) ได้เปรียบเทียบการเทียบมาตรฐานระหว่างรูปแบบที่ใช้แบบทดสอบร่วมกับรูปแบบที่ใช้ผู้สอบร่วม โดยใช้วิธีเทียบ 3 วิธี คือ การเทียบเชิงเส้นตรง การเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ และการเทียบโดยใช้โด่งลักษณะข้อสอบเพื่อต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความคงที่ของการเทียบมาตรฐานทั้ง 3 วิธี ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 3,721 คน ที่สอบจากแบบทดสอบของโครงการตรวจสอบคุณภาพการศึกษาทั่วประเทศในวิชาคณิตศาสตร์ ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ในข้อสอบจำนวน 60 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ ฉบับละ 38 ข้อ ซึ่งรวมด้วยแบบทดสอบร่วม 20 ข้อด้วยผลการศึกษาพบว่า ผลของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเทียบมาตรฐานระหว่างรูปแบบทดสอบร่วมกับรูปแบบที่ใช้ผู้สอบร่วมในแต่ละวิธี ไม่แตกต่างกันการเปรียบเทียบความคงที่การเทียบมาตรฐานที่ใช้ผู้สอบร่วม พบว่า

การเทียบโดยใช้ปัจจัยลักษณะข้อสอบคงที่พอ ๆ กับการเทียบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ และ การเทียบเชิงเส้นตรงคงที่ ค่าที่สุด ส่วนการเปรียบเทียบความคงที่ของการเทียบมาตรา ที่ใช้แบบทดสอบร่วม ได้ผลเช่นเดียวกับแบบใช้ผู้สอบร่วม

ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ 2529 155 - 170) ได้เปรียบเทียบผลของการใช้รูปแบบเทียบมาตราที่ต่างกัน 3 รูปแบบ คือ

รูปแบบอีคิวเปอร์เซ็นต์ รูปแบบเชิงเส้นตรง และรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ แบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ด้วยการออกแบบเทียบมาตราใช้แบบทดสอบร่วมภายในที่มีความยาวต่างกันสามขนาดคิดเป็นร้อยละคือ ร้อยละ 60 (21 ข้อ) ร้อยละ 40 (14 ข้อ) และร้อยละ 20 (7 ข้อ) โดยใช้ข้อสอบทั้งหมด 35 ข้อ

การประเมินผลของการเทียบมาตรา โดยการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราใช้เป็นเกณฑ์ภายในเพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำระหว่างวิธีเทียบภายในรูปแบบเดียวกัน และวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผลใช้เป็นเกณฑ์ภายนอก เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงพอระหว่างวิธีเทียบมาตรา โดยตรงกับผลสุดท้ายของ

การเทียบมาตราโดยศึกษากับประชากรสองกรณี คือการทดสอบคัดเลือกจากประชากร 15,875 คน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จากประชากร 12,383 คน ในแต่ละกรณี ใช้กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มละ 1,500 คน แบ่งแบบทดสอบกรณีละ 2 ชุดโดยใช้ชุดละ 35 ข้อ มีแบบทดสอบร่วมขนาด 21 ข้อ 14 ข้อ และ 7 ข้อ โดยมีหลักแบบทดสอบร่วม

ค่าความเชื่อมั่นเท่าเทียมกัน ในแต่ละกรณีใช้รูปแบบการเทียบมาตรา 3 รูปแบบ สร้างตารางแปลงคะแนนสมมูลจากคะแนนแบบทดสอบชุดที่ 1 ไปยังคะแนนแบบทดสอบชุดที่ 2 แล้ววิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราค่าดัชนีประสิทธิภาพสัมพัทธ์

(RE) การวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผล โดยคำนวณค่าดัชนีเปรียบเทียบความแตกต่าง (C) ผลการศึกษาพบว่า การเทียบมาตราทั้ง 9 รูปแบบได้ผลเป็นที่ยอมรับได้ ความยาวแบบทดสอบร่วมมีผลต่อความแม่นยำ และความเที่ยงพอของการเทียบมาตรา โดยที่แบบทดสอบร่วมมีความยาวมากและแบบทดสอบร่วมทั้งสองฉบับมีค่าความเชื่อมั่นสูง และใกล้เคียงกัน จะทำให้การเทียบมาตราแม่นยำมากขึ้น และในแต่ละสถานการณ์ การทดสอบให้ผลการเทียบมาตราในรูปแบบต่างกัน คือ กรณีแบบทดสอบการคัดเลือก

รูปแบบที่ให้ผลดีตามลำดับ คือ อีคิวเปอร์เซนไทล์ รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบและรูปแบบเชิงเส้นตรง ส่วนกรณีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ รูปแบบที่ให้ผลดีตามลำดับ คือรูปแบบเชิงเส้นตรง รูปแบบอีคิวเปอร์เซนไทล์ และ รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา ที่ใช้รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบโลจิสต์สามพารามิเตอร์กับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ ว่ารูปแบบใดให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่ากันจากคะแนนที่สอบจริง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้รูปแบบการเทียบมาตราต่อไป

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาในครั้งนี้ ต้องการตรวจสอบผลของวิธีการเทียบมาตรารูปแบบ คือ รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบของการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยมุ่งเปรียบเทียบผลจากคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราและดัชนีความเพียงพอ ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างหาค่าผล กล่าวคือใช้กลุ่มตัวอย่างสอบหาค่าผลความคลาดเคลื่อนและดัชนีความเพียงพอ ผู้วิจัยมีสมมติฐานในการศึกษาดังนี้

1 ความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา จากการใช้รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบสามพารามิเตอร์ กับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบแตกต่างกัน

2 ดัชนีความเพียงพอของคะแนนความคลาดเคลื่อนของรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบสามพารามิเตอร์ กับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพัทลุง มีจำนวน 4,520 คน 112 ห้องเรียน ใน 25 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดพัทลุง ซึ่งเลือกโดยการสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sample Unit) จำนวนห้องเรียนที่สุ่มมา (50) ห้อง มีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 กะประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่าง ด้วยค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = 05$) เมื่อเทียบกับตารางขนาดตัวอย่าง ปรากฏว่าต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 367 คน ประมาณ 9 ห้องเรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 260 อ้างอิงจาก Yamane 1967)

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากทุกโรงเรียน ในประชากรได้จำนวนห้องเรียน 68 ห้องเรียน โดยสุ่มแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือ และตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 28 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1266 คน

2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน (40) ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1,557 คน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือและในการวิจัย
แยกตามโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียนและนักเรียนที่ใช้สอบ	
	การสร้างเครื่องมือ ห้องเรียน(คน)	การวิจัย ห้องเรียน(คน)
1 พิษณุ	5 (230)	5 (224)
2 ศรีพิษณุ	5 (245)	5 (228)
3 พิษณุพิทยาคม	5 (228)	5 (212)
4 ควนขนุน	5 (225)	4 (127)
5 ป่าพะยอมพิทยาคม	-	4 (132)
6 ประชาบาล	1 (45)	2 (65)
7 ตะโหนด	2 (95)	4 (165)
8 ศรีบรรพตพิทยาคม	2 (66)	2 (66)
9 ประจักษ์ศิลปาคม	3 (132)	3 (123)
10 ป่าบอนพิทยาคม	-	2 (81)
11 บางแก้วพิทยาคม	-	4 (134)
รวม	28 (1,266)	40 (1,557)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 (ค 102) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 75 ข้อ และแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ฉบับ โดยพิจารณาจากความยากและค่าอำนาจจำแนกเท่าเทียมกันจะได้

1 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 จำนวน 45 ข้อ $\approx 1/5$

2 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 จำนวน 45 ข้อ ≈ 1

แบบทดสอบแต่ละฉบับจะมีแบบทดสอบรวมชนิดแบบทดสอบรวมภายใน (Internal Anchor Test) จำนวน 15 ข้อ รวมอยู่ด้วย

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบได้ดำเนินการดังนี้

1 ศึกษาหลักสูตรเนื้อหา จุดมุ่งหมายการสอน และคู่มือครูในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2 สร้างข้อสอบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมแต่ละข้อ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 150 ข้อ (รายละเอียดดูภาคผนวก ก)

3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามข้อ 2 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ 1

4 ตรวจข้อสอบแต่ละข้อโดยกำหนดให้ตอบถูกได้ 1 ตอบผิดได้ 0

5 นำผลจากข้อ 3 มาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าสัมประสิทธิ์การแตก ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโลจิส 5 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ -2.00 ถึง 2.00 ค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.30 และค่าสัมประสิทธิ์การแตกต่ำกว่า 0.30 และวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแต่ละข้อที่ระดับความสามารถต่าง ๆ และเขียนโค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve)

6 จากข้อสอบที่มีคุณภาพ ตามข้อ 5 นำมาจัดเป็นกลุ่มข้อสอบ ที่วัดพฤติกรรมเดียวกัน

7 จัดข้อสอบในแต่ละกลุ่มออกเป็น ๓ โดยพิจารณาว่า Item Characteristic Curve เท่าเทียมหรือใกล้เคียงกัน

8 นำแบบทดสอบในแต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็น 2 ฉบับ และข้อสอบที่เหลือก็ใช้เป็นแบบทดสอบรวมที่จัดรวมเข้าไป จะได้ข้อสอบฉบับละ 45 ข้อ (ดังแสดงในภาคผนวก ก)

คุณภาพของแบบทดสอบ

คุณภาพของแบบทดสอบทั้งสองฉบับหาได้โดยการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนร้อยละที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 150 ข้อ แบ่งเป็น 3 ฉบับ ๆ ละ 50 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,266 คน ประมวล 28 ห้องเรียน นำผลการสอบมาวิเคราะห์รายข้อด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โลจิส 5 เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าสัมประสิทธิ์การเดาข้อสอบ เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง -2.00 ถึง 2.00 ค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.30 และค่าสัมประสิทธิ์การเดาค่าต่ำกว่า 0.30 และนำค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวมาวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูก ณ ระดับความสามารถต่าง ๆ เขียนโค้งลักษณะข้อสอบ แล้วนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาจัดเป็น ๓ โดยพิจารณาว่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าสัมประสิทธิ์การเดาเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันจากโค้งลักษณะข้อสอบที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน ในข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกัน 30 ข้อ และเลือกข้อสอบที่เหลือในจุดประสงค์ต่าง ๆ อีก 15 ข้อ ใช้เป็นแบบทดสอบรวม แล้วนำข้อสอบที่เป็น ๓ แบ่งเป็น 2 ฉบับกับแบบทดสอบรวมอีก 15 ข้อ จะได้แบบทดสอบ 2 ฉบับ ๆ ละ 45 ข้อ จากนั้น ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปตรวจสอบโค้งอินฟอर्मेशनของแบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1 พิสัยค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าสัมประสิทธิ์การเดา ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ หาได้โดยการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโลจิส 5 ดังแสดงในตาราง 2 (รายละเอียดดูภาคผนวก ก)

ตาราง 2 พิสัยค่าความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) และค่าสัมประสิทธิ์การเดา (c) ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

แบบทดสอบ	c
แบบทดสอบฉบับที่ 1	-1 59723 ถึง 1 73483 0 0000 ถึง 0 28796
แบบทดสอบฉบับที่ 2	-1 64912 ถึง 1 88639 0 0000 ถึง 0 27925

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีพิสัยของค่าพารามิเตอร์ใกล้เคียงกัน

2. โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve)

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ประจำข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูก ณ ระดับความสามารถต่าง ๆ แล้วนำมาเขียนโค้งลักษณะของข้อสอบ จำแนกตามค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกคือ ข้อที่มีค่าความยากต่ำ (มีค่าน้อยกว่า -1.00) ปานกลาง (ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00) และสูง (มีค่ามากกว่า 1.00) เมื่อมีค่าอำนาจจำแนกต่ำ (มีค่าน้อยกว่า 0.50) ปานกลาง (มีค่าระหว่าง 0.50 ถึง 1.00) และสูง (มีค่ามากกว่า 1.00) ปรากฏผลดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก

3. พิสัยค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันของข้อสอบและค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ

3-1 พิสัยค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันของข้อสอบ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ ของข้อสอบแต่ละข้อ ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาวิเคราะห์หาค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันของข้อสอบแต่ละข้อด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปภาษาเบสิก ปรากฏผลพิสัยสูงสุดของอินฟอร์เมชันและพิสัยของระดับ

ความสามารถดังตาราง 3

ตาราง 3 พิสัยค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันและพิสัยของระดับความสามารถของแบบทดสอบ
ทั้ง 2 ฉบับ

แบบทดสอบ	อินฟอร์เมชันของข้อสอบ	ความสามารถ
แบบทดสอบฉบับที่ 1	0 1720 ถึง 2 2547	-1 4000 ถึง 1 9500
แบบทดสอบฉบับที่ 2	0 1164 ถึง 2 2481	-1 5000 ถึง 1 9500

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับให้ค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชัน และค่าความสามารถที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับสามารถวัดได้กับบุคคลที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน

3 2 ค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ประจำข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาวิเคราะห์หาค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ที่ระดับความสามารถต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมภาษาเบสิก ปรากฏว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบดังตาราง 4

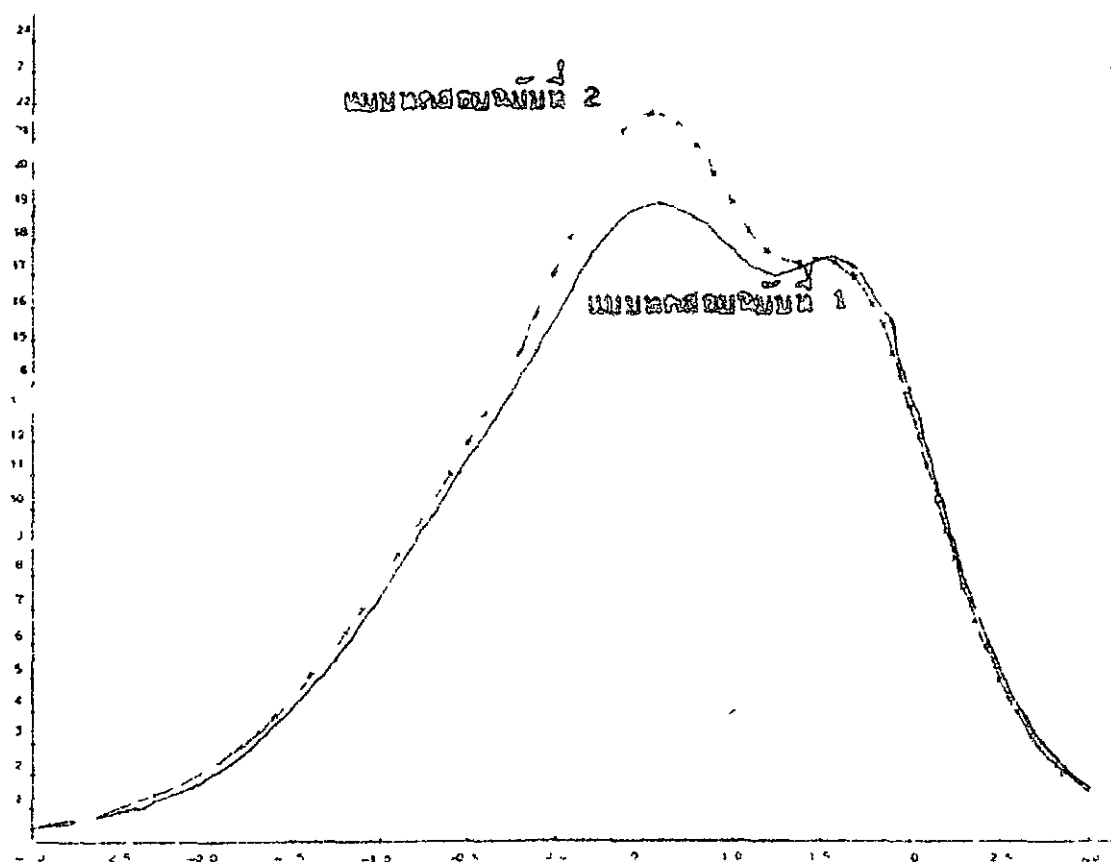
ตาราง 4 ค่าสูงสุดของอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

แบบทดสอบ	อินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ	ความสามารถ
แบบทดสอบฉบับที่ 1	19 0764	0 6000
แบบทดสอบฉบับที่ 2	21 7909	0 5500

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับให้ค่าอินฟอร์เมชันสูงสุด
มาใกล้เคียงกันและที่ระดับความสามารถใกล้เคียงกัน แสดงว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับ
มีความสามารถในการวัดได้ใกล้เคียงกัน

3.3 ค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบ

จากค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบนำมาเขียนค่าอินฟอร์เมชันของ
แบบทดสอบทั้งสองฉบับที่ระดับความสามารถต่าง ๆ ภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงค่าอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

จากภาพประกอบ 1 แสดงถึงความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับว่าสามารถวัดได้ดีกับบุคคลที่มีความสามารถที่ -0.5 ถึง 1.5 เหมือนกัน

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1 วางแผนในการดำเนินการสอบโดยติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนในโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนกำหนดวัน และเวลาในการสอบ
- 2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นจำนวน 150 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,266 คน โดยแบ่งเป็น 3 ฉบับ ๆ ละ 50 ข้อ
- 3 นำผลจากการสอบในข้อ 2 มาตรวจให้คะแนนและเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าพารามิเตอร์
- 4 นำข้อสอบที่มีคุณภาพจากการวิเคราะห์ในข้อ 3 จัดเป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับ ฉบับละ 45 ข้อ
- 5 นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 1,557 คน โดย จัดให้ทุกคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ แล้วนำมาสุ่มใช้คะแนนจาก 779 คนแรกใช้เฉพาะแบบฉบับที่ 1 และอีก 778 คน คะแนนใช้เฉพาะฉบับที่ 2 ส่วนคะแนนที่เหลือใช้เป็นคะแนนตามผลของการเทียบมาตราในแต่ละรูปแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

- 1 หาค่าสถิติพื้นฐาน คือค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 2 หาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ คือค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าสัมประสิทธิ์การแตกตามทฤษฎีการตอบข้อสอบที่ใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LOGIST 5 (Wingersky, Barton and Lord 1982)
- 3 หาจำนวนองค์ประกอบของแบบทดสอบ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ

ของโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS-X (Kaiser 1963 715 - 730) ด้วยวิธี
การวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ (Principle Component) และหมุนแกนด้วยออบลิมิน
(Oblimin)

4. หาค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบแต่ละข้อที่ระดับ
ความสามารถต่าง ๆ โดยใช้สูตร 3 พารามิเตอร์ และคำนวณโดย
เครื่องคอมพิวเตอร์ ภาษาเบสิก ที่ดัดแปลงโดย ชัชชัย เป่าหงส์

5. แปลงคะแนนการเทียบมาตรฐานด้วยวิธีแปลงเชิงเส้นตรง (Linear
Interpolation) โดยใช้สูตรในการแปลงดังนี้ (Lord 1982 211)

$$X^* = \frac{\sum_j c_j (1 - c_j)}{\sqrt{\sum_j c_j (1 - c_j)}} (y - \sum_j c_j) + \sum_j c_j$$

เมื่อ X^* คือ คะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ที่สมมูลกับคะแนน 1

c_i คือ คะแนนการเดาของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ข้อที่ 1

c_j คือ คะแนนการเดาของแบบทดสอบฉบับที่ 2 ข้อที่ j

Y คือ คะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 2

6. แปลงคะแนนให้อยู่ในสเกลเดียวกันของแบบทดสอบ 2 ชุด ในการ
เทียบมาตรฐาน ตามรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยใช้สูตรของ
ร็อค (Rock 1982 252)

$$f = \frac{X_i - V_i}{\Lambda_i}$$

เมื่อ f คือค่า common factor ในแต่ละข้อ

(X_i) คือค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบ ข้อที่ 1

V_i คือค่าความร่วมกันในแฟกเตอร์ของข้อสอบข้อที่ 1

Λ_i คือค่าน้ำหนัก (Loading) ของข้อสอบข้อที่ 1

7 หาความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราแต่ละรูปแบบโดยใช้สูตร

$$E = |X - X^*|$$

เมื่อ E คือค่าความคลาดเคลื่อน

X^* คือค่าคะแนนของแบบทดสอบชุดที่ 1 จากตารางเทียบคะแนน

X คือค่าคะแนนของแบบทดสอบชุดที่ 1 ที่ได้จากการสอบ

8 หาค่าดัชนีความเพียงพอเพื่อเปรียบเทียบความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนการเทียบมาตราโดยใช้สูตรของปีเตอร์สัน (Petersen 1982 91)

$$C = \frac{\sum (X - X_{*i})^2 / n S^2_x}{n}$$

เมื่อ C คือค่าดัชนีเปรียบเทียบความแตกต่าง

X_i คือคะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 1 ของคนที่ 1

X_{*i} คือคะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 1 ที่ได้จากตารางเทียบคะแนน X ของคนที่ 1

n คือจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล

S^2_x คือความแปรปรวนของการแจกแจงคะแนนจากแบบทดสอบชุดที่ 1

9 ทดสอบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ โดยใช้สูตร t-test แบบ t - Dependent (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 87)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความสะดวกและความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
$\bar{X}_E$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน
S	แทน คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S_E	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน
SEE	แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรา
IRT	แทน การเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ
CFA	แทน การเทียบมาตรารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ
X	แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1
X*	แทน คะแนนสมมูลของแบบทดสอบฉบับที่ 1 จากตารางสมมูล
Y	แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2
C	แทน ดัชนีเปรียบเทียบความเพียงพอ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมาย และสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

- 1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ
- 2 ผลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ
- 3 การหาผลของการเทียบมาตรา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

จากการนำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,557 คน แล้วแยกผลการสอบไปวิเคราะห์ปรากฏว่าได้ค่าสถิติพื้นฐานดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

แบบทดสอบ	N	k	$\bar{X}$	S	KR-20
ฉบับที่ 1	779	45	20 7278	8 2420	0 8782
ฉบับที่ 2	778	45	21 1851	9 0817	0 8980

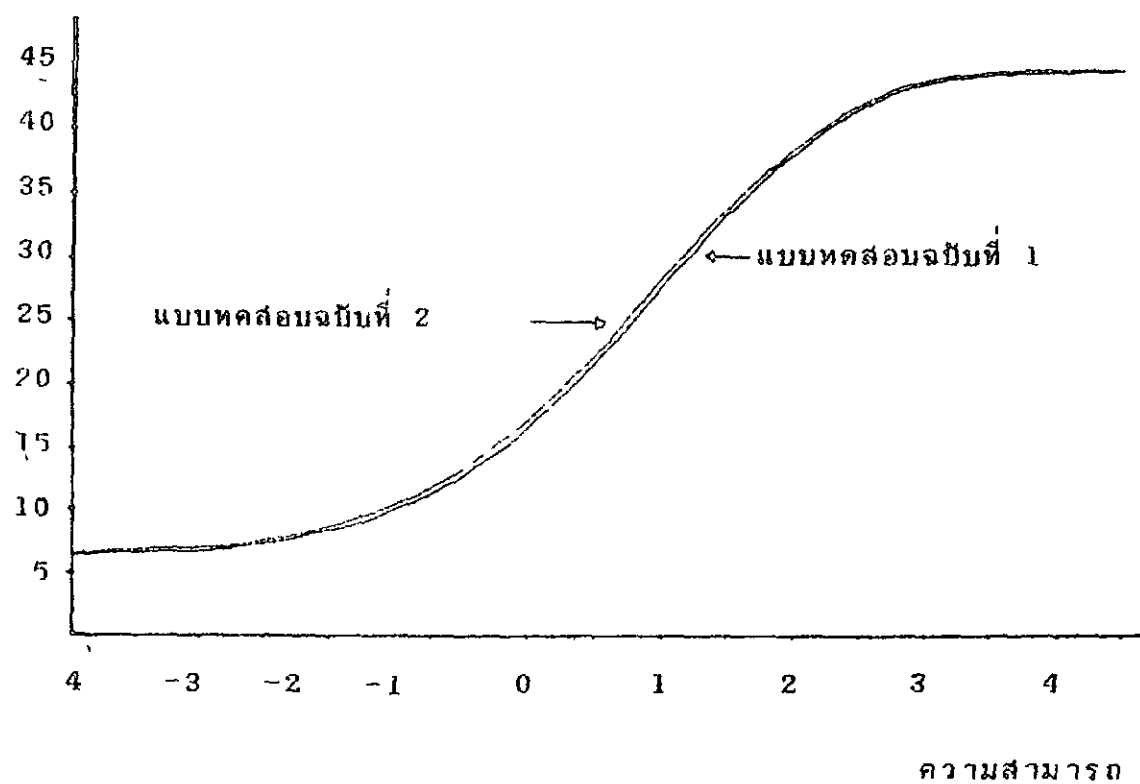
จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความเชื่อมั่นใกล้เคียงกัน

- 2 ผลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ

- 2.1 ผลของการเทียบมาตรารูปแบบอิงเหตุผลกับการตอบข้อสอบ

ผู้วิจัยนำค่าพหุรามิเตอร์ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปคำนวณค่าคะแนนที่สามารถจะตอบถูกที่ระดับความสามารถต่าง ๆ แล้วนำมาเขียนกราฟ ดังแสดงในภาพประกอบ 2

คะแนนจริงสมมูล (๕)



ภาพประกอบ 2 แสดงคะแนนที่สามารถจะครอบคลุมที่ระดับความสามารถ
ต่าง ๆ ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

จากกราฟแสดงคะแนนที่สามารถจะตอบถูกของแบบทดสอบทั้งสองฉบับสามารถอ่านค่าได้เป็นคะแนนสมมูลของการเทียบมาตราโดยเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่แบบทดสอบฉบับที่ 1 จะได้ ตารางสมมูลดังนี้

ตาราง 6 คะแนนสมมูลของการเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่แบบทดสอบฉบับที่ 1 ของรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

Y	X*	Y	X*	Y	X*
1	0 92*	16	15 20	31	30 40
2	1 93*	17	16 40	32	31 50
3	2 95*	18	17 60	33	32 50
4	3 97*	19	18 40	34	33 60
5	4 98*	20	19 40	35	34 60
6	5 99*	21	20 40	36	35 60
7	6 80	22	21 40	37	36 60
8	7 60	23	22 40	38	37 60
9	8 60	24	23 40	39	38 60
10	9 60	25	24 40	40	39 70
11	10 60	26	25 40	41	40 70
12	11 40	27	26 40	42	41 80
13	12 40	28	27 20	43	42 80
14	13 50	29	28 40	44	43 80
15	14 40	30	29 50	45	44 80

* คะแนนที่ขยายด้วยวิธีการแปลงในเชิงเส้นตรง

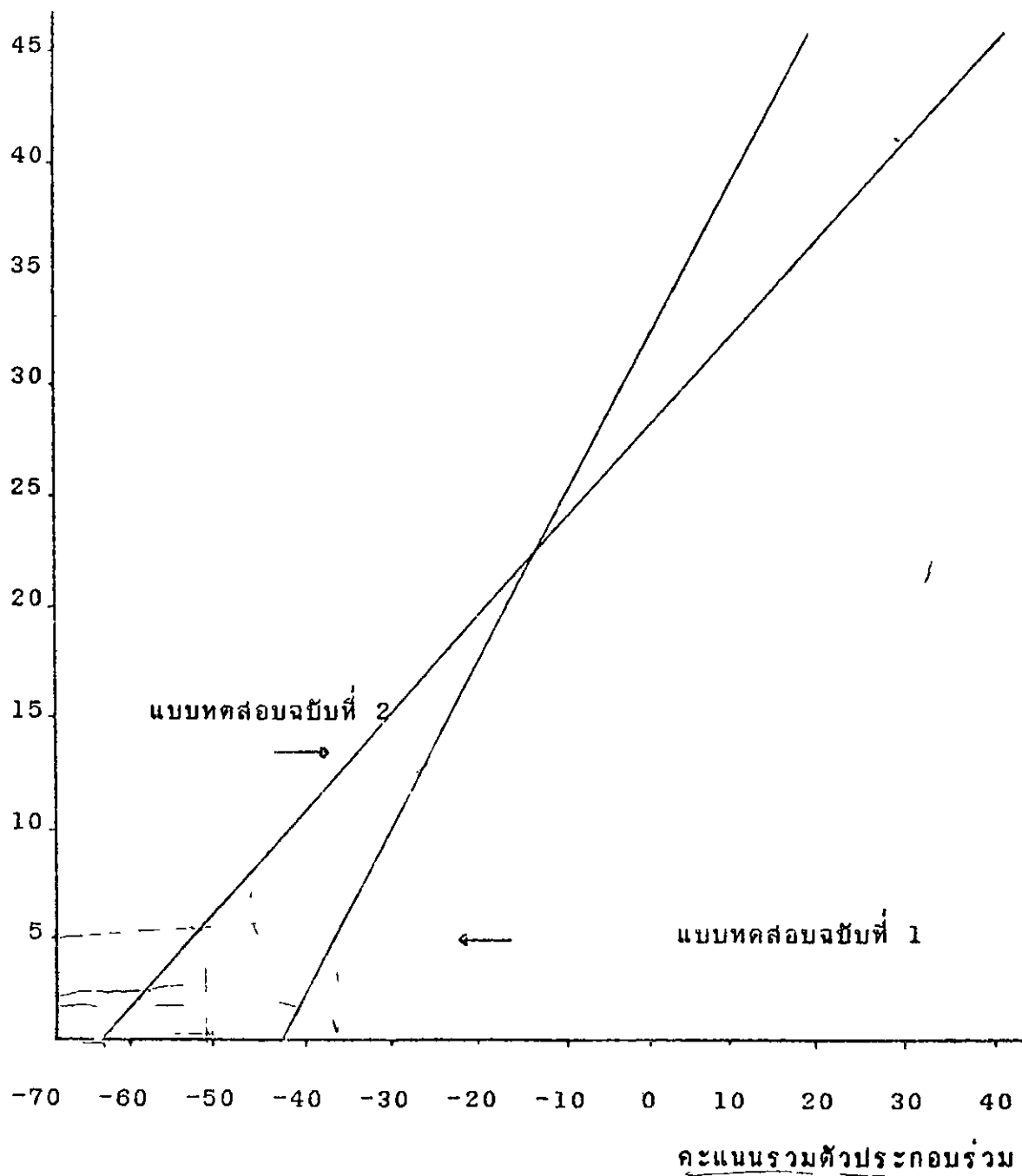
จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่ฉบับที่ 1 จะได้คะแนนที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าความยากง่ายค่าอ่านาจจำแนก และค่าการเดาใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาหาค่าความสามารถที่จะตอบถูกทั้งสองฉบับย่อมใกล้เคียงกัน ส่วนคะแนนที่ต่ำกว่าการเดาตั้งแต่ 0 ถึง 6 นั้นไม่สามารถอ่านจากกราฟในภาพประกอบ 2 ได้ จึงต้องขยายหาคะแนนสมมูล X^* ด้วยวิธีแปลงในเชิงเส้นตรง (Linear Interpolation)

2.2 ผลของการเทียบมาตรฐานรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ผู้วิจัยนำผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

เพื่อหาค่าตัวประกอบร่วม (Common Factor) ของแต่ละข้อ แล้วนำคะแนนที่สอบได้แต่ละข้อกับคะแนนรวมของตัวประกอบร่วมไปหาสมการกระดกอยและแทนค่าคะแนนที่มีค่าคะแนนดิบต่าง ๆ ได้ดังภาพประกอบ 3

คะแนนของแบบทดสอบ



ภาพประกอบ 3 แสดงคะแนนของแบบทดสอบทั้งสองฉบับที่ระดับคะแนนรวมของ
ตัวประกอบร่วมต่างกัน

จากกราฟแสดงคะแนนของแบบทดสอบทั้งสองฉบับที่มีคะแนนรวมของ
ตัวประกอบร่วมเท่ากัน สามารถอ่านค่าเป็นคะแนนสมมูลของการเทียบมาตรา โดย
เทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ (2) ไปสู่แบบทดสอบฉบับที่ 1 จะได้ตารางสมมูลดังนี้

ตาราง 7 คะแนนสมมูลของการเทียบมาตราคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่
แบบทดสอบฉบับที่ 1 ของรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

Y	(X*)	Y	(X*)	Y	(X*)
1	0	16	12 00	31	37 20
2	0	17	13 80	32	39 00
3	0	18	15 40	33	40 60
4	0	19	17 20	34	42 40
5	0	20	19 00	35	44 00
6	0	21	20 60	36	45
7	0	22	22 20	37	45
8	0	23	23 80	38	45
9	1 00	24	25 50	39	45
10	2 00	25	27 00	40	45
11	3 70	26	28 80	41	45
12	5 40	27	30 50	42	45
13	7 00	28	32 40	43	45
14	9 00	29	34 00	44	45
15	10 40	30	35 60	45	45

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่แบบทดสอบฉบับที่ 1 จะได้คะแนนที่แตกต่างกันในช่วงคะแนนน้อย ๆ และใกล้เคียง คะแนนเต็ม ส่วนคะแนนบริเวณค่าเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากเส้นกราฟ สมการกระดกของแบบทดสอบทั้งสองฉบับให้ค่าความชันต่างกัน และความสัมพันธ์ของ ผลรวมของตัวประกอบร่วมกับคะแนนทั้งสองฉบับต่างกัน

2 3 การเปรียบเทียบคะแนนสมมูลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ จากคะแนนสมมูลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบสามารถ นำมาเสนอในช่วงคะแนนเดียวกัน ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 คะแนนสมมูลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบที่ระดับคะแนนเดียวกัน

Y	รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ	รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ
1	0 92	0
2	1 93	0
3	2 95	0
4	3 97	0
5	4 98	0
6	5 99	0
7	6 80	0
8	7 60	0
9	8 60	1 00
10	9 60	2 00
11	10 60	3 70
12	11 40	5 40

ตาราง 8 (ต่อ)

Y	รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ	รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ
13	12 40	7 00
14	13 50	9 00
15	14 40	10 40
16	15 20	12 00
17	16 40	13 80
18	17 60	15 40
19	18 40	17 20
20	19 40	19 00
21	20 40	20 60
22	21 40	22 20
23	22 40	23 80
24	23 40	25 50
25	24 40	27 00
26	25 40	28 80
27	26 40	30 50
28	27 20	32 40
29	28 40	34 00
30	29 50	35 60
31	30 40	37 20
32	31 50	39 00
33	32 50	40 60
34	33 60	42 40

ตาราง 8 (ต่อ)

Y	รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ	รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ
35	34 60	44 00
36	35 60	45
37	36 60	45
38	37 60	45
39	38 70	45
40	39 70	45
41	40 70	45
42	41 80	45
43	42 80	45
44	43 80	45
45	44 80	45

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าคะแนนสมมูลที่ได้จากการเทียบมาตรา จากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่ฉบับที่ 1 ในช่วงคะแนน 1 - 18 รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้คะแนนสมมูลสูงกว่ารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ ส่วนช่วงคะแนน 19 - 23 ทั้งสองรูปแบบมีคะแนนสมมูลใกล้เคียงกัน และช่วงคะแนน 24 - 45 การใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบให้คะแนนสูงกว่า

3 การหาผลของการเทียบมาตรา

3.1 รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

จากคะแนนสมมูลของการเทียบมาตรา เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับคะแนน

ที่ได้จากการสอบ แล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานการเทียบมาตราในแต่ละระดับคะแนน ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ความคลาดเคลื่อนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราของรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

Y	$\bar{X}_E$	S_E	SEE	Y	$\bar{X}_E$	S_E	SEE
4	6 03	-	-	24	3 24	2 59	0 51
5	2 62	3 20	1 43	25	2 63	1 86	0 45
6	1 50	1 51	0 61	26	3 49	3 11	0 59
7	3 27	2 76	0 61	27	2 93	1 82	0 32
8	2 61	1 76	0 41	28	3 21	2 66	0 59
9	3 04	1 72	0 40	29	3 37	2 83	0 52
10	3 03	2 67	0 53	30	2 65	2 16	0 49
11	3 20	3 06	0 54	31	2 68	2 21	0 51
12	3 74	3 41	0 66	32	3 77	3 49	1 05
13	2 78	2 27	0 42	33	2 79	1 99	0 48
14	3 04	2 60	0 45	34	3 31	2 56	0.64
15	3.20	1 88	0 36	35	3 98	2 25	0 54
16	2 38	2 43	0 40	36	1 81	1 09	0.41
17	2 82	2 09	0 37	37	3 20	1 67	0 74
18	3 38	2 71	0 44	38	3 91	2 02	0 51
19	3 42	2 65	0 50	39	3 33	2 42	0.80

ตาราง 9 (ต่อ)

Y	$\bar{X}_E$	S _E	SEE	Y	$\bar{X}_E$	S _E	SEE
20	2 63	1 63	0 32	40	5 70	2 77	0 97
21	2 75	2 43	0 46	41	3 70	1 67	0 68
22	2 57	2 47	0 49	42	4 30	0 70	0 49
23	2 46	2 53	0 52	43	3 46	1 15	0 66

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราในแต่ละระดับคะแนน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อนในระดับคะแนนทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 1 50 ถึง 6 30 นั่นคือ การเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงคะแนน ประมาณ 1 50 คะแนน ถึง 6 30 คะแนน ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนในระดับคะแนนต่าง ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 1 51 ถึง 5 70 นั่นคือ คะแนนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ละช่วงคะแนน ประมาณ 1 5 คะแนนถึง 5 7 คะแนน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราอยู่ระหว่าง 0 32 ถึง 1 43 นั่นคือการเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประมาณ 0 32 คะแนนถึง 1 43 คะแนน

3 2 รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

จากคะแนนสมมูลของการเทียบมาตรา เมื่อนำมาเทียบกับคะแนนที่ได้จากการสอบแล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราใน

แต่ละระดับคะแนนดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
คะแนน ความคลาดเคลื่อนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราของ
รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

Y	$\bar{X}_E$	S_E	SEE	Y	$\bar{X}_E$	S_E	SEE
4	10	-	-	24	3 30	2 41	0 42
5	10 60	3 20	1 43	25	3 11	2 17	0 52
6	6 16	2 22	0 90	26	4 91	3 56	0 68
7	9 35	3 46	0 77	27	4 71	3 33	0 57
8	9 38	2 63	0 62	28	8 12	3 17	0 70
9	9 94	2 73	0 64	29	7 62	3 94	0 73
10	9 64	3 52	0 70	30	8 07	2 83	0 65
11	9 17	3 90	0 70	31	7 67	3 42	0 78
12	7 97	4 56	0 89	32	9 63	4 78	1 44
13	6 85	3 31	0 62	33	9 95	2 93	0 71
14	5 03	3 66	0 63	34	11 46	3 27	0 81
15	5 14	3 04	0 59	35	12 35	3 56	0 86
16	3 97	3 21	0 53	36	9 85	2 11	0 79
17	4 22	2 81	0 50	37	11 60	1 67	0 74
18	4 45	2 54	0 41	38	11 31	2 02	0 51
19	4 07	3 19	0 60	39	9 11	3 17	1 05
20	2 68	1 65	0 33	40	11 00	2 77	0 97

ตาราง 10 (ต่อ)

Y	$\bar{X}_E$	S _E	SEE	Y	$\bar{X}_E$	S _E	SEE
21	2 68	2 44	0 46	41	8 00	1 67	0 68
22	2 67	2 44	0 48	42	7 50	0 70	0 49
23	3 14	2 96	0 61	43	5 66	1 15	0 66

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรวัดในแต่ละระดับคะแนน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในระดับคะแนนทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 2 67 ถึง 12 35 นั่นคือการเทียบมาตรวัดรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงคะแนนประมาณ 2 67 คะแนน ถึง 12 35 คะแนน ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในระดับคะแนนต่าง ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 1 15 ถึง 4 78 นั่นคือคะแนนของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรวัดรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีความเบี่ยงเบนในแต่ละช่วงคะแนนประมาณ 1 คะแนน ถึง 5 คะแนน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรวัดอยู่ระหว่าง 0 33 ถึง 1 44 นั่นคือการเทียบมาตรวัดรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงความเบี่ยงเบนประมาณ 0 33 คะแนน ถึง 1 44 คะแนน

3 3 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรวัด

จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรวัดทั้งสองรูปแบบสามารถนำเสนอโดยการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรวัดที่ระดับคะแนนต่างของการเทียบมาตรวัดทั้งสองรูปแบบโดยเปรียบเทียบ 3 อย่าง คือ

3 3 1 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ
การเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ

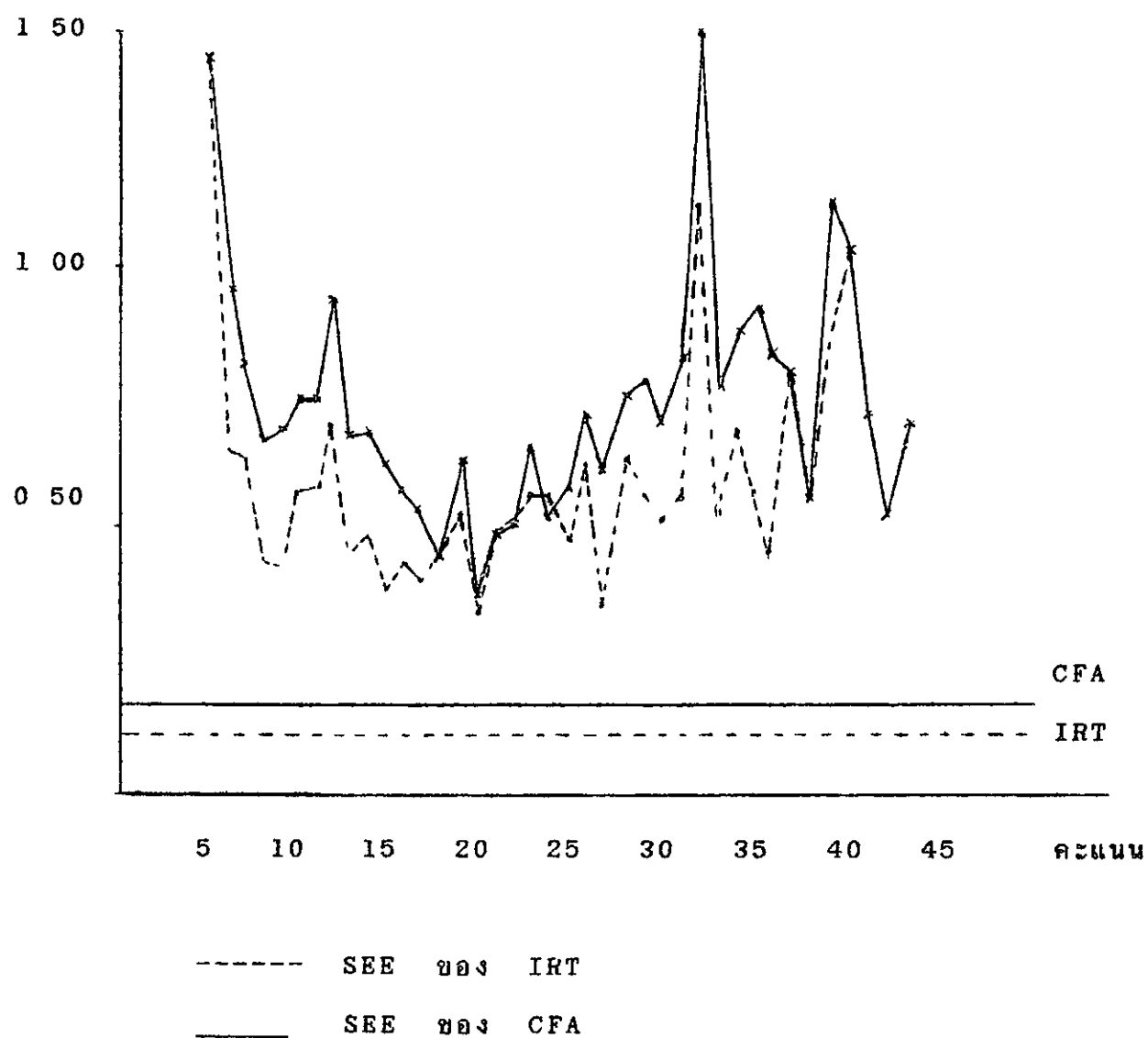
จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบทั้งสองรูปแบบ ผู้วิจัย
ขอเสนอความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบที่ระดับคะแนน
เดียวกันดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบที่ระดับ
คะแนนต่าง ๆ

Y	IRT	CFA	Y	IRT	CFA	Y	IRT	CFA
4	-	-	18	0 44	0 41	32	1 05	1 44
5	1 43	1 43	19	0 50	0 60	33	0 48	0 71
6	0 61	0 90	20	0 32	0 33	34	0 64	0 81
7	0 61	0 77	21	0 46	0 46	35	0 54	0 86
8	0 41	0 62	22	0 49	0 48	36	0 41	0 79
9	0 40	0 64	23	0 52	0 61	37	0 74	0 74
10	0 53	0 70	24	0 51	0 48	38	0 51	0 51
11	0 54	0 70	25	0 45	0 52	39	0 80	1 05
12	0 66	0 89	26	0 59	0 68	40	0 97	0 97
13	0 42	0 62	27	0 32	0 57	41	0 68	0 68
14	0 45	0 63	28	0 59	0 70	42	0 49	0 49
15	0 36	0 59	29	0 52	0 73	43	0 66	0 66
16	0 40	0 53	30	0 49	0 65	ทั้งฉบับโดยเฉลี่ย		0 0896
17	0 57	0 50	31	0 51	0 78			

จากตาราง 11 จะพบว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรฐานทั้งสองรูปแบบให้ค่าเท่ากันในช่วงคะแนนต่ำและคะแนนสูง ส่วนคะแนนช่วงกลาง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรฐานของการเทียบมาตรฐานเท่ากัน คือ คะแนน 21 คะแนน 37 และคะแนน 38 ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นชัดเจนดังภาพประกอบ 4

SEE



ภาพประกอบ 4 แสดงความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรฐานทั้งสองรูปแบบ
ที่ระดับคะแนนต่าง ๆ

3 3 2 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ

การเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบในรูปสัดส่วน

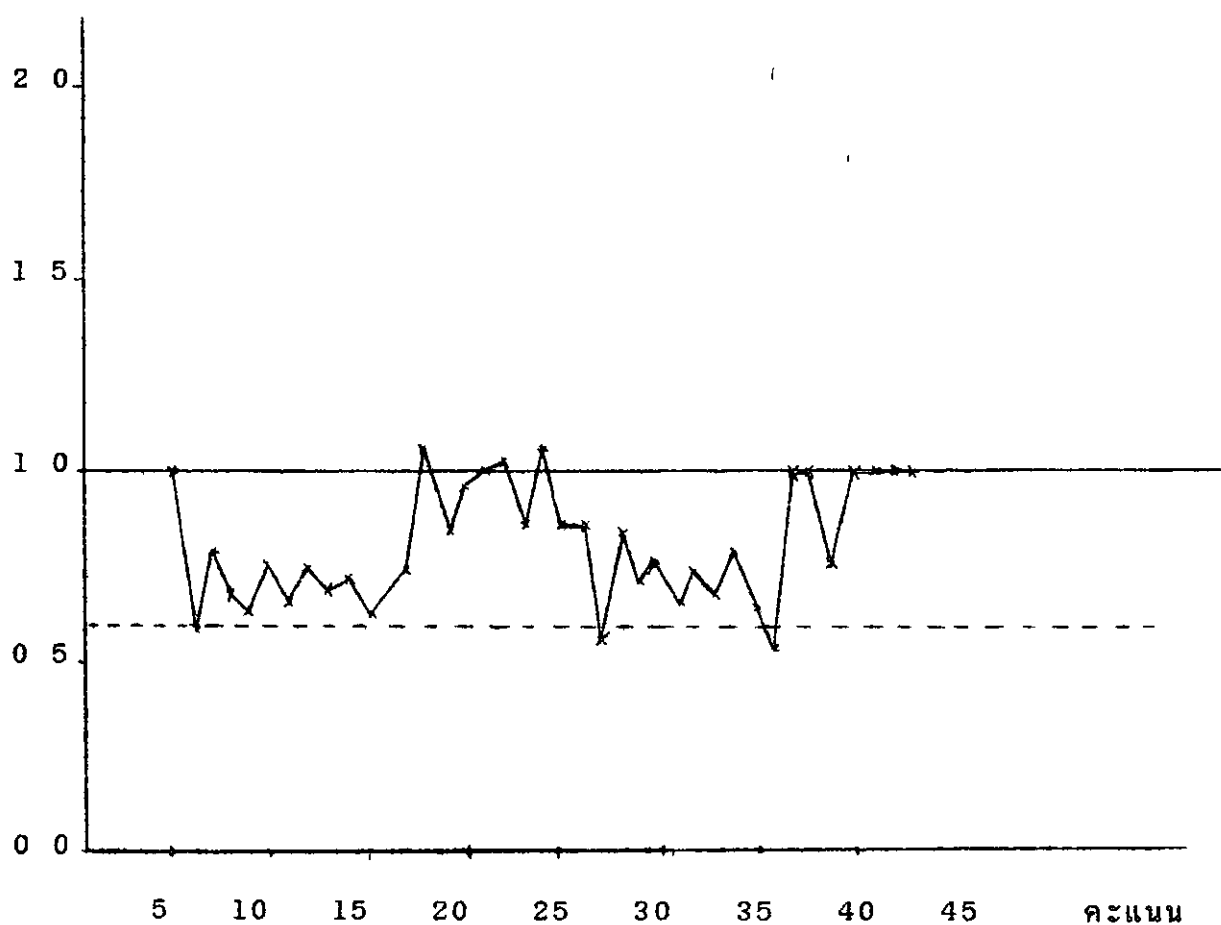
จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราที่ระดับคะแนนต่าง ๆ ของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบสามารถนำมาเปรียบเทียบโดยเสนอในรูปสัดส่วนจากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบต่อความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบในระดับคะแนนต่าง ๆ ดังตาราง 12

ตาราง 12 สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบที่ระดับคะแนนต่าง ๆ

Y	IRT/CFA	Y	IRT/CFA	Y	IRT/CFA	
5	1 00	18	1 07	31	0 65	
6	0 67	19	0 83	32	0 72	
7	0 79	20	0 96	33	0 67	
8	0 66	21	1 00	34	0 79	
9	0 62	22	1 02	35	0 62	
10	0 75	23	0 85	36	0 51	
11	0 64	24	1 06	37	1 00	
12	0 74	25	0 86	38	1 00	
13	0 67	26	0 86	39	0 76	
14	0 71	27	0 56	40	1 00	
15	0 61	28	0 84	41	1 00	
16	0 75	29	0 71	42	1 00	
17	0 74	30	0 75	ทั้งฉบับโดยเฉลี่ย		0 59

จากตาราง 12 สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราที่ระดับ
คะแนนต่าง ๆ สามารถนำเสนอในรูปกราฟอีกครั้ง เพื่อความชัดเจนดังแสดงในกราฟ
ประกอบ 5

IRT/CFA



ภาพประกอบ 5 แสดงสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสอง
รูปแบบที่ระดับคะแนนและหั้งฉบับ

จากตาราง 12 และภาพประกอบ 5 แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีค่าน้อยกว่า ซึ่งจะมีช่วงคะแนน 5, 37, 38, 40, 41, 42 และคะแนน 43 ที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราเท่ากัน คือคะแนน 18 และคะแนน 22 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ค่ามากกว่าเท่าตัวและเมื่อพิจารณาทั้งฉบับรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 59 เท่าของรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

3 3 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราจากคะแนนของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบสามารถนำมาทดสอบความแตกต่างของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบได้ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ

รูปแบบการเทียบมาตรา	N	$\bar{X}_E$	SE	df	t-test
IRT	775	3 1006	2 4970	774	19 2831**
CFA	775	6 4790	4 1906		

α 01 = 2 576 **มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 13 แสดงคะแนนของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราของ

แบบทดสอบทั้งฉบับ จะได้ว่ารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราสูงกว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบความเที่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบให้ความเที่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราสูงกว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบเช่นกันเมื่อทดสอบความแตกต่างแล้วปรากฏว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ 01

3 4 การเปรียบเทียบความเที่ยงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา

จากความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ สามารถนำมาประเมินความเที่ยงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ความเที่ยงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ

รูปแบบของการเทียบมาตรา	N	$\bar{X}_E$	SE	S^2_E	C
IRT	775	2402.99	2.49	6.35	0.2356**
CFA	775	5021.30	4.19	17.56	0.8851*

$$(0.5 SD_x)^2 < C < (1.0 SD_x)^2 \quad ** \text{ ระดับน่าพอใจ}$$

$$(1.0 SD_x)^2 < C < (1.5 SD_x)^2 \quad * \text{ ระดับปานกลาง}$$

จากตาราง 14 การเปรียบเทียบความเที่ยงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราทั้ง 2 รูปแบบ พบว่าความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรารูปแบบ

อิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนซึ่งประเมินตามหลักการ
 ประเมินความเพียงพอของปีเตอร์เซนและคนอื่น ๆ (Petersen and others
 1982 93 - 94) จะได้ว่าความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของ
 การเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบอยู่ในระดับน่าพอใจ และความเพียงพอ
 ของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ
 อยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่าความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราของทั้งสองรูปแบบ
 แตกต่างกันเพราะอยู่ในระดับความพอใจที่ต่างกัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรฐานและความเพียงพอจากการใช้รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดชลบุรี จำนวน 68 ห้องเรียน จำนวน 2,823 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบธรรมดา (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ มี 2 ฉบับ ๆ ละ 45 ข้อ

วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้ามีดังนี้

- 1 วางแผนในการดำเนินการสอบโดยติดต่อขอความร่วมมือในการนำเครื่องมือไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนนัดวันและเวลาสอบ
- 2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นจำนวน 150 ข้อไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง
- 3 นำผลการสอบในข้อ 2 มาตรวจให้คะแนนแล้ววิเคราะห์ข้อสอบหาค่าพารามิเตอร์รายข้อ

4 นำข้อสอบที่มีคุณภาพจากการวิเคราะห์ในข้อ 3 จัดเป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับ ๗ ละ 45 ข้อ

5 นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างโดยให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทำข้อสอบทั้ง 2 ฉบับแล้วนำคะแนนที่ได้จากการสอบมาใช้ในการเทียบมาตรา และหาผลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ
- 2 ผลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ
- 3 การหาผลของการเทียบมาตรา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1 ค่าสถิติพื้นฐาน

ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ เมื่อแยกผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าเล็กน้อย

- 2 ผลของการเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบ

การเทียบมาตราทั้งสองรูปแบบผู้วิจัยได้เทียบมาตราจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่แบบทดสอบฉบับที่ 1 เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงคะแนน พบว่าแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีคะแนนสมมูลสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ทั้งสองรูปแบบของการเทียบมาตรา เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสมมูลของทั้งสองรูปแบบในช่วงคะแนน 1 - 18 รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีคะแนนสมมูลสูงกว่ารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ ช่วงคะแนน 19 - 23 ทั้งสองรูปแบบมีคะแนนสมมูลใกล้เคียงกัน และช่วงคะแนน 24 - 45 รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีคะแนนสมมูลสูงกว่ารูปแบบ

อิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

3 การหาผลของการเทียบมาตรา

3.1 การหาผลของการเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ เมื่อนำคะแนนจากการสอบมาเปรียบเทียบกับคะแนนสมมูล ปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 1.50 ถึง 6.30 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 1.51 ถึง 5.70 เมื่อพิจารณาความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราได้ค่าดัชนีความเพียงพอของความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจ

3.2 การหาผลของการเทียบมาตรารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ เมื่อนำคะแนนจากการสอบมาเปรียบเทียบกับคะแนนสมมูล ปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 2.76 ถึง 12.35 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 1.15 ถึง 4.78 เมื่อพิจารณาความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราได้ค่าดัชนีความเพียงพอของความแตกต่างอยู่ในระดับปานกลาง

3.3 สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบมาตราระหว่างรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบต่อรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีสัดส่วนต่ำกว่า 1.00 ในช่วงคะแนน 5, 21, 37, 38, 40, 41, 42 และ 43 มีค่าเท่ากันและช่วงคะแนน 18 และ 24 รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีค่ามากกว่า 1.00 และเมื่อพิจารณาทั้งฉบับพบว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 59 เท่าของรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ นั่นคือรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งฉบับสูงกว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

3.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา พบว่าคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราระหว่างรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา

รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบน้อยกว่าจะแนบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรา
รูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

อภิปรายผล

1 ผลของการเทียบมาตราของรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบให้ผลการแปลงข้อมูลจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 ไปสู่แบบทดสอบฉบับที่ 1 โดยได้คะแนนสมมูลจากแบบทดสอบฉบับที่ 2 สูงกว่าคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1 นั้น เมื่อวิเคราะห์ในเชิงเหตุผลพบว่า การเทียบมาตราที่ดำเนินไปนั้นใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรเดียวกัน แบบทดสอบมาจากจุดประสงค์เดียวกัน แต่มีค่าเฉลี่ยและความเที่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบฉบับที่ 2 สูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 ดังนั้นเมื่อนำคะแนนผลการสอบมาใช้ในการเทียบมาตราตามรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบที่ใช้ผลรวมของความน่าจะเป็นในการตอบถูกที่ระดับความสามารถต่าง ๆ ย่อมทำให้คะแนนสมมูลของแบบทดสอบฉบับที่ 2 สูงกว่าคะแนนของแบบทดสอบฉบับที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของชูชีพ หงษ์สมบูรณ์ (ชูชีพ หงษ์สมบูรณ์ 2528 112 - 118) และภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ (ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ 2529 155 - 170) ที่ให้คะแนนสมมูลของแบบทดสอบฉบับที่มีค่าเฉลี่ยและความเที่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่ามีคะแนนสมมูลสูงกว่าแบบทดสอบฉบับที่มีค่าเฉลี่ยและความเที่ยงเบนมาตรฐานต่ำ และการเทียบมาตราตามรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบก็เช่นเดียวกัน เพราะตารางสมมูลได้จากการหาสมการถดถอยของผลรวมตัวประกอบร่วมกับคะแนนดิบ โดยที่ผลรวมตัวประกอบร่วมกันขึ้นอยู่กับความน่าจะเป็นในการตอบถูกของข้อสอบ นั่นคือถ้าข้อสอบมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ย่อมให้ค่าผลรวมของตัวประกอบร่วมสูงด้วย

2 ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราระหว่างรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 นั้น เนื่องจากรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ

ใช้ผลรวมความน่าจะเป็นของการตอบถูกในแต่ละข้อมาใช้ในการเทียบมาตรา ซึ่งความน่าจะเป็นในการตอบถูกแต่ละข้อนั้นมาจากค่าพารามิเตอร์ คือค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าการเดา ย่อมให้ผลของความคลาดเคลื่อนต่างจากการเทียบมาตราตามรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้สมการกระดกถอยของผลรวมของตัวประกอบร่วมในองค์ประกอบเดียวกันกับคะแนนที่สอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของมาร์โค ปีเตอร์เซน และสตีเวอร์ท (Kolen 1981 2 Citing Marco , Petersen and Stewart 1979) และคาร์แกน และสตอค (Kagan and Stock 1980 34 - 37) ที่พบว่า รูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ผลดีที่สุด และวิธีการใช้สมการกระดกถอยให้ค่าคะแนนสมมูลน้อยกว่าคะแนนที่สอบได้

3 ผลของการเปรียบเทียบความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราพบว่า ความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบและความคลาดเคลื่อนของรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยพิจารณาค่าความแตกต่างจากคะแนนสมมูลกับคะแนนการสอบจริง แล้วประเมินโดยใช้เกณฑ์ของปีเตอร์เซนและคนอื่น ๆ (Petersen and other 1982 93 - 94) จะได้ว่าความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับน่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปีเตอร์เซน คูก และสต็อกกิง (Petersen, Cook and Stocking 1981) ที่พบว่า การเทียบมาตราในรูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ผลดีมาก ส่วนความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตรารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งจะแตกต่างจากความเพียงพอของการเทียบมาตรารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบ ถ้าจะพิจารณาแล้วการเทียบมาตรารูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบนั้นใช้สมการกระดกถอย จะให้ค่าความเพียงพอน้อยกว่ารูปแบบอิงทฤษฎีการตอบที่สอดคล้องกับการศึกษาของคาร์แกน และสตอค (Kagan and Stock 1980 34 - 37) ที่พบว่า การใช้สมการกระดกถอยให้ค่าความเที่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่สมมูลน้อยกว่าคะแนนที่สอบได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัย และการนำไปใช้

- 1 ควรศึกษาความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราของรูปแบบอิงทฤษฎี การตอบข้อสอบกับรูปแบบการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบในรายวิชาและระดับชั้นอื่น ๆ
- 2 ควรศึกษาความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราของรูปแบบต่าง ๆ ในลักษณะของการเทียบมาตราตามแนวตั้ง (Vertical Equating)
- 3 ควรศึกษาวิจัยโดยใช้แบบทดสอบที่วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีคลาสสิกอล (The Classical Test Theory) พร้อมทั้งปรับปรุงแล้วนำมาศึกษาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการเทียบมาตราของรูปแบบต่าง ๆ ต่อไป
- 4 ควรจะมีการศึกษาวิธี Pre - Equating ในรูปแบบการเทียบมาตราต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการใช้แบบทดสอบต่อไป
- 5 จากการเทียบมาตราเป็นวิธีการหาสถิติที่แปลงคะแนนการสอบแต่ละครั้งให้เป็นคะแนนที่สามารถจะเปรียบเทียบกันได้โดยตรงของผู้สอบต่างครั้ง ต่างเวลา ที่สอบในโครงการทดสอบวิชาเดียวกัน โดยไม่มีผู้ใดเสียเปรียบจากผลของแบบทดสอบแตกต่างกันซึ่งวิธีการนี้สามารถนำไปใช้ในโครงการทดสอบที่เป็นโครงการต่อเนื่อง เช่น โครงการสอบเข้าเรียนต่อของนักเรียน นิสิต และนักศึกษาในแต่ละปีการศึกษา โครงการสอบเข้าทำงาน โครงการสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในลักษณะที่ต้องการเปรียบเทียบผลในระยะยาว โดยสามารถเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในแต่ละปี และสามารถควบคุมมาตรฐานในการตัดสินได้
- 6 การกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบที่จะใช้ในการเทียบมาตราควรใช้หลาย ๆ วิธีในการศึกษา เช่น วิธี Confirmatory Factor Analysis

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ชูชีพ พงษ์สมบูรณ์ การเปรียบเทียบการเทียบมาตรฐานระหว่างรูปแบบที่ใช้ผู้สอบร่วมกับรูปแบบที่ใช้แบบสอบร่วม วิทยานิพนธ์ ค ม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528, 118 หน้า ถ่ายเอกสาร
- ชูศักดิ์ ชัมภลสิทธิ์ Test equating procedures เอกสารประกอบการบรรยายในการสัมมนาระดับชาติครั้งที่ 4 โครงการพัฒนาศึกษาอาเซียน 2527, 13 หน้า
- นิคม ตั้งคะพิภพ "Equating," ในเอกสารประกอบการเรียนของหลักสูตร ดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ม ป ป (หน้าไม่ติดต่อกัน) อัดสำเนา
- ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์ การเปรียบเทียบผลจากการใช้รูปแบบการเทียบมาตรฐานที่ต่างกันเมื่อแบบสอบร่วมมีความยาวต่างกัน วิทยานิพนธ์ ค ต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2529, 147 หน้า ถ่ายเอกสาร
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ หลักการวิจัยทางการศึกษา ศึกษาพร 2528, 314 หน้า
- สงบ ลักษณะ "ความสามารถเกี่ยวกับการตอบข้อสอบ" วารสารวัดผลการศึกษา 4 47 - 54, พฤษภาคม - สิงหาคม 2528
- Angoff, W H Scales Norms and Equivalent Scores Educational Testing Service, 1984.
- _____ Educational Measurement 2nd ed Washington, D C. American Council on Education, 1971 600 p
- _____ "Summary and Derivation of Equating Methods Used at ETS," in Test Equating p 55 - 70, ed by P W Holland and D B Rubin New York, Academic Press, 1982
- Braun, Henry I and Holland, P W "Observed-Score Test Equating a Mathematical Analysis of Some ETS Equating Procedures," in Test Equating p 9 - 50, ed by P.W Holland and D B Rubin New York, Academic Press, 1982

- Cook, Linda L, Dunbar, S.B , and Eignor, D R. IRT Equating a Flexible Alternative to Conventional Methods for Solving Practical Testing Problems Los Angeles, 1981
- Flanagan, T C Educational Measurement Washington D C. American Council on Education, 1951
- Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching . New York, Mcmillan, 1976 590 P
- Gulliksen, Harold Theory of Mental Tests. New York, Willey, 1950 486 p
- Holmes, S.E "Unidimensionality and Vertical Equating with the Rasch Model," Journal of Educational Measurement. 19 139 - 147, Summer, 1982.
- Holland, Paul W and Rubin Donald B., ed. Test Equating New York, Academic Press, 1982 365 p
- Jager, R M "Some Exploratory Indices for Selection of a test Equating Method " Journal of Educational Measurement 18 23 - 38, Spring, 1981
- Klein, Lawrence W and Kolen, Michael J Effect of Number of Common in Common-Item Equating with Nonrandom Groups Chicago, 1985
- ✓ Kolen, M.J "Comparison of Traditional and Item Response Theory Methods for Equating Tests," Journal of Educational Measurement 18 1 - 11, Spring, 1981
- ✓ Kolen, M J and Whitney, D R "Comparison of Four Procedures for Equating the Tests of General Educational Development, " Journal of Educational Measurement. 19 279 - 294, Summer, 1982

Lord, F M "Practical Applications of Item Characteristic Curve Theory," Journal of Educational Measurement 14 117 - 138, Summer, 1977

_____ Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problem Hillsdale, N J Erlbaum, 1980 247 p

_____ "The Standard error of Equipercntile Equating," Journal of Educational Statistics 7 165 - 174, 1982

Marco, Cary L "Item Characteristic Curve Solutions to Three Intractable Testing Problems" Journal of Educational Measurement 14 139 - 160, Summer, 1977

_____ "Equating Tests in an Era of Test Disclosure " New Directions for Testing and Measerement 8 105 - 122, September, 1981

Kaiser, SPSS Statistical Algorithms 2nd ed Chicago Illinois, 988 p

✓ Petersen, N S , Marco, Cr L and Stewart, E E "A Test of the Adequacy of Linear Score equating Methods " in Test Equating p 71 - 135, ed by P W Holland and D B Rubin New York, Academic Press, 1982

Petersen, N S , Cook, L and Stocking, L IRT Versus Conventional Equating Methods A Comparitive Study of Scale Stability Los Angeles, 1981

Rock, D A "Equating Using the Confirmatory Factor Analysis Model," in Test Equating p 251 - 254, ed by P W Holland and D B Rubin New York, Academic Press, 1982

Rubin, D B "Discussion of Observed-Score Equating a Mathematical Analysis of Some ETS Equating Procedures,"

in Test Equating p 51 - 54, ed by P W Holland and
D B Rubin New York, Academic Press, 1982

Slinde, J A and Linn, R L "Vertical Equating Test Fact or
Phantom" Journal of Educational Measurement 14
23 - 35, Spring, 1978

_____ "The Rasch Model, Objective Measurement Equating and
Robustness " Applied Psychological Measurement 3
437 - 452, Summer, 1979

_____ "An Exploration of the Adequacy of the Rasch Model for
the Problem of Vertical Equating" Journal of Educational
Measurement 15 23 - 35, Spring, 1978

Stroud, T W "Discussion of a Test of the Adequacy of Linear
Score Equating Models," in Test Equating p 137 - 140, ed
by P W Holland and D B Rubin New York, Academic Press,
1982

Thorndike, R L Applied Psychometrics, Boston Houghton
Mifflin, 1982 390 p

Wingersky M S, Barton and Lord, F M LOGIST User's Guide.
E.T S Princeton, N.J , 1982

Wright, Benjamin D and Stone, Mark H Best Test Design Rasch
Measurement, Chicago, MESA PRESS, 1979. 222 p

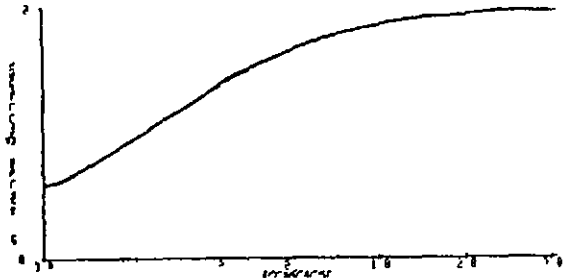
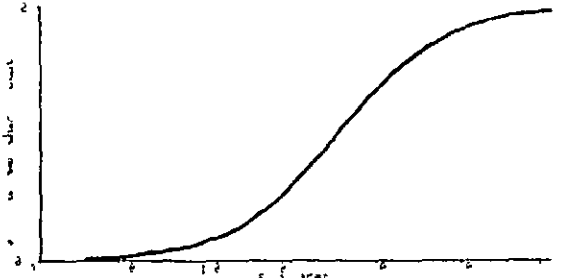
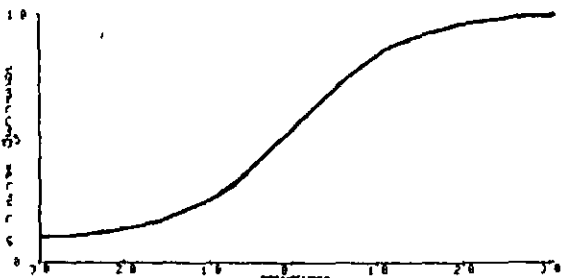
חנניסרת

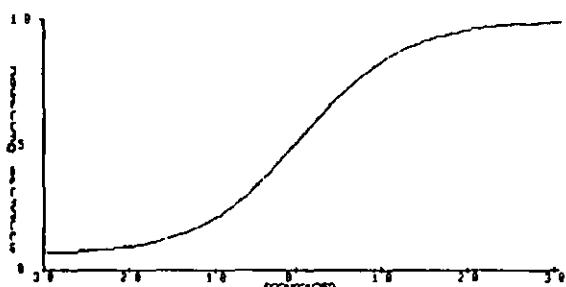
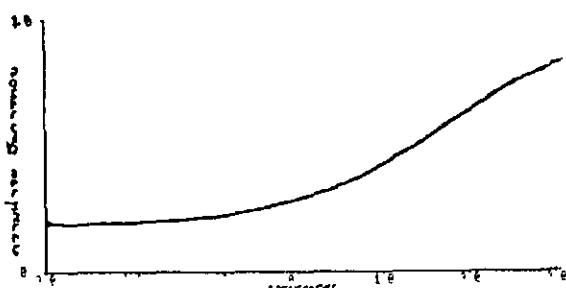
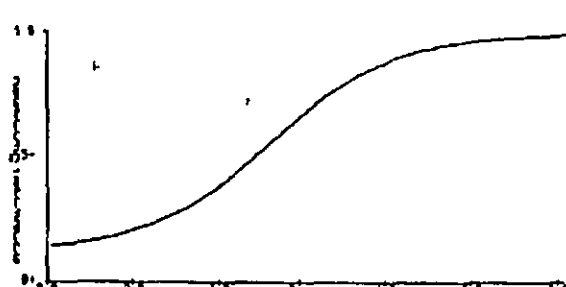
ภาคผนวก ก

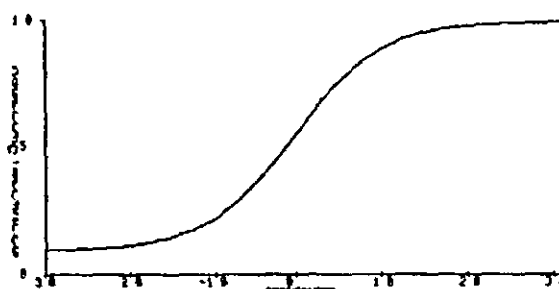
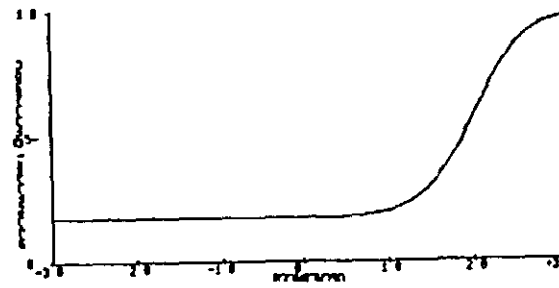
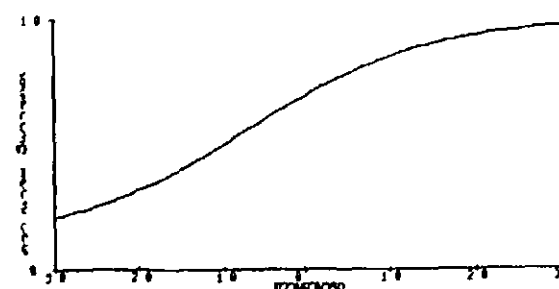
ค่าพารามิเตอร์และโครงสร้างของข้อสอบ

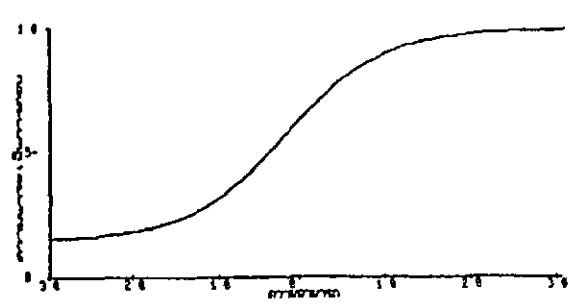
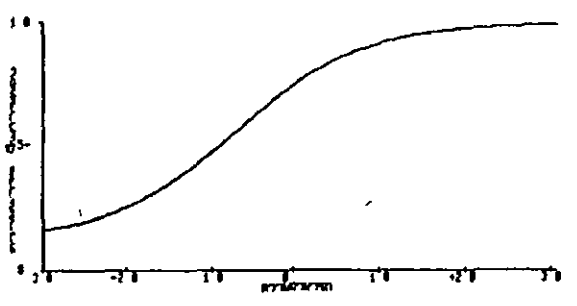
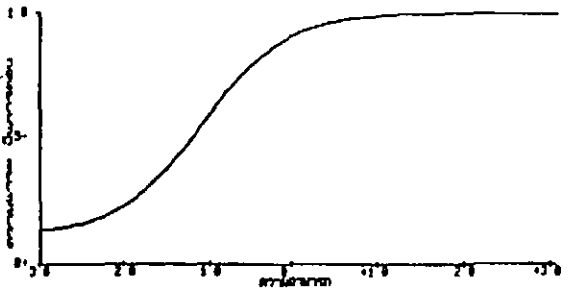
- แบบทดสอบฉบับที่ 1 ข้อ 1 - ข้อ 45
- แบบทดสอบฉบับที่ 2 ข้อ 31 - ข้อ 75

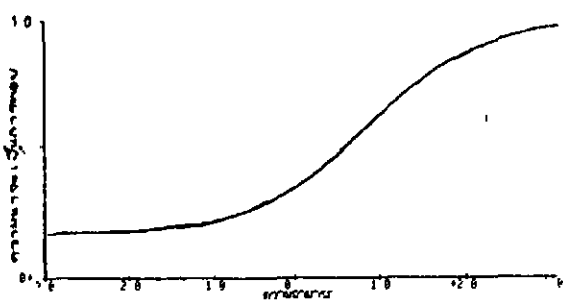
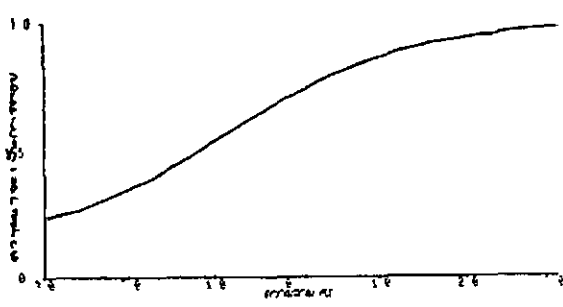
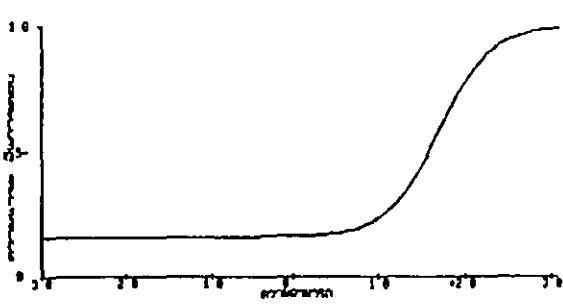
จำนวนข้อสอบในการสร้างเครื่องมือและวิจัย

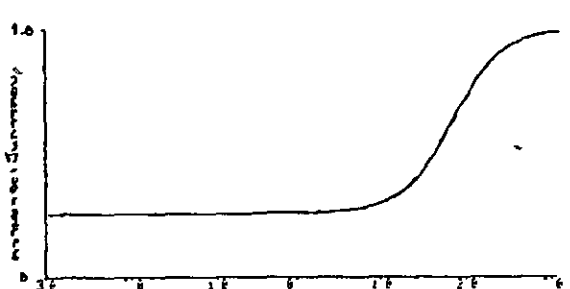
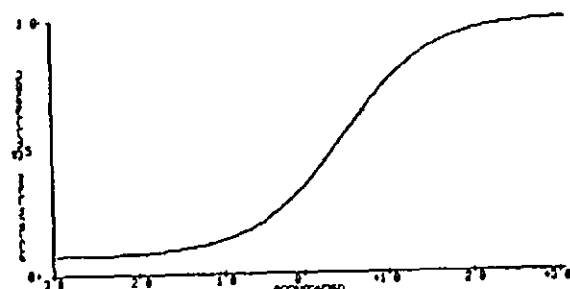
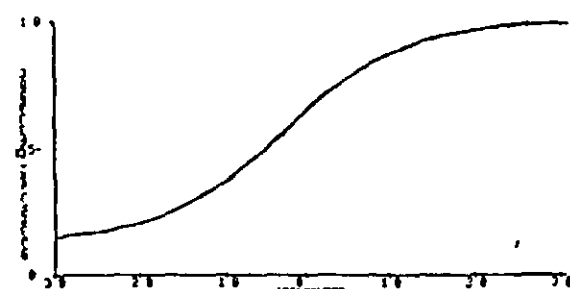
ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
1 ไม้ท่อนแรกยาว 9 นิ้ว ท่อนที่สองยาว 1 ฟุต อัตราส่วนความยาวของไม้ท่อนที่ 1 ต่อไม้ท่อนที่ 2 เป็นเท่าไร ก. 1 9 ข. 9 12 ค. 1 12 ง. 12 9 จ. 1 12	$a = 0.58905$ $b = -1.59723$ $c = 0.12682$ 
2 เลี้ยงเป็ดไว้ 450 ตัว ตายเสีย 177 ตัว อัตราส่วนของเป็ดที่ตายต่อจำนวนที่คงเหลือ เท่าไร ก. 177 273 ข. 273 177 ค. 273 450 ง. 450 177 จ. 450 273	$a = 0.96450$ $b = 0.42742$ $c = 0.00000$ 
3 ส้มในกระจากใบที่หนึ่งมี 75 ผล ใบที่สองมี 125 ผล อัตราส่วนของจำนวนส้มในกระจากใบที่หนึ่งต่อจำนวนส้มทั้งหมดเท่าไร ก. 75 125 ข. 75 200 ค. 125 200 ง. 200 125 จ. 200 75	$a = 0.89452$ $b = -0.09616$ $c = 0.09055$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโด่งลักษณะของข้อสอบ
4. ในการสมัครงานแห่งหนึ่งมีผู้สมัคร 4,500 คน สอบได้เพียง 575 คน จงหาอัตราส่วนจำนวนผู้สมัครต่อผู้ที่สอบตกเป็นเท่าไร ก. 4500 575 ข. 4500 3925 ค. 3925 575 ง. 575 4500 จ. 575 3925	$a = 0.99779$ $b = -0.04929$ $c = 0.06376$ 
5. สมุดราคาเล่มละ 3 บาท อัตราส่วนจำนวนสมุดเป็นโหลต่อจำนวนเงินเป็นบาทคือข้อใด ก. 3 1 ข. 1 3 ค. 1 12 ง. 1 36 จ. 12 36	$a = 0.64585$ $b = 1.70689$ $c = 0.18844$ 
6. รถไฟแล่นได้ระยะทาง 1,105 กิโลเมตร ใช้เวลา 13 ชั่วโมง อัตราเร็วของรถไฟเป็นเท่าไร ก. 80 กม./ชม. ข. 82 กม./ชม. ค. 85 กม./ชม. ง. 90 กม./ชม. จ. 110 กม./ชม.	$a = 0.81601$ $b = -0.43573$ $c = 0.11804$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์แล ได้ลักษณะของข้อสอบ
7. จั๊นซื้อสมุคมาเล่มละ 4.50 บาท ขายไปเล่มละ 5 บาท อัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนเท่าไร ก. 4 50 5 ข. .50 5 ค. 50 4.50 ง. 5 . 50 จ. 4.50 50	$a = 1.15691$ $b = -0.12765$ $c = 0.09137$ 
8. อัตราส่วนต่อไปนี้ข้อใดเป็นเท็จ ก. 1 2 = 40 80 ข. 2 3 = 12 18 ค. 4 12 = 5 15 ง. 16 24 = 6 9 จ. 24 72 = 27 75	$a = 2.00000$ $b = 1.90122$ $c = 0.17611$ 
9. ข้อใดมีค่าเท่ากับ 10 4, 60 24 ก. 40 16 ข. 25 75 ค. 10 5 ง. 100 50 จ. 100 25	$a = 0.55539$ $b = -0.77431$ $c = 0.11804$ 

ข้อสอบข้อใด	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
10. อัตราส่วนข้อใดมีค่าเท่ากับ 36 : 48 ก. 72 : 96 ข. 56 : 64 ค. 30 : 42 ง. 24 : 36 จ. 18 : 27	$a = 1.04660$ $b = -0.26554$ $c = 0.14769$ 
11. ข้อใดมีค่าเท่ากับ 3 : 4 ทุกจำนวน ก. 11 : 12, 9 : 16 ข. 12 : 16, 27 : 30 ค. 15 : 20, 36 : 40 ง. 9 : 12, 15 : 20 จ. 6 : 8, 12 : 18	$a = 0.81454$ $b = -0.77656$ $c = 0.12079$ 
12. 5 : 8 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 1 : 3 ข. 10 : 13 ค. 15 : 24 ง. 20 : 33 จ. 24 : 40	$a = 1.22129$ $b = -1.10791$ $c = 0.12079$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
13. ประโยคใดเป็นเท็จ ก. 2 3 = 36 54 ข. 3 4 = 48 62 ค. 4 5 = 96 120 ง. 5 6 = 300 360 จ. 6 7 = 420 490	$a = 0.82344$ $b = 0.68502$ $c = 0.16193$ 
14. ประโยคใดเป็นจริง ก. $44 \cdot 16 = 55 \cdot 25$ ข. $30 \cdot 40 = 19 \cdot 22$ ค. $27 \cdot 18 = 9 \cdot 6$ ง. $18 \cdot 28 = 9 \cdot 15$ จ. $16 \cdot 11 = 4 \cdot 13$	$a = 0.55135$ $b = -0.94377$ $c = 0.12682$ 
15. ถ้า $\frac{3k}{48} = \frac{1}{16}$ แล้ว k มีค่าเท่าไร ก. 1 ข. 3 ค. 4 ง. 6 จ. ไม่มีคำตอบถูก	$a = 2.00000$ $b = 1.58920$ $c = 0.16316$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
16 ข้อใด R มีค่าเท่ากับ 42 ก. $3R \cdot 12 = 21 \quad 1$ ข. $R \quad 24 = 110 \quad 48$ ค. $4R \quad 48 = 7 \cdot 2$ ง. $24 \quad R = 6 \cdot 13$ จ. $13 \cdot 26 = 52 \cdot 3R$	$a = 2.00000 \quad b = 1.73483 \quad c = 0.25808$ 
17. ในการตัดเย็บเสื้อ ลัดส่วนของผ้าที่เป็นตัวต่อผ้าที่ตัดทิ้งเป็น 3 2 ถ้าใช้ผ้า 5 ตารางเมตร จะเป็นตัวเสื้อเท่าไร ก. 2 ตร.ม. ข. 2 5 ตร.ม. ค. 3 ตร.ม. ง. 3 5 ตร.ม. จ. 4 ตร.ม.	$a = 1.12034 \quad b = 0.35978 \quad c = 0.07434$ 
18. ธนาคารจะให้โบนัสแก่พนักงาน 4 เดือนเป็นเงิน 1 600 บาท ในปีหนึ่งพนักงานจะได้โบนัสเท่าไร ก. 5 400 บาท ข. 4,500 บาท ค. 3,600 บาท ง. 3,200 บาท จ. 960 บาท	$a = 0.80863 \quad b = -0.37476 \quad c = 0.12682$ 

ข้อสอบข้อที่

ค่าพารามิเตอร์และฟังก์ชันของข้อสอบ

19. อัตราส่วนอายุของแดงต่อดำ เท่ากับ 3 2

และอายุของดำต่อขาวเป็น 4 5

อัตราส่วนอายุของแดงต่อขาวเป็นเท่าไร

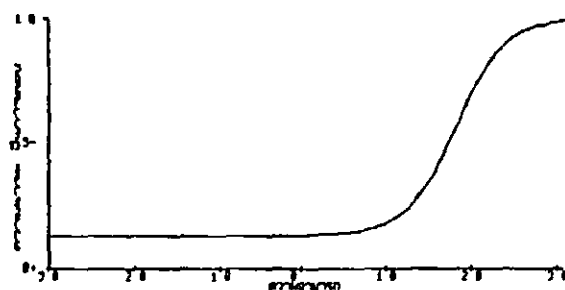
ก. 6 10

ข. 6 8

ค. 6 5

ง. 3 5

จ. 3 4

 $a = 2.00000$ $b = 1.71406$ $c = 0.12811$ 

20. ข้าวบดสำหรับเคี้ยวอ่อนต้องใช้ผสมข้าวต่อน้ำ

เป็น 3 : 2 ถ้าต้องการข้าวบด 10 ออนซ์

ต้องใช้ข้าวต่อน้ำ

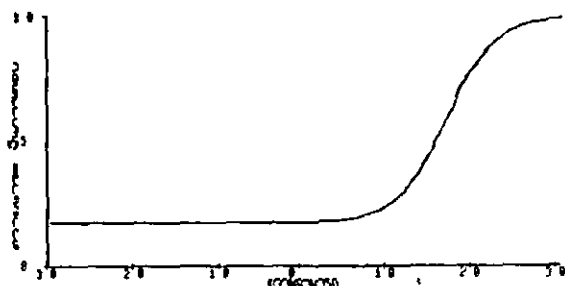
ก. 10 ออนซ์

ข. 8 ออนซ์

ค. 5 ออนซ์

ง. 4 ออนซ์

จ. 2 ออนซ์

 $a = 2.00000$ $b = 1.62768$ $c = 0.16958$ 

21. จำนวนคัมมะพริ้วต่อคัมมะม่วงเท่ากับ 3 5

ถ้ามีต้นไม้ทั้งสอง 400 ต้น จะมีมะพริ้วกี่ต้น

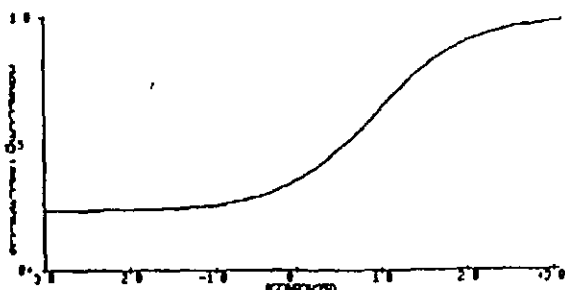
ก. 300

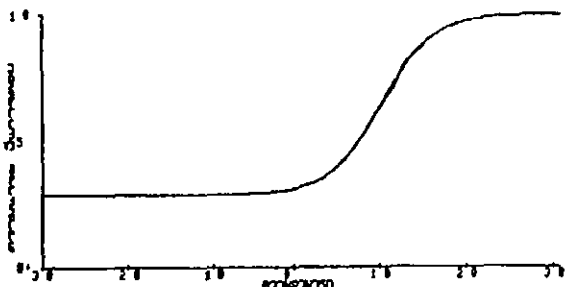
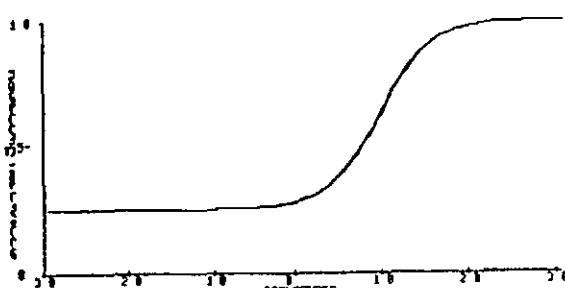
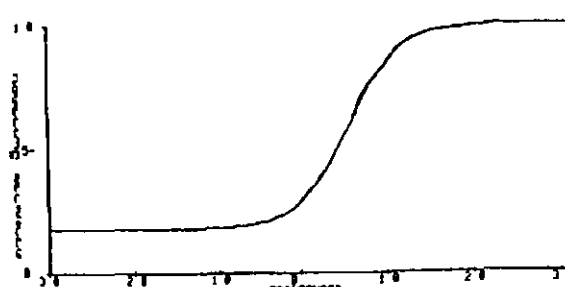
ข. 250

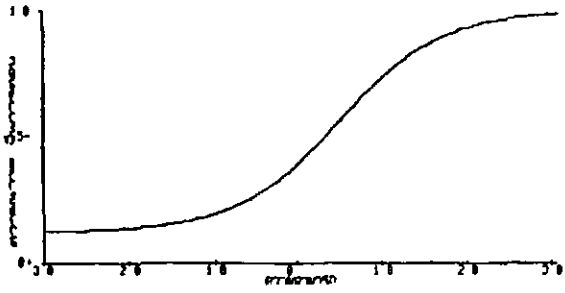
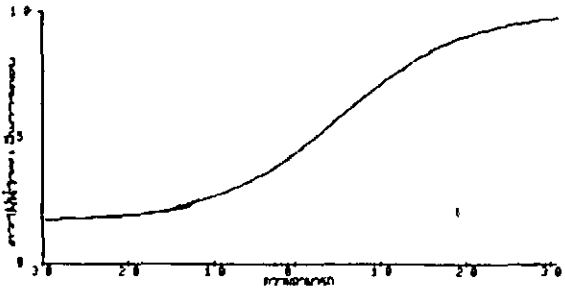
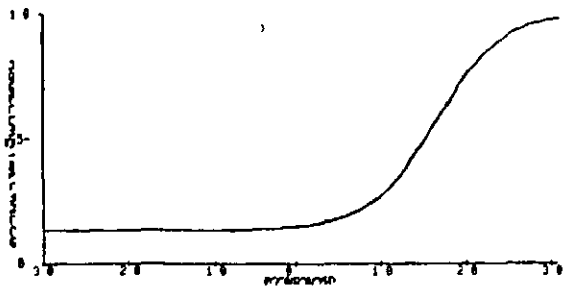
ค. 200

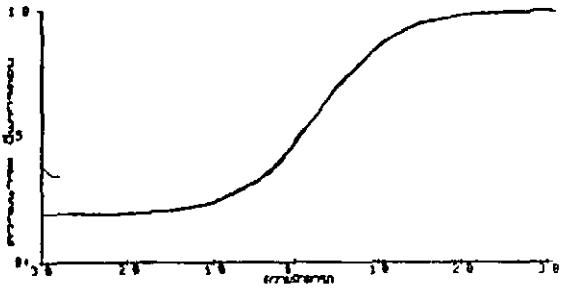
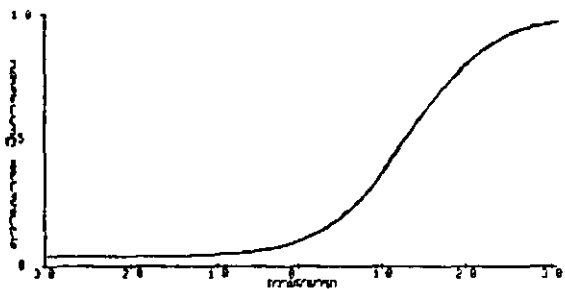
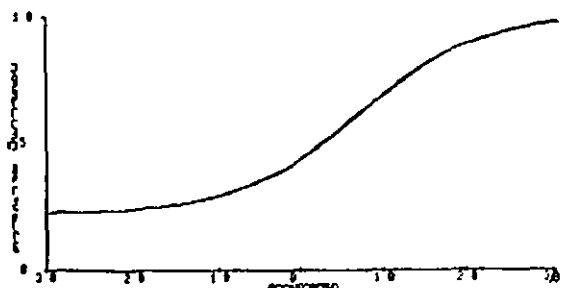
ง. 150

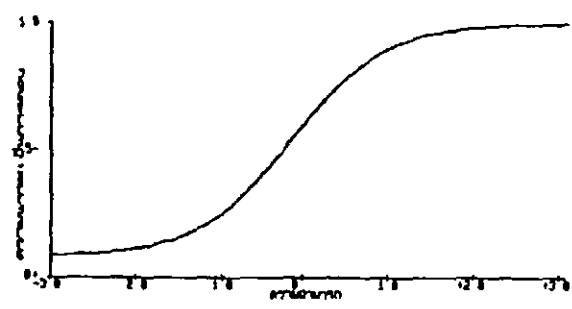
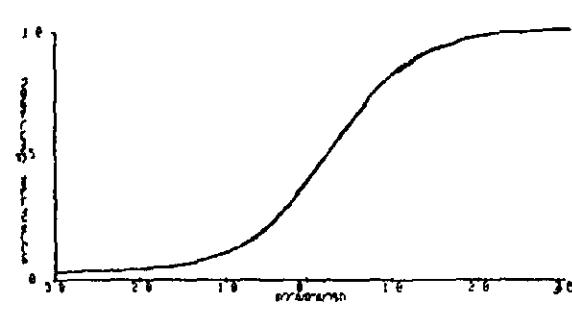
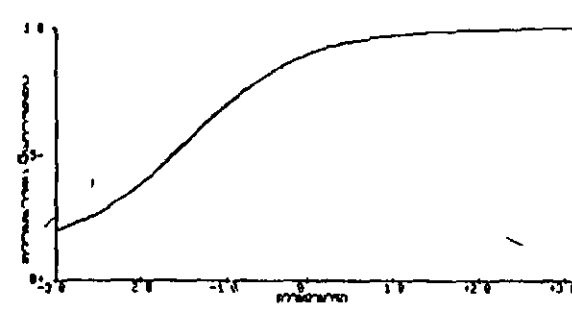
จ. 100

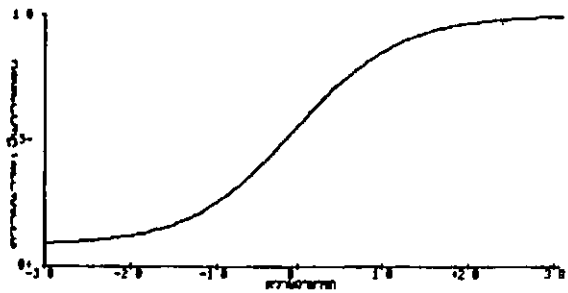
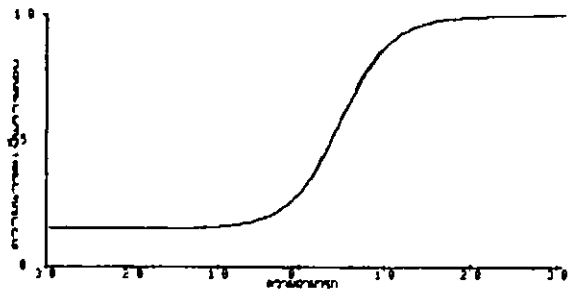
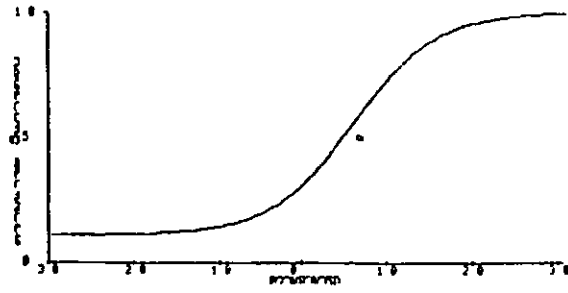
 $a = 2.00000$ $b = 0.87281$ $c = 0.25159$ 

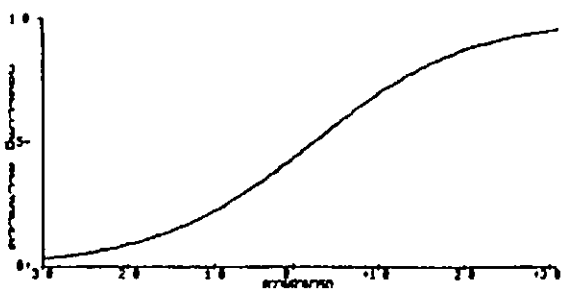
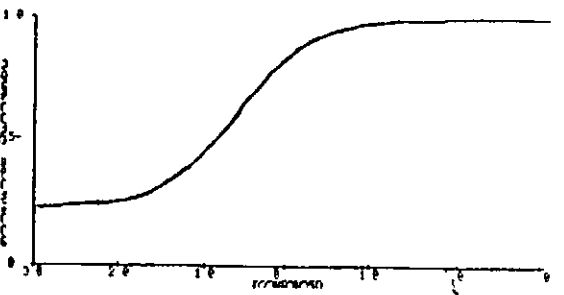
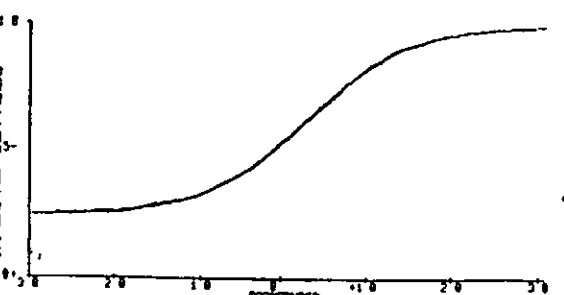
ข้อสอบเก่า	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
22. 36 60 มีค่าเท่ากับเท่าไร ก. 36% ข. 48% ค. 52% ง. 58% จ. 60%	$a = 1.03310 \quad b = 0.81636 \quad c = 0.23963$ 
23. 56% มีค่าเท่ากับเท่าไร ก. 10 : 20 ข. 14 : 25 ค. 18 : 30 ง. 21 : 50 จ. 24 : 56	$a = 2.00000 \quad b = 0.90038 \quad c = 0.28796$ 
24. อัตราส่วนของที่ดินที่ปลูกบ้านต่อที่ดินทั้งหมดเป็น 11 : 25 คิดเป็นร้อยละเท่าไร ก. 44 ข. 38 ค. 27 ง. 25 จ. 11	$a = 2.00000 \quad b = 0.45789 \quad c = 0.17767$ 

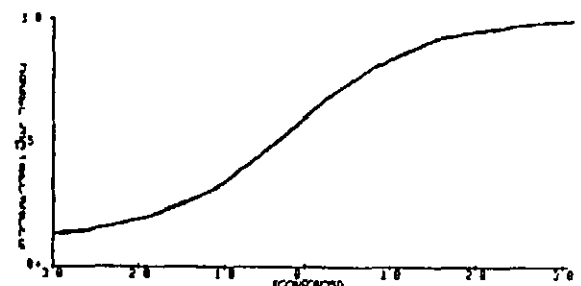
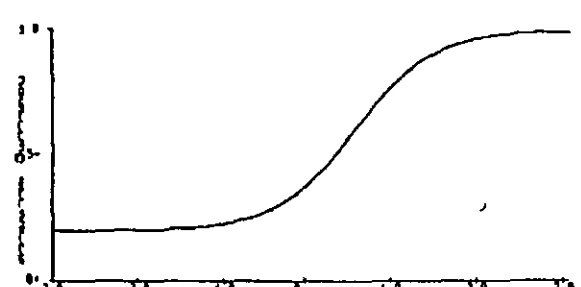
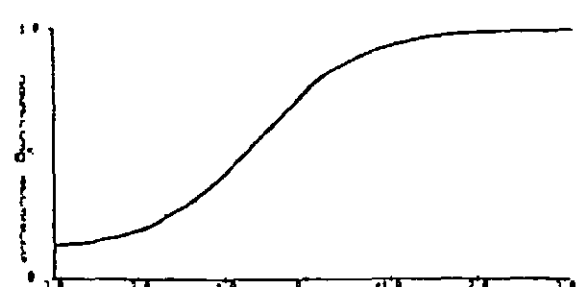
ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโลจิสติก. ณ. ของข้อสอบ
25. แม่ค้าขายผักได้กำไรร้อยละ 18 คิดเป็นอัตราส่วนทุนต่อกำไรเป็นเท่าไร ก. 60 18 ข. 50 9 ค. 45 9 ง. 38 3 จ. 18 3	$a = 0.99421$ $b = 0.39901$ $c = 0.12460$ 
26. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของร้อยละ ก. ฆะม่วงรากร้อยละ 15 บาท ข. นิดสอบได้ 59% ค. พ่อค้าขายของได้กำไรร้อยละมาท ง. แดงมีเงินมากกว่าดำร้อยละยี่สิบ จ. พ่อได้เงินปันผลร้อยละสาม	$a = 0.80730$ $b = 0.40473$ $c = 0.16538$ 
27. ซื้อส้มมากิโลกรัมละ 8 บาท ขายปลีกโลกรั่มละ 12 บาท จะได้กำไรร้อยละเท่าไร ก. 20 ข. 25 ค. 30 ง. 35 จ. 50	$a = 1.50451$ $b = 1.52532$ $c = 0.13264$ 

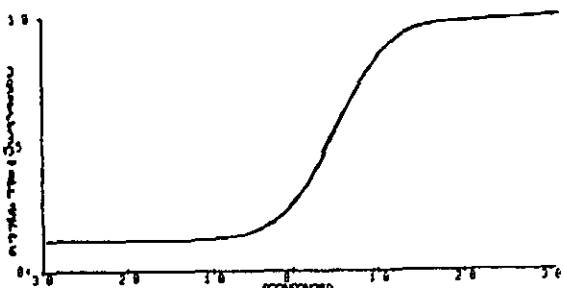
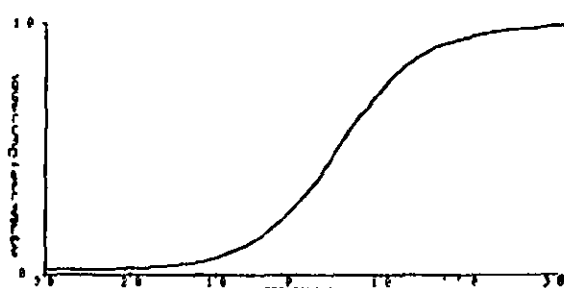
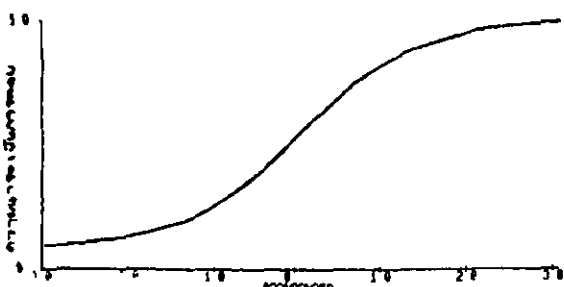
ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และฟังก์ชันของข้อสอบ
28. หักค่าลดราคาของตามที่ได้คิดประกาศไว้ 10% ถ้าเขาคิดประกาศไว้ 220 บาท จะได้รับส่วนลดเท่าไร ก. 10 บาท ข. 11 บาท ค. 20 บาท ง. 22 บาท จ. 25 บาท	$a = 1.30226$ $b = 0.17720$ $c = 0.18697$ 
29. ซื้อผ้ามาชิ้นหนึ่ง ราคา 360 บาท ขายไป 324 บาท ขาดทุนร้อยละเท่าไร ก. 9 ข. 10 ค. 12 ง. 15 จ. 20	$a = 1.19000$ $b = 1.22702$ $c = 0.03686$ 
30. ไม้กอกเบี้ย 40 บาท จากเงินต้นเท่าไร ถ้าอัตราดอกเบี้ย 5% ต่อปี ก. 400 บาท ข. 800 บาท ค. 1,600 บาท ง. 1,800 บาท จ. 2,400 บาท	$a = 0.83292$ $b = 0.59917$ $c = 0.21992$ 

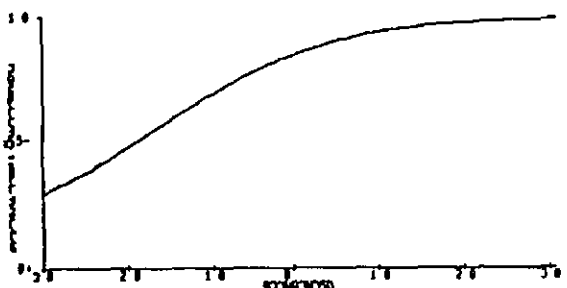
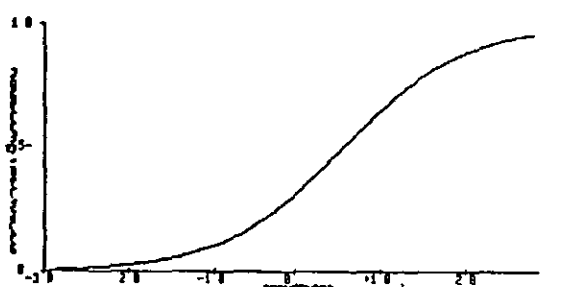
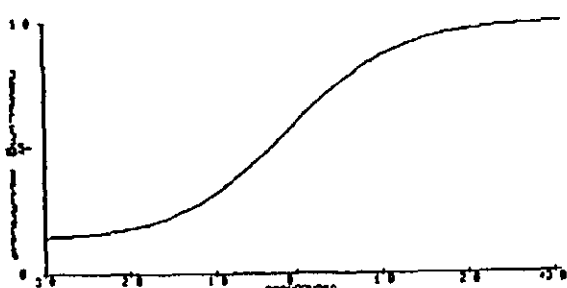
ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
31. ในเวลา 2 นาที จิมอ่านหนังสือได้ 15 หน้า หรือเขียนได้ 5 หน้า ในเวลาเท่ากัน อัตราส่วนการเขียนต่อการอ่านเป็นเท่าไร ก. 2 15 ข. 2 5 ค. 15 5 ง. 5 15 จ. 15 2 5	$a = 1.07822 \quad b = -0.24314 \quad c = 0.09229$ 
32. อ้อพิมพ์ได้ 60 คำในเวลา 2 นาที และ แอ้พิมพ์ได้ 35 คำ ในเวลา 1 นาที อัตราส่วนจำนวนคำในการพิมพ์ต่อของอ้อต่อแอ้เป็นเท่าไร ก. 2 35 ข. 2 60 ค. 35 60 ง. 35 30 จ. 30 35	$a = 1.16867 \quad b = 0.17363 \quad c = 0.03317$ 
33. หนังสือราคาเล่มละ 19 บาท อัตราส่วนจำนวนหนังสือเป็นเล่มต่อราคาเป็นบาทคือข้อใด ก. 27 2 ข. 28 2 ค. 2 27 ง. 19 1 จ. 1 19	$a = 0.87535 \quad b = -1.50884 \quad c = 0.11804$ 

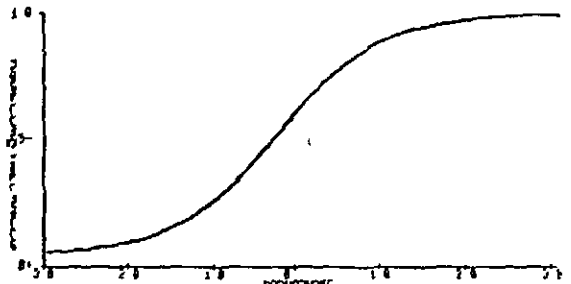
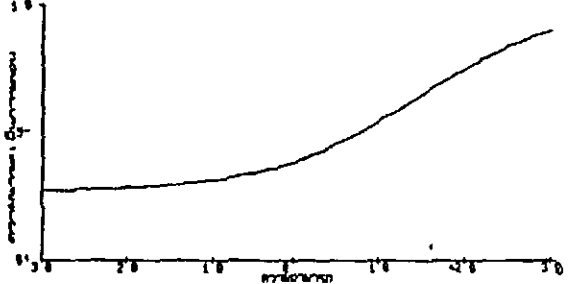
ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
34. ถนนงานก่อสร้างได้ค่าแรงวันละ 77 บาท อัตราส่วนค่าแรงต่อเวลาเป็นเท่าไร ก. 77 : 1 ข. 1 : 77 ค. 1 : 7 ง. 7 : 1 จ. ไม่มีคำตอบถูก	$a = 0.97961$ $b = -0.14561$ $c = 0.78215$ 
35. ข้อใดเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน ก. $4 : 9, 40 : 49$ ข. $7 : 5, 35 : 20$ ค. $8 : 3, 60 : 24$ ง. $6 : 7, 36 : 40$ จ. $9 : 17, 45 : 85$	$a = 1.96439$ $b = 0.37146$ $c = 0.15561$ 
36. ข้อใดเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน ก. $3 : 5, 9 : 18$ ข. $4 : 11, 16 : 66$ ค. $5 : 32, 30 : 192$ ง. $7 : 9, 49 : 81$ จ. $8 : 11, 88 : 111$	$a = 1.21954$ $b = 0.50125$ $c = 0.11153$ 

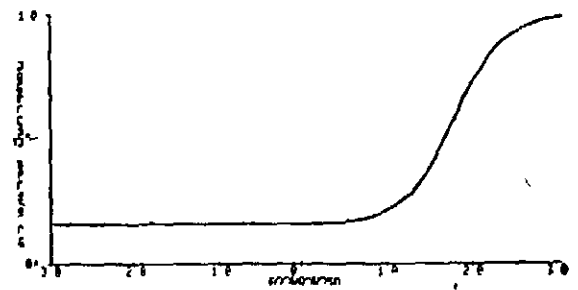
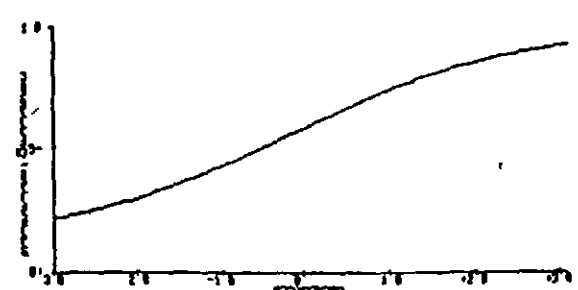
ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
37. ข้อใดเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน ก. $56 : 70, 112 : 135$ ข. $18 : 21, 72 : 84$ ค. $42 : 52, 80 : 104$ ง. $36 : 42, 48 : 54$ จ. $14 : 21, 30 : 36$	$a = 0.64158 \quad b = 0.10963 \quad c = 0.00000$ 
38. $\frac{8}{y} = \frac{56}{49}$ แล้ว y มีค่าเท่าไร ก. 5 ข. 7 ค. 9 ง. 11 จ. 13	$a = 1.36293 \quad b = -0.67424 \quad c = 0.22378$ 
39. ถ้า $c = 7$ อัตราส่วนข้อใดถูกต้อง ก. $7 : 1 = c : 2$ ข. $15 : 3 = c : 2$ ค. $12 : 6 = c : 1$ ง. $14 : 8 = c : 4$ จ. $13 : 4 = c : 2$	$a = 0.98539 \quad b = 0.19404 \quad c = 0.24490$ 

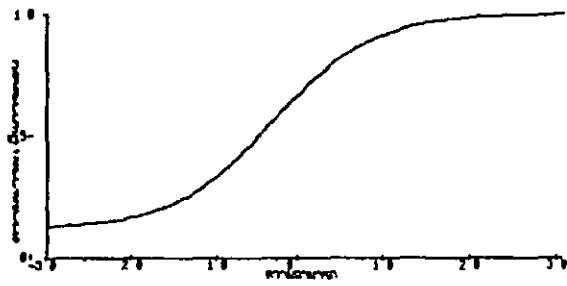
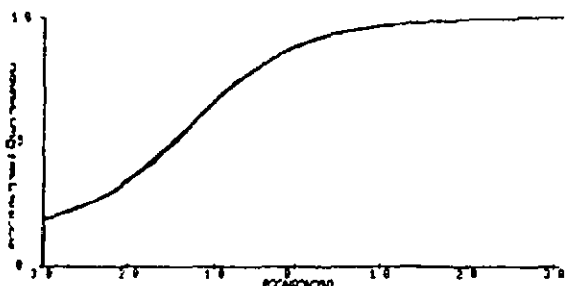
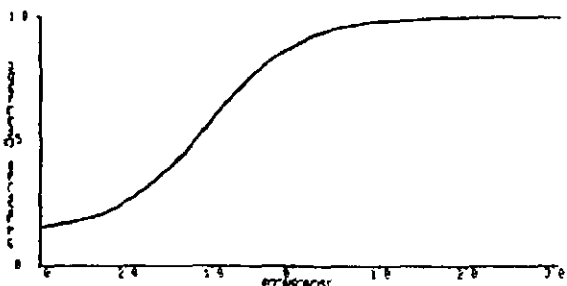
ข้อสอบข้อที่	ถ่านารามิเตอร์และโด่งลักณดของข้อสอบ
40. ข้อใดเป็นจริง ถ้า $t = 17$ ก. $1 \cdot t = 2 : 34$ ข. $4 : 5 = t : 21$ ค. $6 \cdot 18 = 30 \cdot t$ ง. $t : 11 = 11 : 77$ จ. $64 \cdot 4 = t \cdot 2$	$a = 0.79190 \quad b = -0.25804 \quad c = 0.11804$ 
41. ข้อใดเป็นจริง ถ้า $p = 21$ ก. $35 \cdot 20 = p \cdot 10$ ข. $45 \cdot p = 21 : 54$ ค. $18 \cdot 21 = 9 \cdot p$ ง. $p \cdot 84 = 7 \cdot 28$ จ. $15 \cdot 25 = p \cdot 30$	$a = 1.27636 \quad b = 0.49307 \quad c = 0.20093$ 
42. ในการทำงานอย่างเดียวกัน เด็กจะใช้เวลาเป็นอัตราส่วนต่อผู้ใหญ่เท่ากับ 3 : 2 ถ้างานอย่างหนึ่งเด็กใช้เวลา 24 วัน ผู้ใหญ่ใช้กี่วัน ก. 8 ข. 12 ค. 16 ง. 18 จ. 21	$a = 1.87847 \quad b = 0.39816 \quad c = 0.12120$ 

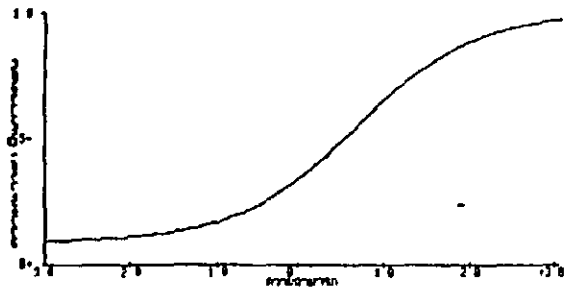
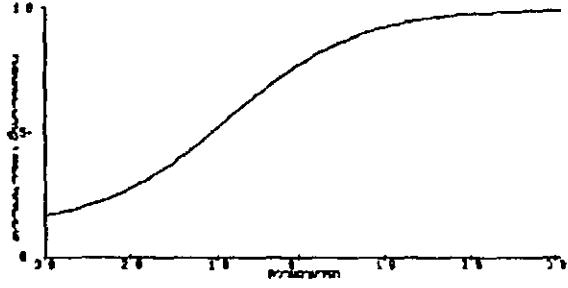
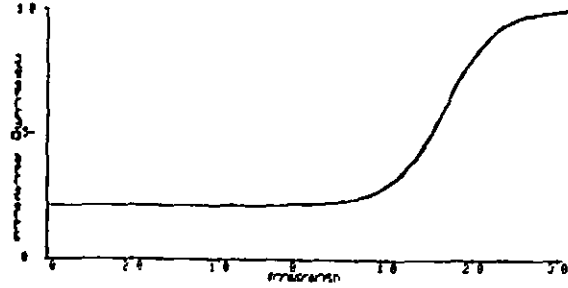
ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และฟังก์ชันข้อสอบ
43. อัตราส่วน น้ำ . น้ำตาล เกลือ ในอาหารชนิดหนึ่งเป็น 4 . 5 2 ถ้ามีน้ำอยู่ 8 ลิตร ต้องเติมน้ำตาลเท่าไร ก. 12 ลิตร ข. 10 ลิตร ค. 9 ลิตร ง. 8 ลิตร จ. 7 ลิตร	$a = 0.97096$ $b = -0.67775$ $c = 0.11335$ 
44. 24 : 25 เท่ากับกี่เปอร์เซ็นต์ ก. 24 ข. 42 ค. 48 ง. 98 จ. 96	$a = 1.19719$ $b = 0.38270$ $c = 0.02011$ 
45. 9 . 20 มีค่าเท่ากับเท่าไร ก. 60% ข. 56% ค. 45% ง. 40% จ. 36%	$a = 0.86373$ $b = -0.04420$ $c = 0.07994$ 

ข้อสอบข้อที่	กำหนดารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
46. อัดหมัสนมใช้แป้ง 3 ชนิด คือ แป้งข้าวเจ้า 3 ส่วน แป้งข้าวเหนียว 2 ส่วน และแป้งมัน 2 ส่วน อัตราส่วนผสมแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งมัน ต่อแป้งข้าวเหนียว เป็นเท่าไร ก. 3 . 3 . 2 ข. 2 . 3 : 3 ค. 3 2 3 ง. 3 . 2 : 2 จ. 2 . 3 2	$a = 0.60292$ $b = -1.64912$ $c = 0.12079$ 
47. ลี้อย่อมผ้าจะต้องใช้ส่วนผสม 1 ของ กับน้ำ 5 ลิตร อัตราส่วนของน้ำต่อลีเป็นเท่าไร ก 1 ชวง . 5 ลิตร ข 5 ลิตร 1 ชวง ก. 5 ชวง 1 ลิตร ง. 1 ลิตร 5 ชวง จ. 1 ชวง . 1 ลิตร	$a = 0.83800$ $b = 0.45765$ $c = 0.00000$ 
48. ข้าวเหนียว 46 กิโลกรัม เกษหน้า 52 กิโลกรัม อัตราส่วนน้ำหนักของเกสรต่อข้าวเป็นเท่าไร ก. 46 52 ข. 52 46 ก. 42 56 ง. 65 42 จ. 23 28	$a = 0.91576$ $b = -0.18337$ $c = 0.13635$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และฟังก์ชันของข้อสอบ
49. นักเก็บผลไม้รวม 3 วัน ได้ 2 ตะลอม จะขายได้ตะลอมละ 55 บาท อัตราส่วนจำนวนเงินที่ขายได้เป็นบาทต่อจำนวนตะลอมคือข้อใด ก. 2 3 ข. 2 55 ค. 3 55 ง. 55 1 จ. 55 3	$a = 0.99372$ $b = -0.29133$ $c = 0.04691$ 
50. พ่อค้าขายริบิ้น ๗.๗.ละ 4 บาท อัตราส่วนจำนวนริบิ้นเป็นเมตร ต่อราคาเป็นบาทเท่าไร ก. 1 400 ข. 100 4 ค. 4 100 ง. 40 10 จ. 400 1	$a = 0.68486$ $b = 1.32986$ $c = 0.26780$ 
51. ผ้า ราคาเมตรละ 65 บาท อัตราส่วนราคาผ้าเป็นบาทต่อจำนวนผ้าเป็นเมตรคือข้อใด ก. 65 1 ข. 1 65 ค. 2 120 ง. 120 1 จ. 120 2	$a = 0.74453$ $b = -0.23878$ $c = 0.12692$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
52. พ่อค้าซื้อกระดาษกิโลกรัม 2 บาท ขายไป กิโลกรัมละ 2.50 บาท อัตราส่วนกำไร ต่อทุนเท่าไร ก. 2 2.50 ข. 50 2 ค. .50 2.50 ง. 2 .50 จ. 2 3	$a = 1.10228$ $b = -0.23433$ $c = 0.04622$ 
53. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $27 \cdot 72, 24 \cdot 64$ ก. 3 9 ข. 4 10 ค. 6 16 ง. 10 25 จ. 12 36	$a = 2.00000$ $b = 1.69063$ $c = 0.15304$ 
54. อัตราส่วนต่อไปนี้ ข้อใดเป็นเท็จ ก. 3 4 = 48 64 ข. 5 6 = 35 42 ค. 12 30 = 46 120 ง. 35 28 = 70 56 จ. 71 103 = 16 24	$a = 0.45353$ $b = -0.26181$ $c = 0.12682$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์แลอจิสติกของข้อสอบ
55. ข้อใดมีค่าเท่ากับ 5 7 ทุกจำนวน ก. 15 21, 105 145 ข. 25 35, 60 84 ค. 40 55, 30 42 ง. 20 30, 45 63 จ. 35 48, 65 72	$a = 1.0323$ $b = -0.39694$ $c = 0.12424$ 
56. ข้อใดมีค่าเท่ากับ 7 9 ก. 10 15 ข. 21 27 ค. 49 81 ง. 71 108 จ. 77 109	$a = 0.87956$ $b = -1.35616$ $c = 0.11804$ 
57. ข้อใดมีค่าเท่ากับ 8 11 ก. 10 13 ข. 16 20 ค. 24 33 ง. 40 54 จ. 45 66	$a = 1.09925$ $b = -1.10011$ $c = 0.12682$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
58 ข้อใดเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน ก. 27 33, 21 24 ข 36 42, 9 13 ค 45 56, 5 7 ง 54 62, 27 31 จ 63 74, 3 7	$a = 0.86271$ $b = 0.55334$ $c = 0.09011$ 
59. ข้อใดเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน ก. 40 16, 10 4 ข. 25 75, 10 40 ค 9 81 1 8 ง 9 18, 21 40 จ 10 5, 72 144	$a = 0.78768$ $b = -0.92323$ $c = 0.12029$ 
60. ถ้า $b = 15$ ข้อใดจะเป็นเท็จ ก. 21 $b = 14$ 10 ข 5 7 = 0 21 ค. 50 30 = b 9 ง. 25 35 = b 21 จ 15 30 = 7 b	$a = 2.00000$ $b = 1.54666$ $c = 0.21779$ 

ข้อสอบข้อที่

61 ข้อใดเป็นจริง ถ้า $C = 7$

ก. $28 \quad C = 8 \quad 2$

ข. $C \quad 17 = 40 \quad 109$

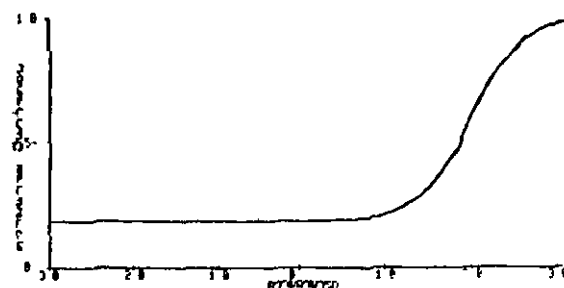
ค. $C \quad 5 = 18 \quad 35$

ง. $7 \quad 10 = C \quad 5$

จ. $11 \quad 77 = 11 \quad C$

การหาพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ

$a = 2.00000 \quad b = 1.88639 \quad c = 0.18822$



62. อัตราส่วนคะแนนของ ชาว เขียว แดง
เป็น 3 2 4 ถ้าแดงได้ 36 คะแนน
ขาวจะได้กี่คะแนน

ก. 30 คะแนน

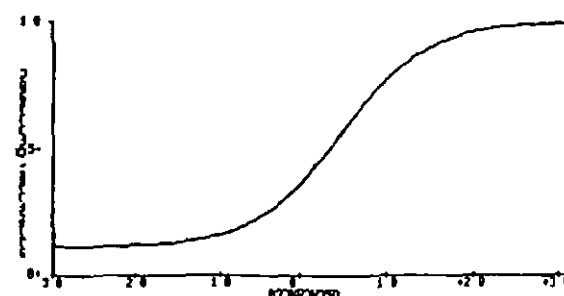
ข. 27 คะแนน

ค. 25 คะแนน

ง. 24 คะแนน

จ. 21 คะแนน

$a = 1.18469 \quad b = 0.34987 \quad c = 0.11316$



63. แม่ค้าขายเสื้อ 3 ตัว ราคา 100 บาท ถ้า
เขาซื้อเสื้อ 1 โหล จะต้องจ่ายเงินเท่าไร

ก. 300 บาท

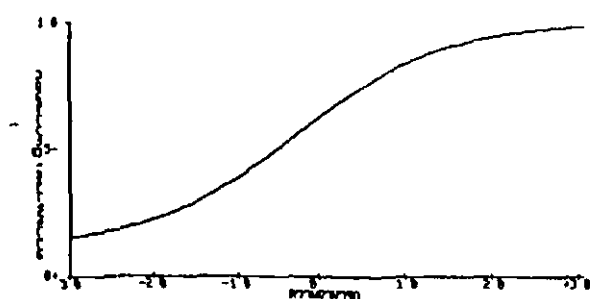
ข. 400 บาท

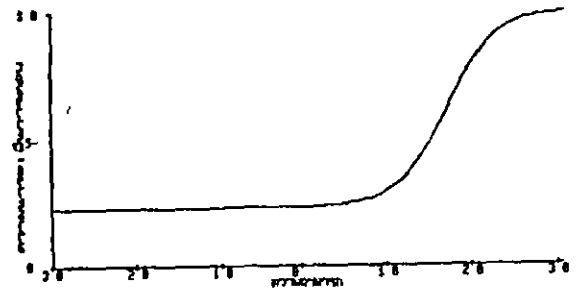
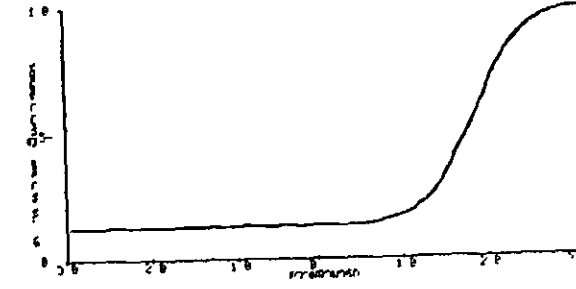
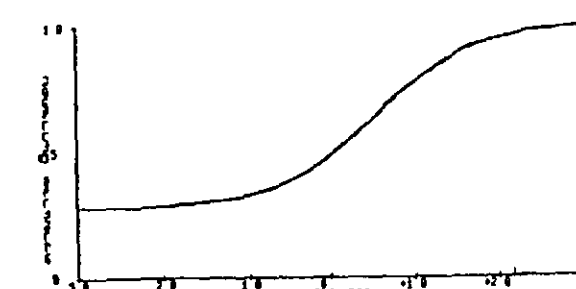
ค. 600 บาท

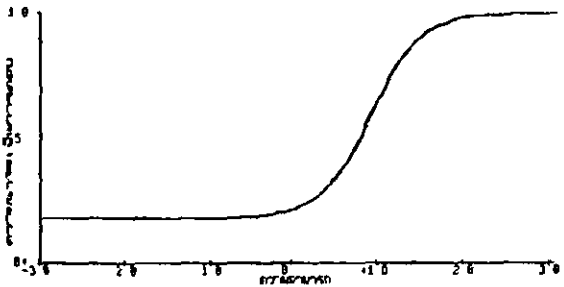
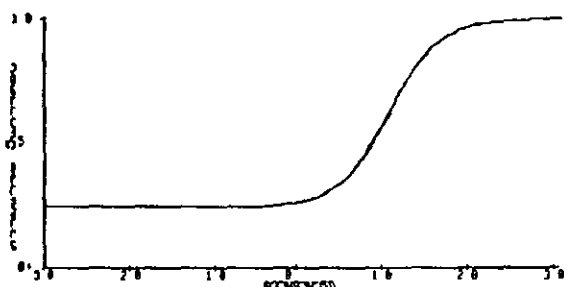
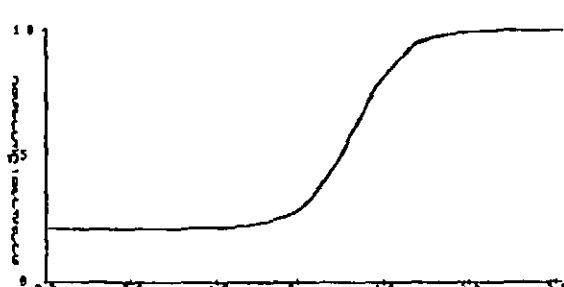
ง. 800 บาท

จ. 1,200 บาท

$a = 0.70688 \quad b = -0.34719 \quad c = 0.12079$



ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
64. สี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านยาวยาวเป็นสองเท่าของด้านกว้าง ถ้าเส้นรอบรูปยาว 24 ซม. ด้านกว้างจะยาวเท่าไร ก. 18 ซม. ข. 16 ซม. ค. 8 ซม. ง. 4 ซม. จ. 2 ซม.	$a = 2.00000$ $b = 1.61059$ $c = 0.23601$ 
65. อัตราส่วนรายได้ของพ่อต่อแม่เท่ากับ 5 : 4 และรายได้ของพ่อต่ออาเป็น 3 : 2 อัตราส่วนรายได้ของแม่ต่ออา เท่าไร ก. 4 : 3 ข. 4 : 5 ค. 8 : 7 ง. 6 : 5 จ. 7 : 9	$a = 2.00000$ $b = 1.75478$ $c = 0.13016$ 
66. อัตราส่วนผู้ป่วยที่ได้รับการจากโรงพยาบาล และคลินิกเป็น 5 : 3 : 1 ถ้าโรงพยาบาลเวชชนมีผู้ใช้บริการ 4,500 คน คลินิกจะมีผู้ใช้บริการเท่าไร ก. 1,500 คน ข. 3,000 คน ค. 4,500 คน ง. 6,000 คน จ. 7,500 คน	$a = 1.01893$ $b = 0.44565$ $c = 0.27925$ 

ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
67. 14 35 มีค่าเท่ากับเท่าไร ก. 20% ข. 25% ค. 30% ง. 40% จ. 50%	$a = 2.00000$ $b = 0.98786$ $c = 0.24228$ 
68. 9 75 คือร้อยละเท่าไร ก. 75 ข. 48 ค. 24 ง. 12 จ. 9	$a = 2.00000$ $b = 0.80947$ $c = 0.17645$ 
69 7 25 เท่ากับที่เปอร์เซ็นต์ ก. 14 ข. 24 ค. 28 ง. 32 จ. 36	$a = 2.00000$ $b = 0.55468$ $c = 0.21283$ 

ข้อสอบข้อที่

70. น้อยได้รับมรดกกับพี่ชายเป็น 4 5 น้อยได้รับ
คิดเป็นร้อยละเท่าไรของพี่ชาย

- ก. 40
- ข. 48
- ค. 52
- ง. 60
- จ. 80

71. ซื้อผลไม้มาราคา 450 บาท ขายไปได้กำไร
ร้อยละ 10 บาท ใ้กำไรทั้งหมดกี่บาท

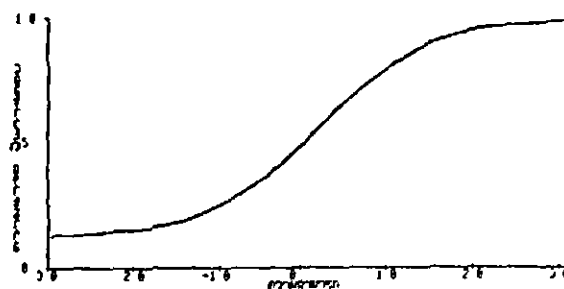
- ก. 250 บาท
- ข. 150 บาท
- ค. 105 บาท
- ง. 81 บาท
- จ. 72 บาท

72. ในการสอบคัดเลือก มีผู้สอบเข้าได้ 27%
และมีผู้สอบเข้าไม่ได้ทั้งหมด 584 คน มี
ผู้เข้าสอบทั้งสิ้นกี่คน

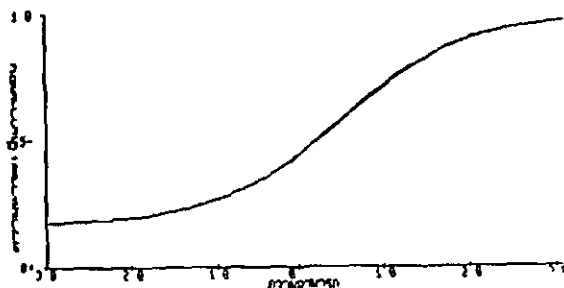
- ก. 600 คน
- ข. 700 คน
- ค. 800 คน
- ง. 900 คน
- จ. 1,000 คน

ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ

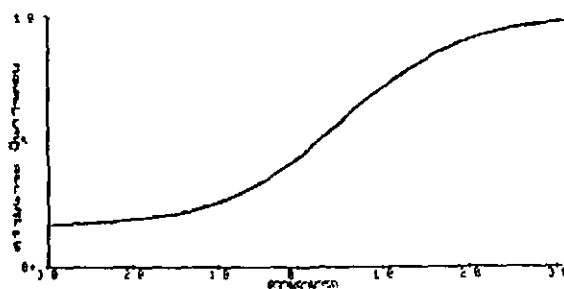
$$a = 0.91496 \quad b = 0.10010 \quad c = 0.12745$$

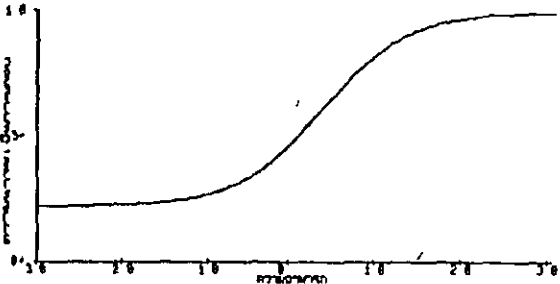
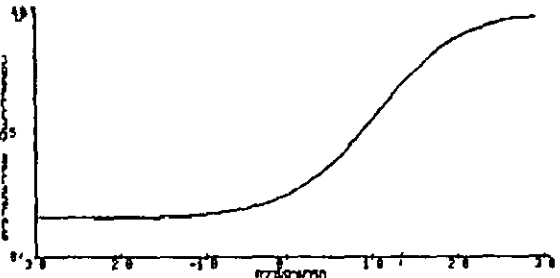
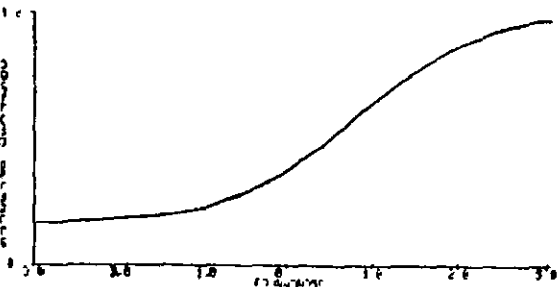


$$a = 0.81002 \quad b = 0.40645 \quad c = 0.15890$$



$$a = 1.45630 \quad b = 1.50268 \quad c = 0.21514$$



ข้อสอบข้อที่	ค่าพารามิเตอร์และโค้งลักษณะของข้อสอบ
73. ห่างสรรพสินค้าติดราคาดัไว้ 160 บาท ถ้าลดให้ 20% จะลดให้กี่บาท ก. 18 บาท ข. 20 บาท ค. 32 บาท ง. 40 บาท จ. 42 บาท	$a = 1.20216 \quad b = 0.28524 \quad c = 0.22160$ 
74. 5% ของคนเข้าชมฟุตบอลเท่ากับ 2,500 คน มีคนเข้าชมฟุตบอลทั้งหมดเท่าไร ก. 500 คน ข. 1,500 คน ค. 2,500 คน ง. 45,000 คน จ. 50,000 คน	$a = 1.17525 \quad b = 0.94547 \quad c = 0.15300$ 
75. นิคมีกางเกงอยู่ 40% ของเสื้อผ้าทั้งหมด ถ้า นิคมีเสื้อผ้าทั้งหมด 120 ชิ้นจะมีกางเกงกี่ตัว ก. 40 ตัว ข. 44 ตัว ค. 48 ตัว ง. 52 ตัว จ. 58 ตัว	$a = 0.89440 \quad b = 0.74043 \quad c = 0.17750$ 

ตาราง 15 แสดงจำนวนของข้อสอบในแต่ละจุดมุ่งหมายเรื่องพฤติกรรม
ในการสร้างเครื่องมือและในการวิจัย

จุดประสงค์ข้อที่	จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบที่ใช้	
		ในการสร้างเครื่องมือ	ในการวิจัย
1	สามารถเขียนอัตราส่วน แทนการเปรียบเทียบได้	24	10
2	สามารถเขียนอัตราส่วน อัตราส่วนได้	18	8
3	สามารถหาอัตราส่วนที่เท่ากับ อัตราส่วนที่กำหนดให้ได้	18	10
4	สามารถตรวจสอบดูว่า อัตราส่วนที่กำหนดให้เป็น อัตราส่วนเท่ากันหรือไม่	12	7
5	สามารถหาจำนวนที่แทนด้วย ตัวแปรในสัดส่วนที่กำหนดได้	18	8
6	สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ เกี่ยวกับสัดส่วน อัตราส่วนได้	24	12
7	สามารถเปลี่ยนอัตราส่วนให้ เป็นรูปร้อยละได้	18	10
8	สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ร้อยละได้	18	10
รวม		150	75

ภาคผนวก ข
ค่าคำนวณของการเทียบมาตรฐานทั้งสองรูปแบบ

ตาราง 16 ผลรวมของความน่าจะเป็นในการตอบถูกของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ
ที่ระดับความสามารถต่าง ๆ

ความสามารถ	แบบทดสอบฉบับที่ 1	แบบทดสอบฉบับที่ 2
-4 00	6 34	6 51
-3 50	6 72	6 88
-3 00	6 84	7 03
-2 50	7 39	7 63
-2 00	8 36	8 66
-1 50	10 00	10 42
-1 00	12 66	13 11
-0 50	16 55	17 14
0 00	21 71	22 29
0 50	27 83	28 32
1 00	33 57	33 98
1 50	38 22	38 59
2 00	41 83	42 04
2 50	43 71	43 81
3 00	44 43	44 48
3 50	44 71	44 74
4 00	44 85	44 86

ตาราง 17 ค่าตัวประกอบร่วมในแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 1

ข้อที่	Factor Loading	ความยาก	Communality	Common Factor
1	0 42259	0 78535	0 37361	0.97432
2	0 53404	0 63543	0 58296	0 09825
3	0 48601	0 58483	0 56396	0 04294
4	0 50300	0 66538	0 56632	0 19694
5	0 23673	0 07060	0 46157	-1 65154
6	0 42726	0 65083	0 43631	0 50208
7	0 56467	0 60796	0 54913	0 10737
8	0 49958	0 20282	0 67069	-0.93653
9	0 38242	0 63543	0 45638	0 46820
10	0 42459	0 47240	0 44538	0 06364
11	0 45925	0 19384	0 56661	-0 81169
12	0 44166	0 72401	0 51749	0.46760
13	0 40138	0 40103	0 34636	0 13621
14	0 37402	0 69537	0 47685	0 58425
15	0 44639	0 19127	0 54594	-0 79453
16	0 46806	0 31964	0 63442	-0 67252
17	0 35537	0 30809	0 52615	-0 61361
18	0 40164	0 68678	0 44073	0 61261
19	0.43566	0 15918	0 50897	-0 80290
20	0 21998	0 14506	0 59711	-2 05496
21	0 33939	0 46085	0 55532	-0 27835
22	0 35849	0 36585	0 39637	-0 08513
23	0 39793	0 31065	0 45530	-0 36351
24	0 54210	0 49037	0 53507	-0 08246

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	Factor Loading	ความหมาย	Communality	Common Factor
25	0 42409	0 08729	-0 62293	-1 26303
26	0 40270	0 63671	0 44226	0 00001
27	0 28408	0 21979	0 51833	-1 05098
28	0 58598	0 54172	0 50983	0 05634
29	0 30993	0 24936	0 53182	-0 91137
30	0 40499	0 50706	0 57041	-0 15642
31	0 47328	0 61361	0 56299	0 10696
32	0 59022	0 42010	0.52249	-0 17348
33	0 50512	0 68293	0 45155	0 45807
34	0 37245	0 56684	0.50426	0 18802
35	0 54565	0 41720	0 50156	-0 15460
36	0 42439	0 39795	0 58700	-0 44546
37	0 41753	0 49678	0 45623	0 09712
38	0 47518	0 66752	0 41447	0 53254
39	0 51724	0 55527	0 48474	0 13636
40	0 53935	0 56684	0 41642	0 27889
41	0 48684	0 43702	0 41768	0 03973
42	0.52054	0 41388	0 43099	-0 03287
43	0 49551	0 63543	0 46661	0 34070
44	0 58333	0 37113	0 62673	-0 43817
45	0 53307	0 49229	0 53399	-0 07823

ตาราง 18 คะแนนของตัวประกอบร่วมในแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับที่ 2

ข้อที่	Factor Loading	ความยาก	Communality	Common Factor
1	0 52087	0 57529	0 52013	0 10590
2	0 55663	0 42031	0 41713	0 00571
3	0 52971	0 68638	0 50891	0 33503
4	0 34946	0 56757	0 47158	0 27468
5	0 53742	0 37661	0 56501	-0 35056
6	0 43607	0 38481	0 51312	-0 29424
7	0 36983	0 51737	0 49053	0 07257
8	0 42782	0 66281	0 31649	0 80950
9	0 51081	0 52638	0 38762	0 27165
10	0 51771	0 57198	0 44133	0 25236
11	0 46770	0 42471	0 43734	-0 02700
12	0 51227	0 40746	0 48225	-0 14599
13	0 53938	0 62853	0 43246	-0 36351
14	0 62055	0 37194	0 58543	-0 34403
15	0 55627	0 50900	0 52281	-0 02483
16	0 38583	0 76607	0 47444	0 75585
17	0 52461	0 64093	0 56679	0 14132
18	0 50808	0 74550	0 59132	0 30346
19	0 54713	0 56701	0 43724	0 23718
20	0 50835	0 49035	0 44001	0 09903
21	0 50704	0 71815	0 41472	0 59843
22	0 53065	0 65553	0 48182	0 32735
23	0 46355	0 23522	0 60572	0 79927
24	0 35191	0 35219	0 35513	-0 00835

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อที่	Factor Loading	ความยาก	Communality	Common Factor
25	0 34767	0 43115	0 33297	0.28239
26	0 43210	0 63368	0 53926	0 21851
27	0 44786	0 70823	0 56282	0 32468
28	0 27607	0 30155	0 51409	-0 76988
29	0 49319	0 57712	0 47815	0 20067
30	0 21044	0 16067	0 52266	-1 72016
31	0 43224	0 20206	0 48731	-0 65993
32	0 44104	0 45887	0 35640	0 23234
33	0 38032	0 60154	0 44324	0 41623
34	0 22765	0 24196	0 55024	-1 35418
35	0 52233	0 11697	0 77278	-1 25555
36	0 43230	0 52057	0 49365	0 06227
37	0 36136	0 36761	0 43942	-0 19872
38	0 49436	0 38817	0 48546	-0 19680
39	0 45977	0 45116	0.56242	-0 24199
40	0 49524	0 36889	0 46108	-0 18615
41	0 51579	0 47619	0 46588	0 01999
42	0 39806	0 27928	0 53663	-0 64651
43	0 48292	0 45758	0 36747	0 18659
44	0 29030	0 26255	0 48580	-0 76903
45	0 33627	0 38946	0 40434	-0 04425

ภาคผนวก ก

คะแนนการทานผลของการเทียบมาตรฐานทั้งสองรูปแบบ

ตาราง 19 แสดงคะแนนทานผลของการเทียบมาตรฐานทั้งสองรูปแบบ

Y	X* (IRT)	X* (CFA)	คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1
4	3 97	0 00	10
5	4 98	0 00	6, 9, 11, 13, 14
6	5 99	0 00	4, 4, 6, 6, 7, 10
7	6.80	0 00	4, 4, 6, 6, 7, 8, 8, 8, 10, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 13, 14, 18
8	7 60	0 00	4, 6, 6, 7, 8, 8, 8, 9, 10, 10, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 13, 14
9	8 60	1 00	4, 7, 8, 10, 10, 10, 11, 11, 11, 11, 12, 12, 12, 12, 12, 13, 15, 16
10	9 60	2 00	6, 6, 8, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 10, 10, 10, 11, 12, 12, 13, 14, 14, 14, 14, 15, 16, 18, 20
11	10 60	3 70	5, 9, 9, 9, 9, 9, 10, 10, 10, 11, 11, 11, 11, 12, 12, 12, 12, 13, 13, 14, 14, 15, 15, 16, 16, 16, 16, 17, 17, 19, 26
12	11 40	5 40	4, 6, 8, 9, 9, 10, 11, 11, 11, 11, 11, 12, 12, 12, 13, 13, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 21, 22
13	12 40	7 00	8, 9, 9, 9, 10, 12, 12, 12, 12, 13, 13, 13, 13, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 16, 16, 17, 17, 18, 18, 19, 22

ตาราง 19 (ต่อ)

Y	X* (IRT)	X* (CFA)	คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1
14	13 50	9 00	7,7,8,9,10,11,11,11,11,11,12, 12,12,12,13,13,13,14,14,15,15, 15,15,15,16,16,16,18,18,19,19, 23,26
15	14 40	10 40	8,9,10,12,12,13,13,13,13,14,15, 16,16,17,17,17,17,17,18,18,18, 19,20,21,21
16	15 20	12 00	10,12,13,13,13,13,13,14,14,14, 14,14,14,14,14,14,15,15,15,15, 16,16,16,16,16,17,17,18,18,18, 19,19,20,21,23,28
17	16 40	13 80	11,12,13,14,14,15,15,15,15,16, 17,17,17,17,17,18,18,18,19,19, 19,20,20,21,21,21,23,24,25
18	17 60	15 40	8,8,9,10,12,15,15,16,16,17,17, 17,17,18,18,18,19,19,19,19,19, 20,20,20,21,21,21,21,21,22,22, 22,22,24,25,26
19	18 40	17 20	11,13,14,15,15,15,16,18,18,18, 19,19,19,19,19,20,20,21,21,22, 23,23,23,23,24,26,27,32
20	19 40	19 00	14,15,15,15,15,17,17,18,19,19, 19,20,20,20,21,22,22,22,22,22, 22,22,23,24,25

ตาราง 19 (ต่อ)

Y	X* (IRT)	X* (CFA)	คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1
21	20 40	20 60	16, 16, 17, 17, 18, 18, 19, 19, 19, 21, 21, 21, 21, 21, 22, 22, 22, 23, 23, 23, 24, 24, 24, 25, 26, 33
22	21 40	22 20	14, 14, 17, 18, 19, 20, 20, 21, 21, 21, 21, 21, 22, 22, 22, 22, 23, 23, 24, 25, 25, 26, 28, 29
23	22 40	23 80	14, 14, 15, 17, 19, 20, 20, 21, 21, 21, 21, 22, 22, 22, 22, 22, 23, 23, 24, 24, 24, 24, 26
24	23 40	25 50	17, 19, 20, 21, 21, 21, 22, 22, 22, 23, 24, 24, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 28, 29, 29, 29, 29, 35
25	24 40	27 00	19, 20, 21, 22, 23, 24, 24, 25, 25, 26, 26, 26, 26, 29, 29, 29, 30
26	25 40	28 80	13, 17, 19, 19, 22, 22, 23, 23, 23, 23, 24, 24, 24, 25, 26, 26, 26, 26, 26, 27, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34
27	26 40	30 50	19, 20, 21, 22, 22, 22, 23, 23, 23, 24, 24, 24, 24, 24, 26, 26, 26, 26, 26, 27, 27, 27, 28, 29, 30, 30, 30, 30, 31, 31, 31, 31, 31
28	27 20	32 40	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 24, 25, 25, 25, 25, 25, 26, 26, 27, 27, 27, 29, 29

ตาราง 19 (ต่อ)

Y	X* (IRT)	X* (CFA)	คะแนนแบบทดสอบฉบับที่ 1
29	28 40	34 00	17, 20, 20, 21, 22, 23, 24, 24, 25, 25, 25, 26, 26, 26, 26, 27, 28, 28, 29, 29, 29, 29, 29, 30, 30, 30, 31, 32, 34
30	29 50	35 60	23, 23, 25, 25, 25, 25, 26, 27, 27, 27, 29, 29, 29, 29, 30, 30, 30, 30, 34
31	30 40	37 20	21, 24, 27, 27, 28, 28, 28, 29, 29, 30, 30, 30, 31, 32, 33, 33, 33, 33, 35
32	31 50	39 00	19, 26, 26, 26, 30, 30, 31, 33, 33, 33, 36
33	32 50	40 60	26, 27, 28, 28, 28, 28, 30, 30, 31, 32 32, 32, 33, 34, 34, 37
34	33 60	42 40	25, 27, 27, 27, 28, 30, 32, 32, 32, 32, 32, 32, 33, 35, 35, 36
35	34 60	44 00	27, 28, 28, 28, 29, 30, 30, 30, 31, 32, 32, 33, 34, 34, 34, 39, 39
36	35 60	45 00	33, 33, 34, 35, 36, 36, 39
37	39 60	45 00	32, 32, 33, 34, 36
38	37 60	45 00	30, 30, 32, 32, 33, 33, 33, 34, 34, 34, 35, 35, 35, 36, 36, 37
39	38 60	45 00	30, 34, 34, 35, 36, 37, 37, 39, 41
40	39 70	45 00	30, 32, 32, 34, 34, 35, 36, 39
41	40 70	45 00	36, 36, 36, 36, 38, 40
42	41 80	45 00	37, 38
43	42 80	45 00	38, 40, 40