

การศึกษาพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โดยการเทียบคะแนนในแนวตั้งที่ใช้วิธีการที่เหมาะสม

ปริญญาานิพนธ์
ของ
ภัทราพร เกษสังข์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
กุมภาพันธ์ 2546
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

371.90447

ก375ก

ร.3

การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โดยการเทียบคะแนนในแนวตั้งที่ใช้วิธีการที่เหมาะสม

บทคัดย่อ

ของ

ภัทรพร เกษสังข์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุซฎิบัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
กุมภาพันธ์ 2546

๒ ๒๕๕๐๑ ร.๓

ภัทราพร เกษสังข์. (2546). การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเทียบคะแนนในแนวตั้งที่ใช้วิธีการที่เหมาะสม.
ปริญญาโท กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต,
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ดังคะพิภพ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียน และศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ
แบบโลจิสติกสองและสามพารามิเตอร์ ที่ใช้แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยง
ภายนอก ที่หลากหลายระดับความยาก (ยากและปานกลาง) และความยาว (15 10 และ 5
ข้อ) ของแบบทดสอบร่วม จากกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกันสามระดับชั้น คือ
มัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 โดยการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและความเพียงพอ
ของการเทียบคะแนนแต่ละรูปแบบที่ศึกษา แล้วนำรูปแบบการเทียบคะแนนที่เหมาะสม มาใช้ใน
การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 สังกัดกองการ
มัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษาในจังหวัดชัยนาท จำนวน 4,041 คน ที่ได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
แบบแบ่งชั้น แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรก จำนวน 3,081 คน ใช้สำหรับศึกษาการ
เทียบคะแนน เพื่อนำผลไปเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ และศึกษาพัฒนาการความสามารถ
ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มที่สอง จำนวน 960 คน ใช้สำหรับสอบทานผล เพื่อนำผลไปตรวจสอบ
ประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน เครื่องมือวัดที่ใช้เป็น แบบทดสอบคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ
และอสมการ ที่มีความเชื่อมั่นของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.745, 0.945
และ 0.951 ตามลำดับ และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านตัวเลข ที่มีความเชื่อมั่นของระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.792, 0.847 และ 0.708 ตามลำดับ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน ตามรูปแบบที่
ศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถต่างกันสามระดับ พบว่า มีค่าระหว่าง 0.1011 ถึง 0.1830 เป็น
ค่าระดับต่ำ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนต่ำที่สุด เป็นการเทียบคะแนนใน
แนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน
15 ข้อ มีความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยอยู่ในระดับยากมาก ($\bar{X} = 2.2$)

2. การวิเคราะห์ความเพียงพอของการเทียบคะแนน พบว่า ค่าดัชนีความแตกต่างของ
การเทียบคะแนน (C) อยู่ในระดับน่าพอใจมาก และระดับน่าพอใจ มีความเพียงพอของการ
เทียบคะแนนดีที่สุด เป็นการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก

สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน 15 ข้อ ที่ลักษณะความยากของข้อสอบรวมเฉลี่ยระดับยากมาก

3. การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ จากรูปแบบการเทียบคะแนนที่มีประสิทธิภาพ พบว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการสูงขึ้น และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการสูงขึ้นมาก

**A Developmental Study on Mathematical Ability of Lower Secondary School Students by
Vertical Equating through Appropriate Methods.**

AN ABSTRACT

BY

PATTHRAPORN KESSUNG

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

February 2003

Patthraporn Kessung. (2003). *A Developmental Study on Mathematical Ability of Lower Secondary School Students by Vertical Equating through Appropriate Methods*. Dissertation, Ed.D (Testing and Educational Measurement). Bangkok ; Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr. Boonchird Pinyoanuntapong,
Dr.Choosak Khampalikit, Asst. Prof. Dr. Nikom Tangkapipop.

The purpose of this study was to investigate the developmental study on mathematical ability and efficiency of vertical equating through Item Response Theory by two and three-parameter logistic models with internal and external Anchor Tests at multi-level of difficulty (hard and medium) and length (15, 10 and 5 items) of Anchor Tests from students of three different ability levels : Matayomsuksa (M) 1, 2, 3 students. An analysis of standard error and the adequacy of equating in each model were conducted to ascertain the quality of equating. The appropriate equating method was used in the developmental study on mathematical ability.

The sample was 4,041 students obtained by stratified random sampling from M.1, M.2 and M.3 under the jurisdiction of the Department of General Education in Chainat province, the first group including 3,081 students as equating sample and as the development study on mathematical ability, the second group including 960 students as across validation sample was used to test the efficiency of the equating. They were used for data collecting with the Mathematical Tests (equation and inequation) for M.1, M.2 and M.3, with a reliability of 0.745, 0.945, as well as 0.951, and the Numerical Aptitude Test for M.1, M.2 and M.3 with a reliability of 0.792, 0.847, as well as 0.708, respectively. The major findings were as follows :

1. The result standard error of equating the study model from students of three different ability levels ranged from 0.1011–0.1830, which was low. The vertical equating by using Item Response Theory of two-parameter logistic model for the hard difficulty internal Anchor Test with length of 15 items was lowest of all study equating models. ($\bar{x} = 2.2$)

2. The all study equating studied by Item Response Theory model for students of three different ability levels yielded the results which could be a high proportion of satisfactory and a proportion of satisfactory by evaluation through the discrepancy index of equation. The vertical equating through Item Response Theory of two-parameter logistic model for the hard - difficulty internal Anchor Test with length of 15 items was the best of all study equating models.

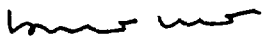
3. In the developmental study on mathematical ability by the efficiency equating models, it was found that the developmental on mathematical ability from M.1 to M.2 and M.2 to M.3 was high, but M.1 to M.3 was very high.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

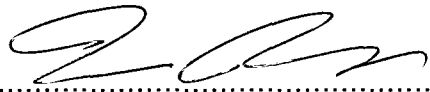
การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
โดยการเทียบคะแนนในแนวตั้งที่ใช้วิธีการที่เหมาะสม

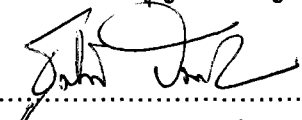
ของ
นางสาวภัทราพร เกษสังข์

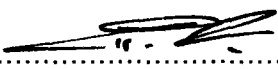
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุริยางค์บัณฑิต สาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

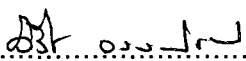

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร ณะพานิช)
วันที่ 8 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

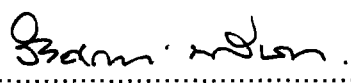
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลขิต)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตั้งกะพิภพ)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัช วรรณรัตน์)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.รังสรรค์ มณีเล็ก)

ปริญญาโทฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
ทุน “ทบวงมหาวิทยาลัย”

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความช่วยเหลือเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตลอดจนการให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องที่เป็นประโยชน์อย่างมาก จากคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รศ.ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต และ ผศ.ดร.นิคม ตั้งคะพิภพ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ รศ.ดร.วิรัช วรณรัตน์ และ ดร.รังสรรค์ มณีเล็ก ที่ท่านได้ให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่า และเป็นประโยชน์ต่อการสรรสร้างปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อการศึกษาวิจัย ตลอดจนการให้ความช่วยเหลือในด้านของการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณาทุนสนับสนุนการวิจัย “ทุนทบวงมหาวิทยาลัย” ที่สนับสนุนการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารสถาบันราชภัฏเลย ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาและอนุญาตให้ลาศึกษาต่อ โดยได้รับทุนโครงการพัฒนาอาจารย์ของสถาบันราชภัฏเลย นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารโรงเรียนต่าง ๆ ในจังหวัดชัยนาท และจังหวัดลพบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างดี รวมทั้งขอขอบคุณอาจารย์ชนาธิป ทุ้ยแป อาจารย์สุนีย์ แสงสัทธา อาจารย์พิชญา เกตุสกุล ดร.บรรจบ บุญจันทร์ และเพื่อนิสิตปริญญาเอกสาขาการทดสอบและวัดผลการศึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพร้อมมอบความสำเร็จ และความภาคภูมิใจให้กับคุณพ่อพิบูลย์ เกษสังข์ คุณแม่ระวีพร เกษสังข์ คุณพี่อรรณ เกษสังข์ ที่เป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ และสนับสนุนการศึกษาด้วยดีตลอดมาจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ภัทรพร เกษสังข์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ..... 1
	ภูมิหลัง..... 1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 6
	สมมติฐานในการวิจัย..... 7
	ความสำคัญของการวิจัย..... 7
	ขอบเขตของการวิจัย..... 8
	นิยามศัพท์เฉพาะ..... 11
	กรอบแนวคิดของการวิจัย..... 14
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16
	ความหมายของการเทียบคะแนน..... 16
	เงื่อนไขของการเทียบคะแนน..... 19
	ประเภทของการเทียบคะแนน..... 20
	แบบแผนของการเทียบคะแนน..... 22
	รูปแบบการเทียบคะแนน..... 25
	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน..... 33
	ความเพียงพอของการเทียบคะแนน..... 34
	หลักสูตรคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง..... 36
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเทียบคะแนน..... 41
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพัฒนาการ..... 56
	ทฤษฎีเซวาร์ปัญญาและความถนัด..... 60
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา คณิตศาสตร์..... 61
3	วิธีดำเนินการวิจัย..... 63
	ประชากร..... 63
	กลุ่มตัวอย่าง..... 63
	แบบแผนการเก็บข้อมูลในการเทียบคะแนนของการวิจัย..... 65
	เครื่องมือวิจัย..... 67
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบเทียบคะแนนและแบบทดสอบร่วมภายใน... 68

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3(ต่อ) วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก.....	70
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	71
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
ผลการตรวจสอบคุณสมบัติและการวิเคราะห์แบบทดสอบ.....	81
ผลการสร้างการดำเนินการเทียบคะแนน.....	96
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนนในแต่ละวิธี.....	106
ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและ อสมการ ของชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	122
5 สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	128
สรุปผลการวิจัย.....	129
อภิปรายผล.....	133
ข้อเสนอแนะ.....	136
บรรณานุกรม.....	138
ภาคผนวก.....	145
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	259

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาหลักสูตร มัธยมศึกษาตอนต้น รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ.....	39
2	จำนวนประชากรการวิจัย จำแนกตามโรงเรียน ในจังหวัดชัยนาท.....	64
3	จำนวนกลุ่มตัวอย่างการวิจัย จำแนกตามโรงเรียน ในจังหวัดชัยนาท.....	65
4	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1 ของแบบทดสอบสมการและ อสมการชั้น ม.1.....	81
5	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1 ของแบบทดสอบสมการและ อสมการชั้น ม.2.....	83
6	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1 ของแบบทดสอบสมการและ อสมการชั้น ม.3.....	85
7	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1 ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้าน จำนวนระหว่างชั้น ม.1-ม.2.....	87
8	ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1 ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้าน จำนวนระหว่างชั้น ม.2-ม.3.....	88
9	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบฉบับต่างๆ.....	90
10	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ย ระหว่างชั้น ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H2M15 H2M10 H2M5 M2M15 M2M10 M2M5 H2N15 H2N10 H2N5 M2N15 M2N10 และ M2N5.....	91
11	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ย ระหว่างชั้น ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H2M15 H2M10 H2M5 M2M15 M2M10 M2M5 H2N15 H2N10 H2N5 M2N15 M2N10 และ M2N5.....	93
12	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ย ระหว่างชั้น ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H3M10 H3M10 H3M5 M3M15 M3M10 M3M5 H3N15 H3N10 H3N5 M3N15 M3N10 และ M3N5.....	94
13	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ย ระหว่างชั้น ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H3M10 H3M10 H3M5 M3M15 M3M10 M3M5 H3N15 H3N10 H3N5 M3N15 M3N10 และ M3N5.....	95
14	ค่าความสามารถ θ จากรูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์และคะแนนสอบ (x) ของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3	97

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 ค่าความสามารถ θ จากรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์และคะแนนสอบ (x) ของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3.....	99
16 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบในชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ที่ทำแบบทดสอบ ระดับชั้นอื่นๆ จากกลุ่มสอบทานผล.....	107
17 คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (\bar{X}_E) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ความคลาดเคลื่อน (SD_E) และคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการ เทียบคะแนน (SEE) ในระดับคะแนนทั้งหมดของทุกระดับคะแนนในแต่ละ วิธี.....	108
18 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนน แบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบ ทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความ ยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ.....	111
19 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนน แบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบ ทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความ ยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลางที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ....	112
20 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนน แบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบ ทดสอบ ภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความ ยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่ความยาว 15 ข้อ.....	113
21 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนน แบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบ ทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความ ยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่ความยาว 10 ข้อ.....	114
22 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนน แบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบ ทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความ ยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่ความยาว 5 ข้อ.....	115

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
23 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ.....	116
24 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลางที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ.....	117
25 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่ความยาว 15 ข้อ.....	118
26 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่ความยาว 10 ข้อ.....	119
27 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน(C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกโดยมีลักษณะความยาก ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่ความยาว 5 ข้อ.....	120
28 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของการเทียบคะแนนในภาพรวมของทุกวิธี...	121
29 ค่าสถิติพื้นฐานของผลการสอบของนักเรียนชั้น ม.2 และชั้น ม.1 กับ ม.3 ภายหลังการเทียบคะแนนจากสามวิธี.....	123
30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนสามวิธี.....	125
31 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากการเทียบคะแนนสามวิธี.....	126

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
32	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเทียบคะแนนนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ H2M15.....	12
33	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ H2M15.....	124
34	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเทียบคะแนนนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ H2M10.....	124
35	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ H2M10.....	125
36	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเทียบคะแนนนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ H2M5.....	125
37	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ H2M5.....	126

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปแบบของแบบทดสอบร่วมภายใน.....	12
2 รูปแบบของแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก.....	12
3 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	15
4 การเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating).....	21
5 การเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating).....	22
6 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเทียบคะแนนแบบทดสอบ.....	24
7 แบบแผนการเทียบคะแนน.....	66
8 แบบแผนการรวบรวมข้อมูลในการเทียบคะแนน.....	66
9 แบบแผนการรวบรวมข้อมูลในการสอบทานผล.....	66
10 รูปแบบการจัดฉบับแบบทดสอบที่มีข้อสอบร่วมภายในระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง...	67
11 สรุปลักษณะการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกน ฉบับที่ 1.....	82
13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกน ฉบับที่ 2	84
14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกน ฉบับที่ 3	86
15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกน แบบทดสอบวัด ความถนัด ม.1 – ม.2	87
16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกน แบบทดสอบวัด ความถนัด ม.2 – ม.3	89
17 แสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบ H2M15	131
18 แสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบ H2M10	132
19 แสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบ H2M5	133

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องมีองค์ประกอบหลายด้าน และองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งที่นอกเหนือจากด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ก็คือ การจัดการศึกษา ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหันมาสนใจกับการพัฒนาคนให้มีความสามารถสูงขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ อันจะเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการพัฒนาประเทศให้ไปสู่ความก้าวหน้าได้มาก

เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐาน ที่สำคัญยิ่งในการคิดค้นและพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ ๆ ประเทศใดมีบุคลากรที่มีศักยภาพเป็นจำนวนมากในด้านความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ก็จะเป็นเครื่องบ่งชี้ที่สำคัญประการหนึ่งว่า ประเทศนั้นมีความเจริญก้าวหน้ามากกว่าประเทศอื่น ๆ จึงส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ ให้ความสำคัญกับการศึกษาในสาขาวิชาคณิตศาสตร์เป็นพิเศษ อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่สำคัญยิ่งศาสตร์หนึ่งซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาการด้านต่าง ๆ และมีบทบาทสำคัญในการศึกษาวิชาการแขนงต่าง ๆ คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาบุคคลให้เป็นคนคิดเป็น มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดั่งจุดประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นระบุว่า เพื่อให้ให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณ เพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและสามารถใช้เหตุผลในการแสดงความคิดอย่างมีระเบียบรัดกุม (ยุพิน พิพิธกุล, 2531 : 1) และผู้ที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ผลดีจะต้องมีสมรรถภาพสมองบางประการที่เหมาะสม มีการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า มีสามองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านเหตุผล องค์ประกอบด้านจำนวน และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (กิติพงษ์ ลิขิตบุญฤทธิ์, 2537 : บทคัดย่อ)

การประเมินผลผู้เรียนโดยพิจารณาพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรม และการทดสอบควบคู่กันไปในกระบวนการเรียนการสอน ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษาเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ความเข้าใจในตัวเด็กเข้าใจสภาพการเรียนการสอนที่เป็นอยู่ อันจะนำไปสู่การจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและตัวผู้เรียน เพื่อปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่ง บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2544 : 27, 47) กล่าวว่า การประเมินการเรี้นรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนแต่ละคนมีขั้นพัฒนาการที่แตกต่างกัน ดังนั้นการประเมินและทดสอบต้องเป็นแบบเฉพาะแต่ละคน และมีความเหมาะสมกับพัฒนาการ และให้สารสนเทศของวิธีการ

ที่จะนำมาสอนผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสรรคสร้างผู้เรียนให้มีความสำเร็จมากยิ่งขึ้น การประเมินที่เหมาะสมกับการพัฒนาการ ได้มาจากการพัฒนาหลักสูตรอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการและในทางกลับกัน หลักสูตรมีความเหมาะสมกับการพัฒนาการของผู้เรียน ได้มาจากการประเมินที่เหมาะสมกับการพัฒนาการ และลักษณะสำคัญของการประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีลักษณะที่มุ่งรวบรวมสารสนเทศของการพัฒนาการและการเรียนมุ่งเน้นพัฒนาการที่เกิดขึ้นอย่างเด่นชัด สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 30 ได้บัญญัติไว้ว่า ให้สถานศึกษาพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถทำวิจัย เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษา จะเห็นได้ว่าพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาในทุกๆ ด้าน และจากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง ดังนั้นครูผู้สอนควรตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาการของผู้เรียน และการรู้ถึงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนาการเรียนการสอนที่เหมาะสม ทั้งยังก่อให้เกิดการเรียนรู้ พัฒนาการความสามารถและแนวโน้มเป็นไปในทิศทางและรูปแบบใดอันจะพัฒนาไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

การศึกษาเชิงพัฒนาการเป็นการศึกษาที่ดูความก้าวหน้าของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่เพียงแต่ศึกษาสภาพที่เกิดขึ้น และความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์เท่านั้น ยังรวมถึงการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ กันอีกด้วย แบ่งออกเป็นสองประเภท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 30 และ บุญธรรม กิจปรีดาภิสุทธิ์. 2540 : 48, 121, 222) ประเภทแรก คือ การศึกษาความเจริญเติบโต (Growth Studies) ซึ่งอาจจะศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน ในช่วงเวลาต่างกัน เรียกว่า การศึกษาระยะยาว (Longitudinal Studies) และการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างต่างๆ กันหลายกลุ่ม ที่เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงการพัฒนาการขณะใดขณะหนึ่งพร้อมกัน เรียกว่า การศึกษาภาคตัดขวาง (Cross Sectional Studies) และประเภทที่สอง การศึกษาแนวโน้ม (Trend Studies) ซึ่งเป็นการศึกษาพัฒนาการหรือการเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตโดยใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นแล้วในอดีตและปัจจุบันเป็นตัวทำนาย

การศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของผลการศึกษาในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน เช่น การศึกษาทุกๆ ปีการศึกษาอย่างต่อเนื่องนั้น เมื่อนำคะแนนที่ได้จากการสอบในแต่ละปีการศึกษามาเปรียบเทียบกัน เพื่อให้เห็นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของพัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละปีการศึกษาที่ผ่านมา นั้น ถ้าใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน ดำเนินการสอบในทุกปีการศึกษาแล้วก็จะสามารถนำคะแนนดิบที่ได้มาเทียบกันโดยตรง แต่ในทางปฏิบัตินั้นเมื่อนำแบบทดสอบไปใช้แล้วครั้งหนึ่งก็ไม่สามารถที่จะนำข้อสอบทั้งหมดมานำใช้ซ้ำอีก ทั้งนี้เพราะสถานการณ์ในการสอบบางอย่างอาจเปลี่ยนแปลงไป (Klein & Jarjoura. 1985 : 197) การนำคะแนนที่ได้ในช่วงเวลาที่ต่างกันของปีการศึกษาต่างๆ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ต่างกันและใช้เครื่องมือวัดที่ต่างกันมาเปรียบเทียบกัน โดยตรงจะทำให้ผลการเปรียบเทียบขาดความแม่นยำและเกิดความคลาดเคลื่อนสูง นอกจากนี้โดยทั่วไปการประเมินคุณภาพทางการศึกษาเป็นการดำเนินการประเมินนักเรียนในระดับชั้นใดชั้นหนึ่ง

ส่วนมากมักเป็นชั้นปีสุดท้ายของระดับการศึกษานั้นๆ อาทิ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นการประเมินจุดหมายปลายทางในแต่ละระดับ โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินภาพรวมคุณภาพของผลผลิต จากการจัดการศึกษารองลงมาเป็นการประเมินชั้นที่อยู่ระหว่างกลาง ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นการประเมินผลระหว่างทาง โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาข้อบกพร่องในกระบวนการเรียนการสอนเป็นสำคัญ อันนำไปสู่การเร่งแก้ปัญหาได้ทัน่วงทีก่อนที่นักเรียนจะจบการศึกษาออกไปจากโรงเรียน แม้การประเมินทั้งสองลักษณะจะให้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบาย หรือการพัฒนาการเรียนการสอนในระดับหนึ่ง ดังเช่น งานวิจัยของ จีร์พร สามารถ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละ โดยใช้ชุดฝึกสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก และ ขจรศักดิ์ สุนลี (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจ และความสนใจในการเรียนภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสอนแบบ CIRC ประกอบกับการใช้สื่อในชีวิตประจำวัน โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง เป็นต้น แต่ก็ยังนับว่าไม่เพียงพอ ในการสรุปโยงความสัมพันธ์ระหว่างผลการประเมินต่างระดับชั้นเหล่านั้นอย่างน่าเชื่อถือได้ เพราะการประเมินในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ต่างกันและใช้เครื่องมือวัดที่ต่างกันมาเปรียบเทียบกันโดยตรง ทำให้ผลการเปรียบเทียบมีความคลาดเคลื่อนสูง ขาดความแม่นยำของสารสนเทศ อันส่งผลสืบเนื่องให้การตัดสินใจสรุปผลผิดพลาดได้ ดังนั้นการแก้ไขปัญหาคือการเปรียบเทียบผลการเรียนของบุคคลต่างกลุ่มที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ต่างกัน ในปีการศึกษาเดียวกัน เพื่อนำมาเปรียบเทียบและศึกษาความก้าวหน้าหรือพัฒนาการในการเรียนได้ จึงควรใช้วิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้ง (Vertical Equating) ในปีการศึกษาเดียวกัน ระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับ ได้จากนักเรียนต่างกลุ่มก่อน แล้วจึงนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน การเทียบคะแนนดังกล่าว เป็นวิธีการเปลี่ยนระบบหน่วยคะแนนของแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ไปสู่ระบบหน่วยคะแนนของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง เพื่อให้ได้คะแนนที่แปลงจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีความเท่าเทียมกัน (Angoff, 1971 : 562) ผลการเปรียบเทียบจึงให้สารสนเทศที่ถูกต้อง แม่นยำ และเพียงพอต่อการตัดสินใจมาก

ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต (2527 : 2) ได้กล่าวถึงการเทียบคะแนนว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ทำให้แบบทดสอบสองฉบับใดๆ มีความเท่าเทียมกันในเชิงโครงสร้าง และการใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อปรับคะแนนที่ได้จากการสอบแต่ละครั้งให้อยู่ในมาตราเดียวกันและเปรียบเทียบกันได้ ซึ่ง แฮมเบิลตันและสวามินาธาน (Hambleton & Swaminathan, 1985 : 197) ได้แบ่งการเทียบคะแนนออกเป็นสองสถานการณ์ คือ การเทียบคะแนนในแนวนอน (Horizontal Equating) เป็นการเทียบคะแนนในกรณีที่มีแบบทดสอบต่างฉบับนำมาเปรียบเทียบกัน โดยมีระดับความยาก (Levels of Difficulty) ใกล้เคียงกัน และการแจกแจงความสามารถของผู้สอบ (Ability Distributions of Examinees) ที่นำมาทดสอบมีความสามารถใกล้เคียงกัน และการเทียบคะแนนในแนวตั้ง

(Vertical Equating) เป็นการเทียบคะแนนในกรณีที่มีแบบทดสอบต่างฉบับนำมาเปรียบเทียบกัน โดยมึระดับความยากต่างกัน และความสามารถของกลุ่มผู้สอบที่นำมาทดสอบมีความสามารถต่างกัน

ในการเทียบคะแนนนอกจากจะจำแนกตามความแตกต่างของความยากของแบบทดสอบ และความสามารถของผู้สอบ คือ การเทียบคะแนนในแนวนอน และการเทียบคะแนนในแนวตั้งแล้วยังสามารถจำแนกตามทฤษฎีการวัดผลได้สองรูปแบบ คือ รูปแบบการเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory) ซึ่ง แฮมบลตัน (Hambleton & Swaminathan, 1985 : 200 ; citing Angoff, 1971, 1982) จำแนกเป็นสามวิธี คือ วิธีอีควิเปอร์-เซนไทล์ (Equipercentile Equating) วิธีเทียบแบบเชิงเส้นตรง (Linear Equating) และวิธีการถดถอย (Regression Method) และรูปแบบการเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory) สำหรับรูปแบบการเทียบคะแนน โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบเป็นการเทียบคะแนนตามวิธีการที่อาศัยรูปแบบความน่าจะเป็น ในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องของผู้สอบตอบข้อสอบใดๆ ว่าขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งประมาณค่าได้จากโค้งแสดงลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve) ของแต่ละรูปแบบที่ใช้ ซึ่งอาจจะเป็นรูปแบบหนึ่ง สอง หรือสาม พารามิเตอร์ โดยไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง (Lord & Novick, 1968 : 359) นอกจากนี้การเทียบคะแนนยังมีความแตกต่าง ในเรื่องแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้สำหรับในการเทียบคะแนน ซึ่ง ปีเตอร์เซน และคณะ (Petersen and others, 1989 : 244 - 246) ได้จำแนกแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น ผู้สอบกลุ่มเดียว (Single Group Design) ผู้สอบกลุ่มสุ่มที่ได้รับการจัดให้สมดุล (Counterbalanced Random Group Design) ผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน (Equivalent Group Design) ผู้สอบกลุ่มสุ่มสองกลุ่มโดยมีแบบทดสอบร่วม (Anchor Test Random Group Design) และกลุ่มผู้สอบที่ไม่เท่าเทียมกัน โดยมีแบบทดสอบร่วม (Anchor Test Non - Equivalent Group Design) ส่วนในแบบทดสอบร่วมนั้นจะมีสองลักษณะ คือ แบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก (External Anchor Test)

ข้อสอบประเภทให้คะแนนรายข้อแบบ 0, 1 ที่นิยมใช้กันมีสามแบบ คือ รูปแบบหนึ่งพารามิเตอร์ สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ การตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบใดขึ้นอยู่กับลักษณะของการเทียบคะแนนและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่ใหญ่นัก แบบหนึ่งพารามิเตอร์จะมีความเหมาะสมในการใช้กับการเทียบคะแนนในแนวนอน (Horizontal Equating) แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ควรเลือกรูปแบบสองพารามิเตอร์ หรือสามพารามิเตอร์ จะเหมาะสมกว่า สำหรับการเทียบคะแนนในแนวตั้ง (Vertical Equating) เนื่องจากการใช้แบบหนึ่งพารามิเตอร์ลักษณะข้อสอบอาจจะไม่สอดคล้องกับรูปแบบ (Slinde & Linn, 1978 : 23 - 35, 1979 : 159 - 165) วิธีการเทียบคะแนนที่ใช้ได้ผลดีที่สุดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ รูปแบบการเทียบคะแนน วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ความยาวของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น วิธีการเทียบคะแนนที่ดีมีประสิทธิภาพก็จะทำให้ผลของการเทียบคะแนนน่าเชื่อถือ

เมื่อพิจารณาการเทียบคะแนนมีรูปแบบ และตัวแปรที่นำไปศึกษาหลากหลาย ได้แก่ การศึกษาของสไลด์ และลินน์ (Slinde & Linn. 1979 : 159) พบว่า การเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบที่มีความยากแตกต่างกัน และระดับความสามารถของผู้สอบต่างกัน แบบโลจิสติกให้ผลการเทียบคะแนนเชื่อถือได้ นอกจากนี้ โคลเลน (Kolen. 1981 : 9) กล่าวว่า การเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ สำหรับแบบทดสอบที่มีความยากแตกต่างกันมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมา คือ การเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง และ เปเตียง (Patience. 1990) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเทียบคะแนนในแนวตั้งระหว่างระดับชั้น โดยใช้วิธีการเทียบคะแนนห้าวิธี ได้แก่ วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ วิธีการของเซอร์สโตน วิธีการใช้รูปแบบโลจิสติก หนึ่ง สอง และ สามพารามิเตอร์ พบว่า วิธีการเทียบคะแนนทั้งห้าวิธี ให้ผลการเทียบคะแนนคล้ายคลึงกันในแบบทดสอบฉบับง่ายและยากปานกลาง เมื่อใช้แบบทดสอบฉบับยาก วิธีของเซอร์สโตน และ วิธีสองพารามิเตอร์ ให้ผลคล้ายคลึงกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบรวมมากกว่า นอกจากนี้ ฮิลล์ สับฮิยาห์ และเฮิร์ช (Hill, Subhiyah & Hirsch. 1988) พบว่า ข้อสอบร่วมตั้งแต่ 10 ข้อขึ้นไป ที่สุ่มจาก 30 ข้อ มีประสิทธิภาพความเพียงพอในการเทียบคะแนน ซึ่งแองกอฟ (Angoff. 1984 : 107) ได้เสนอว่า ความยาวของแบบทดสอบร่วมภายในควรมีข้อสอบร่วมอย่างน้อยร้อยละ 20 ส่วนราชู และคณะ (Hills, Subhiyah & Hirsch. 1988 : 221 - 231 ; citing Raju and others. 1986) กล่าวว่า แบบทดสอบร่วมขนาด 5 - 6 ข้อ ก็เพียงพอในการเทียบคะแนนด้วยวิธีการ IRT ซึ่งเบรนนอน และ โคลเลน (Brennan & Kolen. 1987 : 285) เสนอว่า ในการเทียบคะแนนแต่ละกลุ่มควรมีขนาดไม่ต่ำกว่า 400 คน และกลุ่มสอบทานผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 % ของกลุ่มเทียบคะแนน และปีเตอร์เซน มาร์โค และสตีเวอร์ท (Petersen, Macro & Stewart. 1982 : 71 - 35) ได้ทำการตรวจสอบความเพียงพอของรูปแบบการเทียบคะแนน วิธีแบบเชิงเส้นตรง และวิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ คือ ลักษณะของแบบทดสอบร่วม (ภายในหรือภายนอก) เนื้อหา (เหมือนหรือแตกต่าง) และระดับความยาก (เหมือนหรือแตกต่าง) พบว่า ค่าระดับความยากระหว่างแบบทดสอบร่วมและแบบทดสอบเทียบคะแนนแตกต่างกัน จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนนมีมากกว่าความแตกต่างในเนื้อหาและความยากที่ต่างกัน

จากการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเทียบคะแนน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนมีมากมาย ได้แก่ แบบการเทียบคะแนน ความยาวของแบบทดสอบ ความยาวและความยากของแบบทดสอบร่วม เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่นำไปใช้ จะเห็นว่าวิธีการเทียบคะแนน ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบเป็นวิธีที่นิยมและเหมาะสมที่สุด ซึ่งความยาวและความยากของแบบทดสอบร่วมก็มีผลต่อประสิทธิภาพในการเทียบคะแนน จึงมีประเด็นที่น่าสนใจต่อไปว่า ความยาวน้อยที่สุดของแบบทดสอบร่วมเท่าใดจึงจะเหมาะสม ความยากควรมีลักษณะอย่างไรและการใช้แบบทดสอบร่วมภายในกับแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกแบบใดจึงจะเหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการเทียบคะแนนในแนวตั้งอยู่ในระดับที่น่าพอใจ เพื่อจะได้พิจารณาเลือกนำไปใช้ ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถของนักเรียนให้เหมาะสม สะดวก ประหยัด เกิด

ความยุติธรรมเหมาะสมแก่ผู้สอบและสถานการณ์ที่ใช้ อันจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้การเทียบคะแนนมีความแม่นยำ ถูกต้อง และน่าเชื่อถือ

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจในการศึกษาการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ โดยใช้รูปแบบโลจิสติก สอง และสามพารามิเตอร์ ระหว่างแบบทดสอบรวมภายในกับแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีความยาวของแบบทดสอบรวมขนาดต่างๆ กัน พร้อมทั้งค่าความยากของแบบทดสอบรวมมีลักษณะต่างๆ ที่ใช้ในการเทียบคะแนน เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 โดยนักเรียนทั้งสามชั้น เป็นนักเรียนในภาคการศึกษา และปีการศึกษาเดียวกัน อันเป็นการศึกษาพัฒนาการในลักษณะภาคตัดขวางโดยจัดให้มีแบบทดสอบรวม ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบรวมจะนำมาใช้ในการปรับความแตกต่างระหว่างความสามารถของนักเรียนต่างระดับชั้น แล้วปรับค่าความยากของข้อสอบรวมระหว่างชั้น ที่ใช้สำหรับการเทียบคะแนนของทุกระดับชั้นให้อยู่ในมาตราหรือสเกลเดียวกัน อันจะทำให้เห็นพัฒนาการที่ต่อเนื่องของแต่ละชั้นได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ในแต่ละรูปแบบของตัวแปรที่ศึกษา อันจะเป็นสารสนเทศในการเลือกใช้วิธีการเทียบคะแนนที่เหมาะสม ในสาขาวิชาและระดับชั้นเรียนต่อไปในอนาคต

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก สอง และสามพารามิเตอร์ จากกลุ่มผู้สอบต่างกันสามระดับชั้น ได้แก่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และ มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก สอง และสามพารามิเตอร์ ที่ใช้แบบทดสอบรวมภายใน ที่มีความยาวและความยากขนาดต่างกัน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก สองและสามพารามิเตอร์ ที่ใช้แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีความยาวและความยากขนาดต่างกัน
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 โดยเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละชั้น ภายหลังจากเทียบคะแนนนักเรียนแต่ละชั้นให้อยู่ในมาตราเดียวกัน ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก สอง และสามพารามิเตอร์ ที่ใช้แบบทดสอบรวมภายใน ที่มีขนาดความยาวและระดับความยากต่างกัน

4. เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 โดยเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละชั้น ภายหลังจากเทียบคะแนนนักเรียนแต่ละชั้นให้อยู่ในมาตราเดียวกัน ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติกสองและสามพารามิเตอร์ ที่ใช้แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีขนาดความยาวและระดับความยากต่างกัน

สมมุติฐานในการวิจัย

1. การเทียบคะแนนในแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ ทั้งรูปแบบโลจิสติกสองและสามพารามิเตอร์ ที่ใช้แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก เมื่อความยาวขนาดต่างกันและความยากระดับต่างกัน มีประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนแตกต่างกัน
2. ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบในแต่ละรูปแบบของตัวแปรที่ศึกษา

ความสำคัญของการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาสองแนวทาง ได้แก่ การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ซึ่งคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์ คือ ได้สารสนเทศ (Information) ความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถนำไปใช้ ในการวางแผนและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น พร้อมทั้งได้สารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ รูปแบบโลจิสติก สอง และสามพารามิเตอร์ ของแบบทดสอบร่วมที่มีความยาวและความยากขนาดต่างกัน ที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์การเทียบคะแนนต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชัยนาท ปีการศึกษา

2544 จำนวน 14 โรงเรียน ประกอบด้วยนักเรียน ชั้น ม.1 จำนวน 2,245 คน ม.2 จำนวน 2,113 คน และ ม.3 จำนวน 1,806 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีระดับชั้นเรียนเป็นระดับชั้นของการสุ่ม ด้วยอัตราส่วน ร้อยละ 50 และ 15 ของนักเรียนทุกชั้นเรียนทุกโรงเรียน สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เทียบคะแนน และกลุ่มสอบทานผล ตามลำดับ ผลการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนนได้นักเรียนแต่ละชั้น จำนวน 1,122 1,056 และ 903 คน และกลุ่มตัวอย่างสอบทานผลได้นักเรียนแต่ละชั้น จำนวน 340 320 และ 300 คน สำหรับนักเรียนชั้น ตามลำดับ

2. ตัวแปรในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาในสองแนวทาง คือ การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์และการศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน ดังนั้นตัวแปรในการวิจัยจึงจำแนกออกเป็น 2 ชุด คือ

2.1 ชุดหาคำตอบเรื่องพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปร ดังนี้

2.1.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ระดับชั้นของนักเรียน จำแนกเป็น นักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3

2.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์

2.2 ชุดหาคำตอบเรื่องวิธีการเทียบคะแนน ประกอบด้วยตัวแปรดังนี้

2.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

2.2.1.1 รูปแบบการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ แบ่งออกเป็นสองรูปแบบ คือ รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ และ สามพารามิเตอร์

2.2.1.2 ขนาดความยาวของแบบทดสอบรวม แบ่งออกเป็นสามขนาด คือ 15 ข้อ 10 ข้อ และ 5 ข้อ โดยใช้ความยาวของแบบทดสอบรวมตั้งต้น 20 ข้อ

2.2.1.3 ระดับความยากของแบบทดสอบรวม แบ่งออกเป็นสองระดับ คือ แบบทดสอบรวมที่มีระดับความยากมาก และระดับความยากปานกลาง

2.2.1.4 ชนิดของแบบทดสอบรวม แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ แบบทดสอบรวมภายใน (Internal Anchor Test) และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก (External Anchor Test)

2.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน และดัชนีความแตกต่างของการเปรียบเทียบ

3. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้จากการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและอสมการ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และความถนัดด้านจำนวน จากนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชัยนาท

4. ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ เป็นความสามารถในการเรียนรู้ เรื่อง สมการและอสมการ ที่วัดจากแบบทดสอบเลือกตอบห้าตัวเลือก แบบทดสอบแต่ละชั้นที่วัด

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่มีคะแนนจริงสมมูลกัน (Essentially Tau - Equivalent Test) โดยมีเนื้อหา โครงสร้าง รูปแบบ และชนิดข้อสอบคล้ายคลึงกัน แต่มีความยากแตกต่างกัน คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะเท่าเทียมกันมีคะแนนจริง (T) สองฉบับต่างกันเท่ากับ C ดังนั้น $T_j + C = T_j^*$ โดยที่ j^* คือ แบบทดสอบฉบับที่มีระดับความยากต่างจากฉบับที่ j เท่ากับ C (Allen & Yen. 1979 : 57)

5. การศึกษาพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ครั้งนี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวาง (Cross Sectional Study) ที่ศึกษาจากนักเรียนทั้งสามระดับชั้น ในปีการศึกษาเดียวกัน

6. วิธีการเทียบคะแนน ใช้วิธีการตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ และใช้แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ในแต่ละขนาดความยาวของแบบทดสอบร่วม ที่ระดับความยากต่างกัน และศึกษาในแต่ละระดับความยากง่ายของแบบทดสอบร่วม ที่ความยาวขนาดต่างกัน ในการแปลงคะแนนนักเรียนแต่ละชั้นให้อยู่ในมาตราเดียวกัน เพื่อใช้ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างชั้น ซึ่งวิธีการเทียบคะแนนที่ศึกษามี 24 วิธี คือ

6.1 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ

6.2 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 10 ข้อ

6.3 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 5 ข้อ

6.4 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ

6.5 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ

6.6 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ

6.7 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ

6.8 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 10 ข้อ

6.9 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 5 ข้อ

6.10 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ

- 6.11 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ
- 6.12 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ
- 6.13 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในโดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ
- 6.14 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในโดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 10 ข้อ
- 6.15 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในโดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 5 ข้อ
- 6.16 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในโดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ
- 6.17 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในโดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ
- 6.18 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในโดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ
- 6.19 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ
- 6.20 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 10 ข้อ
- 6.21 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 5 ข้อ
- 6.22 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ
- 6.23 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ
- 6.24 การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ
7. แบบแผนของการเก็บรวบรวมข้อมูลของการเทียบคะแนนที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบแผนกลุ่มผู้สอบที่ไม่เท่าเทียมกันจากแบบทดสอบร่วม (Anchor Test Non - Equivalent Group Design) ซึ่งแบบทดสอบร่วมแบ่งออกเป็นสองแบบ คือ
- 7.1 แบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) เป็นแบบทดสอบที่มีข้อสอบร่วมระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง วิชาคณิตศาสตร์อยู่ภายในแบบทดสอบเทียบคะแนน

7.2 แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก (External Anchor Test) เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน ที่แยกออกมาจากแบบทดสอบเทียบคะแนน

8. การศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนน เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ และ สามพารามิเตอร์ ระหว่างแบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีความยาวขนาดต่างกันสามขนาด คือ 15 ข้อ 10 ข้อ และ 5 ข้อ และความยากระดับต่างกันสองระดับ คือ ยากมาก และยากปานกลาง

นियามศัพท์เฉพาะ

1. การเทียบคะแนน หมายถึง กระบวนการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 และแบบทดสอบวัดความถนัด ให้เป็นคะแนนที่อยู่ในมาตราหรือสเกล (Scale) เดียวกัน เพื่อให้สามารถเทียบคะแนนกันได้

2. การเทียบคะแนนในแนวตั้ง หมายถึง การเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันแต่มีความยากระดับต่างกันสามระดับชั้น คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 และนำไปสอบกับผู้ที่มีความสามารถต่างกันสามระดับ คือ ผู้ที่สอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งในการวิจัยนี้จะใช้ การเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์

3. ความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ทางด้านสมการและอสมการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ที่วัดจากข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

4. พัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น ภายหลังจากการเทียบคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ให้อยู่ในมาตราเดียวกันแล้ว ซึ่งเป็นนักเรียนคนละกลุ่มที่เรียนอยู่ในภาคการศึกษาและปีการศึกษาเดียวกัน โดยค่าเฉลี่ยความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และค่าเฉลี่ยความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

5. แบบทดสอบเทียบคะแนน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2521 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ในแต่ละระดับชั้น

6. แบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) หมายถึง แบบทดสอบที่วัดเนื้อหาในระดับชั้นของตน จำนวน 30, 10 และ 30 ข้อ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และข้อสอบร่วมภายใน

7. ข้อสอบร่วมภายใน หมายถึง ข้อสอบร่วมระหว่างชั้นที่ต่อเนื่องที่อยู่ในแบบทดสอบร่วมภายในแต่ละระดับชั้นที่ต่อเนื่องนั้น แบ่งออกเป็นสองชุด ดังนี้

ข้อสอบร่วมระหว่างชั้นที่ต่อเนื่องชั้น ม.1-ม.2 จำนวน 20 ข้อ จัดอยู่ในแบบทดสอบเทียบคะแนนของระดับชั้น ม.1 และ ระดับชั้น ม.2

ข้อสอบร่วมระหว่างชั้นที่ต่อเนื่องชั้น ม.2-ม.3 จำนวน 20 ข้อ จัดอยู่ในแบบทดสอบเทียบคะแนนของระดับชั้น ม.2 และ ระดับชั้น ม.3

สามารถเขียนเป็นรูปแบบของแบบทดสอบร่วมภายใน ได้ดังภาพประกอบ 1

ระดับชั้น	แบบทดสอบร่วม	ข้อสอบร่วมระหว่างชั้น ม.1-2	ข้อสอบร่วมระหว่างชั้น ม.1-3
ม.1	30 ข้อ	20 ข้อ	-
ม.2	10 ข้อ	20 ข้อ	20 ข้อ
ม.3	30 ข้อ	-	20 ข้อ

ภาพประกอบ 1 รูปแบบของแบบทดสอบร่วมภายใน

8. แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก (External Anchor Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ร่วมกันแต่จัดสอบแยกจากแบบทดสอบเทียบคะแนนแต่ละระดับชั้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน เป็นชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยที่แบบทดสอบดังกล่าวจะวัดความถนัดด้านจำนวน (Numerical) คือ มีความเข้าใจ ความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ และความหมายของจำนวนตัวเลข และมีความแม่นยำคล่องแคล่ว ในการบวก ลบ คูณ หาร สามารถเขียนรูปแบบของแบบทดสอบ ได้ดังภาพประกอบ 2

ระดับชั้น	แบบทดสอบเทียบคะแนน	แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก
ม.1	50 ข้อ	20 ข้อ
ม.2	50 ข้อ	20 ข้อ
ม.3	50 ข้อ	20 ข้อ

ภาพประกอบ 2 รูปแบบของแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก

9. ขนาดความยาวของแบบทดสอบร่วม หมายถึง จำนวนข้อที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 15 ข้อ 10 ข้อ และ 5 ข้อ โดยมีข้อสอบร่วมตั้งต้น 20 ข้อ

10. ระดับความยากของแบบทดสอบร่วม หมายถึง ความยากของแบบทดสอบร่วมที่นำมาใช้ในการศึกษา มีระดับต่างกันสองระดับ ดังนี้

10.1 แบบทดสอบร่วมที่มีระดับความยากมาก หมายถึง แบบทดสอบร่วมที่มีพิสัยระดับความยาก ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ อยู่ในช่วง 1.90 ถึง 2.50 ตามความยาวของแบบทดสอบร่วมที่ต้องการศึกษา คือ 15 ข้อ 10 ข้อ และ 5 ข้อ ตามลำดับ

10.2 แบบทดสอบร่วมที่มีระดับความยากปานกลาง หมายถึง แบบทดสอบร่วมที่มีพิสัยระดับความยาก ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ อยู่ในช่วง 1.30 ถึง 1.89 ตามความยาวของแบบทดสอบร่วมที่ใช้ในการศึกษา คือ 15 ข้อ 10 ข้อ และ 5 ข้อ ตามลำดับ

11. คะแนนสมมูล (Equivalent Scores) หมายถึง คะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างชุดที่เทียบคะแนนกันได้ว่าเป็นคะแนนที่เทียบเท่ากันในแต่ละวิธี

12. คะแนนเกณฑ์ (Criterion Scores) หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบชุดแรกของกลุ่มสอบทานผลในแต่ละวิธี

13. กลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน (Equating Samples) หมายถึง กลุ่มที่สอบแบบทดสอบเทียบคะแนนในระดับชั้นของดนมมีแบบทดสอบร่วมภายใน และสอบแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างนี้ นำมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์และการสร้างคะแนนแปลงตามรูปแบบการเทียบคะแนนในแนวตั้งสามระดับ ในแต่ละรูปแบบของตัวแปรที่ศึกษา

14. กลุ่มตัวอย่างสอบทานผล (Cross - Validation Samples) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มประชากรนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนนโดยไม่มีหน่วยตัวอย่างซ้ำกันเลย กลุ่มตัวอย่างสอบทานผลนี้ได้จากการสุ่มประชากรครั้งเดียวกับการสุ่มประชากรของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน โดยทุกคนต้องทำแบบทดสอบเทียบคะแนนที่มีแบบทดสอบร่วมภายในทั้งสามฉบับ และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกผลการสอบที่ได้ นำมาใช้ในการวิเคราะห์สอบทานผลการเทียบคะแนนในแนวตั้งสามระดับเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน ในแต่ละรูปแบบของตัวแปรที่ศึกษา

15. รูปแบบการเทียบคะแนนที่เหมาะสม หมายถึง รูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเทียบคะแนนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน ที่มีค่าน้อยและความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนนอยู่ในระดับที่น่าพอใจมาก

16. ประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน (Efficiency of Equating) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของการเทียบคะแนน ซึ่งพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนและความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนน

17. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการเทียบคะแนน (Standard Error of Equating : SEE) หมายถึง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างคะแนนสมมูลกับคะแนนเกณฑ์

18. ดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Comparison Index : C) หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนรวม (Total error : Te) ซึ่งคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่างของคะแนนที่สมมูล ซึ่งได้จากการเทียบคะแนนกับคะแนนเกณฑ์ที่ได้ถ่วงน้ำหนัก ด้วยความแปรปรวนของคะแนนเกณฑ์ ดังนั้นค่าที่ได้จึงเป็นค่ามาตรฐานที่นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของความพึงพอใจในการเทียบคะแนนได้ ดัชนีนี้ได้จากการวิเคราะห์กลุ่มสอบทานผล ใช้ประเมินประสิทธิภาพหรือความเพียงพอของวิธีการเทียบคะแนน

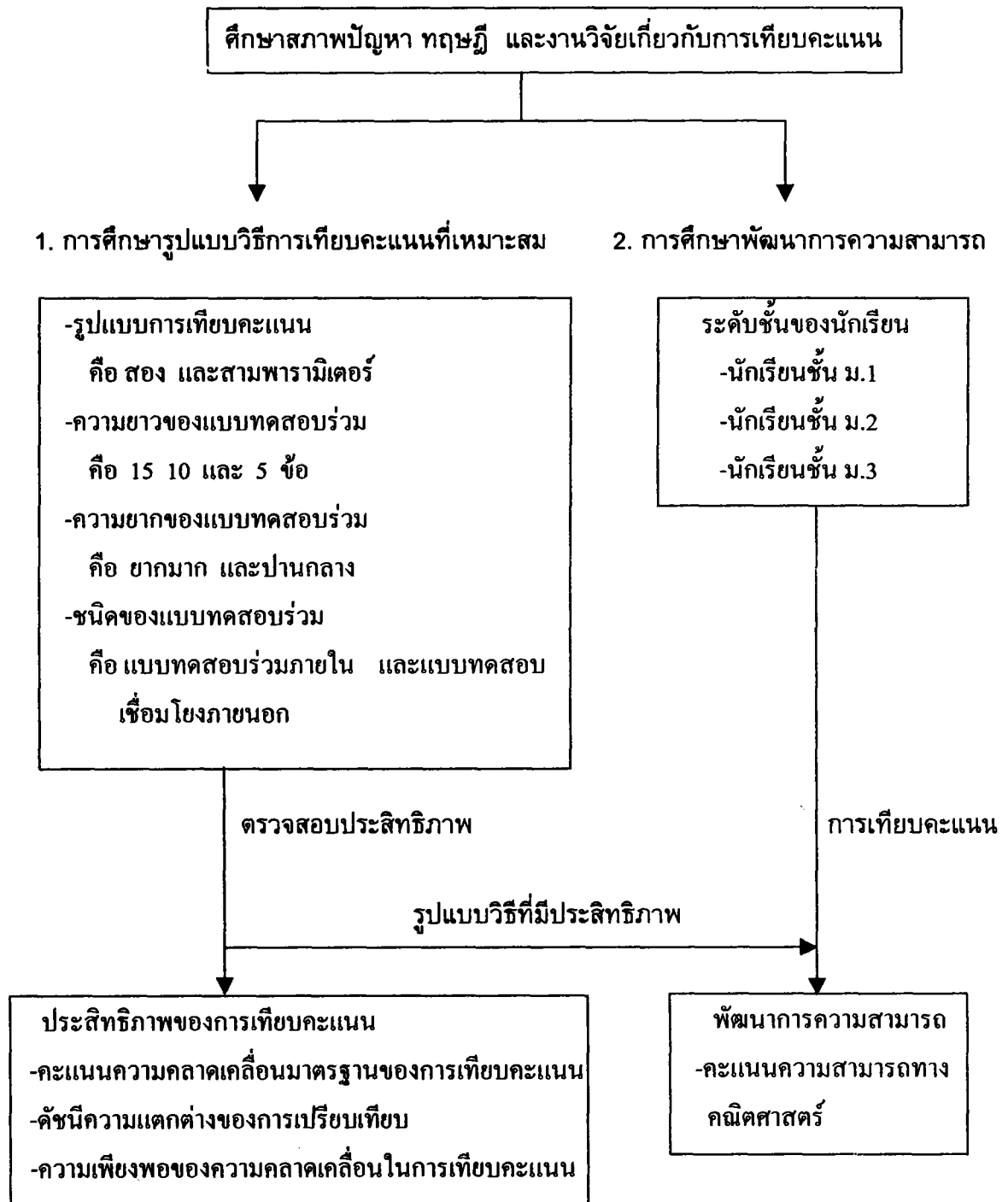
19. ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน (Adequacy of Equating) หมายถึง ระดับความถูกต้องของการเทียบคะแนน ของแบบทดสอบชุดหนึ่งไปสู่แบบทดสอบชุดอื่นตามวิธีการของการเทียบคะแนน ในแต่ละรูปแบบของตัวแปรที่ศึกษา ซึ่งการตัดสินความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนนที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประเมินจากค่าดัชนีความแตกต่างกับเกณฑ์การยอมรับของ ปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen and others. 1982 : 93 - 94) ดังแสดงในหน้า 75

กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากสภาพปัญหา พบว่า การศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของผลการศึกษาในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน ในระดับชั้นปีเดียวกัน เมื่อนำคะแนนที่ได้จากการสอบในแต่ละปีการศึกษามาเปรียบเทียบกันในปีการศึกษาที่ผ่านมา ถ้าใช้ชุดแบบทดสอบเดียวกันดำเนินการสอบในทุกปีการศึกษาแล้ว ก็สามารถนำคะแนนที่ได้มาเทียบกันโดยตรงได้ แต่ถ้านำคะแนนที่ได้ในช่วงเวลาเดียวกัน แต่ระดับชั้นปีต่างกัน ชุดแบบทดสอบต่างกัน การนำคะแนนมาเทียบกันโดยตรงจะทำให้ผลการเปรียบเทียบ และการศึกษาความก้าวหน้าหรือพัฒนาการในการเรียน ขาดความแม่นยำของสารสนเทศ ดังนั้นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงควรใช้วิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้งมาใช้ในการเทียบคะแนน เมื่อพิจารณาการเทียบคะแนนมีหลายรูปแบบและตัวแปรที่ใช้มีหลากหลายวิธีการเทียบคะแนนที่ใช้จะได้ผลดีที่สุดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง

จากสภาพปัญหาและที่มาของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาในสองประเด็น คือ ประเด็นแรก เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน เพื่อหารูปแบบวิธีการที่เหมาะสมในการเทียบคะแนน ตัวแปรจึงประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ 1. รูปแบบการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ 2. ความยาวของแบบทดสอบรวม 3. ความยากของแบบทดสอบรวม และ 4. ชนิดของแบบทดสอบรวม ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการเทียบคะแนน ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน และดัชนีความแตกต่างของการเปรียบเทียบ ประเด็นสุดท้าย นำรูปแบบวิธีการเทียบคะแนนที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการเทียบคะแนน เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนสามระดับชั้น เพราะหลักการเทียบคะแนนสามารถแสดงแนวโน้มบางประการได้ ตัวแปรจึงประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ระดับชั้นของนักเรียน คือ นักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ สามารถเขียนอธิบายกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแสดงในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดของการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดและเทคนิควิธีในการเทียบคะแนนแบบทดสอบที่นำมาใช้ในการปรับคะแนน ที่ได้จากแบบทดสอบต่างฉบับให้อยู่ในสเกลเดียวกันและการตรวจสอบคุณภาพของการเทียบคะแนนในรูปแบบต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางเทียบคะแนนและศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวคิด ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเทียบคะแนน

1. ความหมายของการเทียบคะแนน
2. เงื่อนไขของการเทียบคะแนน
3. ประเภทของการเทียบคะแนน
4. แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการเทียบคะแนน
5. รูปแบบวิธีการเทียบคะแนน
6. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน
7. ความเพียงพอของการเทียบคะแนน
8. หลักสูตรคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเทียบคะแนน
10. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาการ

ตอนที่ 2 แนวคิด เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความถนัด

1. ทฤษฎีเชาว์ปัญญาและความถนัด
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1

1. ความหมายของการเทียบคะแนน

การเทียบคะแนน (Equating) ระหว่างแบบทดสอบ เป็นกระบวนการแปลงคะแนนของแบบทดสอบต่างฉบับกันที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน แต่ยังไม่มีความเท่าเทียมกันในระดับความยากให้เป็นคะแนนที่เท่าเทียมกันหรือสมมูลกัน เพื่อให้คะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับเทียบคะแนนกันได้ โดยมีผู้ให้นิยามของการเทียบคะแนนไว้หลายท่าน ดังนี้

กัลลิกเซน (Gulliksen. 1950 : 298 - 304) นิยามการเทียบคะแนนไว้ว่า เป็นวิธีการเทียบคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสองฉบับที่วัดวิชาหรือเนื้อหาเดียวกันให้เป็นคะแนนที่เท่าเทียมกันหรือสมมูลกัน (Equivalent Scores) ที่เทียบคะแนนกันได้โดยตรงโดยเสนอวิธีการให้ใช้ผู้สอบกลุ่มเดียวกันทำแบบทดสอบสองฉบับ และใช้วิธีการแปลงคะแนนแต่ละฉบับให้เป็นคะแนนมาตรฐานแล้วนำคะแนนที่แปลงแล้วมาเทียบคะแนนกันโดยตรง แต่ก่อนที่จะมีการเทียบคะแนนต้องมีการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ พิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบแต่ละฉบับกับเกณฑ์ ถ้ามีค่าเท่ากันโดยประมาณ [$r_{yc} = r_{xc}$ หรือ $(1 - r_{yc}^2) s_c^2 = (1 - r_{xc}^2) s_c^2$] ก็สามารบอกถึงความเพียงพอในการเทียบคะแนนแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

ฟลานาแกน (Flanagan. 1951 : 747 - 748) ได้นิยามเชิงทฤษฎีของการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบไว้ว่า วิธีการเทียบคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบต่างฉบับกันให้สามารถนำมาเทียบคะแนนกันได้ โดยแบบทดสอบต่างฉบับกันนั้นจะต้องมีการแจกแจงของคะแนนจริงในประชากรเท่ากันหรือมีความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับเท่ากันเสียก่อน จึงสามารถนำคะแนนดิบจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาเปรียบเทียบกันได้ ในทางปฏิบัติได้เสนอให้ตรวจสอบจากคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ถ้าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ใดๆ แล้วจึงจะสามารถนำคะแนนมาเทียบกันได้ อย่างไรก็ตามการที่จะทำให้มีลักษณะตามนิยามเป็นเรื่องที่ยากมากสิ่งที่สำคัญ คือ แบบทดสอบต้องคู่ขนานกัน ฟลานาแกน จึงแนะนำว่าควรเริ่มต้นตั้งแต่การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณสมบัติเป็นคู่ขนานกัน แล้วเลือกวิธีการเทียบคะแนนที่เหมาะสม ซึ่งเสนอไว้ 4 วิธี ดังนี้ คือ

1. ใช้ค่าเฉลี่ย โดยคำนวณค่าเฉลี่ยของการแจกแจงคะแนนทั้งสองฉบับ ถ้าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอยู่ในขอบเขตของการแปรผันเชิงสุ่มแล้วถือว่าคะแนนทั้งสองฉบับนั้นเทียบกันได้ แต่ถ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ให้ใช้วิธีบวกหรือลบคะแนนด้วยจำนวนที่แตกต่างจากคะแนนฉบับที่หนึ่ง เพื่อให้เกิดคะแนนที่เท่าเทียมกันหรือสมมูลกันกับอีกฉบับหนึ่ง

2. ใช้เทคนิคของสมการถดถอย โดยหาค่าประมาณที่ดีที่สุดของคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่หนึ่งซึ่งรู้ค่าของอีกฉบับหนึ่ง

3. ใช้คะแนนมาตรฐาน (Standard Scores) ซึ่งเป็นวิธีการเทียบคะแนนอย่างคงที่ตลอดการแจกแจง

4. ใช้วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ (Equipercntile) ซึ่งเป็นวิธีหาค่าคะแนน โดยการเทียบตามสัดส่วนของการแจกแจงคะแนน

แองกอฟ (Angoff. 1971 : 562) ได้นิยามการเทียบคะแนนว่า เป็นกระบวนการแปลงระบบหน่วยการวัดของแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ไปสู่ระบบหน่วยการวัดของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง คะแนนที่ผ่านการแปลงแล้วจะสามารถเทียบหาคะแนนที่เท่าเทียมหรือสมมูล (Equivalent Scores) ระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับได้โดยตรง แองกอฟได้เสนอวิธีการเทียบคะแนนไว้สองรูปแบบ คือ การเทียบคะแนนแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ และการเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง

สำหรับการนิยามการเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซนไทล์นั้น ลอร์ดและฟลานาแกน (Angoff. 1971 : 563 ; citing Lord. 1957 and Flanagan. 1951) กล่าวว่า คะแนนสองค่า คะแนนค่าหนึ่งมาจากแบบทดสอบฉบับ X และอีกคะแนนมาจากแบบทดสอบฉบับ Y เมื่อแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y วัดในสิ่งเดียวกันด้วยระดับความเชื่อมั่นเท่ากันจะเท่าเทียมกันหรือสมมูลกัน ถ้าต่างก็เป็นค่าที่ตรงกับตำแหน่งเปอร์เซนไทล์เดียวกัน

ส่วนการเทียบคะแนนสมมูลระหว่างแบบทดสอบโดยวิธีการเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง เป็นวิธีที่ง่ายในขั้นตอนของการแปลงคะแนน โดยมีข้อตกลงว่าแบบทดสอบสองฉบับที่คู่ขนานกัน จะมีการแจกแจงคะแนนดิบเป็นอย่างเดียวกัน ยกเว้นสำหรับความแตกต่างในค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (Lord & Novick. 1968 : 48) นั่นคือ นอกจากความแตกต่างในค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนแล้วการแจกแจงคะแนนดิบของแบบทดสอบสองฉบับของกลุ่มผู้สอบที่กำหนดให้จะต้องเหมือนกันหมด (Angoff. 1971 : 568) ดังนั้นการนิยามของการเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง จึงกล่าวได้ว่าคะแนนของแบบทดสอบสองฉบับจะเท่าเทียมกันได้ ถ้าต่างก็ตรงกับคะแนนมาตรฐานค่าเดียวกัน (Angoff. 1971 : 564 ; Peterson and others. 1982 : 72)

เนื่องจากการเทียบคะแนนแบบวิธีอิกวิเปอร์เซนไทล์และวิธีแบบเชิงเส้นตรง มีปัญหาในการวัด เช่น คะแนนแปรผันไปตามกลุ่ม แบบทดสอบที่ทำการเทียบคะแนนต้องมีความเชื่อมั่นพอๆกัน จึงมีการคิดหาวิธีการสำหรับการเทียบคะแนนแบบทดสอบวิธีอื่นๆ ซึ่งลอร์ด (Lord) ได้เสนอการนิยามการเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) การเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ คือ คะแนนแปลง Y' และคะแนนดิบ X จะเทียบคะแนนกันได้ก็ต่อเมื่อไม่ว่าผู้สอบจะสอบด้วยแบบทดสอบฉบับ X หรือฉบับ Y ก็จะไม่มีความแตกต่างกัน (Lord. 1977 : 128) ดังนั้นการนิยามของการเทียบคะแนนจึงเน้นความสำคัญของความเท่าเทียมกันหรือความเป็นธรรมชาติบุคคลจะได้รับจากการทดสอบอย่างเท่าเทียมกัน ถึงแม้จะสอบแบบทดสอบต่างฉบับกัน (Lord. 1982 : 141)

ปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen and others. 1989 : 242) ได้นิยามการเทียบคะแนนว่าการเทียบคะแนน หมายถึง กระบวนการเชิงประจักษ์ สำหรับสร้างระบบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบต่างฉบับกัน ให้สามารถแปลงคะแนนของแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปสู่คะแนนของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งได้

สงบ ลักษณะ (2525 : 22) กล่าวว่า คะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับกันที่วัดสิ่งเดียวกัน แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นข้อสอบคู่ขนานจะถือว่าเท่าเทียมกันได้ ถ้านักเรียนคนใดก็ตามทำข้อสอบต่างฉบับแล้วได้คะแนนจริง (True Scores) หรือความสามารถแท้ (True Ability) เท่ากัน

วิรัช วรรณรัตน์ (2530 : 69) ได้ให้ความหมายของการเทียบคะแนนว่า เป็นการนำเอาคะแนนที่สังเกตได้จากแบบทดสอบต่างฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับต่างก็วัดในสิ่งเดียวกันมาเทียบกันหรือกล่าวได้ว่า การเทียบคะแนนเป็นวิธีการเปลี่ยนระบบคะแนนของแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปสู่ระบบคะแนนของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง

พรพิมล นาคเวช (2537 : 13) กล่าวว่า เป็นวิธีการทางการวัดผลเพื่อปรับคะแนนที่ได้จากแบบสอบหนึ่งไปยังอีกแบบสอบหนึ่งให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยถือเอาความสามารถในการตอบข้อสอบของผู้สอบเป็นเกณฑ์

วรรณดี แสงประทีปทอง (2538 : 13) ได้กล่าวว่า การเทียบคะแนนเป็นวิธีการที่ทำให้คะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับซึ่งวัดสิ่งเดียวกันสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2541 : 2) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการแปลงคะแนนของแบบทดสอบต่างฉบับ ที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การเทียบคะแนนเป็นวิธีการปรับคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปอยู่บนระบบหน่วยการวัดของแบบทดสอบอีกฉบับ ซึ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันให้เป็นคะแนนที่เท่าเทียมกันหรือสมมูลกัน เพื่อให้สามารถเทียบกันได้โดยตรง ซึ่งมีวิธีการเทียบคะแนนแบบต่างๆ คือ 1. วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ วิธีการนี้มีพื้นฐานที่ว่า คะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับกัน จะมีความเท่าเทียมหรือสมมูลกันก็ต่อเมื่อ คะแนนทั้งสองมีตำแหน่งเปอร์เซนไทล์เดียวกัน 2. วิธีแบบเชิงเส้นตรง วิธีการนี้อยู่บนพื้นฐานที่ว่า คะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับกัน จะพิจารณาให้เท่าเทียมกันได้ ก็ต่อเมื่อคะแนนมาตรฐานทั้งสองชุดมีค่าเท่ากัน 3. วิธีแบบถดถอย วิธีการนี้มีพื้นฐานที่ว่า คะแนนจากแบบทดสอบสองฉบับ จะเป็นคะแนนที่สมมูลกันได้ ก็ต่อเมื่อคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่ง เป็นคะแนนที่ทำนายได้จากคะแนนอีกฉบับหนึ่งโดยใช้สมการทำนาย และ 4. วิธีการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ วิธีการนี้อาศัยลักษณะคะแนนสมมูลกันจากแบบทดสอบสองฉบับ โดยใช้การประมาณระดับความสามารถเดียวกัน และไม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เข้าสอบ แต่ใช้ความสามารถของผู้เข้าสอบที่จะประมาณค่าได้ จากโครงสร้างการตอบข้อสอบ (ICC) วิธีการนี้จะคะแนนที่แปลงได้ไม่แปรผัน (Invariance) ไปตามผู้เข้าสอบ ซึ่งรูปแบบการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ ออกเป็นหลายวิธีแตกต่างกันไปตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้ คือ รูปแบบโลจิสติก หนึ่งพารามิเตอร์ สองพารามิเตอร์ และ สามพารามิเตอร์

2. เงื่อนไขของการเทียบคะแนน

การเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ สามารถกระทำได้ภายใต้เงื่อนไขที่จำเป็นบางประการ ซึ่งมีผู้เสนอเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

กัลลิกเซน (Gulliksen. 1950 : 298) ได้เสนอว่า แบบทดสอบที่จะนำมาเทียบคะแนนกันได้ ต้องทำเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน ซึ่งสร้างโดยการจับคู่ข้อสอบที่เหมือนกันแล้วสุ่มแยกเป็นแบบทดสอบคู่ขนานสองฉบับ

เลวิน (Levine. 1955 กล่าวถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี. 2541 : 3) ได้เสนอว่าแบบทดสอบสองฉบับ ที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนนให้อยู่ในมาตราเดียวกันนั้น ต้องเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Forms) กันในด้าน 1. เนื้อเรื่อง (Subject Matter) 2. โครงสร้าง (Structure)

3. รูปแบบ (Forms) 4. ชนิดของข้อสอบ (Item Type) และ 5. เวลาที่ใช้สอบ

แองกอฟ (Angoff, 1984 : 92) ได้เสนอว่า แบบทดสอบที่จะนำมาเทียบคะแนนกันได้นั้น ต้องเป็นแบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน และใช้วัดกลุ่มผู้สอบที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน

แฮมเบิลตัน และสวามินาธาน (Hambleton & Swaminathan, 1985 : 199 - 200) ได้เสนอข้อกำหนดของการเทียบคะแนนของแบบทดสอบ ดังนี้

1. ความเท่าเทียมกัน (Equity) ซึ่งลอร์ด (Lord, 1980 : 195) ได้ให้ข้อสังเกตของความเท่าเทียมกันในแบบทดสอบของการเทียบคะแนน ว่าถ้าการเทียบคะแนนของแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y มีความยุติธรรมต่อผู้สอบแล้ว จะต้องไม่มีความแตกต่างที่ทุกๆ ระดับความสามารถ ไม่ว่าจะสอบด้วยแบบทดสอบฉบับ X หรือฉบับ Y ก็ตามและมีข้อกำหนดความเท่าเทียมกัน คือ (Hambleton & Swaminathan, 1985 : 199 ; citing Lord, 1977 (b), 1980 (a) : 195 - 198) แบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะ (Traits) หรือความสามารถ (Abilities) ต้องไม่ต่างกัน มีความเป็นคู่ขนานกัน ถ้าคะแนนดิบของแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น (Reliable) และระดับความยาก (Difficulty Levels) ไม่เท่ากันแล้วไม่สามารถเทียบกันได้ เนื่องจากคะแนนจริง (True Scores) ของแบบทดสอบจะมีความสัมพันธ์กันแบบไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear) และทำให้แบบทดสอบจะมีค่าความเชื่อมั่นไม่เท่ากัน ณ ระดับความสามารถที่แตกต่างกัน และการแจกแจงความถี่แบบมีเงื่อนไข (The Conditional Frequency Distribution) ณ ระดับความสามารถ θ , $f[x|\theta]$ ของคะแนน θ จากแบบทดสอบฉบับ X จะต้องเป็นการแจกแจงความถี่แบบมีเงื่อนไข เช่นเดียวกับการแปลงคะแนน $x(y)$, $f[x(y)|\theta]$ เมื่อ $x(y)$ เป็นฟังก์ชันแบบหนึ่งต่อหนึ่งของ y
2. ความไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่ม (Invariance Across Groups) คือ คะแนนของกลุ่มต่างๆ ที่ผ่านการเทียบคะแนนแล้ว จะมีค่าไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะเทียบคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างใด
3. ความสมมาตร (Symmetry) คือ ผลของการเทียบคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X ไปสู่อันดับ Y หรือจากฉบับ Y ไปสู่อันดับ X จะต้องเหมือนกัน
4. ความเป็นมิติเดียวกันของแบบทดสอบ (Unidimensionality of the tests) คือ แบบทดสอบทั้งสองฉบับจะต้องวัดคุณลักษณะเดียวกัน (The Same Trait) (คุณลักษณะแฝง, ความสามารถ หรือทักษะ)

3. ประเภทของการเทียบคะแนน

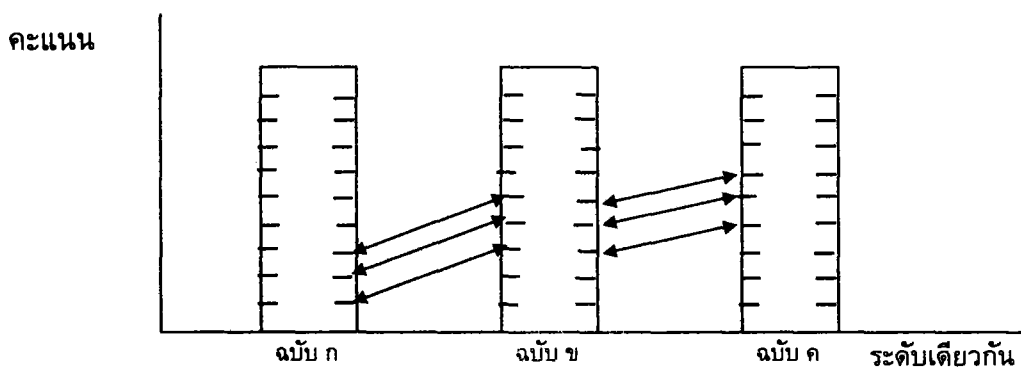
เทคนิคของการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ สามารถจำแนกประเภทของการเทียบคะแนนได้เป็นสองสถานการณ์ (Hambleton & Swaminathan, 1985 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนवासี, 2541 : 5 - 7) ซึ่งต้องใช้รูปแบบการเทียบคะแนน 2 รูปแบบ ดังนี้

3.1 การเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating)

การเทียบคะแนนตามแนวนอน เป็นการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับกัน เมื่อแต่ละฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน มีระดับความยากใกล้เคียงกันและกลุ่มผู้สอบมีการแจกแจงความสามารถ อยู่ในประชากรเดียวกันหรือมีความสามารถใกล้เคียงกัน

การเทียบคะแนนตามแนวนอน เป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็น ต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกันขึ้นมาหลาย ๆ ฉบับ ด้วยเหตุผลของการนำไปใช้ในการ ทดสอบให้เกิดความยุติธรรม และป้องกันความลับของข้อสอบเมื่อใช้ต่างเวลากันสำหรับผู้สอบกลุ่ม ขนาดใหญ่ เพื่อปรับเทียบว่าคะแนนที่ได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งวัดใน ระดับเดียวกัน จึงเป็นการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับของวิชาเดียวกัน สำหรับ กลุ่มผู้สอบระดับชั้นเดียวกัน เช่น การเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นต้น (ดูภาพประกอบ 4)

แบบทดสอบต่างฉบับที่ต้องการนำมาเทียบคะแนนกันตามแนวนอนนั้น ถึงแม้ แบบทดสอบเหล่านั้นยากที่จะมีความเท่าเทียมกันในทุกด้าน แต่ก็ควรเป็นแบบทดสอบที่พยายาม สร้างหรือมุ่งให้คู่ขนานกัน (Alternate Forms) นอกจากนี้การแจกแจงความสามารถของผู้สอบที่ทำ การสอบด้วยแบบทดสอบแต่ละฉบับ ควรมีการแจกแจงที่ประมาณได้ว่ามีระดับความสามารถที่ ใกล้เคียงกัน



ภาพประกอบ 4 การเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal Equating)

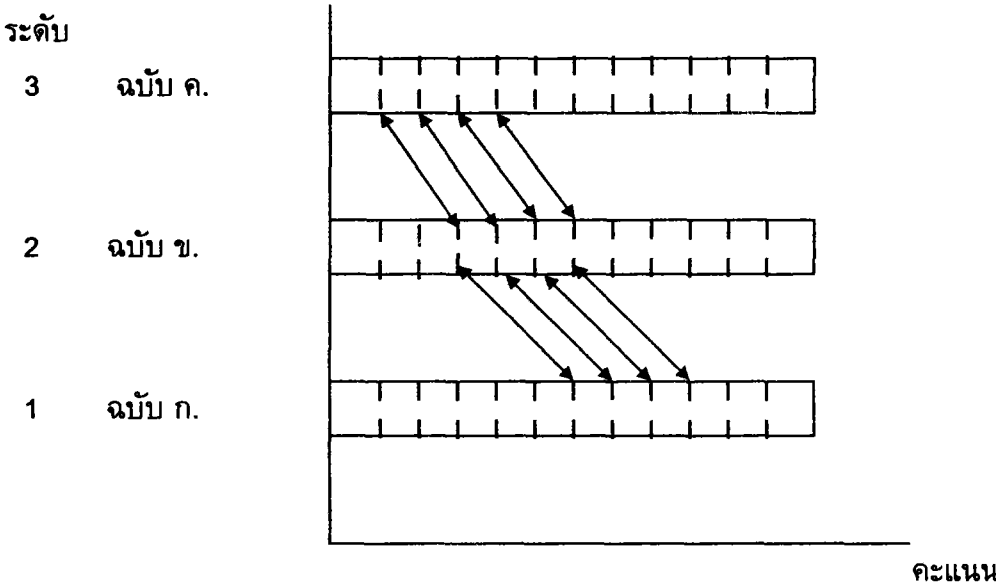
3.2 การเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating)

การเทียบคะแนนตามแนวตั้ง เป็นการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับกัน เมื่อแต่ละฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน แต่มีระดับความยากแตกต่างกันและกลุ่มผู้สอบมีการ แจกแจงความสามารถอยู่ต่างประชากรกัน หรือมีความสามารถแตกต่างกัน

การเทียบคะแนนตามแนวตั้งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต้อง สร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกัน แต่ต่างฉบับต่างมุ่งวัดความสามารถของผู้สอบที่ต่างระดับกัน เพื่อเทียบว่าคะแนนที่สอบได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของฉบับอื่นที่วัดต่างระดับกัน จึงเป็น

การเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างระดับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบต่างระดับชั้นกัน เช่นการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ดูภาพประกอบ 5)

แบบทดสอบต่างฉบับที่วัดเนื้อเรื่องเดียวกัน แต่ต่างระดับกันที่ต้องการนำมาเทียบคะแนนกันนั้น แบบทดสอบแต่ละฉบับจึงมีระดับความยากแตกต่างกันไป รวมทั้งกลุ่มผู้สอบแต่ละฉบับมีการแจกแจงความสามารถอยู่ต่างประชากร หรือมีการแจกแจงความสามารถที่อยู่ในระดับที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเทียบคะแนนตามแนวตั้ง จึงมีความสลับซับซ้อนกว่าการเทียบคะแนนในแนวนอนทั้งในแง่ทฤษฎีและการปฏิบัติ



ภาพประกอบ 5 การเทียบคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating)

4. แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการเทียบคะแนน

ในการเทียบคะแนนแบบทดสอบต่างฉบับ ซึ่งสอบกับผู้สอบต่างกลุ่มนั้นจะนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ โดยทั่วไปจะนำคะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับมาเปรียบเทียบกันได้ ต้องได้มาจากผู้สอบกลุ่มเดียวกัน หรือผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน หรือได้จากผู้สอบที่สอบข้อสอบร่วมกันรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการเทียบคะแนนสามารถจำแนกเป็นแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดังนี้ (Petersen and others. 1989 : 244 - 246)

แบบแผนที่ 1 ผู้สอบกลุ่มเดียว (Single Group Design) เป็นแบบแผนที่ง่ายที่สุดในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้กลุ่มตัวอย่างผู้สอบกลุ่มเดียว โดยให้ผู้สอบแต่ละคนทำแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ผู้สอบจะทำแบบทดสอบฉบับหนึ่งแล้วตามด้วยแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง การให้ทำ

แบบทดสอบทั้งสองฉบับ ทำให้ไม่มีปัญหาในเรื่องความยากของแบบทดสอบที่ต่างฉบับ แต่การสอบครั้งหลังผู้สอบอาจได้รับผลกระทบจากการสอบครั้งแรก เนื่องจากการเรียนรู้ ความเมื่อยล้า และการฝึกฝน

แบบแผนที่ 2 ผู้สอบกลุ่มสุ่มที่ได้รับการจัดให้สมดุล (Counterbalanced Random Group Design) ในทางปฏิบัติลำดับของการทดสอบก่อนหลังย่อมส่งผลต่อการสอบ ดังนั้นแบบแผนนี้จึงปรับมาจากแบบแผนแรก โดยจัดผู้สอบเป็นกลุ่มสุ่มสองกลุ่ม แต่ละกลุ่มย่อยจะได้รับการสอบด้วยแบบทดสอบสองฉบับ ในลักษณะการจัดลำดับก่อนหลังสลับให้เกิดความสมดุล การจัดแบบนี้เพื่อให้การสอบโดยใช้แบบทดสอบสองฉบับ ได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบในเรื่องการเรียนรู้ ความเมื่อยล้า และการฝึกฝน ในลักษณะที่สมดุลกันในทั้งสองกลุ่มย่อย

แบบแผนที่ 3 ผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน (Equivalent Group Design) ในทางปฏิบัติการให้ผู้สอบทำแบบทดสอบทั้งสองฉบับ อาจจะทำให้ยากการใช้ผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกันเป็นแบบแผนที่สามารถนำมาใช้ได้ แบบแผนนี้จำเป็นต้องจัดกลุ่มผู้สอบให้มีความคล้ายคลึงกันมากเท่าที่จะทำได้ ผู้สอบในแต่ละกลุ่มจะทำแบบทดสอบฉบับเดียว ดังนั้นจึงทำให้หลีกเลี่ยงปัญหาเรื่อง การเรียนรู้ ความเมื่อยล้าและการฝึกฝนจากการสอบครั้งแรกได้ แต่จะไม่มีข้อมูลที่จะนำมาใช้ปรับความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง วิธีการที่จะลดความแตกต่างระหว่างกลุ่มทำได้โดยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่

แบบแผนที่ 4 ผู้สอบกลุ่มสุ่มสองกลุ่มโดยมีแบบทดสอบร่วม (Anchor Test Random Group Design) การใช้แบบแผนนี้อาจมีข้อจำกัด ในเรื่องความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง การใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor Test) ด้วยทำให้สามารถปรับความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้ตามแบบแผนนี้ กลุ่มสุ่มแต่ละกลุ่มจะได้รับการสอบแบบทดสอบกลุ่มละฉบับ และทั้งสองกลุ่มจะได้รับการสอบด้วยแบบทดสอบร่วมด้วย ซึ่งแบบทดสอบร่วมนี้อาจจะจัดไว้ในแบบทดสอบเรียกว่าแบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) หรือจัดแยกไว้จากแบบทดสอบฉบับที่ต้องการเทียบคะแนนก็ได้ เรียกว่า แบบทดสอบร่วมภายนอก (External Anchor Test)

แบบแผนที่ 5 กลุ่มผู้สอบที่ไม่เท่าเทียมกัน โดยมีแบบทดสอบร่วม (Anchor Test Non - Equivalent Group Design) ในการสอบบางครั้งจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบฉบับใหม่กับผู้สอบกลุ่มใหม่ในโปรแกรมการสอบเดียวกัน การสอบโดยใช้แบบทดสอบต่างฉบับและเวลาสอบต่างกันนี้ ผู้สอบไม่ได้มาจากกลุ่มประชากรเดียวกัน จึงจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบร่วมในการปรับความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ตามแบบแผนนี้ผู้สอบในแต่ละกลุ่มจะได้รับแบบทดสอบหนึ่งฉบับและแบบทดสอบร่วม ซึ่งต้องมีเนื้อหาและระดับความยากคล้ายกับแบบทดสอบที่ต้องการเทียบคะแนนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ คะแนนจากแบบทดสอบร่วมจะใช้เพื่อลดความลำเอียงในการเทียบคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน

จากแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถอธิบายได้โดยภาพประกอบ 6 ได้ดังนี้

แบบแผนที่ 1 ผู้สอบกลุ่มเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบฉบับที่ 1	แบบทดสอบฉบับที่ 2
P1	x	x

แบบแผนที่ 2 ผู้สอบกลุ่มสุ่มที่ได้รับการจัดให้สมดุล

กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบฉบับที่ 1		แบบทดสอบฉบับที่ 2	
	สอบครั้งที่ 1	สอบครั้งที่ 2	สอบครั้งที่ 1	สอบครั้งที่ 2
P1	x			x
P2		x	x	

แบบแผนที่ 3 ผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน

กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบฉบับที่ 1	แบบทดสอบฉบับที่ 2
P1	x	
P2		x

แบบแผนที่ 4 ผู้สอบกลุ่มสุ่มสองกลุ่มโดยมีแบบทดสอบร่วม

กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบ		
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	แบบทดสอบร่วม
P1	x		x
P2		x	x

แบบแผนที่ 5 ผู้สอบกลุ่มไม่เท่าเทียมกันโดยมีแบบทดสอบร่วม

กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบ		
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	แบบทดสอบร่วม
P1	x		x
Q1		x	x

ภาพประกอบ 6 แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเทียบคะแนนแบบทดสอบ

จากแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการเทียบคะแนนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดหมวดหมู่ของแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ได้ยึดองค์ประกอบหลักของการจัดแบบแผน 3 องค์ประกอบ คือ ลักษณะของกลุ่มผู้สอบ ลักษณะของการกระทำกับแบบทดสอบ และการใช้แบบทดสอบร่วม ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 แบบแผน ได้แก่ แบบแผนที่ 1 กลุ่มผู้สอบเพียง

กลุ่มเดียว แบบแผนที่ 2 ผู้สอบกลุ่มสุ่มที่ได้รับการจัดให้สมดุล และแบบแผนที่ 3 ผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน ซึ่งทั้งสามแบบแผนแรกนี้ กลุ่มผู้สอบที่นำมาเทียบคะแนนกันมีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือเท่าเทียมกัน ทำแบบทดสอบเทียบคะแนนเพียงอย่างเดียว ซึ่งแต่ละแบบแผนจะแตกต่างกันในลักษณะการทำแบบทดสอบเทียบคะแนน ส่วนแบบแผนที่ 4 ผู้สอบกลุ่มสุ่มสองกลุ่ม โดยมีแบบทดสอบร่วม และแบบแผนที่ 5 กลุ่มผู้สอบที่ไม่เท่าเทียมกัน โดยมีแบบทดสอบร่วม ทั้งสองแบบแผนหลังนี้จะแตกต่างกันในลักษณะของกลุ่มผู้สอบ แต่ทั้งสองแบบแผนจะทำการสอบ ทั้งแบบทดสอบเทียบคะแนนและแบบทดสอบร่วมเหมือนกัน ในแบบทดสอบร่วมนั้นมี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก

เนื่องจากงานวิจัยนี้ กลุ่มผู้สอบเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงเลือกใช้แบบแผนกลุ่มผู้สอบไม่เท่าเทียมกัน โดยมีแบบทดสอบร่วม ซึ่งแบบทดสอบร่วมที่ใช้จะใช้ทั้ง แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก

5. รูปแบบการเทียบคะแนน

การเทียบคะแนน (Equating) เป็นวิธีการปรับคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปอยู่ระบบหน่วยการวัดของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งในการเทียบคะแนนสามารถจำแนกรูปแบบการเทียบคะแนน (Equating Model) ที่แตกต่างกันออกไปหลายรูปแบบถ้าใช้เกณฑ์ในเชิงทฤษฎีวัดผล จำแนกเป็นรูปแบบหลัก 2 รูปแบบ ได้แก่

5.1 รูปแบบการเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีมาตรฐานเดิม (Classical Models of Equating)

สำหรับรูปแบบของการเทียบคะแนน โดยใช้ทฤษฎีมาตรฐานเดิมนั้น แองกอฟ (Hambleton & Swaminathan. 1985 : 200 ; citing Angoff. 1971, 1982a) ได้แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ด้วยกัน คือ 1. วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ (Equipercentile Equating) 2. วิธีแบบเชิงเส้นตรง (Linear Equating) และ 3. วิธีการถดถอย (Regression Method)

5.1.1 วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ (Equipercentile Equating)

การเทียบคะแนนวิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ ยึดถือนิยามของการเทียบคะแนนว่า คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y (เมื่อแบบทดสอบทั้งสองวัดสิ่งเดียวกันและมีความเชื่อมั่นสูงพอ) จะมีความเท่าเทียมกัน หรือสมมูลกันก็ต่อเมื่อคะแนนทั้งสองมีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกัน (Flanagan. 1951 : 742 - 748)

วิธีการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y โดยการใช้วิธี อีควิเปอร์เซนไทล์ สามารถกระทำดังนี้

1. สุ่มกลุ่มผู้สอบให้เป็นตัวแทนประชากรเป้าหมายที่ต้องการนำแบบทดสอบไปใช้ โดยให้ได้กลุ่มผู้สอบมีความสามารถที่กระจาย (สูง, กลาง, ต่ำ) ครอบคลุมลักษณะประชากรเป้าหมายแล้วทำการสุ่มแยกออกเป็น 2 กลุ่ม โดยให้กลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบฉบับ X และอีกกลุ่มหนึ่งทำแบบทดสอบฉบับ Y

2. นำคะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับมาคำนวณหาค่าคะแนน ณ ตำแหน่งเปอร์เซนไทล์ต่างๆ

3. สร้างตารางเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y โดยถือว่าคะแนน ณ ตำแหน่งเปอร์เซนไทล์เดียวกันของแบบทดสอบทั้งสองฉบับเป็นคะแนนสมมูลกัน

วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ เป็นการสร้างคะแนนสมมูลระหว่างแบบทดสอบพื้นฐานความเท่าเทียมกันของค่าโมเมนต์ทั้งสามทางสถิติ ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแจกแจงของคะแนน จึงเป็นกระบวนการแปลงคะแนนไม่ใช่แบบเชิงเส้นตรง (Nonlinear Transformation) ยังผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบและคะแนนแปลงไม่เป็นเส้นตรงในการนำวิธีการเทียบคะแนนนี้ไปใช้ มีข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงและข้อแนะนำอยู่หลายประการ คือ (Angoff. 1971 : 571 - 572 ; Pothhoff. 1982 : 210) 1. การเขียนเส้นกราฟ เพื่อหาคะแนนสมมูลระหว่างแบบทดสอบ ซึ่งจะต้องปรับหรือเกลาเส้นโค้งให้เรียบ เป็นการเทียบไปยังจำนวนเต็มทีใกล้เคียงที่สุด อาจนำไปสู่ความคลาดเคลื่อนอย่างมาก ควรสร้างด้วยความระมัดระวัง และไม่ลำเอียง เพื่อการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด 2. รูปแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ มีความไวต่อความแปรปรวนเชิงสุ่มมาก โดยเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก อาจแปรผันไปตามกลุ่มผู้สอบได้ (Group Dependent) จึงควรใช้กลุ่มผู้สอบขนาดใหญ่ที่มีความสามารถค่อนข้างกระจาย 3. แบบทดสอบที่ต้องการนำมาเทียบคะแนนกันควรมีความเชื่อมั่นสูงพอๆกัน ถ้าต่างกันมากผลของการเทียบคะแนนจะขาดความคงที่ และ 4. การเทียบคะแนนสมมูลของแบบทดสอบสองฉบับ ทำได้เฉพาะในช่วงพิสัยของคะแนนที่มีความถี่ของคะแนนสังเกตได้เพียงพอ ส่วนช่วงที่มีความถี่ของคะแนนน้อยจะมีความคลาดเคลื่อนสูงมาก

5.1.2 วิธีแบบเชิงเส้นตรง (Linear Equating)

การเทียบคะแนนวิธีแบบเชิงเส้นตรงยึดนิยามของการเทียบคะแนนที่ว่าคะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ ฉบับ X และฉบับ Y (เมื่อแบบทดสอบฉบับ X และฉบับ Y วัดสิ่งเดียวกันและมีความเชื่อมั่นสูงพอๆกัน) จะถือว่าคะแนนเท่าเทียมกันหรือสมมูลกัน (Equivalent Scores) เมื่อคะแนนของแต่ละฉบับมีคะแนนมาตรฐาน (Standard Scores) เท่ากัน การเทียบคะแนนวิธีแบบเชิงเส้นตรงนั้นมีด้วยกันหลายเทคนิควิธี ในที่นี้จะขอเสนอเทคนิควิธีของเรอร์สโตน ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการเทียบคะแนนในแนวตั้ง (Vertical Equating)

เทอร์สโตน (Thurstone. 1925 : 433 - 451) ได้เสนอวิธีการโดยมีสถานการณ์ดังนี้ คือ กลุ่มตัวอย่าง α สอบแบบทดสอบ X กลุ่มตัวอย่าง β สอบแบบทดสอบ Y โดยแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y มีข้อคำถามชุดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะร่วมกัน คือ ค่าความยาก (P) ซึ่งต่างจากค่าความยากทั่วไป คือ แปลงให้มีลักษณะเช่นเดียวกับการกระจายแบบปกติ โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นคือ แบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y มีลักษณะเป็นขนานกัน และกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มควรมีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ โดยการเทียบคะแนนแบบเทอร์สโตนสามารถเทียบคะแนนของกลุ่มประชากรที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ดี ดังนั้นการเทียบคะแนนแบบเทอร์สโตน จึงเหมาะกับการเทียบคะแนนในแนวตั้ง (Vertical Equating)

จุดประสงค์ของวิธีนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างความยากของข้อสอบที่ร่วมกันของทั้งสองกลุ่มจะนำไปสู่สมการแปลงคะแนนดิบของแบบทดสอบ X ไปสู่แบบทดสอบ Y นั่นคือ

$$Y = AX + B$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } A &= S_{y\alpha} / S_{x\alpha} , S_{y\beta} / S_{x\beta} \\ B &= M_{y\alpha} - AM_{x\alpha} , M_{y\beta} - AM_{x\beta} \end{aligned}$$

ถ้าการกระจายของคะแนนความสามารถเป็นโค้งปกติ ภายในกลุ่ม α และกลุ่ม β แล้วความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามกับความยาก คือ

$$Z_{i\alpha} = (Y_{i\alpha} - M_{y\alpha}) / S_{y\alpha} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{หรือ } Y_{i\alpha} = Z_{i\alpha} S_{y\alpha} + M_{y\alpha} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{และ } Z_{i\beta} = (Y_{i\beta} - M_{y\beta}) / S_{y\beta} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{หรือ } Y_{i\beta} = Z_{i\beta} S_{y\beta} + M_{y\beta} \quad \dots\dots\dots (4)$$

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

$Y_{i\alpha}$, $Y_{i\beta}$ คือ ค่าคะแนนความสามารถของกลุ่ม α และกลุ่ม β ในข้อที่ i

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

$Z_{i\alpha}$, $Z_{i\beta}$ คือ ค่าคะแนนมาตรฐานของตำแหน่งของข้อที่ i ของสเกลสำหรับกลุ่ม α และกลุ่ม β

ให้สมการที่ 2 และ 4 เท่ากัน จะได้สมการที่ 5

$$Z_{i\beta} = [(S_{y\alpha} / S_{y\beta}) Z_{i\alpha} + [(M_{y\alpha} - M_{y\beta}) / S_{y\beta}] \quad \dots\dots\dots (5)$$

ถ้าพล็อตความเบี่ยงเบนปกติระหว่าง $Z_{i\alpha}$ กับ $Z_{i\beta}$ ความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองกลุ่มสามารถอธิบายได้ด้วย

$$Z'_{i\beta} = \{[(S'_{\beta} / S'_{\alpha})] Z'_{i\alpha}\} + M'_{\beta} - [(S'_{\beta} / S'_{\alpha}) M'_{\alpha}] \quad \dots\dots\dots (6)$$

เมื่อ $Z'_{i\alpha}, Z'_{i\beta}$ คือ ค่าคะแนนมาตรฐานของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม α และกลุ่ม β ในข้อที่ i

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

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

สมมติให้สมการ (5) และ (6) เป็นการอธิบายความสัมพันธ์เหมือนกัน จึงสรุปได้ว่าความชันเท่ากันและจุดตัดแกนเท่ากัน คือ

$$S_{y\alpha} / S_{y\beta} = S'_{\beta} / S'_{\alpha} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$(M_{y\alpha} - M_{y\beta}) / S_{y\beta} = M'_{\beta} - [(S'_{\beta} / S'_{\alpha}) M'_{\alpha}] \quad \dots\dots\dots (8)$$

จากสมการ (7), (8) ค่าประมาณ S_{yx} และ M_{yx} ซึ่งจะใช้สำหรับคำนวณ

ค่าความชัน คือ $A = S_{y\alpha} / S_{xx}$ และจุดตัดแกน คือ $B = M_{yx} - A M_{xx}$

สำหรับสมการแปลงคะแนนจากฟอร์ม X ไปสู่ฟอร์ม Y หาได้จาก

$$S_{yx} = S_{y\beta} (S_{\beta} / S_{\alpha}) \quad \dots\dots\dots (9)$$

และ $M_{yx} = S_{y\beta} \{M'_{\beta} - [(S'_{\beta} / S'_{\alpha}) M'_{\alpha}]\} + M_{y\beta} \quad \dots\dots\dots (10)$

แล้วจึงนำค่าความชัน (A) และจุดตัดแกน (B) ที่ได้ไปใส่ในสมการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบ X ไปแบบทดสอบ Y ซึ่งหาได้จากสมการ

$$Y = AX + B \quad \dots\dots\dots (11)$$

วิธีการเทียบคะแนนวิธีแบบเชิงเส้นตรง กระทำได้ดังนี้

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากร แล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบทั้งฉบับ X และฉบับ Y

2. นำคะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับมาคำนวณหาค่า A และ B เพื่อสร้างสมการแปลงคะแนน
3. ทำการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y โดยการแทนค่า X_i ในสมการแปลงคะแนน
การนำวิธีการเทียบคะแนนตามวิธีของเทอร์สโตน มีข้อแนะนำดังนี้
 1. แบบทดสอบทั้งสองฉบับการกระจายของค่าความยากของข้อสอบรวมต้องมีลักษณะการแจกแจงแบบโค้งปกติ
 2. กลุ่มตัวอย่างที่นำมาเทียบคะแนนทั้งสองกลุ่ม ควรมีการแจกแจงแบบโค้งปกติ
 3. คะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ต้องมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง
4. แบบทดสอบต้องสามารถวัดได้ถึงระดับอันดับภาค (Interval Scale) และต้องประกอบด้วยข้อสอบซึ่งเรียงลำดับจากข้อง่ายไปหาข้อยาก

5.1.3 วิธีการถดถอย (Regression Method)

นอกจากสองวิธีที่กล่าวมาแล้ว เรายังสามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Equation) วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายในขั้นตอนการแปลงคะแนน (Angoff, 1971) โดยการสร้างสมการทำนายคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งไปยังคะแนนของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง โดยวิธีการนี้ถือว่า คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับคะแนน X_i กับ Y_i เป็นคะแนนที่สมมูลกัน เมื่อคะแนน Y_i เป็นคะแนนที่ทำนายได้จากคะแนน X_i โดยใช้สมการทำนาย

นั่นคือ X_i กับ Y_i เป็นคะแนนสมมูลกัน

เมื่อ $X_i \longrightarrow Y_i$

สามารถเขียนเป็นสมการทำนาย ได้ดังนี้

$$Y_i = T(x_i) = B_{yx} + A_{yx} X_i$$

เมื่อ $T(x_i)$ คือ คะแนนแปลงของ X_i ที่มีความสมมูลกับ Y_i
 B_{yx} คือ ค่าคงที่ (Constant) = $R_{xy}(S_y / S_x)$
 A_{yx} คือ ความชัน (Slope) = $\bar{Y} - \bar{A}_{yx} \bar{X}$
 R_{xy} คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน X_i กับ Y_i

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า วิธีเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง (Linear Equating) จึงมีลักษณะการคำนวณคล้ายกับวิธีการเทียบโดยสร้างสมการทำนายด้วยสมการถดถอย แต่มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลแตกต่างกัน

วิธีการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y โดยการสร้างสมการถดถอยทำนายคะแนนของแบบทดสอบ X จากคะแนนของแบบทดสอบ Y กระทำได้ ดังนี้

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชากรแล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบทั้งฉบับ X และฉบับ Y
2. นำคะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับมาคำนวณหาค่า A_{yx} และ B_{yx} เพื่อสร้างสมการทำนาย
3. ทำการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y โดยแทนค่า X_i ลงในสมการ เพื่อหาค่าคะแนนสมมูล Y_i

การนำวิธีการเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย มีข้อเสนอนะที่สำคัญ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ต้องการนำมาเทียบคะแนนกัน ต้องเป็นแบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน มีความเป็นคู่ขนานกันและมีความเชื่อมั่นสูง
2. แบบทดสอบที่ต้องการนำมาเทียบคะแนนกัน ต้องมีความสัมพันธ์กับคะแนนเกณฑ์เท่าเทียมกัน มิฉะนั้นจะทำให้คะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งจะสามารถทำนายคะแนนเกณฑ์ได้แม่นยำกว่าอีกฉบับหนึ่ง ทำให้การเทียบคะแนนมีความแปรผันตามกลุ่มที่ใช้ศึกษา

5.2 รูปแบบการเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response

Theory of Equating)

การเทียบคะแนนตามวิธีการนี้อาศัยรูปแบบความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องของผู้สอบข้อสอบใด ๆ ว่าขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งประมาณค่าได้จากโค้งแสดงลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve : ICC) ของแต่ละรูปแบบที่ใช้ ซึ่งอาจจะเป็นรูปแบบหนึ่ง สอง หรือสามพารามิเตอร์ โดยไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การแจกแจงคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง (Lord & Novick, 1968 : 359) ซึ่งลอร์ด (Lord, 1980 : 199) ได้ตั้งข้อกำหนดที่สำคัญ 3 ประการในการเทียบคะแนนแบบทดสอบฉบับที่วัดคุณลักษณะเดียว ซึ่งเทียบคะแนนที่เทียบเท่ากันหรือสมมูลกันที่ระดับความสามารถเดียวกันไว้ดังนี้ 1. ความเสมอภาค (Equity) คือ ถ้าพิจารณาสำหรับทุก ๆ ความสามารถ (θ) การแจกแจงความถี่อย่างมีเงื่อนไขของคะแนนแปลง $x(y)$ ที่ θ กำหนดให้ต้องเหมือนกันกับการแจกแจงความถี่อย่างมีเงื่อนไขของคะแนน x 2. ความไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่ม (Invariance Across Groups) คือ คะแนนแปลง $x(y)$ จะคงที่ โดยไม่ขึ้นกับตัวแปรอื่นๆ ของประชากรที่นำมาเทียบคะแนน และ 3. ความสมมาตร (Symmetry) คือ การเทียบคะแนนจะต้องเหมือนกัน ไม่ว่าการเทียบคะแนนนั้นจะเทียบจากแบบทดสอบ X ไปยังแบบทดสอบ Y หรือแบบทดสอบ Y ไปยังแบบทดสอบ X

แฮมเบิลตันและสวามินาธาน (Hambleton & Swaminathan. 1985 : 16 - 30) ได้เสนอข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการตอบข้อสอบไว้ 4 ประการ ดังนี้ 1. ความเป็นเอกมิติ (Unidimensional) คือ คุณลักษณะ หรือความสามารถที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมกรรมการตอบข้อสอบแต่ละข้อ (ตอบผิดหรือถูก) มีลักษณะเด่นและความสำคัญเพียงลักษณะเดียว 2. ความเป็นอิสระ (Local Independence) การตอบข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบมีความเป็นอิสระจากกัน หรือไม่มีอิทธิพลต่อกัน ทั้งระหว่างข้อสอบและระหว่างผู้สอบ 3. โค้งคุณลักษณะข้อสอบสามารถใช้อธิบายพฤติกรรมกรรมการตอบข้อสอบ (Item Characteristic Curves : Item Response Models) ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้สอบ กับโอกาสในการตอบข้อสอบถูกสามารถแสดงได้ด้วยโค้งคุณลักษณะข้อสอบ และ 4. ข้อสอบที่ใช้ต้องไม่เป็นข้อสอบประเภทความเร็ว (Nonspeededness of the test) ผู้สอบทุกคนควรมีโอกาสทำข้อสอบทุกข้อ เพื่อให้คะแนนรวมจากการสอบเป็นค่าความสามารถที่แท้จริง ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการสอบ

รูปแบบการตอบข้อสอบรายข้อ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสอบมีหลายลักษณะ ได้แก่ ข้อมูลแบบทวิ (Dichotomous) ข้อมูลแบบพหุ (Multi - chotomous) และข้อมูลแบบหลายค่า (Polytomous) ดังนั้นจึงมีการพัฒนารูปแบบเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะข้อมูลดังกล่าวขึ้นมากมาย แต่สำหรับข้อมูลที่เป็นแบบทวิรูปแบบที่นิยมใช้ ได้แก่ รูปแบบโลจิสติก (Logistic Model) ซึ่งแตกต่างไปตามจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้ในแต่ละรูปแบบ มีรายละเอียดดังนี้ (Hambleton & Swaminathan. 1985 : 36 - 48)

5.2.1 รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ (Two - Parameter Logistic Model)

รูปแบบนี้ได้เสนอโดย เบิร์นบอม (Birnbbaum) เมื่อปี ค.ศ. 1957 เป็นรูปแบบโค้งคุณลักษณะข้อสอบและเป็นฟังก์ชันของการแจกแจงที่มีสองพารามิเตอร์ ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$P_i(\theta) = \frac{e^{Da(\theta-b_i)}}{1 + e^{Da(\theta-b_i)}} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad \dots\dots\dots (13)$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ เป็นความน่าจะเป็นของผู้สอบที่มีความสามารถ θ สามารถตอบข้อสอบ i ได้ถูกต้อง b_i และ a_i เป็นพารามิเตอร์ของข้อสอบ i D เป็นค่าองค์ประกอบสเกล (Scaling Factor) ซึ่งถ้ากำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.7 แล้วค่า $P_i(\theta)$ จากโค้งความถี่จะสมกับโค้งโลจิสติก จะมีค่าต่างกัันน้อยกว่า .01 สำหรับทุกค่าของ θ

จากรูปแบบนี้ย่อมข้อตกลงที่ว่า การเดาคำตอบจะไม่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นเช่นนี้ได้ก็ต่อเมื่อค่าพารามิเตอร์ $a_i > 0$ (ข้อสอบที่มีค่าความสัมพันธ์ด้านบวกระหว่างคะแนนจากการสอบกับ

ความสามารถของผู้สอบที่วัดโดยแบบทดสอบนั้น) และค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูก จะลดลงถึงศูนย์เมื่อความสามารถลดลง

5.2.2 รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ (Three - Parameter Logistic Model)

รูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ เป็นการปรับปรุงมาจากรูปแบบสองพารามิเตอร์ เพียงแต่เพิ่มพารามิเตอร์ตัวที่สาม คือ พารามิเตอร์การเดาคำตอบ หรือพารามิเตอร์ c_i เข้าไป รูปแบบนี้เขียนในรูปสมการเชิงคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad \dots\dots\dots (14)$$

เมื่อ $P_i(\theta)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีความสามารถ (θ) จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

b_i คือ พารามิเตอร์ความยาก

a_i คือ พารามิเตอร์อำนาจจำแนก

D คือ ค่าองค์ประกอบสเกล ($D=1.7$)

พารามิเตอร์ c_i เป็นจุดต่ำสุดที่โค้งคุณลักษณะข้อสอบ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่แทนความน่าจะเป็นของผู้สอบที่มีความสามารถต่ำจะตอบได้ถูกต้อง รูปแบบที่มีค่าพารามิเตอร์นี้จะใช้เมื่อคิดว่าการเดาเป็นองค์ประกอบในการตอบข้อสอบ บางครั้งเรียกพารามิเตอร์นี้ว่าเป็นโอกาสที่จะตอบได้ถูกต้องสำหรับคนที่มีความสามารถต่ำ

ในการปรับรูปแบบสามพารามิเตอร์ ให้เป็นรูปแบบสองพารามิเตอร์ ต้องอยู่บนข้อตกลงที่ว่าพารามิเตอร์การเดามีค่าเท่ากับศูนย์

5.2.3 รูปแบบโลจิสติก 1 พารามิเตอร์ (One - Parameter Logistic Model)

รูปแบบนี้บางครั้งเรียกว่า รูปแบบราสช์ (Rasch Model) เนื่องจากรูปแบบนี้ได้พัฒนาโดยนักคณิตศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ชื่อ ยอร์ช ราสช์ (Georg Rasch) ในปี ค.ศ. 1966 โค้งคุณลักษณะข้อสอบตามรูปแบบนี้ คือ

$$P_i(\theta) = \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}} \quad (i=1, 2,\dots,n) \quad \dots\dots\dots (15)$$

ถึงแม้รูปแบบนี้จะเป็นกรณีเฉพาะของรูปแบบสองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ แต่ก็ยังมีคุณสมบัติพิเศษที่ทำให้นิยมใช้กัน คือ ประการแรก เนื่องจากรูปแบบนี้มีจำนวนพารามิเตอร์ไม่มากจึงสะดวกต่อการใช้งาน ประการที่สอง ปัญหาที่เกิดจากการประมาณค่าพารามิเตอร์มีน้อยกว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับรูปแบบที่มีพารามิเตอร์หลาย ๆ ตัว การเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ มีหลายวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการเทียบคะแนนได้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับรูปแบบของการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ นักการเลือกรูปแบบหนึ่งพารามิเตอร์มีความเหมาะสมกับการเทียบคะแนนในแนวนอน แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่การเลือกรูปแบบสองพารามิเตอร์ หรือสามพารามิเตอร์ จะเหมาะสมมากกว่า สำหรับการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีวิเคราะห์ รูปแบบสองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์

6. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนที่สมบูรณ์จะพิจารณา 2 แหล่ง คือ

6.1 ความลำเอียงของการเทียบคะแนน

ความลำเอียงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคลาดเคลื่อน ซึ่งต้องพิจารณากันอย่างรอบคอบ เมื่อต้องการนำผลการเทียบคะแนนไปใช้ ซึ่ง บรูน และฮอลแลนด์ (Braun & Holland, 1982 : 32 - 36) ได้เสนอทวิเคราะห์ไว้ว่าความลำเอียงทางสถิติ มีความหมาย 2 ประการ คือ

1. ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าตัวประมาณ ตลอดจนทำการสุ่มซ้ำ ๆ จากประชากรเดียวกันกับค่าของประชากรที่ถูกประมาณ

2. ความแตกต่างของฟังก์ชันการเทียบคะแนนโดยประมาณ (Estimated Equating Function) ของค่าที่แท้จริงของฟังก์ชันของการเทียบคะแนน (Equating Function)

6.2 ความแปรผันเชิงสุ่ม และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน

วิธีการเทียบคะแนนทุกวิธีไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบการเทียบคะแนนใด เมื่อกลุ่มตัวอย่างผู้สอบเป็นกลุ่มที่สุ่มมาจากประชากรเดียวกันหรือหลายประชากร ย่อมมีความแปรผันเชิงสุ่มเกิดขึ้น จึงนิยมใช้เทคนิคการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Estimating Sampling Error) กับการเทียบคะแนนต่างๆ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม มีสมมุติฐานเบื้องต้นว่า กลุ่มตัวอย่างมาจากการสุ่ม และใช้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน (Standard Error of Equating : SEE) เป็นการวัดความแปรผันประเภทนี้

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน โดยอิงรูปแบบทฤษฎีการตอบข้อสอบ ค่าประมาณคะแนนจำนวนข้อที่ตอบถูก ξ ของผู้ที่ทำแบบทดสอบฉบับ X และ η ของผู้ที่ทำแบบทดสอบฉบับ Y มี

ค่าเท่ากับฟังก์ชันคุณลักษณะที่ประเมินที่ระดับความสามารถ θ เดียวกัน ให้มีความหมายของการเท่ากันในเชิงคะแนนสมมูล ในทางปฏิบัติจึงนำความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชัน ξ และ η มาใช้เทียบคะแนน X และ Y จากคะแนนที่สอบได้จริงของคนทั้งสองกลุ่ม การประมาณเพื่อให้เทียบ η ไปยัง ξ ตามฟังก์ชัน จะต้องใช้ค่าประมาณของประชากรข้อสอบ ค่าประมาณเหล่านี้คือ ที่มาของความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Sampling Error) ในการเทียบคะแนน (Lord, 1981)

7. ความเพียงพอของการเทียบคะแนน

วิธีการเทียบคะแนนแต่ละวิธี ประกอบขึ้นด้วยรูปแบบของการเทียบคะแนน (Equating Model) ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นของแต่ละรูปแบบและการออกแบบ เพื่อเก็บข้อมูลให้เป็นไปตามข้อตกลงต่างๆ ถ้าทุกอย่างเป็นไปตามเงื่อนไขผลของการเทียบคะแนนจะมีความถูกต้อง (Accurate) แม่นยำ (Precise) ตามทฤษฎี แต่ความเป็นจริงของการสอบมักไม่เป็นไปตาม เพราะมีหลายสิ่งหลายอย่างอยู่นอกเหนือการควบคุม เช่น โปรแกรมการทดสอบระดับชาติ ซึ่งมีทั้งนโยบายและกฎเกณฑ์เป็นตัวกำหนด จึงไม่สามารถควบคุมการทดสอบให้เป็นไปตามข้อตกลงเชิงทฤษฎี ดังนั้นข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษา จึงไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นตัวอย่างของประชากรได้อย่างชัดเจน และโดยความเป็นจริงเป็นการจัดกระทำกับประชากรมากกว่า (Population Quantities) ไม่ใช่ค่าประมาณ (Sample Estimates) (Braun & Holland, 1982 : 10)

ด้วยสภาพดังกล่าวทำให้การเทียบคะแนนที่จัดกระทำอยู่นั้นอยู่ในภาวะที่มีเงื่อนไขน้อยกว่าข้อตกลงที่มีในแต่ละรูปแบบ ดังนั้นการเทียบคะแนนที่ได้พัฒนาขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความเพียงพอของรูปแบบ (Petersen, Marco & Stewart, 1982 : 71) วิธีการประเมินความเพียงพอมีผู้เสนอแนวคิดและวิธีการปฏิบัติไว้ดังนี้

7.1 ดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Indices)

ปีเตอร์เซน มาร์โค และ สตีเวอร์ท (Petersen, Marco & Stewart, 1982 : 91) ได้เสนอวิธีประเมินความเพียงพอของรูปแบบการเทียบคะแนน โดยหาความแตกต่างระหว่างคะแนนแปลง (An estimated criterion score : t') ซึ่งเป็นผลจากการเทียบคะแนนกับคะแนนเกณฑ์ (Criterion score : t) ที่สมนัยกัน ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อย มีความหมายว่า ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการเทียบคะแนนนั้นน้อยด้วย รูปแบบการเทียบคะแนนดังกล่าวย่อมมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ที่ใช้

ดัชนีความแตกต่างที่นำมาเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบและสถานการณ์ที่ต่างๆ กัน คือ กำลังสองของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างที่ถ่วงน้ำหนักด้วยความแปรปรวนของคะแนนเกณฑ์ (The Weighted Mean - Square Difference) เป็นค่ามาตรฐาน ค่าที่คำนวณออกมานี้ เรียกว่า ความแปรปรวนรวม (The Total Error) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{total error} = \sum f_j d_j^2 / n S_t^2 \quad \dots\dots\dots(16)$$

เมื่อ d_j คือ $(t - t')$
 n คือ จำนวนคะแนนที่ใช้
 S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนน t

7.2 ดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์ (The Percentile Comparison Index)

ดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์ เป็นมาตรการวัดความไม่สอดคล้องระหว่างการแจกแจงของคะแนนในแบบทดสอบฉบับ X กับแบบทดสอบฉบับ Y ที่ได้แปลงไปอยู่ในมาตราคะแนนของ X แล้ว ตามวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์ คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่าง (The Mean - Squared Difference) ที่ได้จากการแจกแจงของคะแนนต่าง ๆ ของเกณฑ์ X กับคะแนนแปลง X' ที่แปลงมาจาก Y ด้วยวิธีเทียบคะแนนที่ระบุไว้ ณ ที่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เดียวกัน ดัชนีนี้ได้เสนอโดย โคลเลน (Kolen. 1982 : 284) ได้แนะนำให้ใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ซึ่งได้สุ่มมาจากประชากรเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้พัฒนาตารางคะแนนแปลง สูตรการคำนวณมีดังนี้ คือ

$$C = \sum (X_i - X'_i)^2 / nk \quad \dots\dots\dots(17)$$

เมื่อ n คือ จำนวนของคะแนนดิบของกลุ่มสอบทานผล
 k คือ จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบรวมที่ใช้

ค่า C ที่ได้ถ้ามีค่าน้อยจะให้ความหมายว่า รูปแบบการเทียบคะแนนที่นำมาสร้างตารางคะแนนแปลงนั้นมีความเหมาะสมและเพียงพอที่จะให้ผลการแปลงคะแนนอย่างคงเส้นคงวา

วิธีการประเมินความเพียงพอที่ได้กล่าวมานี้ เป็นการประเมินผลของการเทียบคะแนน ซึ่งอาศัยคะแนนเกณฑ์ที่เลือกสรรแล้วเป็นหลักในการเทียบหาความแตกต่าง สำหรับดัชนีที่เสนอโดย ปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen & others) นั้นคะแนนเกณฑ์ที่ใช้ คือ ผลการแปลงคะแนนค่าดัชนีที่คำนวณมีลักษณะเป็นหน่วยมาตรฐานแล้ว สามารถนำค่าเหล่านี้ที่ได้จากการใช้รูปแบบที่ต่างกัน ตลอดจนสถานการณ์ที่ได้ข้อมูลที่ต่างกันมาเปรียบเทียบกันโดยตรงได้ ส่วนดัชนีที่เสนอโดย โคลเลน (Kolen) ได้ใช้ข้อมูลจากผู้สอบเองเป็นเกณฑ์ในการหาความแตกต่าง ข้อมูลเหล่านี้ได้จากการออกแบบด้วยการใช้กลุ่มตัวอย่างสอบทานผล ซึ่งผู้สอบในกลุ่มตัวอย่างนี้ได้รับการสอบด้วยแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ดังนั้นการใช้คะแนนของตนเองเป็นเกณฑ์จึงมีความเป็นอิสระไม่ขึ้นกับกระบวนการแปลงคะแนนอื่นๆ เช่น วิธีที่เสนอโดย ปีเตอร์เซน และคณะ

ในการตรวจสอบประสิทธิภาพนั้น สามารถศึกษาได้จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนและความเพียงพอของการเทียบคะแนน ซึ่งความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ

การเทียบคะแนนนั้น พิจารณาจากองค์ประกอบที่สำคัญสององค์ประกอบ คือ 1. ความลำเอียงของการเทียบคะแนน และ 2. ความแปรผันเชิงสุ่มและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน จากการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน เป็นการอาศัยวิธีทางสถิติในการตรวจสอบ ส่วนความเพียงพอของการเทียบคะแนน วิธีการประเมินนั้นมีวิธีการปฏิบัติสองวิธี คือ 1. ดูค่าดัชนีความแตกต่างของการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ และ 2. ดูค่าดัชนีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์ ซึ่งค่าที่ได้มีค่าน้อยจะให้ความหมายว่า รูปแบบการเทียบคะแนนที่นำมาสร้างตารางแปลงนั้นมีความเหมาะสมและเพียงพอที่จะให้ผลการแปลงคะแนนอย่างคงเส้นคงวา จากการตรวจสอบความเพียงพอของการเทียบคะแนนนี้ ถือว่าเป็นการอาศัยดุลพินิจในการตรวจสอบ

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้หาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนครั้งนี้ คือ การประเมินความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนและความเพียงพอของการเทียบคะแนน เพื่อช่วยในการตัดสินใจว่า ในการทำการเทียบคะแนนที่นำรูปแบบวิธีการเทียบคะแนนและตัวแปรต่างๆ ที่ศึกษาไปใช้นั้น มีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

8. หลักสูตรคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศปรับปรุงหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 เพื่อเริ่มใช้ในปีการศึกษา 2533 ในโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตรและเริ่มใช้ในปีการศึกษา 2534 ในโรงเรียนทั่วประเทศ ในหลักสูตรฉบับปรับปรุง วิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยจุดประสงค์ วิชาบังคับ วิชาเลือกเสรี และคำอธิบายรายวิชา ดังต่อไปนี้

8.1 จุดประสงค์วิชาคณิตศาสตร์

8.1.1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ข้อมูลที่ปรากฏในสิ่งแวดล้อมสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระเบียบชัดเจนและรัดกุม

8.1.2. เพื่อให้มีทักษะในการคิดคำนวณ

8.1.3. เพื่อให้เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งที่มีต่อชีวิตประจำวันและที่เป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้

8.1.4. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ที่อาศัยคณิตศาสตร์

8.2 โครงสร้าง

วิชาบังคับแกน

ค 101 คณิตศาสตร์ 1 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ค 102 คณิตศาสตร์ 2 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่อง จำนวนนับ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมที่เป็นจำนวนบวก การวัดและการประมาณ สมการและกราฟอย่างง่าย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ เส้นตรงและมุม ความยาว พื้นที่ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก การนำเสนอข้อมูลอย่างง่าย เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะการคิดคำนวณ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ค 203 คณิตศาสตร์ 3 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ค 204 คณิตศาสตร์ 4 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.5 หน่วยการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม สมการ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ อัตราส่วนและร้อยละ พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ความเท่ากันทุกประการ เส้นขนาน ความคล้าย คุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก กราฟเส้นตรง การนำเสนอข้อมูล เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ คิดคำนวณได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วขึ้น สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและในการประกอบอาชีพ

วิชาเลือกเสรี

ค 011 คณิตศาสตร์ 5 คาบ/สัปดาห์/ภาค 2.5 หน่วยการเรียนรู้

รายวิชาพื้นฐาน ค 204 คณิตศาสตร์ 4

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้โจทย์ปัญหา ในเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง รากที่สอง รากที่สาม เลขยกกำลังเมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม เอกนาม พหุนาม การบวกลบคูณหารพหุนาม สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระบบสมการเชิงเส้นสองชั้น ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ วงกลม ไซน์โคไซน์ แทนเจนต์ โคเซแคนต์ และโคแทนเจนต์ ของมุมที่มีขนาดระหว่าง $0^\circ - 90^\circ$ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะในการคิดคำนวณและสามารถนำไปใช้ได้

- ค 012 คณิตศาสตร์** 5 คาบ/สัปดาห์/ภาค 2.5 หน่วยการเรียนรู้
 รายวิชาพื้นฐาน ค 011 คณิตศาสตร์
คำอธิบายรายวิชา
 ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้โจทย์ปัญหา ในเรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสอง กราฟของสมการในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$ ระบบสมการที่มีกำลังไม่เกินสอง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ความน่าจะเป็น ตารางแจกแจงความถี่ ฮิสโทแกรม และรูปหลายเหลี่ยมของความถี่ ค่ากลางของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะในการคิดคำนวณ และสามารถนำไปใช้ได้
- ค 021 คณิตศาสตร์** 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
คำอธิบายรายวิชา
 ศึกษาและฝึกทักษะการพิสูจน์ทฤษฎีบทและข้อสรุปเบื้องต้นทางเรขาคณิตในเรื่องรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา มีความสามารถในการใช้เหตุผล และสามารถนำไปใช้ได้
- ค 022 คณิตศาสตร์** 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
คำอธิบายรายวิชา
 ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่อง การแปรผันเศษส่วนของพหุนาม และการแก้สมการเศษส่วนของพหุนาม เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะในการคิดคำนวณ และการนำไปใช้
- ค 031 เสริมทักษะคณิตศาสตร์ 1** 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ค 032 เสริมทักษะคณิตศาสตร์ 2 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ค 033 เสริมทักษะคณิตศาสตร์ 3 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
ค 034 เสริมทักษะคณิตศาสตร์ 4 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1 หน่วยการเรียนรู้
คำอธิบายรายวิชา
 ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหา โดยการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในวิชาบังคับ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะในการคิดคำนวณ และแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว และแม่นยำยิ่งขึ้น
 จากคำอธิบายรายวิชาจะเห็นได้ว่า ในเรื่องสมการและอสมการนั้นเนื้อหามีการพัฒนาความยากเพิ่มขึ้นเป็นลำดับขั้น และสามารถวิเคราะห์สรุปออกมาเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามเนื้อหาของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ดังตาราง 1

ตาราง 1 จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหาของหลักสูตร
มัธยมศึกษาตอนต้น รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ

จุดประสงค์การเรียนรู้	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	เนื้อหา
นักเรียนสามารถแก้สมการได้	<p>ม.1</p> <p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หาคำตอบของสมการอย่างง่าย ๆ ได้ 2. แก้สมการโดยนำคุณสมบัติการเท่ากันมาใช้หาคำตอบได้ 	<p>ม.1</p> <p>สมการอยู่ในรูปง่ายคือ</p> <p>รูป $ax + b = c$</p> <p>เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนเต็ม</p> <p>x เป็นตัวแปร</p>
	<p>ม.2</p> <p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หาคำตอบของสมการอย่างง่าย ๆ ได้ 2. เขียนกราฟแสดงคำตอบของสมการได้ 3. ใช้คุณสมบัติการเท่ากันแก้สมการได้ 4. แก้สมการที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง 	<p>ม.2</p> <p>สมการอยู่ในรูป</p> <p>$ax + b = c$</p> <p>$ax + bx + cx = d$</p> <p>$a(x + b) = c$</p> <p>เมื่อ a, b, c, d เป็นจำนวนจริง</p> <p>x เป็นตัวแปร</p>
	<p>ม.3</p> <p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้อย่างถูกต้อง 	<p>ม.3</p> <p>สมการอยู่ในรูปที่ซับซ้อนมีวงเล็บ, เศษส่วนแต่ค่าตัวแปรเป็นดีกรี หนึ่ง</p>
นักเรียนสามารถใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ได้	<p>ม.1</p> <p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เขียนสมการแทนประโยคภาษาที่กำหนดให้ได้ 2. เปลี่ยนโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เป็นสมการได้ 3. ใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาง่ายๆ ได้ถูกต้อง 	

ตาราง 1 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	เนื้อหา
นักเรียนสามารถแก้ อสมการได้	<p>ม.2</p> <p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> เปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ สร้างสมการจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้และหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง <p>ม.3</p> <p>นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง</p> <p>ม.2</p> <p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> หาคำตอบของอสมการได้ เขียนกราฟแสดงคำตอบของอสมการได้ แก้สมการได้อย่างถูกต้อง โดยใช้คุณสมบัติการบวกของการไม่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง <p>ม.3</p> <p>นักเรียนสามารถใช้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้คุณสมบัติของการไม่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง</p>	<p>ม.2</p> <p>อสมการในรูปตัวแปรที่มีกำลังเป็นหนึ่งและสัมประสิทธิ์เป็นหนึ่ง</p> $x + b > c$ <p>ม.3</p> <p>อสมการในรูปตัวแปรที่มีสัมประสิทธิ์ไม่ใช่หนึ่งต้องใช้คุณสมบัติการคูณ</p>
ใช้โจทย์อสมการแก้ โจทย์ปัญหาต่างๆ ได้	<p>ม.2</p> <p>นักเรียนสามารถใช้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เป็นอสมการและหาคำตอบตามโจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง</p> <p>ม.3</p> <p>นักเรียนสามารถใช้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแก้ปัญหาโจทย์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง</p>	

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเทียบคะแนน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเทียบคะแนนที่ผ่านมา นั้น ส่วนใหญ่ทำการเปรียบเทียบผลการเทียบคะแนน โดยใช้วิธีการเทียบคะแนนแบบต่างๆ นอกจากนี้ได้มีการนำวิธีการเทียบคะแนนไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเสนอตามลำดับ ดังมีรายละเอียดดังนี้

สไลด์ และลินน์ (Slinde & Linn. 1977 : 23 - 31) ได้ศึกษาการเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรงกับการเทียบคะแนนแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ (Linear and Equipercentile Methods of Equating) โดยเน้นการเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีระดับความยากแตกต่างกัน โดยใช้แบบทดสอบร่วม ซึ่งสรุปผลว่าการเทียบคะแนนแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ดีกว่าการเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง แต่ทั้งสองวิธียังไม่เหมาะสมกับการเทียบคะแนนในแนวตั้ง (Vertical Equating) และต่อมา สไลด์ และลินน์ (Slinde & Linn. 1978 : 23 - 34 ; Slinde & Linn. 1979 : 159 - 165) พบว่า การเทียบคะแนนในแนวตั้ง โดยใช้แบบทดสอบที่มีความยากต่างกันมาสอบกับนักเรียนต่างระดับชั้น ด้วยวิธีรูปแบบราสช์ (Rasch Model) ได้ผลค่าเฉลี่ยของการเทียบคะแนนในแนวตั้งให้ผลที่ไม่เพียงพอ จากการศึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การใช้รูปแบบการเทียบคะแนนสามรูปแบบ คือ แบบเชิงเส้นตรง แบบอีควิเปอร์เซนไทล์ และแบบอิงทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก ชนิดหนึ่งพารามิเตอร์ รูปแบบโลจิสติก อาจมีข้อจำกัดในกระบวนการเทียบคะแนนในแนวตั้ง โดยเฉพาะการเทียบคะแนนโดยใช้แบบทดสอบสองฉบับที่มีความแตกต่างกันมาก และกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่มีระดับความสามารถต่างกันมาก แต่ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ การเลือกใช้รูปแบบสองพารามิเตอร์ หรือ สามพารามิเตอร์ จะเหมาะสมกว่า ซึ่ง กัสตาฟสัน (Gustafsson. 1979 : 153 - 158) ได้ทำการศึกษาร่วมกับกลุ่มตัวอย่างใหม่ และได้เสนอแนะว่า วิธีการเทียบคะแนน โดยใช้รูปแบบราสช์กับแบบทดสอบที่มีความยากแตกต่างกันควรใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีการเดาค่า

สำหรับวิธีการเทียบคะแนนแบบทฤษฎีการตอบข้อสอบ ชนิดสามพารามิเตอร์ ให้ผลที่เพียงพอมากที่สุดยกเว้นการเทียบคะแนนที่อยู่ต่ำกว่าระดับการเดา ซึ่งไม่สามารถอธิบายผลการเทียบคะแนนได้ ดังนั้นการเทียบคะแนนในส่วนนี้จึงต้องอาศัยวิธีการอื่น เช่น วิธีการแบบเชิงเส้นตรง

โคเลน (Kolen. 1981 : 1 - 11) ได้เปรียบเทียบผลการเทียบคะแนนระหว่างวิธีดั้งเดิม (Traditional Methods) 2 วิธี กับวิธีการตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory Methods) 7 วิธี โดยใช้ข้อมูลจากการทดสอบนักเรียนในรัฐไอโอวา ปี ค.ศ. 1978 ในโครงการเทียบคะแนนชื่อ The Iowa Tests of Educational Development (ITED) โดยทำการศึกษาทั้งสองแบบ คือ การเทียบคะแนนจากฉบับที่มีความยากเท่ากันและการเทียบคะแนนจากฉบับที่มีระดับความยากต่างกัน แบบทดสอบที่ใช้ คือ แบบทดสอบที่พิมพ์ใหม่ครั้งที่ 7

เทียบไปสู่แบบทดสอบฉบับเก่าพิมพ์ครั้งที่ 6 ในแบบทดสอบที่พิมพ์ครั้งที่ 6 มีฉบับหนึ่ง คือ X-6 ใช้ทดสอบกับนักเรียนทั้งสองระดับ คือ ระดับที่ 1 เป็นนักเรียนเกรด 9 และ 10 และระดับที่ 2 เป็นนักเรียนเกรด 11 และ 12 ส่วนแบบทดสอบที่พิมพ์ครั้งที่ 7 มีสองฉบับที่คู่ขนานกัน คือ X-7 และ Y-7 แต่ละฉบับแบ่งแบบทดสอบออกเป็นสองระดับ ซึ่งมีความยากแตกต่างกัน เพื่อแยกสอบนักเรียนแต่ละคน โดยมีแบบแผนการรวบรวมข้อมูลดังนี้

นักเรียนระดับที่ 1 สอบแบบทดสอบ X-6, X-7 ระดับ 1 และ Y-7 ระดับ 1

นักเรียนระดับที่ 2 สอบแบบทดสอบ X-6, X-7 ระดับ 2 และ Y-7 ระดับ 2

ทั้งนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้รับแบบทดสอบเพียง 1 ฉบับ คือ X-6, X-7 หรือ Y-7 โดยการสุ่ม ดังนั้นจำนวนนักเรียนที่สอบแบบทดสอบแต่ละฉบับจะมี 1 ใน 3 ของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ สำหรับกลุ่มสอบทานผลใช้ข้อมูลจากนักเรียนทุกๆ คนที่ 3 จากการสอบแบบทดสอบแต่ละระดับ ซึ่งการเทียบคะแนนแบบดั้งเดิม ใช้วิธีการแบบเชิงเส้นตรงและแบบอิกวิเปอร์เซนไทล์ ซึ่งจัดกระทำตามวิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff, 1971) ส่วนการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบใช้รูปแบบโลจิสติก ชนิดหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ โดยแต่ละรูปแบบเทียบสองแบบ คือ เทียบด้วยค่าประมาณคะแนนจริงและเทียบด้วยค่าประมาณคะแนนสังเกต ส่วนการเทียบอีกวิธีหนึ่ง คือ รูปแบบราสส์

ดัชนีสำหรับตรวจสอบผล โคลเนใช้วิธีคำนวณจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่าง (สำหรับผู้สอบแบบทดสอบ X-6 ในกลุ่มตรวจสอบผล) ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบ X-6 กับแบบทดสอบ X-7 และ Y-7 ที่แปลงคะแนนแล้ว ณ ตำแหน่งที่เปอร์เซนไทล์เดียวกัน โดยใช้วิธีการเทียบคะแนนแบบต่างๆ ทั้ง 9 วิธี หากค่าดัชนีจากกลุ่มตรวจสอบผลที่ได้จากการเทียบคะแนนใดมีค่าน้อยกว่า แสดงว่า วิธีนั้นมีความสอดคล้องระหว่างการแจกแจงคะแนนของแบบทดสอบฉบับเก่ากับคะแนนของแบบทดสอบฉบับใหม่ที่แปลงไปยังสเกลของฉบับเก่ามากกว่า นั่นคือ วิธีการนั้นมีความคงเส้นคงวามากกว่า ทั้งนี้ทดสอบความแตกต่างของค่าดัชนีที่ได้จากการเทียบคะแนนแบบต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบผลของแต่ละวิธี โดยใช้ค่าสถิติทดสอบฟรายด์แมน (Friedman Test) ผลการวิจัยพบว่า วิธีการเทียบคะแนนแบบต่างๆ ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 เมื่อใช้กับแบบทดสอบฉบับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแบบทดสอบระดับที่ 1 พบว่า วิธีการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ สามพารามิเตอร์ ประมาณค่าการสังเกตให้ผลได้อย่างแน่นอนมากที่สุด วิธีสองพารามิเตอร์ และวิธีการแบบเชิงเส้นตรงแน่นอนลดลงตามลำดับ ส่วนการทดสอบแบบทดสอบระดับที่ 2 วิธีที่ให้ผลแน่นอนที่สุด คือ วิธีการเทียบคะแนนแบบทฤษฎีการตอบข้อสอบสามพารามิเตอร์ โดยกะประมาณคะแนนจริงและแน่นอนถัดมา คือ รูปแบบวิธีแบบเชิงเส้นตรง และวิธีแบบทฤษฎีการตอบข้อสอบพารามิเตอร์เดียวตามลำดับ และ โคลเน ได้อภิปรายเสนอ สรุปว่า วิธีที่ให้ผลการเทียบคะแนนที่มีความเพียงพอที่สุด คือ วิธีตามทฤษฎีการตอบข้อสอบหนึ่งพารามิเตอร์ ซึ่งอาจจะมาจากไม่ได้ระบุการเดาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดค่าความสามารถ ดังนั้นข้อมูลที่มาจากข้อสอบที่มีค่าความยากต่างกันการเทียบคะแนนอาจจะได้รับผลกระทบและให้ประสิทธิภาพต่ำลง และต่อมา

โคเลน และวิทนี (Kolen & Whitney. 1982 : 279 - 293) ได้เปรียบเทียบความเพียงพอของวิธีการเทียบคะแนนสี่วิธี คือ วิธีแบบอิกวิเปอร์เซนไทล์ วิธีแบบเชิงเส้นตรง วิธีการตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก ชนิดหนึ่งพารามิเตอร์ หรือรูปแบบวราสซ์ และวิธีการตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ ชนิดสามพารามิเตอร์ โดยใช้แบบทดสอบ Tests of General Educational Development (GED) ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 5 วิชา แต่ละวิชามีเนื้อหาแตกต่างกัน ดังนี้ ทักษะการเขียน (80 ข้อ) การศึกษาสังคม (60 ข้อ) วิทยาศาสตร์ (60 ข้อ) ทักษะการอ่าน (40 ข้อ) และ คณิตศาสตร์ (50 ข้อ) ซึ่งใช้สำหรับตัดสินให้ประกาศนียบัตร แก่นักเรียนระดับอุดมศึกษาทั่วประเทศที่มีความรู้เทียบเท่าระดับที่แสดงว่าได้เรียนสำเร็จแล้ว แบบทดสอบแต่ละวิชามี 12 ฉบับ ดำเนินการสอบผู้สอบกลุ่มละ 2 ฉบับ และทุกกลุ่มต้องสอบแบบทดสอบฉบับที่ 12 ซึ่งแยกออกมาเป็นแบบทดสอบร่วมใช้กลุ่มตัวอย่างฉบับละ 200 คน ด้วยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น การเปรียบเทียบผลใช้การวิเคราะห์แบบ Cross - Validation Analysis ผลการวิจัย พบว่า วิธีการเทียบที่ใช้แบบอิกวิเปอร์เซนไทล์และการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ สามพารามิเตอร์ ได้ผลยังไม่เป็นที่ยอมรับ ส่วนวิธีการเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรง และการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบพารามิเตอร์เดียว ได้ผลคงที่มากกว่า สรุปได้ว่า ความถูกต้องของวิธีการเทียบคะแนนขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ลักษณะของแบบทดสอบ รูปแบบในการเทียบคะแนน และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ปีเตอร์เซน มาร์โค และสตีเวอร์ (Petersen, Marco & Stewart. 1982 : 71 - 135) ได้ตรวจสอบความเพียงพอของรูปแบบการเทียบคะแนน วิธีแบบเชิงเส้นตรงหลาย ๆ วิธี และ วิธีอิกวิเปอร์เซนไทล์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลจากผลการสอบระดับชาติสองครั้ง คือ ครั้งที่สอบเมื่อเดือนเมษายน ปี ค.ศ.1975 ใช้แบบทดสอบชุด SAT (Scholastic Aptitude Test) ซึ่งมี 3 ฉบับ คือ ee, fe และ fm อีกครั้งสอบเมื่อเดือนพฤศจิกายน ปี ค.ศ.1975 ใช้แบบทดสอบชุด TSWE (Test of Standard Written English) ซึ่งมี 3 ฉบับ คือ eg, fg และ fo ผลการตอบข้อสอบของผู้สอบทั้งหมดบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างจะสร้างขึ้นตามลักษณะเฉพาะที่กำหนดไว้ โดยสุ่มมาจำนวน 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจำนวน 4,731 คน แบ่งแต่ละกลุ่มออกเป็นสามกลุ่มย่อย โดยไม่ให้ซ้ำกัน ทั้งนี้ให้มีลักษณะต่างกัันดังนี้ กลุ่มที่ใช้การสุ่มอย่างง่าย กลุ่มที่มีความสามารถคล้ายคลึงกัน (ใช้ค่าเฉลี่ยความสามารถทางภาษาเป็นเกณฑ์) และกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีกลุ่มย่อยทั้งหมด 54 กลุ่ม การออกแบบการเทียบคะแนนใช้แบบทดสอบร่วมลักษณะต่าง ๆ กันกับแบบทดสอบเทียบคะแนน คือ ต่างกันในตำแหน่ง (Location) ของแบบทดสอบร่วม (ภายใน หรือ ภายนอก) เนื้อหา (คล้ายคลึง หรือ ไม่คล้ายคลึง) และความยาก (คล้ายคลึง หรือ ไม่คล้ายคลึง) โดยทำการเทียบคะแนนแบบทดสอบชุด SAT ส่วนที่เป็นภาษากับตัวเองดูเหมือนว่าเป็นการเทียบคะแนนแบบทดสอบสองชุด โดยใช้แบบทดสอบร่วมลักษณะต่าง ๆ เพื่อศึกษาระดับความคล้ายคลึงระหว่างแบบทดสอบที่ต้องการเทียบคะแนนกับแบบทดสอบร่วมและระดับความคล้ายคลึงระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม ที่ใช้ในการเทียบคะแนนที่มีผลต่อการเทียบคะแนน ทั้งนี้การจัดกระทำกับตัวแปรต่าง ๆ ดำเนินการอย่างเป็นระบบ

(Systematically Manipulated) นอกจากนี้ได้มีการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (SAT กับ TSWE) โดยใช้แบบทดสอบรวมภายใน เพื่อศึกษาระดับความคล้ายคลึงระหว่างแบบทดสอบที่ต้องการเทียบทั้งสองฉบับ และระดับของความคล้ายคลึงระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เทียบสองกลุ่มที่มีผลต่อการเทียบคะแนน โดยแบบทดสอบที่เทียบคะแนนมีลักษณะต่างๆกัน คือ เนื้อหาความยากของแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบเลือกคะแนนตามจุดมุ่งหมายแล้วคำนวณค่าสถิติรายข้อและข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องการใช้ เพื่อเทียบแบบทดสอบในสถานการณ์ต่างๆ เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความเพียงพอของวิธีการเทียบคะแนน ใช้ค่าดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Indices) ซึ่งเป็นค่าที่ถ่วงน้ำหนักแล้วของค่าเฉลี่ยยกกำลังสองของความแตกต่าง ระหว่างค่าประมาณหรือคะแนนแปลงกับคะแนนเกณฑ์ คะแนนเกณฑ์ที่ใช้ คือ คะแนนแปลงจากคะแนนดิบชุดเดียวกัน ดัชนีนี้เป็นค่ามาตรฐาน โดยอยู่ในรูปสัดส่วนของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเกณฑ์ ดังนั้นจึงสามารถเปรียบเทียบผลการเทียบคะแนนระหว่างสถานการณ์ต่าง ๆ และระหว่างวิธีการเทียบคะแนนแบบต่างๆ ได้ ทั้งนี้ค่าดัชนีความแตกต่างหรือความคลาดเคลื่อนรวม (Total Error : TE) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ แสดงอยู่ในสเกลที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเกณฑ์เท่ากับ 100 และจำแนกตามระดับคุณภาพสำหรับการประเมินความเพียงพอของการเทียบคะแนน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ การเทียบคะแนนวิธีแบบเชิงเส้นตรงโดยใช้เทคนิคของพอททอฟ (Potthoff) ให้ผลไม่น่าพอใจเกือบทุกสถานการณ์ที่ศึกษา ถ้ากรณีที่กลุ่มตัวอย่างเท่ากันวิธีอีควิวเปอร์เซนไทล์ให้ผลที่มีความคลาดเคลื่อนรวมมากกว่าวิธีแบบเชิงเส้นตรง แต่ให้ผลการเทียบดีกว่าวิธีแบบเชิงเส้นตรงเมื่อแบบทดสอบสองฉบับมีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้ง อันเนื่องมาจากแบบทดสอบมีความยากแตกต่างกันและจากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่คล้ายคลึงกัน ส่วนค่าความยากระหว่างแบบทดสอบรวมและแบบทดสอบเทียบคะแนนแตกต่างกัน จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนนมีมากกว่าความแตกต่างในเนื้อหาและค่าความยากที่ต่างกัน ระหว่างแบบทดสอบทั้งสองฉบับที่จะเทียบคะแนน ก็จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน มีมากกว่าความแตกต่างในเนื้อหาด้วย แต่ถ้าแบบทดสอบรวมที่สร้างให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบทดสอบที่จะเทียบคะแนนมาก การเทียบคะแนนจะให้ผลดีที่สุด

คาลด์เวลล์ (Caldwell. 1984) ได้ทำการศึกษาเพื่อวัดประสิทธิผลสัมพัทธ์ (Relative Effectiveness) ในรูปแบบการปรับเทียบความยากของแบบทดสอบ รูปแบบที่ใช้ คือ รูปแบบเชิงเส้นตรง แบบแผนที่ 4 และรูปแบบราสช์ ในการปรับเทียบได้พิจารณาถึงการเพิ่มค่าเฉลี่ยและการลดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการสอบครั้งที่ 2 ซึ่งคาดว่ารูปแบบเชิงเส้นตรงจะมีประสิทธิผลน้อยกว่ารูปแบบราสช์ เนื่องจากรูปแบบเชิงเส้นตรงมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีอยู่ในสูตร ส่วนรูปแบบราสช์ไม่มี และคาดว่าประสิทธิผลสัมพัทธ์ของรูปแบบราสช์จะเพิ่มขึ้นขณะที่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ได้มีการประเมินแบบทดสอบรวมทั้งสองฉบับแบบทดสอบรวมฉบับหนึ่งประกอบด้วยข้อสอบที่มีความยากระดับปานกลาง ส่วนอีกฉบับหนึ่งความยากสูงสุดแบบทดสอบที่มีค่าความยากสูงนี้ได้รับการพิจารณาว่าเป็นกรณีที่มีประสิทธิภาพต่ำสุด และแบบทดสอบรวมที่มีความยากปานกลางได้รับการพิจารณาว่าให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า ผลการวิจัย พบว่า

คะแนนทั้งหมดรูปแบบราศีดีกว่ารูปแบบเชิงเส้นตรง ทั้งในแบบทดสอบร่วมที่มีความยากระดับปานกลางและระดับสูง แต่พิจารณาคะแนนจุดตัดที่แสดงถึงความสามารถต่ำสุดรูปแบบราศีดีกว่าในลักษณะที่ให้ความลำเอียงเพียงเล็กน้อย แต่รูปแบบเชิงเส้นตรงให้ค่าความคลาดเคลื่อนในระดับต่ำ ดัชนีความแตกต่างของรูปแบบราศีมีค่าเฉลี่ยเกือบเป็นศูนย์และมีการแปรเปลี่ยนในช่วงกว้าง รูปแบบเชิงเส้นตรงให้ค่าความลำเอียงด้านลบแต่มีการแปรเปลี่ยนที่น้อยกว่า

ซอนแท็ก (Sontag. 1984) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติวิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้ง มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเทียบตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ (หนึ่ง, สอง และ สามพารามิเตอร์) ให้ผลคงที่มากที่สุด เมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระหว่างชาติ (IED) ในวิชาวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจการอ่าน และความรู้เกี่ยวกับคำ แต่ละวิชามีขอบเขตอยู่ใน 3 ระดับคือ ประชากรระดับ 1 อายุ 10 ปี ประชากรระดับ 2 อายุ 14 ปี และประชากรระดับ 4 เป็นนักเรียนเกรด 12 โดยใช้แบบทดสอบร่วมภายในเป็นตัวเทียบ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มที่เท่าเทียมกัน (a และ b) แต่ละกลุ่มจะวิเคราะห์แยกกัน เช่น การวิเคราะห์ข้อสอบสำหรับความรู้เกี่ยวกับคำใช้ประชากร 1a แยกจากประชากร 1b พารามิเตอร์ของข้อสอบวิเคราะห์โดย LOGIST เนื้อหาวิชาและรูปแบบเป็นการเทียบคะแนนไปยังประชากร 2a และ 4a อย่างเท่าเทียมกัน ส่วน 1b ทำเหมือนกัน แม้ว่าวิธีการเทียบคะแนนไม่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างระหว่างการสุ่มตัวอย่างมาก ผลปรากฏว่า รูปแบบ 1 พารามิเตอร์ให้ผลไม่เปลี่ยนแปลง รองลงมา 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ ตามลำดับ โดยความแตกต่างจะไม่คงที่พบระหว่างแบบทดสอบความรู้เรื่องคำ ความเข้าใจการอ่านและวิทยาศาสตร์ ผลที่พบนี้อาจมาจากองค์ประกอบต่างๆ ไป ดังนี้ 1. รูปแบบของข้อมูลมากเกินไปในการออกแบบการเปรียบเทียบข้ามกลุ่ม 2. องค์ประกอบรูปแบบหนึ่งที่มีพารามิเตอร์น้อยจะมีความคงที่มากที่สุดเนื่องจากความแปรปรวนน้อย และ 3. ข้อมูลที่นำมาใช้อาจจะไม่เหมาะกับรูปแบบ

ฟิลลิปส์ (Phillips. 1986 : 107 - 118) ได้ศึกษาผลการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ที่ลดคนที่ไม่เหมาะสม (Missfitting) ออก โดยใช้รูปแบบราศี เพื่อหาคำตอบว่าเมื่อการตัดคนที่ไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์ออกไปแล้ว 1. จะช่วยปรับปรุงข้อมูลให้เหมาะสมกับรูปแบบหรือไม่ โดยเปรียบเทียบจากค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมกับรูปแบบ เมื่อก่อนและหลังทำการตัดคนที่ไม่เหมาะสมออกโดยใช้โปรแกรม IRT ประมาณค่าพารามิเตอร์ 2. จะมีผลต่อการเทียบคะแนนแบบทดสอบ 2 ฉบับให้แตกต่างกันหรือไม่ โดยเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประมาณความยากของข้อสอบ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่มีค่าสถิติที่เหมาะสม ค่าการประมาณ (Estimates) ความเชื่อมั่นที่พิจารณาจากความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Reliability) และจำนวนข้อสอบที่เหมาะสมกับรูปแบบระหว่างก่อน และหลังจากการตัดคนที่ไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์ออก และ 3. ผลการเทียบคะแนน โดยใช้รูปแบบราศีจะเปลี่ยนหรือไม่ โดยเปรียบเทียบผลการเทียบคะแนนโดยใช้รูปแบบราศีก่อนและหลังการตัดคนที่ไม่เหมาะสมออกกับผลการเทียบคะแนนแบบอิกวิเปอร์เซนไทล์ ข้อมูลที่ใช้มาจากผลการสอบแบบทดสอบมาตรฐาน

ระดับชาติ เมื่อปี ค.ศ. 1980 ซึ่งใช้วัดหลายระดับชั้น เฉพาะแบบทดสอบย่อยต่างกัน 2 ด้าน คือ ด้านการอ่าน 63 ข้อ และด้านคณิตศาสตร์ 68 ข้อ เป็นข้อสอบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 4 และนักเรียนเกรด 8 จำนวนระดับละ 300 - 500 คน การเทียบคะแนนดำเนินการเมื่อแบบทดสอบมีพิสัยความยาก และเนื้อหาที่กว้างกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองระดับ ผลการวิจัยพบว่า การตัดคนที่ไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์ห้อก ช่วยในการปรับปรุงข้อมูล ให้เหมาะสมกับรูปแบบน้อย ส่วนการใช้วิธีการของราสส์ทั้งก่อนและหลัง การตัดคนที่ไม่เหมาะสมกับรูปแบบออก ให้คะแนนสมมูลคล้ายกัน เมื่อจำนวนร้อยละของคนที่ไม่เหมาะสม ถูกตัดออกน้อย นอกจากนี้ข้อมูลของราสส์ชี้ว่า การตัดคนที่ไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์ห้อก ให้สัดส่วนของการแจกแจงคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ต่ำกว่าเมื่อเกิดการเดามากขึ้น ค่าพารามิเตอร์ ความยากของข้อสอบทั้งก่อนและหลังการตัดคนที่ไม่เหมาะสมออก มีแนวโน้มต่างกันน้อยกว่าค่า เบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งก่อนและหลังการตัดคนที่ไม่เหมาะสมออก และผลการเทียบที่ได้ยังแตกต่าง จากผลการเทียบคะแนนแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ ซึ่ง ฟิลลิปส์ ได้กล่าวว่า การตัดคนที่มีความสามารถต่ำออก อาจลดการเดา แต่บางครั้งอาจทำให้ค่าประมาณของโค้งคุณลักษณะข้อสอบมี สัดส่วนของสเกลที่มีความถูกต้องน้อยลง

ฮาร์ริส (Harris. 1987 : 151 - 159) ทำการศึกษาตรวจสอบประสิทธิผล (Effectiveness) ของรูปแบบ IRT สามพารามิเตอร์ในการเทียบคะแนนในแนวตั้ง แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบ การคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหา 5 ระดับที่คาบเกี่ยวกัน คือ ระดับ 10 -14 ทดสอบกับ นักเรียนเกรด 4 - 8 โดยชั้นที่ต่อเนื่องกันจะมีข้อสอบรวม จำนวน 30 ข้อ ดังเช่น ข้อสอบ ระหว่างระดับ 12 กับ 13 จะมีข้อสอบรวมจำนวน 30 ข้อ ในขณะที่นักเรียนเกรดที่ห่างกัน 1 ระดับจะใช้ข้อสอบรวมจำนวน 15 ข้อในการประมาณค่า θ และพารามิเตอร์ของข้อสอบ ใช้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3,652 คน และ 102 ข้อ ผลปรากฏว่า การประมาณค่า θ ในภาพรวม สามารถเปรียบเทียบข้ามกลุ่มได้ภายในกลุ่มที่กำหนดให้ ที่โค้งคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ ระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละเกรด / แบบทดสอบแต่ละระดับศึกษาร่วมกัน และรวมการ วิเคราะห์ทุกอย่าง ผลการตรวจสอบตามทฤษฎี IRT สามพารามิเตอร์ ของการเทียบคะแนนใน แนวตั้ง 5 ระดับ สรุปว่า คุณสมบัติของรูปแบบการวัดข้อสอบที่รูปแบบอิสระและบุคคลอิสระ การตรวจทานผลการวัดได้ ซึ่งไม่ได้ใช้แค่ข้อมูลเหล่านั้นเท่านั้น ยังมีการสื่อให้เห็นถึงการประยุกต์ ใช้ในสิ่งอื่น ๆ อย่างเชื่อถือได้ที่คุณสมบัติของข้อสอบ หรือบุคคลที่เป็นอิสระตามทฤษฎีการตอบ ข้อสอบ เช่น Adaptive Testing เป็นต้น

โจแฮนสัน (Johanson. 1987) ได้ทำการศึกษาการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบ ข้อสอบที่ใช้แบบทดสอบร่วมโดยวิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ปัญหาของการวิจัย คือ ความยาว ของแบบทดสอบร่วมเท่าใด ที่ให้คะแนนของวิธีการเทียบที่ถูกต้อง และดูผลของการแจกแจง ความสามารถที่แตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อดูผลการเทียบคะแนนที่ถูกต้องของแต่ละ องค์ประกอบด้านความยาวของแบบทดสอบร่วมในกลุ่มความสามารถ และวิธีการเทียบคะแนน แตกต่างกัน ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นการจัดกระทำขึ้นตามรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ในผู้สอบ

ทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้โปรแกรม LOGIST ความยาวของแบบทดสอบรวมมี 4 ขนาด ของช่วงระยะห่างพิสัยความยากที่ใช้กับแบบทดสอบรวม โดยศึกษาแบบ Nested และความยากของแบบทดสอบรวมมีการแจกแจงแบบเดียวกัน วิธีการเทียบคะแนนที่ศึกษา คือ การประมาณค่าโค้งคุณลักษณะ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Orthogonal Least Square และ Ordinary Least Square ผลแสดงให้เห็นว่า โค้งคุณลักษณะ ความถูกต้องของวิธีการเทียบคะแนนส่วนใหญ่ เกณฑ์ขึ้นอยู่กับความยากของข้อสอบและวิธีการเทียบคะแนนคงที่ วิธีโค้งคุณลักษณะให้ผลเป็นที่พอใจน้อยกว่าข้อสอบรวม 4 ขนาด สำหรับแบบทดสอบรวมที่ยาวและความแตกต่างในค่าเฉลี่ยความสามารถระหว่างกลุ่มน้อยวิธีการเทียบคะแนนทุก ๆ วิธี ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ เมื่อค่าเฉลี่ยความสามารถแตกต่างกันมาก เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่ไม่ดี ดังนั้นเกณฑ์ความสามารถในการทำนายมีความแปรปรวนเพิ่มขึ้น ผลสรุปว่า ถ้าแบบทดสอบสั้นและใช้แบบทดสอบรวมน้อยความคลาดเคลื่อนการประมาณค่าพารามิเตอร์แตกต่างกันมากทำให้แบบทดสอบยากที่จะเทียบคะแนนได้อย่างถูกต้อง

ฮิลล์ ซับฮิยาห์ และเฮิร์ช (Hills, Subhiyah & Hirsch. 1988 : 221 - 231) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการเทียบคะแนน 5 วิธี คือ วิธีการแบบเชิงเส้นตรง และวิธี IRT 4 วิธี ได้แก่ วิธี IRT สามพารามิเตอร์ คือ Concurrent Method (IRTCON), Fixed-Parameter Method (IRTFIX), Formula Method (IRTFOR) และรูปแบบราสซัส ศึกษาความยาวของแบบทดสอบรวม 6 ขนาด คือ 30 25 20 15 10 และ 5 ข้อ ซึ่งสุ่มมาจากแบบทดสอบรวม 30 ข้อ ว่าแบบทดสอบรวมทั้ง 5 ขนาด มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับแบบทดสอบรวมจากตั้งต้น 30 ข้อ โดยใช้การเทียบคะแนนแบบ Concurrent IRT ข้อมูลได้จากการสอบนักเรียน ในรัฐฟลอริดา ในปี ค.ศ.1984 และ 1986 แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบวัดความสามารถขั้นต่ำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยแบบทดสอบฉบับย่อยเป็นแบบทดสอบทางสายภาษาและสายคณิตศาสตร์ การศึกษาใช้แบบทดสอบ ปี ค.ศ.1984 เป็นเกณฑ์ และใช้แบบทดสอบ ปี ค.ศ. 1986 เป็นตัวเทียบไปสู่แบบทดสอบ ปี ค.ศ.1984 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 – 11 จำนวน 6,000 คน ซึ่งเป็นนักเรียน ทั้งสองปี นักเรียนแต่ละปี ละ 3,000 คน ซึ่งทำแบบทดสอบย่อยสายภาษาและสายคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า การเทียบคะแนนทั้ง 5 วิธี ไม่มีการสรุปอย่างเป็นแบบแผน เพราะได้นำผล การเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรงมาเป็นพื้นฐานในการเปรียบเทียบ นำมาหาความแตกต่างของคะแนนที่เทียบตามวิธีการต่าง ๆ กับคะแนนที่ได้จากการปรับเทียบเป็นแบบเชิงเส้นตรง พบว่าวิธีการแบบเชิงเส้นตรงก็เป็นวิธีที่ดี สำหรับความสามารถขั้นต่ำนี้วิธีการแบบ IRT ก็สามารถใช้ได้กับการกระจายที่มีความเบ้มาก และวิธีการ IRTCON ยังให้ผลใกล้เคียงกัน ซึ่งวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบราสซัสจะง่ายกว่า

เปเตียง (Patience. 1990) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเทียบคะแนนในแนวตั้งระหว่างระดับชั้น โดยใช้วิธีการเทียบคะแนน 5 วิธี คือ วิธีการตามทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม 2 วิธี ได้แก่ วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ (Equipercentile) และวิธีการของเทอร์สโตน (Thurstone 's Absolute Scaling) และวิธีการตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการใช้รูปแบบโลจิสติก

ชนิดหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ โดยการวิจัยนี้ต้องการศึกษาว่า วิธีการที่ใช้วิธีการใดให้ผลการเทียบคะแนนที่เหมาะสมที่สุด แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับ ง่าย ยากปานกลาง และยาก การเทียบคะแนนแบบทดสอบแต่ละระดับใช้วิธีการเทียบคะแนนทั้ง 5 วิธี แบบทดสอบฉบับง่าย ใช้กับนักเรียนเกรด 9 แบบทดสอบฉบับยากปานกลาง ใช้กับนักเรียนเกรด 10 และแบบทดสอบฉบับยากใช้กับนักเรียนเกรด 11 คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละระดับจะนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนโดยรวมของนักเรียน วิธีการเทียบคะแนนที่เหมาะสมที่สุด กำหนดว่าเป็นวิธีการที่ให้ผลการเทียบคะแนนใกล้เคียงกับผล ที่ได้จากคะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบรวมทุกระดับ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการเทียบคะแนนทั้ง 5 วิธี ให้ผลการเทียบคะแนนที่คล้ายคลึงกันเมื่อใช้แบบทดสอบฉบับง่ายและแบบทดสอบฉบับยากปานกลาง เมื่อใช้แบบทดสอบฉบับยากพบว่า ผลการเทียบคะแนนวิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ วิธีการของเธอร์สโตน และวิธีสองพารามิเตอร์ ให้ผลคล้ายคลึงกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบรวมมากกว่าวิธีหนึ่งพารามิเตอร์ และวิธีสามพารามิเตอร์

กลอวากิ (Glowacki. 1991) ได้ตรวจสอบรูปแบบการเทียบคะแนนที่มีความเหมาะสมกับการสอบของบัณฑิตวิทยาลัย แห่งมหาวิทยาลัยอลาบามา (The Alabama High School Graduation Examination : AHSGE) ปัญหาในการวิจัย คือ รูปแบบของการเทียบคะแนนที่ตรวจสอบการแจกแจงคะแนนดิบ หรือคะแนนที่ผ่านจากการสอบแบบทดสอบการอ่าน คณิตศาสตร์ และภาษา ของ AHSGE แตกต่างกันหรือไม่ รูปแบบที่ใช้ในการตรวจสอบ คือ รูปแบบเชิงเส้นตรงแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ และแบบ IRT ชนิด หนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการเทียบคะแนนทั้ง 5 รูปแบบ ในการสอบการอ่าน คณิตศาสตร์ และภาษา ของ AHSGE ให้ผลที่คล้ายคลึงกัน แสดงว่า รูปแบบทั้งหมดสามารถนำมาใช้กับการเทียบคะแนนได้ โดยไม่มีรูปแบบใดดีที่สุด

อเยอร์เว (Ayerve. 1992) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิผล (Effectiveness) การเทียบคะแนนในแนวตั้ง โดยใช้วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ และรูปแบบ IRT ชนิดสามพารามิเตอร์ โดยเปลี่ยนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ความยาวของแบบทดสอบ และความยาวของแบบทดสอบรวม ประเด็นที่ทำการเปรียบเทียบ ได้แก่ 1. ประสิทธิภาพในเงื่อนไขที่กำหนดทั้งหมด 2. ประสิทธิภาพในแต่ละวิธีของทุกๆ ตัวแปรอิสระ และ 3. ตรวจสอบผลของทุกตัวแปรอิสระในแต่ละวิธี ภายใต้เงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ 3 ขนาด คือ 200 500 และ 1,000 ความยาวของแบบทดสอบที่ใช้ 2 ขนาด คือ 30 และ 60 ข้อ และความยาวของแบบทดสอบรวม 2 ขนาด คือ 5 และ 10 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ Weighted Mean Square Error (WMSE) และ Unweighted Mean Square Error (UMSE) การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่า โดยส่วนรวมแล้ววิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ และวิธี IRT ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับวิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ ความยาวของแบบทดสอบ และความยาวของแบบทดสอบรวมเป็นปัจจัยที่สำคัญ ขณะที่ตามวิธี IRT ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นปัจจัยที่สำคัญ คือ กลุ่มตัวอย่าง 200 คน

มีแนวโน้มที่จะให้ผลไม่มีความถูกต้อง (Inaccurate) ขณะที่กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ 500 และ 1,000 คน ให้ผลที่มีความถูกต้อง (Accurate) ดีกว่า

พาร์เชลล์ ฮอจตัน และครอมเลย์ (Parshall, Houghton & Kromrey, 1995 : 37 - 54) ได้ทำการศึกษาความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน (Equating Error) และความลำเอียงของทางสถิติ (Statistical Bias) ในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก โดยวิธีแบบเชิงเส้นตรง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบความลำเอียงทางสถิติและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของกลุ่มไม่เท่าเทียมกัน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีขนาด 15, 25, 50 และ 100 คน จากประชากร 1,000 คน โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน เครื่องมือที่ใช้มีแบบทดสอบ 2 ฉบับ คู่ขนานกันโดยมีแบบทดสอบร่วม ประกอบด้วยเนื้อหา 5 วิชา คือ การศึกษาเด็กดอนตัน ศิลปศึกษา ดนตรีศึกษา คณิตศาสตร์ และภาษาสเปน ในการศึกษาความเพียงพอของการเทียบคะแนน ประเมินโดยการหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน และความลำเอียงทางสถิติของการเทียบคะแนน ซึ่งความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเทียบคะแนนที่ได้ในกลุ่มตัวอย่าง ส่วนความลำเอียงทางสถิติในการเทียบคะแนน คำนวณจากความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการเทียบคะแนนในกลุ่มตัวอย่างกับกลุ่มประชากร ผลการวิจัยพบว่า ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มมีน้อยมาก เมื่อคะแนนใกล้ค่าเฉลี่ยและจะเพิ่มขึ้นเมื่อคะแนนกระจายจากค่าเฉลี่ย ส่วนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนจะเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างลดลง และความลำเอียงทางสถิติมีผลกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างขนาดน้อยๆ

ยาง (Yang, 1997) ได้ทำการศึกษาผลของคุณลักษณะของแบบทดสอบ ในความถูกต้องของการเทียบคะแนน ที่ใช้วิธีการเทียบคะแนนที่แตกต่างกัน ทำการเทียบคะแนนแบบทดสอบสองรูปแบบ มีจุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อต้องการปรับปรุงแบบทดสอบที่ข้อสอบมีเนื้อหาเป็นเอกพันธ์ เพื่อต้องการปรับปรุงข้อสอบเกี่ยวกับแบบทดสอบสอบรวม ที่เป็นตัวแทนของเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งหมด และเพื่อดูผลของเนื้อหาที่ขึ้นอยู่กับวิธีการเทียบคะแนน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อการปรับปรุงแบบทดสอบ ซึ่งนำไปสู่เกณฑ์การตัดสินใจทางการศึกษา ในการเทียบคะแนนนี้ ใช้ข้อสอบร่วม เนื่องจากผู้สอบ 2 กลุ่มมีแตกต่างกัน แบบทดสอบที่ใช้มี 4 ฉบับ โดยสุ่มข้อสอบที่แตกต่างกันในความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหาของข้อสอบ และความเป็นตัวแทนในเนื้อหาของข้อสอบร่วม โดยแต่ละแบบทดสอบมี 2 รูปแบบ และมีชุดของข้อสอบร่วมอยู่ในแบบทดสอบในแต่ละแบบทดสอบใช้วิธีการเทียบคะแนน แบบเชิงเส้นตรง แบบอีควิเปอร์เซนไทล์ และวิธีการเทียบคะแนนที่มีพื้นฐาน IRT 2 วิธี ทำการเทียบคะแนนแบบทดสอบ 2 รูปแบบ ของแต่ละแบบทดสอบ ออกแบบการสุ่มข้อสอบโดยใช้ค่าเฉลี่ย เพื่อสร้างเกณฑ์การปรับปรุง 2 เกณฑ์ ที่มีพื้นฐานบนคะแนนจริง สำหรับการประเมินความถูกต้องของผลการเทียบคะแนนจากวิธีต่างๆ เหล่านี้ โดยการตรวจสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและมิติของแบบทดสอบที่สัมพันธ์กับการเทียบคะแนนของแบบทดสอบ สิ่งที่พบ คือ ทุกวิธีการเทียบคะแนนผลมีความถูกต้องระดับปานกลาง และทุกการพิจารณา ผลมีความถูกต้องมาก เมื่อข้อสอบร่วมมีความเป็นตัวแทนของแบบทดสอบทั้งหมดมากหรือข้อสอบนั้นมีเนื้อหาเป็นเอกพันธ์ ดังนั้นการที่จะปรับปรุงการเทียบ

คะแนนให้ดีขึ้นข้อสอบร่วมที่ใส่เข้าไปในแบบทดสอบเทียบคะแนน ควรที่จะสะท้อนถึงเนื้อหาของแบบทดสอบร่วมทั้งหมด และพบว่า ผลการเทียบคะแนนที่มีพื้นฐาน IRT มีความถูกต้องมากกว่าวิธีการอื่น

วิลีย์ (Wiley, 1999) ได้ทำการศึกษารูปแบบการเทียบคะแนน 2 รูปแบบที่สอบกับรูปแบบข้อสอบที่หลากหลาย โดยใช้แบบแผนกลุ่มไม่เท่าเทียมกันที่มีแบบทดสอบร่วม ข้อสอบที่ใช้เป็นแบบเลือกตอบ (MC) และแบบเขียนตอบ (แบบเขียนตอบคำตอบที่ได้ยาวและต้องใช้ความจำมากกว่า MC) ซึ่งไม่สามารถใช้ได้กับข้อสอบร่วม แบบทดสอบเหล่านี้ยากที่จะสร้างให้แบบทดสอบร่วมส่งผลให้แบบทดสอบรวมถูกต้อง ซึ่งทางเลือกหนึ่งของการเทียบคะแนนในคะแนนรวมของ MC มากกว่าคะแนนรวมคะแนนของแบบเขียนตอบสามารถเป็นมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเหมือนกัน) การศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความถูกต้องของการเทียบคะแนนที่ใช้รูปแบบการเทียบที่หลากหลายถึงความถูกต้องของการเทียบคะแนนของแบบทดสอบ ไปยังคะแนนของแบบทดสอบรวม แบบทดสอบประกอบด้วย แบบ MC 80 ข้อ และแบบเขียนตอบ 2 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกัน วิธีการเทียบคะแนนที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ Tucker, Levine และ Equipercentile ผลปรากฏว่า ความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนนส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากความสามารถของผู้สอบ

สุนิสา จั๋มม่วงศรี (2534 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยดูผลของความยาวของแบบทดสอบร่วมที่มีต่อคุณภาพของการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง โดยใช้แบบทดสอบร่วมภายในความยาวแตกต่างกัน 4 ขนาด คือ 10 15 20 และ 25 ข้อ แล้วทำการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปรียบเทียบคะแนน (SEE) และดัชนีความแตกต่าง (C) จากกลุ่มสอบทานผลเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ปลายภาคเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคต้น จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ และแบบทดสอบร่วมจำนวน 25 ข้อ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้ในการเทียบคะแนน จำนวน 810 คน และกลุ่มสอบทานผล จำนวน 117 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสมมูลของแบบทดสอบฉบับ y น้อยกว่าคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ x จากการเทียบคะแนนโดยใช้แบบทดสอบร่วม 4 ขนาด ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนแบบเชิงเส้นตรงในแบบทดสอบร่วมที่ยาวกว่าให้ความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่า โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการใช้แบบทดสอบร่วม 4 ขนาด ณ ระดับคะแนนมาตรฐานเดียวกัน 7 ระดับ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ได้จากอัตราส่วนร้อยละของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อใช้แบบทดสอบร่วมขนาด 10 15 และ 20 ข้อ เทียบกับแบบทดสอบร่วม 25 ข้อ ให้ค่าดัชนีความแตกต่างของการเทียบคะแนนจากการใช้แบบทดสอบร่วม 4 ขนาด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

วรเนตร พิชิตเกริกพล (2537 : 94 - 98) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการเทียบคะแนนระหว่างวิธีอีควิเปอร์เซนไทล์กับวิธีเชิงเส้นตรง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันสอบแบบทดสอบ ที่มีความยากทั้งฉบับใกล้เคียงกันและแตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากการเทียบคะแนน ที่วิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่าง

ตรวจสอบผล (Cross Validation Groups) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.2 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 1,140 คน ซึ่งได้วางแผนสุ่มกลุ่มตัวอย่าง เพื่อการตรวจสอบเป็นกลุ่มที่ใช้ในการวิจัยเพื่อเทียบคะแนน 900 คน และกลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพของวิธีการเทียบคะแนนระหว่างวิธีอีควิเปอร์เซนไทล์และวิธีเชิงเส้นตรงได้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างตรวจสอบผล จำนวน 240 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเป็นแบบทดสอบเทียบคะแนนในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้น ม.2 จำนวน 3 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ โดยมีข้อสอบรวมในแต่ละฉบับ ๆ ละ 20 ข้อ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดยแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยากเฉลี่ยมาตรฐานของแบบทดสอบทั้งฉบับมากกว่าทุกฉบับ และแบบทดสอบฉบับที่ 3 เป็นแบบทดสอบที่มีค่าความยากเฉลี่ยมาตรฐานของแบบทดสอบทั้งฉบับน้อยที่สุด

จากผลประเมินค่า C และทดสอบความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากการเทียบคะแนนทั้งสองวิธี สรุปได้ว่า

1. กรณีที่แบบทดสอบมีความยากใกล้เคียงกัน และกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน วิธีเชิงเส้นตรงให้คุณภาพดีกว่าวิธีอีควิเปอร์เซนไทล์
2. กรณีที่แบบทดสอบมีความยากใกล้เคียงกัน แต่กลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถต่างกัน วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ให้คุณภาพดีกว่าวิธีเชิงเส้นตรง
3. กรณีที่แบบทดสอบมีความยากแตกต่างกัน แต่กลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน วิธีเชิงเส้นตรงให้คุณภาพดีกว่าวิธีอีควิเปอร์เซนไทล์
4. กรณีที่แบบทดสอบมีความยากแตกต่างกันและกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถแตกต่างกัน การเทียบคะแนนทั้งสองวิธีอยู่ในระดับไม่น่าพอใจ

พรพิมล นาคเวช (2537 : 99 - 102) ได้ศึกษาคุณภาพของการเทียบคะแนนตามแนวตั้งสำหรับผู้ที่มีความสามารถต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ นักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ โดยการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และความเพียงพอของการเทียบคะแนน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 สังกัดกองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีแบ่งชั้น ได้กลุ่มตัวอย่างสำหรับการเทียบคะแนน ในชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จำนวน 1,147 1,027 และ 1,105 คน ตามลำดับและกลุ่มตัวอย่างสำหรับทานผล ในชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จำนวน 1,096 1,029 และ 1,025 คน ตามลำดับ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ ชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ระดับละ 1 ฉบับ ฉบับละ 25 ข้อ โดยมีข้อสอบร่วมระหว่างชั้นที่ติดกัน 5 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนตามแนวตั้ง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.031 - 0.051 ซึ่งถือว่าเป็นความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนอยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับคะแนนพบว่า ที่ระดับคะแนนที่อยู่ปลายจะมีคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่าที่ระดับคะแนนกลางๆ และผลการวิเคราะห์ความเพียงพอของการเทียบคะแนนตามแนวตั้ง พบว่า ดัชนีความแตกต่างของการเทียบคะแนน (C) มาประเมินด้วยเกณฑ์ของปีเตอร์เซนและคณะ พบว่า มีความเพียงพอในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สไลด์ และลินน์ (Slinde & Linn.

1977) ที่พบว่า การเทียบคะแนนในทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ผลดีที่สุด เมื่อพิจารณาแล้วเห็นได้ว่า ถึงแม้แบบทดสอบที่นำมาเทียบคะแนนมีระดับความยากต่างกัน ผู้สอบมีความสามารถต่างกัน การใช้แบบทดสอบร่วมเป็นตัวเชื่อม จะสามารถปรับค่าความสามารถของผู้สอบที่ต่างกันให้อยู่ในสเกลเดียวกันได้ จึงสามารถเปรียบเทียบค่าความสามารถของผู้สอบที่ทำแบบทดสอบที่มีระดับความยากต่างกัน ตลอดจนเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบได้ ซึ่งเป็นตามวิธีการเทียบคะแนนตามแนวตั้ง

นิภาพร ยอดเมือง (2539 : 79-87) ได้ศึกษาความคลาดเคลื่อนและความลำเอียงทางสถิติ ในการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาว่าคะแนนเทียบเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน และความลำเอียงทางสถิติในการเทียบคะแนนของกลุ่มตัวอย่างขนาด 30 คน 60 คน 120 คน และ 250 คน ว่าแตกต่างกันหรือไม่ โดยศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 1,826 คน ใช้แบบทดสอบวัดการรับรู้ 3 ฉบับ เป็นแบบทดสอบเทียบคะแนน 2 ฉบับ เป็นแบบเชื่อมโยง 1 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเทียบเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแต่ละขนาดไม่แตกต่างกัน ความลำเอียงทางสถิติในการเทียบคะแนนในกลุ่มตัวอย่างขนาดต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างน้อย ค่าความลำเอียงทางสถิติในการเทียบคะแนนของกลุ่มตัวอย่างขนาด 60 คน และ 250 คน มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อคะแนนสังเกตเข้าใกล้คะแนนเฉลี่ย และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนในกลุ่มตัวอย่างขนาดต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างเล็กน้อย เมื่อคะแนนสังเกตใกล้ค่าเฉลี่ยสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่สามารถนำไปใช้ในการเทียบคะแนนได้ คือ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ขนาด คือ 30 คน 60 คน 120 คน และ 250 คน แต่ถ้าต้องการให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและความลำเอียงทางสถิติในการเทียบคะแนนมีค่าน้อยสมควรใช้กลุ่มตัวอย่างขนาด 250 คน

ทิพาภรณ์ ทุงฤทธิ์ (2544 : บทคัดย่อ) ทำการเปรียบเทียบคะแนนโดยเส้นตรง เมื่อใช้วิธีการแปลงคะแนนแตกต่างกันในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนที่ได้ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน และความเพียงพอของการเทียบคะแนนในแนวนอน โดยใช้วิธีแบบเชิงเส้นตรง เมื่อใช้การแปลงคะแนนแตกต่างกัน 3 วิธี ดังนี้ 1. จากกลุ่มนักเรียนให้สอบโดยใช้แบบทดสอบกลุ่มละฉบับ 2. จากกลุ่มนักเรียนให้สอบโดยใช้แบบทดสอบทั้งสองฉบับที่เรียงอันดับการสอบต่างกัน และ 3. จากการสุ่มกลุ่มนักเรียนให้สอบโดยใช้แบบทดสอบกลุ่มละฉบับ และมีแบบทดสอบร่วมที่ต้องสอบทั้งสองกลุ่มเครื่องมือเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับ X ฉบับ Y และฉบับร่วม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 820 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า คะแนนที่ได้จากการเทียบคะแนน และความเพียงพอของการเทียบคะแนน 3 วิธี ไม่แตกต่างกัน ส่วนความเพียงพอของการเทียบคะแนน 3 วิธี แตกต่างกัน

จากงานวิจัยที่ศึกษาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนนนั้น ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษามีหลากหลาย เช่น รูปแบบวิธีการเทียบคะแนน เนื้อหา ความยาวของแบบทดสอบ ความยากของแบบทดสอบ ความยาวของแบบทดสอบร่วม ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น พอสรุปได้ว่า ผลการศึกษาที่ผ่านมาไม่มีวิธีการใดเพียงวิธีการเดียวที่ให้ผลดีที่สุด

สุดในทุกสถานการณ์ ดังนั้นจึงต้องศึกษาตัวแปรต่างๆ ของวิธีการเทียบคะแนนในแต่ละวิธี เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการในการเทียบคะแนนที่เหมาะสม และจากการศึกษาพบว่า เมื่อใช้แบบทดสอบที่มีความยากต่างกันและกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มผู้สอบไม่เท่าเทียมกัน ควรใช้วิธีการแบบโลจิสติกสองและสามพารามิเตอร์ ส่วนความยาว ความยาก และชนิดของแบบทดสอบรวมต่างก็มีผลต่อประสิทธิผล และความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนน พร้อมทั้งการเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบมีความเพียงพอในการเทียบคะแนนดีกว่ารูปแบบอื่น

สำหรับการนำวิธีการเทียบคะแนนไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา มีผู้นำวิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้งและวิธีการเทียบคะแนนในแนวนอน ไปสร้างตารางเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์ (2531 : 77 - 81) สร้างแบบทดสอบ และตารางเทียบคะแนนในแนวนอน วิชาวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์ด้วยรูปแบบราสซัส แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 2 ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ แต่ละฉบับมีข้อสอบรวมภายในจำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้สำหรับการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีการประเมินผลการเทียบคะแนน โดยใช้ดัชนีความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนในการเทียบคะแนนโดยวิเคราะห์จากกลุ่มสอบทานผล ผลการตรวจสอบพบว่า ความเพียงพอของการเทียบคะแนนรูปแบบดังกล่าว อยู่ในระดับน่าพอใจมาก

อาภรณ์ กาญจนกิจโสภณ (2531 : 66 - 69) สร้างแบบทดสอบและตารางการเทียบคะแนนตามแนวตั้ง ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่วิเคราะห์ด้วย รูปแบบราสซัส แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 3 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ สำหรับชั้น ม.1, ม.2 และ ม.3 ชั้นละ 1 ฉบับ แบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อทดสอบรวมระหว่างชั้น ฉบับละ 10 ข้อ นอกจากนี้ผู้วิจัยสร้างตารางเทียบคะแนนระหว่างชั้น ซึ่งเทียบที่ความสามารถเท่ากัน ผลการวิจัยการสร้างแบบทดสอบสำหรับเทียบระดับคะแนนตามแนวตั้ง (Vertical Equating) สามารถนำไปใช้สร้างตารางเทียบคะแนน เพื่อดูความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องสมการและอสมการได้

สุจินดา ผ่องอักษร (2533 : 143 - 157) ได้นำวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบราสซัสไปใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกลุ่มทักษะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจบตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ในช่วงระยะเวลา 3 ปีการศึกษา (ปีการศึกษา 2529 ถึง 2531) ในการวิจัยครั้งนี้นอกจากการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วยังมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างปีการศึกษาดังกล่าว หลังจากที่ได้เทียบคะแนนแล้วและเปรียบเทียบสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่น่าพอใจ ระหว่างการเทียบคะแนนกับไม่เทียบคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามโครงการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศเมื่อปีการศึกษา 2529, 2530 และ 2531 ในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี รวมจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละปีการศึกษา

เท่ากับ 534, 453 และ 467 คน ตามลำดับ แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในกลุ่มทักษะ (วิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทย) ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติสร้างขึ้น แบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้รูปแบบผู้สอบร่วม เนื่องจากแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ ไม่มีข้อสอบร่วมกัน

ผลการวิจัยพบว่า จากการเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ 3 ฉบับ คะแนนที่เทียบแล้วของแบบทดสอบ 3 ฉบับ ซึ่งตรงกับคะแนนดิบเดียวกัน มีค่าแตกต่างกันทั้งแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวิชาภาษาไทย เมื่อศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ในปีการศึกษา 2530 สูงกว่าปีการศึกษา 2529 แต่ลดลงในปีการศึกษา 2531 สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ภาษาไทย พบว่าอัตราความก้าวหน้าของคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกปีการศึกษา และอัตราความก้าวหน้าของค่าร้อยละนักเรียนที่มีผลน่าพอใจเพิ่มขึ้นทุกปีการศึกษา

วรรณดี แสงประทีปทอง (2538 : 123 - 133) ได้นำวิธีการเทียบคะแนนตามแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ไปใช้ในการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 โดยเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มความสามารถด้วย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสิงห์บุรี กลุ่มตัวอย่างการวิจัยมี 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน และกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบเทียบคะแนนเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย 3 วิชา คือ ท.101 ท.203 และ ท.305 ใช้กับนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ตามลำดับ และแบบทดสอบร่วมเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทั่วไปทางภาษาไทยใช้กับนักเรียนทุกชั้นเหมือนกัน

ผลการวิจัยพบว่า ผลการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนในกลุ่มร่วม สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ม.1 ไป ม.2 มีความก้าวหน้าปกติ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ม.2 ไป ม.3 มีความก้าวหน้ามากกว่าปกติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ม.1 ไป ม.3 มีความก้าวหน้าขึ้น การเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน 3 ชั้นนี้ มีแนวโน้มไม่ใช่เส้นตรง และการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนนจากการคำนวณดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับความเพียงพอตามเกณฑ์ ของ ปีเตอร์เซน และคณะ สรุปได้ว่า วิธีการเทียบคะแนนที่ใช้ในการวิจัยนี้ ให้ผลการเทียบคะแนนมีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง นอกจากนี้ วันทยา วงศ์ศิลปกริรมย์ (2543 : 47-53) ทำการเทียบคะแนนความสามารถทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ป.1-ป.6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ป.1-ป.6 โดยวิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้ง โดยวิธีการเทียบคะแนนตามแนวคิดของทฤษฎีการสอบแบบมาตรฐานเดิมโดยโมเดลของเธอร์สโตน และทฤษฎีการตอบข้อสอบโดยใช้โมเดลสอง

พารามิเตอร์ ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่สุ่มอย่างเป็นระบบ จากทุกจังหวัดทั่วประเทศ เครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีทั้งสิ้น 7 ฉบับ โดยแบบทดสอบที่จัดให้มีข้อสอบร่วม (Anchor Items) มี 3 ฉบับ ในแต่ละระดับชั้น ผลการวิเคราะห์พบว่า ภาพรวมความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งหกระดับชั้น มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า ร้อยละ 50 การเทียบคะแนนตามแนวตั้ง เพื่อศึกษาพัฒนาการตามทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม โดยวิธีของเธอร์สโตน ผลการเทียบคะแนนแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการของนักเรียนในระดับที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง หากเปรียบเทียบพัฒนาการระหว่างชั้น ป.4 และ ป.3 มีพัฒนาการสูงกว่าชั้นอื่น ๆ รองลงมา คือ ชั้น ป.6 และ ป.2 สำหรับชั้น ป.5 มีพัฒนาการน้อยมาก ส่วนการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบโดยโมเดลสองพารามิเตอร์ ผลการเทียบคะแนนความสามารถ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการระหว่างชั้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาพัฒนาการระหว่างชั้นพบว่านักเรียนชั้น ป.3 แสดงพัฒนาการค่อนข้างสูงกว่า นักเรียนชั้นอื่น ๆ รองลงมา คือ ชั้น ป.4

จากเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการศึกษเกี่ยวกับ การเทียบคะแนน ส่วนใหญ่ศึกษาวิจัยเทคนิคและวิธีการเทียบคะแนน เพื่อให้ได้ผลการเทียบผลการเทียบคะแนนที่ถูกต้องแม่นยำ ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า ไม่มีวิธีการเทียบคะแนนวิธีการใดเพียงวิธีการเดียวที่ให้ผลดีที่สุดในทุกสถานการณ์ วิธีการเทียบคะแนนที่ใช้ได้ผลดีที่สุดดูเหมือนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ เนื้อหาของแบบทดสอบ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ วิธีปรับค่าพารามิเตอร์ รูปแบบการเทียบคะแนน วิธีการประเมินความเพียงพอของการเทียบคะแนน การกระจายของค่าความยากของข้อสอบ และค่าพารามิเตอร์ ความสามารถของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อการแปลความหมายของการเทียบคะแนน ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงจำเป็นต้องตรวจสอบดูรูปแบบของการเก็บรวบรวมข้อมูล ธรรมชาติของแบบทดสอบ และผู้สอบ รวมถึงข้อตกลงเบื้องต้นของการเทียบคะแนน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกวิธีการในการเทียบคะแนนที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ต่อไป

จากเอกสารงานวิจัยดังกล่าวจึงพอสรุปเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกวิธีการในการเทียบคะแนนที่เหมาะสมได้ดังนี้

1. เมื่อแบบทดสอบมีความยากต่างกัน แต่กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสมมูลกันแล้ว วิธีการเทียบคะแนนของรูปแบบอีควิเปอร์เซนไทล์ ซึ่งความสัมพันธ์ของการแปลงคะแนนที่ไม่เป็นเส้นตรงให้ความเหมาะสมต่อการแปลงคะแนนได้
2. เมื่อแบบทดสอบที่นำมาเทียบคะแนนกันมีความคล้ายคลึงในระดับความยาก และกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสมมูล ควรใช้วิธีการเทียบคะแนนรูปแบบเชิงเส้นตรงซึ่งสะดวกและให้ความแม่นยำมากกว่า แต่ถ้าแบบทดสอบที่นำมาเทียบคะแนนกันมีความแตกต่างในระดับความยากและกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มไม่สมมูลกัน รูปแบบทฤษฎีการตอบข้อสอบจะให้ผลเป็นที่น่าพอใจกว่าวิธีอื่น
3. การเทียบคะแนนตามทฤษฎีมาตรฐานเดิม ในกรณีที่แบบทดสอบมีระดับความยากแตกต่างกันและกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถต่างกัน การใช้วิธีอีควิเปอร์เซนไทล์ดีกว่าการเทียบคะแนนรูปแบบเชิงเส้นตรง

4. เรื่องความยาวของแบบทดสอบร่วมได้ผลไปในลักษณะเดียวกันว่า จำนวนข้อสอบร่วมที่มากกว่าจะให้ผลการเปรียบเทียบที่เที่ยงตรงกว่า

นอกจากนี้งานวิจัยที่นำวิธีการเทียบคะแนนไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา โดยการใช้วิธีการเทียบคะแนนที่เฉพาะอย่างเดียวใช้ในการศึกษา แต่ไม่ได้นำตัวแปรด้านอื่นๆ ร่วมศึกษาด้วย เช่น การสร้างแบบทดสอบและตารางเทียบคะแนนในแนวตั้งที่วิเคราะห์ด้วยรูปแบบราสซัส หรือนำวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบราสซัสไปใช้ศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือนำวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ไปใช้ศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น จากการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย พบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มมากขึ้น

จากข้อสรุปข้างต้น จะเห็นได้ว่าตัวแปรที่มีผลต่อการเทียบคะแนนนั้น ได้แก่ รูปแบบการเทียบคะแนน ความยาวและความยากของแบบทดสอบร่วม แล้วในกรณีที่แบบทดสอบมีความยากต่างกันมาสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถต่างกัน แล้วนำผลที่ได้มาเทียบคะแนนกัน การเทียบคะแนนโดยใช้รูปแบบตามทฤษฎีการตอบข้อสอบน่าจะให้ผลเป็นที่น่าพอใจกว่าวิธีอื่น

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพัฒนาการ

งานวิจัยที่ทำการศึกษาพัฒนาการที่ผ่านมามีการศึกษาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายที่ทำการศึกษา ดังเช่น สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ (สพช.) ในฐานะหน่วยงานต้นสังกัด ได้จัดให้มีโครงการประเมินคุณภาพนักเรียนตั้งแต่เริ่มก่อตั้งหน่วยงาน คือ ปีการศึกษา 2524 แต่การดำเนินงานครั้งนั้นมีข้อจำกัดของเวลา บุคลากร และงบประมาณ ต่อมางานประเมินคุณภาพเริ่มจัดเป็นระบบในลักษณะของการประเมินระดับชาติ (National Assessment) อย่างชัดเจนและดำเนินการอย่างต่อเนื่องทุกปีตั้งแต่ปีการศึกษา 2527-2532 โดยกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาเปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ป.6 ในช่วงเวลาต่าง ๆ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ประเมินกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การนำเสนอผลการประเมินได้นำเสนอเป็นภาพรวมของระดับประเทศ เขตการศึกษา และรายจังหวัด แล้วจัดพิมพ์รายงานผลเผยแพร่แก่สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอ และสถาบันการศึกษาทุกแห่ง เพื่อให้มีผลไปใช้อย่างกว้างขวาง ในปีการศึกษา 2529 สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาได้ทำการสำรวจการนำผลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ กิจกรรมที่มีการนำไปใช้วางแผนพัฒนาคุณภาพนักเรียน การจัดสรรงบประมาณ และการนิเทศทั้งภายในและภายนอก หลังจากการสำรวจในครั้งนั้นแล้ว ไม่ได้มีการติดตามการนำผลการประเมินไปใช้อย่างเป็นทางการ แต่ในทางปฏิบัติมีการนำไปใช้อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามด้วยปัญหาของเวลาที่ไม่สอดคล้องกันระหว่างปีงบประมาณกับปีการศึกษา และด้วยข้อจำกัดของประสิทธิภาพในการจัดระบบสารสนเทศ การนำผลไปใช้จึงไม่ได้ผลเท่าที่ควร

ในปีการศึกษา 2533 กรมวิชาการได้จัดให้มีการประเมินในลักษณะของการประเมินระดับชาติ โดยปีการศึกษาที่ลงท้ายด้วยเลขคี่ (2533, 2535,...) เป็นการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้น ป.6 ส่วนในปีการศึกษาที่ลงท้ายด้วยเลขคู่ เป็นการประเมินคุณภาพของนักเรียนชั้น ม.3 และ ม.6 เพื่อให้เห็นแนวโน้มของการพัฒนาคุณภาพนักเรียนในภาพรวมของประเทศที่ผ่านมามากกว่า 15 ปี ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจึงนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ค่าถดถอย แต่เนื่องจากสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติทำการประเมินในบางปี และกรมวิชาการทำการประเมินปีเว้นปี จึงทำให้มีข้อมูลมีไม่ครบทุกปี เพื่อแก้ปัญหาจึงใช้วิธีการประมาณค่าเฉลี่ยของปีที่ขาดหายไปจากข้อมูล ผลการประเมินในช่วงแรก คือ ปีการศึกษา 2527 - 2532, 2534 (เฉพาะภาษาไทย) และ 2536 (เฉพาะคณิตศาสตร์) ซึ่งดำเนินการโดย สปช. ได้แสดงแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มประสบการณ์ (ยกเว้นภาษาไทย) มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นต่ำกว่าร้อยละ 50 และมีอัตราความก้าวหน้าประมาณร้อยละ 1 - 4 กลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นต่ำสุด แต่มีอัตราความก้าวหน้าสูงสุด ขณะที่กลุ่มทักษะภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นสูงสุด แต่มีอัตราความก้าวหน้าต่ำสุด ผลการประเมินช่วงหลัง คือ ปีการศึกษา 2533 - 2541 ซึ่งดำเนินการปีเว้นปี โดยกรมวิชาการได้แสดงแนวโน้มลดลงทุกกลุ่มประสบการณ์ ยกเว้นกลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวที่มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นต่ำกว่าร้อยละ 50 แต่มีอัตราความก้าวหน้าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1 สำหรับกลุ่มประสบการณ์อื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นสูงกว่าร้อยละ 50 แต่อัตราความก้าวหน้าลดลงโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1 - 3

เมื่อวิเคราะห์ถดถอยจากผลการประเมินของหน่วยงานทั้งสองรวมกัน ตั้งแต่ปีการศึกษา 2527 - 2541 สรุปได้ว่า ทุกกลุ่มประสบการณ์มีอัตราความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 0.5 - 1.2 สำหรับค่าเฉลี่ยเริ่มต้นของกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ และกลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ มีค่าประมาณร้อยละ 40 ส่วนกลุ่มทักษะภาษาไทยและกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต มีค่าเฉลี่ยเริ่มต้นสูงกว่าร้อยละ 50

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทั้งสี่กลุ่มประสบการณ์จากสมการถดถอย สรุปได้ว่า กลุ่มทักษะภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต กลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ และกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ ตามลำดับ สำหรับอัตราความก้าวหน้า กลุ่มการงานพื้นฐานอาชีพมีค่าสูงสุด รองลงมา คือ คณิตศาสตร์ ภาษาไทย และสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ตามลำดับ (สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา. 2544 : 47 - 119) และ สุจินดา ผ่องอักษร (2533) ได้ทำการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกลุ่มทักษะของนักเรียนชั้น ป.6 ที่เรียนจบตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ในช่วงระยะเวลา 3 ปีการศึกษา (ปีการศึกษา 2529 ถึง 2531) โดยใช้วิธีการเทียบคะแนนตามแบบจำลองของราล์ซ นอกจากนี้ จีรพร สามารถ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละ โดยใช้ชุดฝึกสำหรับนักเรียนชั้น ป.5 โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก ด้วยการทดสอบค่าที (t-test แบบ Dependent Samples) พบว่า ผลการทดสอบหลังการใช้ชุดฝึกมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าผลการทดสอบก่อนใช้ชุดฝึก ซึ่งมี

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยก่อนฝึกและหลังฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ชุมการฝึกมีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 82.83 / 80.58 แสดงว่า ชุมการฝึกที่สร้างมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เพิ่มขึ้น และขจรศักดิ์ สุนลี (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการอ่าน เพื่อความเข้าใจ และความสนใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสอนแบบ CIRC ประกอบกับการใช้สื่อในชีวิตประจำวัน โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองด้วยการทดสอบค่าที (t-test แบบ Dependent Samples) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการอ่าน เพื่อความเข้าใจภาษาอังกฤษสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หลังจากที่ได้รับ การสอนอ่านด้วยวิธีสอนแบบ CIRC ประกอบกับการใช้สื่อในชีวิตประจำวัน นักเรียนมีความสนใจในการเรียนภาษาอังกฤษสูงขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นแสดงให้เห็นการศึกษาพัฒนาการในภาคตามยาวของนักเรียนระดับชั้นใดระดับชั้นหนึ่ง ในช่วงเวลาที่ผ่านไป และการประเมินอีกลักษณะหนึ่ง que แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการของนักเรียนในภาคตัดขวาง ดังเช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ได้ทำการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้น ป.1 - 6 ในกลุ่มทักษะภาษาไทยในปีการศึกษา 2534 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ เพื่อศึกษาความสามารถในการเขียนของนักเรียนในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ รวมทั้งศึกษาข้อบกพร่องในการเขียน ต่อมาในปีการศึกษา 2536 สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ได้ทำการประเมินความสามารถของนักเรียนในกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ ในลักษณะเดียวกันกับที่เคยดำเนินการประเมินความสามารถทางภาษาไทย เพื่อให้ได้สารสนเทศทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ หรือภาพรวมผลสัมฤทธิ์รวมทั้งจุดเด่น - ข้อบกพร่องในการคำนวณและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนตลอดแนว และการดำเนินการครั้งนี้ได้พัฒนารูปแบบการประเมินเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถศึกษาพัฒนาการระหว่างชั้นได้ด้วย โดยจัดให้มีข้อสอบร่วม (Anchor Test) ระหว่างชั้นจำนวนหนึ่งสำหรับการเทียบคะแนนของทุกระดับชั้นให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน อันจะทำให้เห็นพัฒนาการที่ต่อเนื่องของแต่ละชั้นได้อย่างชัดเจน และใช้การเทียบคะแนนตามแนวคิดเก่า และแนวคิดใหม่ในการศึกษาพัฒนาการระหว่างชั้น คือ ใช้วิธีการตามทฤษฎีการสอบแบบมาตรฐานเดิม (Classical Model of Equating) ตามโมเดลเทอร์สโตน ซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้กับการเทียบคะแนนตามแนวตั้งโดยเฉพาะ และใช้วิธีการตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Equity Through Item Response Theory) โดยใช้โมเดลสองพารามิเตอร์ ผลการประเมินสรุปได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยและจำนวนนักเรียนที่มีผลน่าพอใจทั้งในรายสมรรถภาพและในภาพรวมของสามสมรรถภาพ มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 50 และผลรวมสามสมรรถภาพ ทั้งทุกระดับชั้นมีคะแนนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 40 - 47 โดยนักเรียนที่มีผลน่าพอใจมีประมาณร้อยละ 26 - 40 และไม่มีนักเรียนที่ไม่ได้คะแนนเลย ยกเว้นชั้น ป.6 ที่มีเพียงร้อยละ 0.1

ผลการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการสอบแบบมาตรฐานเดิม โดยวิธีการของเทอร์สโตน โดยใช้ ป.1 เป็นฐาน แสดงให้เห็นพัฒนาการระหว่างชั้นได้ดี โดยทักษะการคำนวณนักเรียนชั้น

ป.1 มีคะแนนที่ปรับแล้ว เท่ากับ 3.270 เพิ่มขึ้นเป็น 15.750 ในชั้น ป.6 ด้านความเข้าใจคณิตศาสตร์คะแนนในชั้น ป.1 เท่ากับ 14.333 เพิ่มขึ้นเป็น 34.296 ในชั้น ป.6 ด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคะแนนเพิ่มขึ้นจาก 16.345 ในชั้น ป.1 เป็น 41.698 ในชั้น ป.6 เมื่อรวมผลสามสมรรถภาพ พัฒนาการระหว่างชั้นจะยิ่งเห็นได้ชัดเจนขึ้น โดยชั้น ป.1 มีคะแนน 16.345 เพิ่มขึ้นเป็น 41.698 ในชั้น ป.6 อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสมรรถภาพจะเห็นได้ว่าทักษะการแก้โจทย์ปัญหามีพัฒนาการสูงกว่าสมรรถภาพอื่น ๆ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชั้น พบว่า ชั้น ป.4 และ ป.3 มีพัฒนาการสูงหว่าชั้นอื่น ๆ รองลงมา คือ ชั้น ป.6 และ ป.2 สำหรับชั้น ป.5 มีพัฒนาการน้อยมาก

ผลการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ โดยใช้โมเดลสองพารามิเตอร์ ผลการเทียบคะแนนตามกระบวนการเทียบคะแนนแบบลูกโซ่ โดยนำเสนอผลเป็นคะแนนจริง พัฒนาการความสามารถของนักเรียนชั้น ป.1 – ป.6 ในด้านทักษะการคำนวณ นักเรียน ป.1 มีคะแนนที่ปรับแล้ว เท่ากับ ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 96.18 ในชั้น ป.6 ด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีคะแนนร้อยละ 56.76 ในชั้น ป.1 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 85.52 ในชั้น ป.6 ด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหา มีคะแนนร้อยละ 61.89 ในชั้น ป.1 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 87.15 ในชั้น ป.6 เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการระหว่างสมรรถภาพ จะเห็นได้ว่าด้านความเข้าใจมีพัฒนาการระหว่างชั้นโดยเฉลี่ยมากกว่าสมรรถภาพด้านอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการระหว่างระดับชั้น ปรากฏว่า ชั้น ป.3 มีพัฒนาการสูงหว่าชั้นอื่น ๆ รองลงมาคือชั้น ป.4 และ วรรณดี แสงประทีปทอง (2538) ได้ศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบแบบจำลองโลจิสติก สามพารามิเตอร์

จากงานวิจัยที่ศึกษาพัฒนาการที่กล่าวมา มีทั้งการศึกษาที่กลุ่มตัวอย่างเดิมแต่เวลาที่แตกต่างกันไป ซึ่งเป็นการศึกษาแบบภาคตามยาว (Longitudinal Studies) และศึกษาที่กลุ่มตัวอย่างต่างกันแต่เวลาที่ศึกษาขณะใดขณะหนึ่งพร้อมกัน ซึ่งเป็นการศึกษาภาคตามขวาง อีกทั้งการศึกษาในลักษณะนี้มีการใช้รูปแบบวิธีการที่แตกต่างกัน ที่จะได้มาซึ่งสารสนเทศที่ใช้ในการศึกษาพัฒนาการ แต่การศึกษานั้นมีสิ่งที่เหมือนกัน คือ การนำแนวคิดเรื่องการเทียบคะแนนเป็นเครื่องมือมาใช้เพื่อความชัดเจน เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาพัฒนาการ ประกอบกับงานวิจัยนี้เป็นการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างต่างกัน ที่ศึกษาในเวลาเดียวกัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะหารูปแบบวิธีการเทียบคะแนนที่มีประสิทธิภาพ ที่จะได้มาซึ่งสารสนเทศที่เหมาะสมในการศึกษาพัฒนาการต่อไป

ตอนที่ 2

1. ทฤษฎีเชาว์ปัญญาและความถนัด

แนวความคิดในเรื่องการจัดรูปแบบเชาว์ปัญญาที่มีมานานแล้ว และได้พยายามศึกษาค้นคว้าโดยการสร้างแบบทดสอบเพื่อไปอนุมานถึงโครงสร้างทางสมองของมนุษย์ จึงเกิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางสมองขึ้นมามากมาย แต่ในที่นี้จะขอกกล่าวเพียง 3 ทฤษฎี (Anastasi. 1988 : 381 - 390) ดังนี้

1.1 ทฤษฎีสององค์ประกอบ (The Two - Factor Theory) ผู้นำทฤษฎีนี้ คือ สเปียร์แมน (Charles Spearman) เป็นนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ (ค.ศ. 1904, 1927) เป็นทฤษฎีแรกของโครงสร้างคุณลักษณะที่มีพื้นฐานเกิดจากการวิเคราะห์โดยกระบวนการทางสถิติ พบว่า กิจกรรมทางสมองทั้งหลาย เมื่อวิเคราะห์ดูแล้วมีองค์ประกอบร่วมกัน เรียกว่า องค์ประกอบทั่วไป (General Factor หรือ G - factor) แล้วยังมีองค์ประกอบย่อย เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors หรือ S - factors) ซึ่งแต่ละตัวใช้เฉพาะๆ กิจกรรมหนึ่งๆ แต่อย่างไรก็ตามในบรรดาองค์ประกอบเฉพาะต่าง ๆ เหล่านี้ บางชนิดก็อาจมีองค์ประกอบร่วมกันเองในระหว่างกิจกรรมพวกเดียวกันเป็นกลุ่ม แต่จะไม่ได้รวมในกิจกรรมทุกอย่าง องค์ประกอบดังกล่าวนี้ สเปียร์แมน เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะกลุ่ม (Group Factor)

1.2 ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theories) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์ ประกอบด้วย องค์ประกอบหลายๆ อย่าง โครงสร้างคุณลักษณะเหล่านี้มีหลายกลุ่มองค์ประกอบขนาดใหญ่ปานกลาง และแต่ละตัวอาจมีน้ำหนักต่างๆ กันในแบบทดสอบต่างๆ ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้ คือ เฮอร์สโตน (Thurstone.L.L.) เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองและได้ทำการวิเคราะห์ห้้องค์ประกอบ (Factor Analysis) แยกแยะความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อยออกมาได้หลายอย่างแต่ที่เห็นชัดและสำคัญๆ มีอยู่ 7 ชนิด คือ

1.2.1 ความสามารถด้านภาษา (Verbal Comprehension : V - Factor) องค์ประกอบส่วนนี้จะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจในภาษา และการสื่อสารทั่วไป ผู้มีองค์ประกอบด้านนี้จะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อุปมาอุปไมยด้านภาษา (Verbal Analogies) ความมีเหตุผลทางภาษา (Verbal Reasoning) เข้าใจความหมาย รู้ความหมายของศัพท์ได้เป็นอย่างดี และการเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม

1.2.2 ความสามารถด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency : W - Factor) เป็นความสามารถที่จะใช้คำต่างๆ ได้มากอย่างคล่องแคล่ว เช่น การสลับอักษรของคำให้เป็นคำใหม่ (Anagrams) การหาคำคล้องจอง (Rhyming) ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มีความสามารถด้านเจรจา การประพันธ์ทั้งร้อยแก้วและร้อยกรอง

1.2.3 ความสามารถด้านจำนวน (Number : N - Factor) องค์ประกอบด้านนี้ส่งผลให้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี มีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ ความหมายของจำนวน และมีความคล่องแคล่วในการคำนวณเลขคณิตเป็นอย่างดี

1.2.4 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Space : S - Factor) ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้เข้าใจถึงมิติ ขนาด และปริมาตร สามารถจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของสิ่งของต่างๆ เมื่อซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงภาพ

1.2.5 ความสามารถด้านความจำที่สัมพันธ์เชื่อมโยง (Associative Memory : M - Factor) เป็นความสามารถด้านความทรงจำเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่างๆ และสามารถถ่ายทอดได้อย่างถูกต้อง

1.2.6 ความสามารถด้านความไวต่อการรับรู้ (Perceptual Speed : P - Factor) เป็นความสามารถด้านการมองเห็นรายละเอียด ความคล้อยคลึง ความเหมือน หรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง

1.2.7 ความสามารถด้านเหตุผลทั่วไป (General Reasoning : R - Factor) เป็นความสามารถที่แสดงถึงด้านวิจารณ์ปัญหาเหตุผล ความสัมพันธ์ และหลักการมาสร้างกฎหรือทฤษฎี

1.3 ทฤษฎีลำดับชั้น (Hierarchical Theories) มีนักจิตวิทยาชาวอังกฤษกลุ่มหนึ่งได้จัดองค์ประกอบเป็นอีกแบบหนึ่ง กลุ่มนี้ คือ เบิร์ท (Burt. 1949) เวอร์นอน (Vernon. 1960) และ ฮัมเฟรย์ (Humphreys. 1962) โดยเฉพาะเวอร์นอน (Vernon) ได้เสนอโครงสร้างทางทฤษฎีเซวาน์ปัญญา ในปี ค.ศ.1960 โดยเริ่มที่ G - Factor แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ๆ คือ Verbal - Education และ Practical - Mechanical องค์ประกอบใหญ่ 2 ชนิดนี้ รวมเรียกว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่สองชนิดนี้ยังแยกย่อยลงไปอีกเป็นองค์ประกอบ Verbal - Education แบ่งแยกย่อยออกเป็นองค์ประกอบด้านภาษา ด้านจำนวน และด้านอื่นๆ อีก ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบ Practical - Mechanical แบ่งแยกย่อยเป็น Mechanical - Information, Spatial, Manual และยังมีอื่นๆ อีก กลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor Group Factor ระดับที่ต่ำสุดเรียกว่าองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากแนวคิดทฤษฎีสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ได้มีผู้นำมาศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นต่าง ๆ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวพยากรณ์ คือ ด้าน N, V, R, S, M, และ P ตามทฤษฎีของเซอร์สโตนกับเกนส์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อเกนส์แต่ละตัวหา สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ทั้ง 6 กับเกนส์ในแต่ละตัว และค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ และสร้างสมการพยากรณ์แต่ละตัว พบว่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์ และตัวเกณฑ์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันไปในทางบวก ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์กับตัวเกณฑ์ทุกตัวมีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญจากการค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าสมรรถภาพสมองด้านจำนวนเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีตัวหนึ่งในการพยากรณ์ นอกจากนี้มีการศึกษาโดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นต่าง ๆ ผลปรากฏพบว่า องค์ประกอบด้านจำนวน เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถทางคณิตศาสตร์ และสรุปว่าความสามารถด้านจำนวน เป็นความสามารถหนึ่งที่ยังเป็นปัจจัยต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะการเรียนคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับตัวเลขและโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นสถานการณ์ใหม่อยู่เสมอ ดังนั้น ผู้เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถด้านจำนวนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ กิติพงษ์ ลิขิตบุญฤทธิ์ (2537 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดอุดรธานี พบว่า องค์ประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ และองค์ประกอบด้านเหตุผล แล้วตัวพยากรณ์กับตัวเกณฑ์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก และองค์ประกอบที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีมี 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ความถนัดด้านจำนวนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบที่พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีด้วย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกวิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ โดยเลือกใช้รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ ระหว่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีความยาวของแบบทดสอบร่วมขนาดต่างๆ กัน พร้อมทั้งค่าความยากของแบบทดสอบร่วมมีลักษณะต่างๆ ที่ใช้ในการเทียบคะแนนความยากของแบบทดสอบร่วมแตกต่างกัน เพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กระบวนการเทียบแบบลูกโซ่และศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง จะได้เป็นแนวทางการตัดสินใจในการเลือกให้เหมาะสมกับการเทียบคะแนนกับกลุ่มที่มีความสามารถต่างกัน สำหรับแบบทดสอบร่วมภายนอกนั้นจะเป็นเนื้อหาความถนัดด้านจำนวน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ และใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ ระหว่างแบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีความยาวและลักษณะความยากของแบบทดสอบแตกต่างกัน รายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยมีดังนี้

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คือ มัธยมศึกษาปีที่ 1 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดชัยนาท จำนวน 14 โรงเรียน จำนวนรวม 6,164 คน เป็นนักเรียนชั้น ม.1 จำนวน 2,245 คน นักเรียนชั้น ม.2 จำนวน 2,113 คน และนักเรียนชั้น ม.3 จำนวน 1,806 คน ดังแสดงในตาราง 2

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีระดับชั้นเรียน คือ ม.1 ม.2 และ ม.3 เป็นระดับชั้นของการสุ่ม ด้วยอัตราส่วนร้อยละ 50 ของประชากร สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เทียบคะแนน และอัตราส่วนร้อยละ 15 ของประชากร สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สอบทานผล โดยสุ่มจากนักเรียนทุกชั้นทุกโรงเรียน เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างการวิจัย 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มเทียบคะแนนเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเทียบคะแนน เพื่อนำมาใช้ในการสร้างตารางเทียบคะแนน และศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยตอบแบบทดสอบเทียบคะแนนระดับชั้นของตนที่มีข้อสอบสอบร่วมภายใน และตอบแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ผลการสุ่มกลุ่มตัวอย่างได้นักเรียนแต่ละชั้น จำนวน 1,122 1,056 และ 903 คน ตามลำดับรวมทั้งหมด 3,081 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 3

2. กลุ่มสอบทานผลเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสอบทานผล เพื่อนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน โดยตอบแบบทดสอบเทียบคะแนนที่มีข้อสอบร่วมภายในและตอบแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกของทุกระดับชั้น ผลการสุ่มกลุ่มตัวอย่างสอบทานผลได้นักเรียนแต่ละชั้น จำนวน 340 320 และ 300 ตามลำดับ รวมทั้งหมด 960 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 2 จำนวนประชากรการวิจัยจำแนกตามโรงเรียน ในจังหวัดชัยนาท

โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียน		
		ม.1	ม.2	ม.3
1. ชัยนาทพิทยาคม	เมือง	457	536	402
2. ชัยนาทพิทยาคม 2	เมือง	120	95	124
3. อุลิตไพบูลย์ชนูปถัมภ์	มโนรมย์	152	112	132
4. สาครพิทยาคม	มโนรมย์	144	152	120
5. วัดสิงห์	วัดสิงห์	144	128	86
6. ครูประชาสรรค์	สรรคบุรี	296	216	186
7. ห้วยกรดวิทยา	สรรคบุรี	88	96	62
8. สรรพยาพิทยาคม	สรรพยา	184	136	148
9. บุญนาพิทยาคม	สรรพยา	128	121	100
10. ชยานุกิจพิทยาคม	สรรพยา	27	32	40
11. หันคาราษฎร์รังษุษฐ์	หันคา	104	112	84
12. หันคาพิทยาคม	หันคา	217	233	184
13. เนินขามรัฐประชานุเคราะห์	หันคา	104	88	78
14. ศรีสโมสรวินพิทยาคม	กิ่ง อ. เนินขาม	80	56	60
รวม		2,245	2,113	1,806

ตาราง 3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างการวิจัยจำแนกตามโรงเรียนในจังหวัดชัยนาท

โรงเรียน	กลุ่มเทียบคะแนน			กลุ่มสอบทานผล		
	ม.1	ม.2	ม.3	ม.1	ม.2	ม.3
1. ชัยนาทพิทยาคม	228	268	201	68	80	61
2. ชัยนาทพิทยาคม 2	60	48	62	18	14	20
3. อุลิตไพบูลย์ชนูปถัมภ์	76	56	66	23	17	20
4. สาครพิทยาคม	72	76	60	22	23	20
5. วัดสิงห์	72	64	43	22	19	15
6. ครูประชาสรรค์	148	108	93	45	32	30
7. ห้วยกรดวิทยา	44	48	31	13	14	10
8. สรรพยาวิทยา	92	68	74	28	20	25
9. บุญนาคพิทยาคม	64	60	50	19	18	20
10. ชยานุกิจพิทยาคม	14	16	20	5	5	10
11. หันคารราษฎร์รังสฤษดิ์	52	56	42	16	17	15
12. หันคาพิทยาคม	108	116	92	33	35	30
13. เนินขามรัฐประชา- นคราห์	52	44	39	16	14	14
14. ศรีสโมสรวิทยา	40	28	30	12	12	10
รวม	1,122	1,056	903	340	320	300

แบบแผนการเก็บข้อมูลในการเทียบคะแนนของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนผู้สอบกลุ่มไม่เท่าเทียมกัน โดยมีแบบทดสอบร่วม (Anchor Test Nonequivalent Group Design) ซึ่งแบบทดสอบร่วมมีลักษณะเป็น 2 แบบ คือ 1. แบบทดสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) และ 2. แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก (External Anchor Test) แบบแผนการเทียบคะแนนแสดงดังภาพประกอบ 7

กลุ่มตัวอย่าง	แบบทดสอบ		
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	แบบทดสอบรวม
P1	X	-	X
Q1	-	X	X

ภาพประกอบ 7 แบบแผนการเทียบคะแนน

การเทียบคะแนนครั้งนี้ได้ใช้แบบทดสอบร่วมกับกลุ่มไม่เท่าเทียมกัน คือ มีความสามารถต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ นักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ซึ่งเป็นกลุ่มเทียบคะแนนโดยตอบแบบทดสอบในระดับชั้นของตนและมีข้อสอบรวมภายใน และตอบแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ดังภาพประกอบ 8

กลุ่มตัวอย่าง เทียบคะแนน	แบบทดสอบ ระดับชั้น ม.1	แบบทดสอบรวม ระหว่าง ม.1-ม.2	แบบทดสอบ ระดับชั้นม.2	แบบทดสอบรวม ระหว่าง ม.2-ม.3	แบบทดสอบ ระดับชั้นม.3	แบบทดสอบ เชื่อมโยง ภายนอก
ม.1	X	X	-	-	-	X
ม.2	-	X	X	X	-	X
ม.3	-	-	-	X	X	X

ภาพประกอบ 8 แบบแผนการรวบรวมข้อมูลในการเทียบคะแนน

กลุ่มสอบทานผลในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 โดยในแต่ละระดับต้องตอบแบบทดสอบรวมของทั้ง 3 ระดับ คือ ตอบแบบทดสอบในทุกๆระดับชั้นที่มีแบบทดสอบรวมภายใน ซึ่งจะตัดข้อสอบรวมระหว่างชั้นที่ต่อเนื่องซ้ำกันออก รวมแล้วจำนวน 110 ข้อ และทำแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก จำนวน 20 ข้อ ดังภาพประกอบ 9

กลุ่มตัวอย่าง สอบทานผล	แบบทดสอบ ระดับชั้น ม.1	แบบทดสอบรวม ระหว่าง ม.1-ม.2	แบบทดสอบ ระดับชั้นม.2	แบบทดสอบรวม ระหว่าง ม.2-ม.3	แบบทดสอบ ระดับชั้นม.3	แบบทดสอบ เชื่อมโยง ภายนอก
ม.1	X	X	X	X	X	X
ม.2	X	X	X	X	X	X
ม.3	X	X	X	X	X	X

ภาพประกอบ 9 แบบแผนการรวบรวมข้อมูลในการสอบทานผล

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีสองลักษณะ คือ แบบทดสอบเทียบคะแนนที่มีแบบทดสอบร่วมภายใน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แบ่งเป็น 3 ระดับ ตามจุดประสงค์และเนื้อหาในหลักสูตร และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกที่มีเนื้อหาวัดความถนัดด้านจำนวน เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ดังนี้

ระดับที่ 1 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ มัธยมศึกษาปีที่ 1

ระดับที่ 2 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ มัธยมศึกษาปีที่ 2

ระดับที่ 3 แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ มัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน ระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง ม.1 กับ ม.2 และ ม.2 กับ

ม.3

เครื่องมือที่ใช้ในการเทียบคะแนน แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 แบบทดสอบเทียบคะแนนที่มีแบบทดสอบร่วมภายใน ซึ่งแบบทดสอบนี้จะมีข้อสอบร่วมภายใน ระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง จำนวน 20 ข้อ ดังภาพประกอบ 10

	ข้อสอบเฉพาะ	ข้อสอบร่วม	ข้อสอบเฉพาะ	ข้อสอบร่วม	ข้อสอบเฉพาะ
ม.1	1,2,3,.....,30	31,32,33,....,50			
	ม.2	1,2,3,.....,20	21,22,23,....,30	31,32,33,....,50	
			ม.3	1,2,3,.....,20	21,22,23,....,50

ภาพประกอบ 10 รูปแบบการจัดฉบับแบบทดสอบที่มีข้อสอบร่วมภายในระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง

จากภาพประกอบ 10 จะเห็นว่า แบบทดสอบชั้น ม.1 มีจำนวน 50 ข้อ โดยข้อที่ 31-50 ซึ่งเป็นเนื้อหาในระดับชั้น ม.1 ใช้เป็นข้อสอบร่วมระหว่างชั้น ม.1 กับ ม.2 แบบทดสอบชั้น ม.2 มีจำนวน 50 ข้อ โดยข้อที่ 1-20 เป็นข้อสอบร่วมระหว่างชั้น ม.1 กับ ม.2 ส่วนข้อที่ 21-50 ซึ่งเป็นเนื้อหาในระดับชั้น ม.2 และใช้ข้อที่ 31-50 เป็นข้อสอบร่วม ระหว่างชั้น ม.2 กับ ม.3 แบบทดสอบชั้น ม.3 มีจำนวน 50 ข้อ โดยข้อที่ 1-20 เป็นข้อสอบร่วมระหว่างชั้น ม.2 กับ ม.3 และข้อที่ 21-50 ซึ่งเป็นเนื้อหาในระดับชั้น ม.3

รูปแบบที่ 2 แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนที่ใช้สำหรับเป็นแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก 2 ฉบับ คือแบบทดสอบร่วมระหว่างชั้น ม.1 กับ ม.2 และแบบทดสอบร่วมระหว่างชั้น ม.2 กับ ม.3 โดยแต่ละฉบับ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีจำนวน 20 ข้อ ซึ่งทำการทดสอบแยกฉบับกับแบบทดสอบเทียบคะแนน

ส่วนเครื่องมือที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล นักเรียนในกลุ่มนี้แต่ละคนต้องตอบแบบทดสอบของทั้ง 3 ระดับ และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 แบบทดสอบเทียบคะแนนที่มีข้อสอบร่วมภายใน ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการรวบรวมข้อมูลจึงรวมแบบทดสอบทั้ง 3 ระดับเป็นฉบับเดียว มีข้อสอบทั้งหมด 110 ข้อ โดยตัดข้อสอบร่วมระหว่างชั้นที่ซ้ำกันออก แล้วเรียงลำดับข้อจากแบบทดสอบชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ตามลำดับ ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแยกข้อมูลออกเป็นระดับละ 3 ฉบับๆ ละ 50 ข้อ เช่นเดิม

รูปแบบที่ 2 แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง ม.1 กับ ม.2 และ ม.2 กับ ม.3 ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน มีจำนวน 40 ข้อ รวมเป็นฉบับเดียวกันใช้สอบกับนักเรียนทั้ง 3 ระดับชั้น

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบเทียบคะแนนและแบบทดสอบร่วมภายใน

แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 โดยมีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหา จุดมุ่งหมายหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คู่มือครู และหนังสือแบบเรียน ในเรื่องสมการและอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. สร้างเครื่องมือตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแต่ละจุดประสงค์ในแต่ละระดับจะสร้างข้อสอบให้มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. นำแบบทดสอบตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลและครูผู้สอนทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตรของ Rowinelli และ Hambleton (1977) ข้อสอบที่ใช้ได้มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00
4. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 3 ไปทดลองกับนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างมาระดับชั้นละ 100 คน จากโรงเรียนพระนารายณ์ โดยนักเรียนแต่ละชั้นจะทำแบบทดสอบในระดับของตน
5. ตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด 0 คะแนน
6. นำผลจากข้อ 5 มาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ โดยหาคุณภาพรายข้อด้วยเทคนิค 27 % และปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบ
7. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนก

ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนก (a) ตามทฤษฎี IRT มีค่าเป็นบวก และปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ ผลปรากฏว่า

แบบทดสอบระดับชั้น ม.1 มีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี CTT ดังนี้ ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.239 ถึง 0.800 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.211 ถึง 0.783 และมีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี IRT มีความยาก (b) อยู่ระหว่าง -2.056 ถึง 2.311 และค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.227 ถึง 1.098

แบบทดสอบระดับชั้น ม.2 มีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี CTT ดังนี้ ความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.260 ถึง 0.800 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.200 ถึง 1.00 และมีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี IRT มีความยาก (b) อยู่ระหว่าง -1.940 ถึง 1.711 และค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.273 ถึง 1.480

แบบทดสอบระดับชั้น ม.3 มีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี CTT ดังนี้ ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.275 ถึง 0.792 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.208 ถึง 0.870 และมีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี IRT มีความยาก (b) อยู่ระหว่าง -1.167 ถึง 1.654 และค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.160 ถึง 1.284

8. ปรับปรุงเครื่องมือและคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามจำนวนที่ต้องการ ในการคัดเลือกข้อสอบโดยพิจารณาแยกออกเป็น 2 กรณี คือ

8.1 ข้อสอบร่วมระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง แยกออกเป็น 2 ระดับ

- ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับ 2 พิจารณาจากข้อสอบที่มีค่าความยากสูงสุดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ ได้ค่าความยากตั้งแต่ 1.159 ถึง 2.311

- ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับ 3 พิจารณาจากข้อสอบที่มีค่าความยากสูงสุดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 ข้อ ได้ค่าความยากตั้งแต่ 1.039 ถึง 1.711

8.2 ข้อสอบเฉพาะแต่ละระดับ พิจารณาจากการกระจายของข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาเลือกข้อสอบสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 ข้อ มัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 ข้อ และมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 ข้อ

9. นำข้อสอบที่คัดเลือกจากข้อ 8 มาจัดฉบับแบบทดสอบเรียงตามลำดับ ดังภาพประกอบ 8 ได้จำนวนข้อดังนี้

9.1 แบบทดสอบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีข้อสอบเฉพาะระดับชั้น 30 ข้อ คือ ข้อที่ 1 – 30 และข้อสอบร่วมกับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 31 - 50 รวมเป็น 50 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.745

9.2 แบบทดสอบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีข้อสอบเฉพาะระดับชั้น 10 ข้อ คือ ข้อที่ 21 – 30 ข้อสอบร่วมกับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 1 - 20 และข้อสอบร่วมกับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 31 - 50 รวมเป็น 50 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.945

9.3 แบบทดสอบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีข้อสอบเฉพาะระดับชั้น 30 ข้อ คือ ข้อที่ 21 – 50 และข้อสอบร่วมกับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 ข้อ คือ ข้อที่ 1 - 20 รวมเป็น 50 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.951

10. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อที่ 9 ทดสอบกับนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ระดับชั้นละ 400 คน จากโรงเรียนวินิตศึกษา ในพระราชูปถัมภ์ เพื่อตรวจสอบความเป็นมิติเดียวกัน (Unidimensionality) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 4 - 6

11. นำแบบทดสอบไปตรวจสอบคุณภาพครั้งที่ 2 โดยสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ระดับชั้นละ 100 คน รวมทั้งสิ้น 300 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยสูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเทียบคะแนนระดับชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 มีค่า 0.745 0.945 0.951 ตามลำดับ

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก

แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน มีวิธีดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบ
3. เขียนนิยามของความถนัดด้านจำนวน
4. สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนตามนิยาม เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ
5. นำแบบทดสอบวัดความถนัดตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน หาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) ข้อสอบที่ใช้ได้มีค่าตั้งแต่ .60 ถึง 1.00
6. นำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ระดับชั้นละ 100 คน รวมทั้งสิ้น 300 คน จากโรงเรียนพระนารายณ์
7. ตรวจสอบให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน
8. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนก (a) ตามทฤษฎี IRT มีค่าเป็นบวก และปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ มีจำนวนข้อของระดับชั้นที่ต่อเนื่องระดับชั้นละ 20 ข้อ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.1-ม.2 มีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี CTT ดังนี้ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.239 ถึง 0.796 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง

0.211 ถึง 0.763 และมีค่าสถิติของข้อสอบตามทฤษฎี IRT ดังนี้ ค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -2.345 ถึง 2.772 และค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.227 ถึง 1.098

แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.2-ม.3 มีค่าสถิติของข้อสอบมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.239 ถึง 0.796 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.211 ถึง 0.763 ตามทฤษฎี CTT แล้วมีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -2.345 ถึง 2.772 และค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0.227 ถึง 1.098 ตามทฤษฎี IRT

9. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 8 ทดสอบกับนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ระดับชั้นละ 300 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นมิติเดียวกัน (Unidimensionality) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 7 – 8

10. นำแบบทดสอบไปตรวจสอบคุณภาพครั้งที่ 2 โดยสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ระดับชั้นละ 100 คน รวมทั้งสิ้น 300 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยสูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกของระดับชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 มีค่า 0.886 0.798 และ 0.829 ตามลำดับ และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนแบบทดสอบเทียบคะแนนแต่ละระดับชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 กับคะแนนแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง ม.1-ม.2 และ ม.2-ม.3 มีค่า 0.792 0.847 และ 0.708 ตามลำดับ

11. จัดพิมพ์เป็นฉบับ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบเทียบคะแนน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการเทียบคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3 ปีการศึกษา 2544 มีลักษณะเป็นการศึกษาภาคตัดขวางที่ใช้ นักเรียนทั้งสามระดับชั้นในปีการศึกษาเดียวกัน การเก็บรวบรวมข้อมูลจึงได้ดำเนินการดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ โดยติดต่อขอความร่วมมือในการดำเนินการสอบกับนักเรียนในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนกำหนดวันและเวลาในการสอบ

2. นำแบบทดสอบ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ ในแต่ละระดับชั้นระดับชั้นละ 50 ข้อ และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกระหว่างชั้นที่ต่อเนื่อง จำนวน 20 ข้อ ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จากโรงเรียนที่แสดงไว้ในตาราง 3 คือ

2.1 กลุ่มเทียบคะแนน จำนวน 3,081 คน ซึ่งทำแบบทดสอบเทียบคะแนนในระดับชั้นของคนที่มิแบบทดสอบรวมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยโรงเรียนดำเนินการสอบเอง ในช่วงวันที่ 7 มกราคม 2545 ถึง วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2545

2.2 กลุ่มสอบทานผลจำนวน 960 คน ซึ่งจะต้องทำแบบทดสอบของทั้ง 3 ระดับชั้นและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยโรงเรียนดำเนินการสอบเอง ในช่วงวันที่ 7 มกราคม 2545 ถึง วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2545

3. นำผลการสอบจากข้อที่ 6 มาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกต้อง 1 ตอบผิดได้ 0 เพื่อเตรียมนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์พร้อมที่จะวิเคราะห์และประมวลผลต่อไป ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่จะทำการเทียบคะแนนทั้งหมด มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โปรแกรม BILOG 3.04 และโปรแกรม EQUATE 2.0 ดังนี้

1. การวิเคราะห์แบบทดสอบ
2. สร้างตารางการเทียบคะแนน

2.1 ประเมินค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในแบบทดสอบรวม และประเมินค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบแต่ละคน

2.2 คำนวณค่าความน่าจะเป็นที่ผู้สอบแต่ละชั้นจะตอบข้อสอบถูกแต่ละข้อในแบบทดสอบเทียบคะแนน โดยใช้รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ เนื่องจากรูปแบบหนึ่งพารามิเตอร์ไม่เหมาะกับการเทียบคะแนนในแนวตั้ง โดยใช้สูตร (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 36-37, 212)

- รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์

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

- รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

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

และ
$$\xi_x = \sum_{i=1}^n P_i(\theta_x)$$

เมื่อ θ คือ ค่าความสามารถของนักเรียน

$P_i(\theta)$ คือ โอกาสตอบข้อสอบนั้นๆ ถูกต้องของนักเรียนที่มีค่าความสามารถ ระดับหนึ่งๆ

- i คือ ข้อคำถามที่ 1, 2, ..., n
- e คือ ค่าคงที่มีค่าประมาณ 2.718
- D คือ องค์กรประกอบสเกล Scaling Factor ($D = 1.7$)
- ξ_x คือ คะแนนจริง Equivalent Truescore

2.3 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า b ของข้อสอบรวมในแบบทดสอบรวมภายในหรือแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก (\bar{b}_{yc} , \bar{b}_{xc} และ $S_{b_{yc}}$, $S_{b_{xc}}$) และปรับค่าความสามารถของแต่ละระดับให้อยู่ในมาตราเดียวกันโดยใช้สูตร (Hambleton and Swaminathan, 1985 : 204 - 205)

$$\theta_y = (\sigma_y / \sigma_x) \theta_x + \{ \mu_y - (\sigma_y / \sigma_x) \mu_x \}$$

$$b_y = \alpha b_x + \beta$$

$$a_y = a_x / \alpha$$

โดย $\alpha = \sigma_{b_y} / \sigma_{b_x}$ (หรือ $S_{b_{yc}} / S_{b_{xc}}$)

$$\beta = \mu_{b_y} - \alpha \mu_{b_x} \text{ (หรือ } \bar{b}_{yc} - \alpha \bar{b}_{xc} \text{)}$$

จากสมการข้างต้นสามารถเขียนเป็นสมการใหม่ได้ว่า

$$\theta_y = (a_x / a_y) \theta_x + \{ \bar{b}_y - (a_x / a_y) \bar{b}_x \}$$

เมื่อ θ_y คือ ค่าความสามารถของนักเรียนในระดับ X ที่ปรับมาอยู่ในระดับ Y

θ_x คือ ค่าความสามารถของนักเรียนในระดับ X

\bar{b}_y คือ ค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบรวมในระดับ Y

\bar{b}_x คือ ค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบรวมในระดับ X

a_y คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรวมในระดับ Y

a_x คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรวมในระดับ X

2.4 สูตรการแปลงค่าความสามารถในการเทียบคะแนน (โปรแกรม EQUATE 2.0 ของ Baker , Al-kani and Dosary. 1991)

$$\theta_i^* = A \theta_i + K$$

เมื่อ A, K คือ A เป็นความชัน และ K เป็นค่าสัมประสิทธิ์ (Intercept)

2.5 สร้างตารางเทียบคะแนน และนำค่าความสามารถของนักเรียนแต่ละระดับจาก ตารางไปเทียบหาคะแนนดิบในแต่ละระดับความสามารถ

3. การศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนน

การศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนน ในแต่ละรูปแบบวิธีการเทียบคะแนน ทั้งแบบทดสอบรวมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ดังนี้

เมื่อขนาดความยาวของแบบทดสอบรวม 15 ข้อ ศึกษาที่ระดับความยากง่ายของข้อ สอบรวมเฉลี่ยที่มีระดับความยากมาก และปานกลาง

เมื่อขนาดความยาวของแบบทดสอบรวม 10 ข้อ ศึกษาที่ระดับความยากง่ายของข้อ สอบรวมเฉลี่ยที่มีระดับความยากมาก และปานกลาง

เมื่อขนาดความยาวของแบบทดสอบรวม 5 ข้อ ศึกษาที่ระดับความยากง่ายของข้อ สอบรวมเฉลี่ยที่มีระดับความยากมาก และปานกลาง

เมื่อระดับความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยที่มีระดับความยากมาก ศึกษาที่ขนาด ความยาวของแบบทดสอบรวมมีขนาด 15 ข้อ 10 ข้อ และ 5 ข้อ

เมื่อระดับความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยที่มีระดับความยากปานกลาง ศึกษาที่ ขนาดความยาวของแบบทดสอบรวมมีขนาด 15 ข้อ 10 ข้อ และ 5 ข้อ

การศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มสอบทานผล ประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนน โดยดูจากค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการ เทียบคะแนนและประเมินความเพียงพอของวิธีการเทียบคะแนน ซึ่งคำนวณค่าดัชนีความแตกต่าง แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ ปีเตอร์เซน และคณะ (Petersen and others. 1982 : 91 - 93)

3.1 ประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน พิจารณาจากค่าคะแนนความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของการเทียบคะแนน ดังนี้

3.1.1 หาค่าความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนน โดยใช้สูตร

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

เมื่อ E คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

X_j คือ คะแนนของแบบทดสอบชุดที่ j ที่ได้จากการสอบ

X^* คือ คะแนนของแบบทดสอบชุดที่ j ที่ได้จากการเทียบคะแนน

3.1.2 หาค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน โดยใช้สูตร

$$SEE = SD_E / n^{1/2}$$

เมื่อ SEE คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน

SD_E คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนน
 n คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล

3.1.3 ทดสอบความมีนัยสำคัญ ความแตกต่างของคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

3.2 ประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน โดยประเมินความเพียงพอของการเทียบคะแนน ดังนี้

3.2.1 คำนวณค่าดัชนีความแตกต่าง (Discrepancy Index : C) จากสูตรของ ปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen and others.1982 : 91)

$$C = \sum (X_{ij} - X_{kij}^*)^2 / nS_{X_i}^2$$

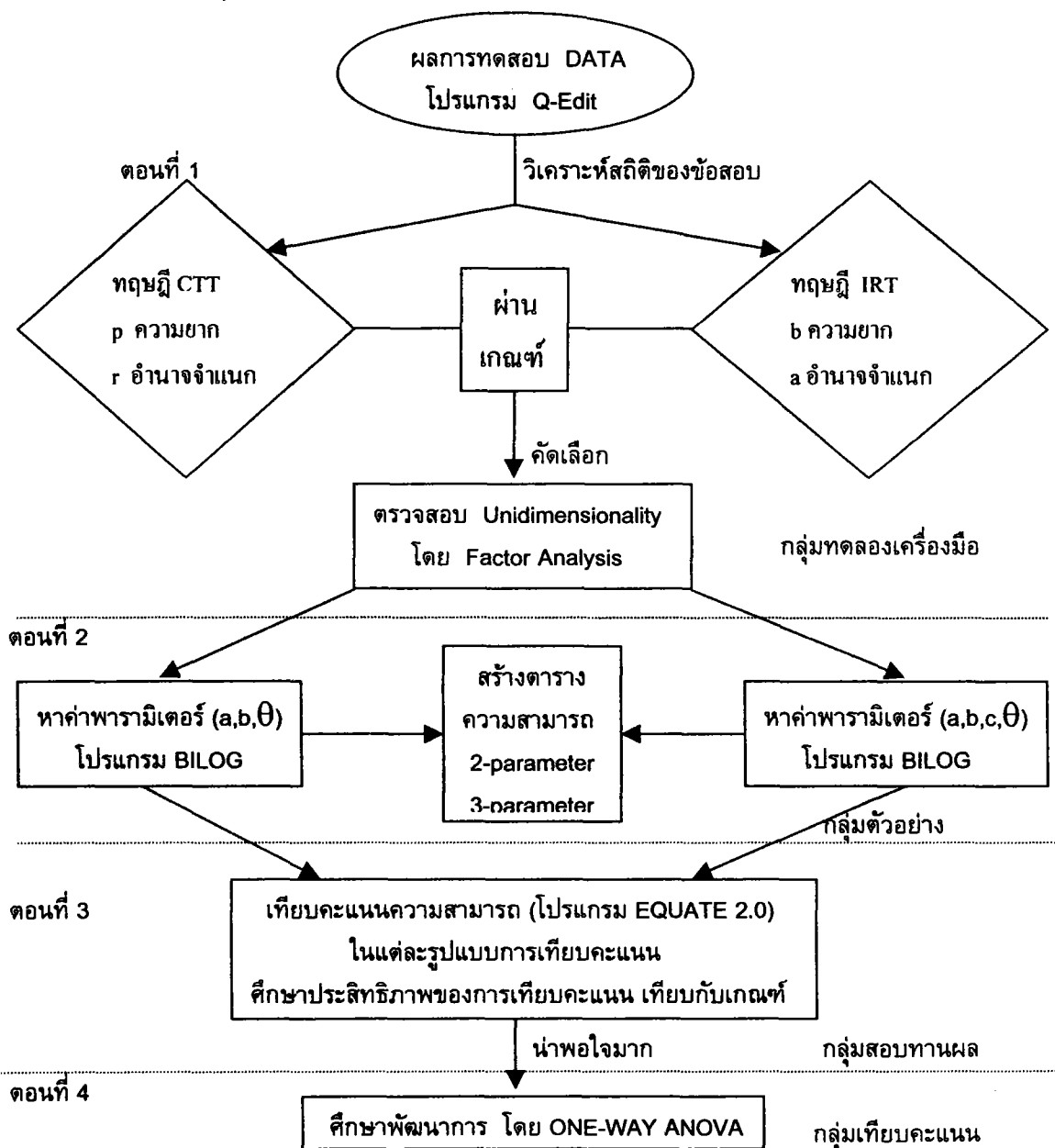
เมื่อ C คือ ค่าดัชนีความแตกต่างในการเทียบคะแนน
 X_{ij} คือ คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ i ของนักเรียนคนที่ j
 X_{kij}^* คือ คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ k ที่แปลงคะแนนเป็นตารางเทียบคะแนนไปเป็นคะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ i ของนักเรียนคนที่ j
 n คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล
 S_{X_i} คือ ความแปรปรวนคะแนนจากแบบทดสอบฉบับ i

3.2.2 ประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) โดยอาศัยเกณฑ์ของ ปีเตอร์เซน และคณะ (Petersen and others. 1982 : 93 - 94) ในการประเมินบอกระดับความเพียงพอของการเทียบคะแนนครั้งนี้ ดังนี้

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

4. ศึกษาพัฒนาการความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากผลต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถของนักเรียนแต่ละชั้น ภายหลังจากการเทียบคะแนนของนักเรียนชั้น ม.2 และ ม.3 ให้อยู่ในมาตราเดียวกันกับคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.1 แล้วคำนวณหาผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละชั้น โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One - Way Analysis of Variance) ภายหลังจากที่ได้วิธีการเทียบคะแนนที่เหมาะสม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่กล่าวมา ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ
 ตอนที่ 1 การวิเคราะห์แบบทดสอบ
 ตอนที่ 2 สร้างตารางเทียบคะแนน
 ตอนที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนน
 ตอนที่ 4 ศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ตอนต้น สามารถสรุปเป็นแผนภาพขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้



ภาพประกอบ 11 สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเทียบคะแนนในแนวตั้งที่ใช้วิธีการที่เหมาะสม ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติกสองและสามพารามิเตอร์ ที่ใช้แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีความยาว และความยากขนาดต่างกันของแบบทดสอบร่วม

ผู้วิจัยได้นำผลการสอบจากกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนนมาวิเคราะห์ และเทียบคะแนนเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสามระดับชั้น คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งเป็นนักเรียนในภาคการศึกษาและปีการศึกษาเดียวกัน อันเป็นการศึกษาพัฒนาการในลักษณะภาคตัดขวาง (Cross – Sectional Study) โดยใช้แบบทดสอบร่วม ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบร่วมจะนำมาใช้ในการปรับความแตกต่างระหว่างความสามารถของนักเรียนต่างระดับชั้น แล้วปรับค่าความยากของข้อสอบร่วมระหว่างระดับชั้นที่ใช้สำหรับการเทียบคะแนนของทุกระดับชั้น ให้อยู่ในมาตรฐานหรือสเกลเดียวกัน แล้วทำการศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ในแต่ละรูปแบบของตัวแปรที่ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างสอบทานผล แล้วนำมาวิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนและความเพียงพอของการเทียบคะแนน เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสม อันจะเป็นสารสนเทศในการเลือกใช้วิธีการเทียบคะแนนของการศึกษาพัฒนาการ ดังเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติและการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตอนที่ 2 ผลการสร้างการดำเนินการเทียบคะแนนแบบทดสอบ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ดังนี้

- | | | | |
|----------|-----|------------------------------------|---|
| X_1 | แทน | คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |
| X_2 | แทน | คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 |
| X_3 | แทน | คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 |
| X_{12} | แทน | คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผล | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 |
| X_{13} | แทน | คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผล | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 |
| X_{21} | แทน | คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผล | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |

X_{23}	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
X_{31}	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
X_{32}	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มสอบทานผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
X_{12}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่แปลงไปสู่คะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
X_{13}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่แปลงไปสู่คะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
X_{21}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่แปลงไปสู่คะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
X_{23}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่แปลงไปสู่คะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
X_{31}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่แปลงไปสู่คะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
X_{32}^*	แทน	คะแนนสอบของกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่แปลงไปสู่คะแนน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
θ_1	แทน	ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
θ_2	แทน	ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
θ_3	แทน	ค่าความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
H2M15	แทน	การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ
H2M10	แทน	การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 10 ข้อ
H2M5	แทน	การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 5 ข้อ
M2M15	แทน	การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ

ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติและการวิเคราะห์แบบทดสอบ

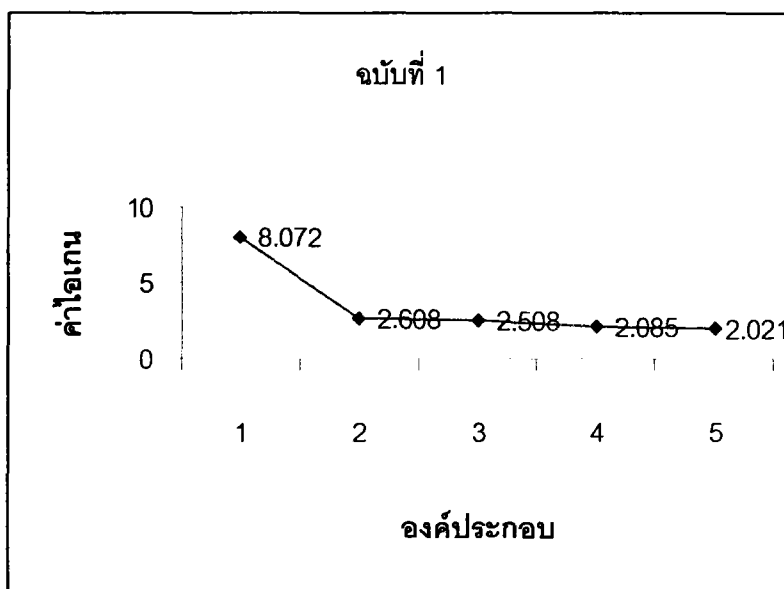
1. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบ

จากทฤษฎีการตอบข้อสอบ มีข้อตกลงเบื้องต้นที่กำหนดว่าแบบทดสอบต้องวัดเพียงมิติเดียว (Unidimensional) นั้น ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนที่ได้คัดเลือกจากการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีมาตรฐานเดิม และทฤษฎีการตอบข้อสอบแล้วและผ่านการคัดเลือกจากการตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงพินิจด้วย โดยการนำแบบทดสอบที่ได้ มาทดสอบกับนักเรียนที่ทดลองสอบทั้งสามระดับๆ ชั้นละ 400 คน แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) โดยการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก แล้วหมุนแกนด้วยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 4 – 8 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบของแบบทดสอบแต่ละฉบับ แสดงดังภาคผนวก ข (ตาราง 36 – 40)

ตาราง 4 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1 ของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.1

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน
1	8.072
2	2.608
3	2.508
4	2.085
5	2.021
6	1.859
7	1.592
8	1.538
9	1.461
10	1.345
11	1.269
12	1.230
13	1.182
14	1.108
15	1.076
16	1.059

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 แสดงว่า เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.1 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1 จำนวน 10 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุด คือ 8.072 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2, 3, 4 และ 5 มีค่า 2.608, 2.508, 2.085 และ 2.021 ตามลำดับ เมื่อนำค่าไอเกนสูงสุด 5 ค่าแรก มาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกน ได้ดังภาพประกอบ 12



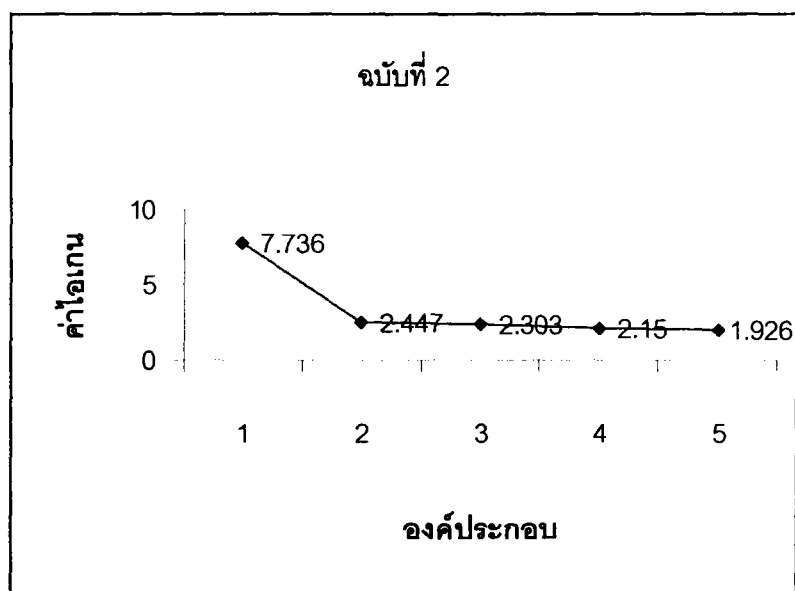
ภาพประกอบ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกน ฉบับที่ 1

เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบของแบบทดสอบสมการและอสมการ ชั้น ม.1 จากตาราง 4 จะเห็นได้ว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 มากกว่า 3 เท่า แต่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบที่ 4 และองค์ประกอบที่ 5 เพียงเล็กน้อย กล่าวคือ ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 มายังองค์ประกอบที่ 2 มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 มายังองค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบถัดไปมีค่าไอเกนลดลงที่ละน้อย ซึ่งลักษณะเช่นนี้พอจะเชื่อถือได้ว่า แบบทดสอบมีการวัดเพียงมิติเดียว (Warm. 1978 : 104 ; Lord. 1980 : 21) ดังนั้นแบบทดสอบที่นำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ในครั้งนี้ จึงน่าเชื่อถือได้ว่ามีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว กล่าวคือ องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนสูงสุด เป็นองค์ประกอบที่แทนความสามารถหรือคุณลักษณะเด่นหรือสำคัญ (Dominant factor) เพียงลักษณะเดียวที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตอบข้อสอบ แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบสมการและอสมการ ชั้น ม.1 จำนวน 50 ข้อนั้น สามารถวัดคุณลักษณะเด่นเพียง 1 คุณลักษณะ แสดงว่า แบบทดสอบสมการและอสมการ ชั้น ม.1 มีคุณสมบัติเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของรูปแบบโลจิสติก

ตาราง 5 ค่าไอเกินขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1 ของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.2

องค์ประกอบ	ค่าไอเกิน
1	7.736
2	2.447
3	2.303
4	2.150
5	1.926
6	1.744
7	1.645
8	1.593
9	1.373
10	1.333
11	1.274
12	1.216
13	1.192
14	1.179
15	1.070
16	1.040
17	1.016

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 แสดงว่าเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.2 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกินเกิน 1 จำนวน 17 องค์ประกอบ ค่าไอเกินที่มีค่าสูงสุด คือ 7.736 ค่าไอเกินที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2, 3, 4 และ 5 มีค่า 2.447, 2.303, 2.150 และ 1.926 ตามลำดับ เมื่อนำค่าไอเกินสูงสุด 5 ค่าแรก มาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกิน ได้ดังภาพประกอบ 13



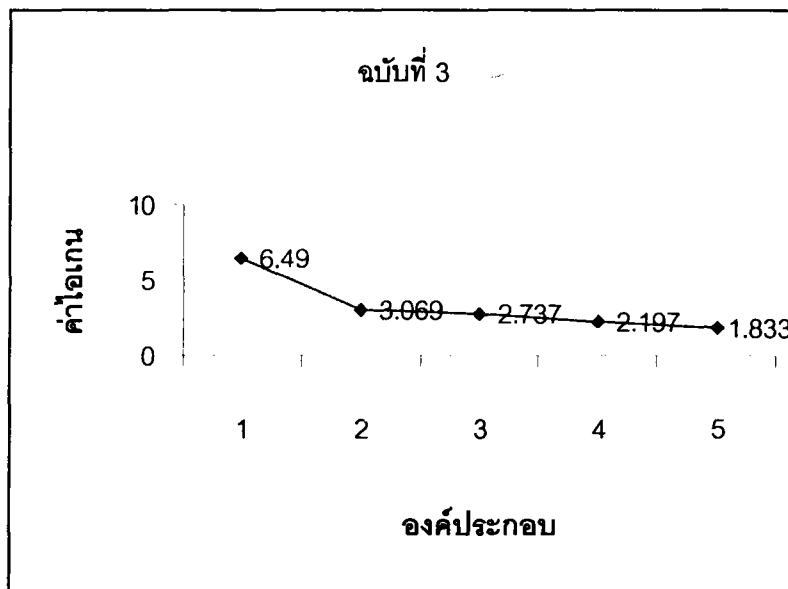
ภาพประกอบ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกิน ฉบับที่ 2

เมื่อพิจารณาค่าไอเกินขององค์ประกอบของแบบทดสอบสมการและอสมการ ชั้น ม.2 จากตาราง 5 จะเห็นได้ว่าค่าไอเกินขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกินขององค์ประกอบที่ 2 ประมาณ 3 เท่า แต่ค่าไอเกินขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกินขององค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบที่ 4 และองค์ประกอบที่ 5 เพียงเล็กน้อย ซึ่งลักษณะเช่นนี้ พอจะเชื่อถือได้ว่าแบบทดสอบมีการวัดเพียงมิติเดียว ดังนั้นแบบทดสอบที่นำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ในครั้งนี้ จึงน่าเชื่อถือได้ว่ามีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว กล่าวคือ องค์ประกอบที่มีค่าไอเกินสูงสุดเป็นองค์ประกอบที่แทนความสามารถ หรือคุณลักษณะเด่นหรือสำคัญเพียงลักษณะเดียวที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตอบข้อสอบ แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบสมการและอสมการ ชั้น ม.2 จำนวน 50 ข้อนั้น สามารถวัดคุณลักษณะเด่นเพียง 1 คุณลักษณะ แสดงว่า แบบทดสอบสมการและอสมการ ชั้น ม.2 มีคุณสมบัติเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของรูปแบบโลจิสติก

ตาราง 6 ค่าไอเกินขององค์ประกอบที่มีค่าเกิน 1 ของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.3

องค์ประกอบ	ค่าไอเกิน
1	6.490
2	3.069
3	2.737
4	2.197
5	1.833
6	1.765
7	1.603
8	1.556
9	1.443
10	1.383
11	1.285
12	1.201
13	1.144
14	1.105
15	1.092
16	1.035
17	1.009

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 แสดงว่าเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบสมการและอสมการ ชั้น ม.3 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกินเกิน 1 จำนวน 17 องค์ประกอบ ค่าไอเกินที่มีค่าสูงสุด คือ ค่าไอเกินที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2, 3, 4 และ 5 มีค่า 3.069, 2.737, 2.19 และ 1.833 ตามลำดับ เมื่อนำค่าไอเกินสูงสุด 5 ค่าแรก มาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกิน ได้ดังภาพประกอบ 14



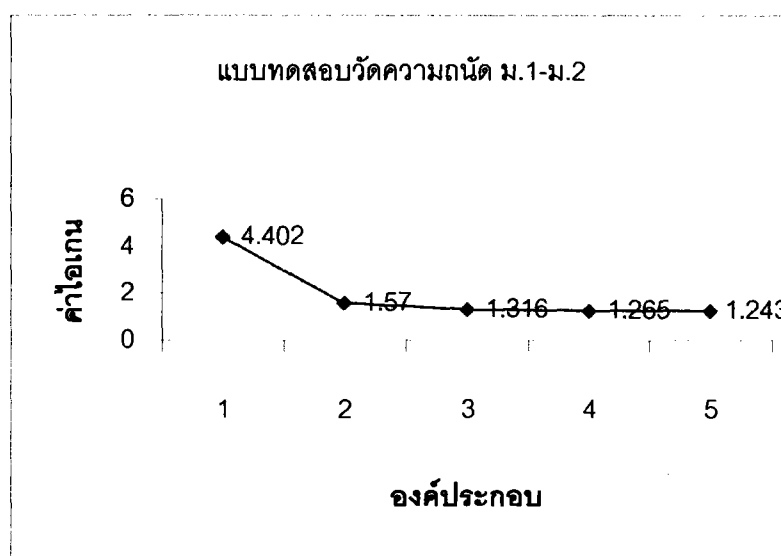
ภาพประกอบ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกิน ฉบับที่ 3

เมื่อพิจารณาค่าไอเกินขององค์ประกอบของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.3 จากตาราง 6 จะเห็นได้ว่าค่าไอเกินขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกินขององค์ประกอบที่ 2 มากกว่า 2 เท่า แต่ค่าไอเกินขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกินขององค์ประกอบที่ 3 องค์ประกอบที่ 4 และองค์ประกอบที่ 5 ค่อนข้างน้อย ซึ่งลักษณะเช่นนี้พออนุมานได้ว่าแบบทดสอบมีการวัดเพียงมิติเดียว ดังนั้นแบบทดสอบที่นำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ในครั้งนี้จึงพอน่าเชื่อถือได้ว่ามีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว กล่าวคือ องค์ประกอบที่มีค่าไอเกินสูงสุดเป็นองค์ประกอบที่แทนความสามารถ หรือคุณลักษณะเด่นหรือสำคัญเพียงลักษณะเดียวที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมคำตอบข้อสอบ แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.3 จำนวน 50 ข้อนี้ มีแนวโน้มวัดคุณลักษณะเด่นเพียง 1 คุณลักษณะ ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของรูปแบบโลจิสติก

ตาราง 7 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1 ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้าน
จำนวน ระหว่างชั้น ม.1 - ม.2

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน
1	4.402
2	1.570
3	1.316
4	1.265
5	1.243
6	1.161
7	1.060
8	1.017

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 แสดงว่า เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1 จำนวน 8 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุด คือ 4.402 ค่าไอเกนที่รองลงมาเป็นอันดับ 2 และ 3 มีค่า 1.5770 และ 1.316 ตามลำดับ เมื่อนำค่าไอเกนสูงสุด 5 ค่าแรก มาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกน ได้ดังภาพประกอบ 15



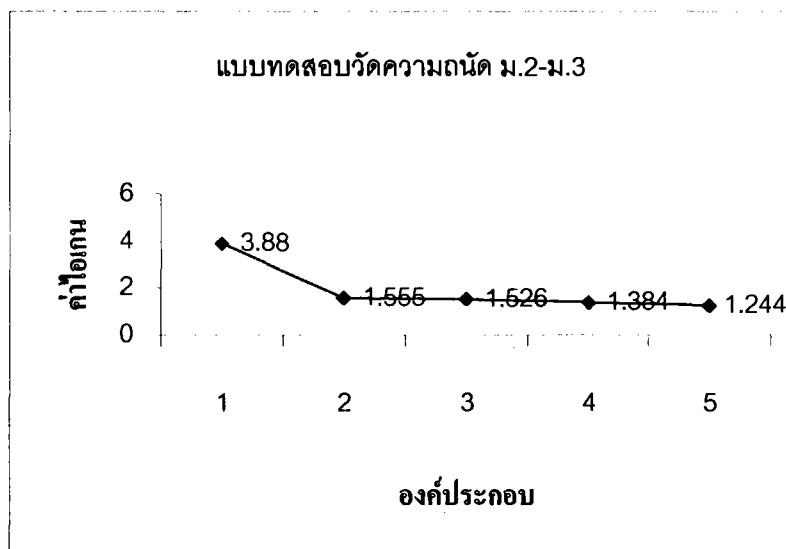
ภาพประกอบ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกน
แบบทดสอบวัดความถนัด ม.1 - ม.2

เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน ชั้น ม.1 - ม.2 จากตาราง 7 จะเห็นได้ว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 ประมาณ 3 เท่า แต่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบที่ 4 เพียงเล็กน้อย ซึ่งลักษณะเช่นนี้พอจะเชื่อถือได้ว่าแบบทดสอบมีการวัดเพียงมิติเดียว ดังนั้นแบบทดสอบที่นำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ในครั้งนี้ จึงน่าเชื่อถือได้ว่ามีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว กล่าวคือ องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนสูงสุดเป็นองค์ประกอบที่แทนความสามารถ หรือคุณลักษณะเด่นหรือสำคัญเพียงลักษณะเดียวที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตอบสนอง แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 จำนวน 20 ข้อ นั้น สามารถวัดคุณลักษณะเด่นเพียง 1 คุณลักษณะ แสดงว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 มีคุณลักษณะการวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของรูปแบบโลจิสติก

ตาราง 8 ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1 ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.2 - ม.3

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน
1	3.880
2	1.555
3	1.526
4	1.384
5	1.244
6	1.116
7	1.054

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 แสดงว่า เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.2 - ม.3 ได้องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนเกิน 1 จำนวน 7 องค์ประกอบ ค่าไอเกนที่มีค่าสูงสุด คือ 3.880 ค่าไอเกนที่มีค่ารองลงมาเป็นอันดับ 2 และ 3 มีค่า 1.555 และ 1.526 ตามลำดับ เมื่อนำค่าไอเกนสูงสุด 5 ค่าแรก มาเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งขององค์ประกอบกับค่าไอเกน ได้ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งองค์ประกอบกับค่าไอเกน
แบบทดสอบวัดความถนัด ม.2 – ม.3

เมื่อพิจารณาค่าไอเกนขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.3 - ม.2 จากตาราง 8 จะเห็นได้ว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 ประมาณ 2.5 เท่า แต่ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 สูงกว่าค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 3 และองค์ประกอบที่ 4 เพียงเล็กน้อย ซึ่งลักษณะเช่นนี้พออนุมานได้ว่าแบบทดสอบมีการวัดเพียงมิติเดียว ดังนั้นแบบทดสอบที่นำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ในครั้งนี้จึงพอน่าเชื่อถือได้ว่ามีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว กล่าวคือ องค์ประกอบที่มีค่าไอเกนสูงสุดเป็นองค์ประกอบที่แทนความสามารถ หรือคุณลักษณะเด่นหรือสำคัญเพียงลักษณะเดียวที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตอบข้อสอบ แปลความหมายได้ว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน 20 ข้อ นั้น มีแนวโน้มที่สามารถวัดคุณลักษณะเด่นเพียง 1 คุณลักษณะ แสดงว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.3 - ม.2 มีคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของรูปแบบโลจิสติก

2. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เฉพาะเนื้อหาในระดับชั้นของตน จากกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 มาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ค่าสถิติ	แบบทดสอบชั้น ม.1	แบบทดสอบชั้น ม.2	แบบทดสอบชั้น ม.3
จำนวนข้อสอบ	30	30	30
จำนวนผู้สอบ	1122	1056	903
คะแนนสูงสุด	29	29	30
คะแนนต่ำสุด	2	4	2
คะแนนเฉลี่ย	11.9697	10.8229	11.9313
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.2941	3.9082	5.8197
มัธยฐาน	10.0000	10.0000	11.0000
ฐานนิยม	9.0000	10.0000	11.0000
ความเบ้	1.750	1.566	1.615
ความโด่ง	3.963	3.033	2.103
ความเชื่อมั่น (KR-21)	0.8604	0.8526	0.8914
ความเชื่อมั่น (r_B)	0.8611	0.8708	0.8949
SEM (KR-21) / (r_B)	2.3517 / 2.3457	1.5005 / 1.4048	1.9179 / 1.8867

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 9 การตอบแบบทดสอบในระดับชั้นของตนของนักเรียน 3 ระดับชั้น จากกลุ่มเทียบคะแนน ปรากฏว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตอบแบบทดสอบในระดับชั้นของตนได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 29 และ 2 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 11.9697 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.2941 การแจกแจงของคะแนนมีลักษณะเบ้ขวา แสดงว่า คะแนนส่วนใหญ่ก่อนไปทางคะแนนน้อย และมีความโด่งมาก แบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่น KR-21 และ r_B เท่ากับ 0.8604 และ 0.8611 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (KR-21) และ (r_B) เท่ากับ 2.3517 และ 2.3457 ตามลำดับ

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตอบแบบทดสอบในระดับชั้นของตนได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 29 และ 4 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 10.8229 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.9082 การแจกแจงของคะแนนมีลักษณะเบ้ขวา แสดงว่า คะแนนส่วนใหญ่ก่อนไปทางคะแนนน้อย และมีความโด่งมาก แบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่น KR-21 และ r_B เท่ากับ 0.8526 และ 0.8708 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (KR-21) และ (r_B) เท่ากับ

1.5005 และ 1.4048 ตามลำดับ และในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดอบแบบทดสอบในระดับชั้นของคนที่ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 30 และ 2 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 11.9313 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.8197 การแจกแจงของคะแนนมีลักษณะเบ้ขวา แสดงว่า คะแนนส่วนใหญ่ก่อนไปทางคะแนนน้อย และมีความโค้งมาก แบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่น KR-21 และ r_B เท่ากับ 0.8914 และ 0.8949 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (KR-21) และ (r_B) เท่ากับ 1.9179 และ 1.8867 ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวม

การวิเคราะห์ข้อสอบนี้ผู้วิจัย ได้นำคะแนนสอบของแต่ละฉบับจากกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนนทั้งสามระดับชั้น ไปวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ โดยใช้รูปแบบโลจิสติกสอง และสามพารามิเตอร์ ระหว่างแบบทดสอบรวมภายในกับแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวม ปรากฏว่า ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมในแต่ละรูปแบบ ดังแสดงในภาคผนวก ข และค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ย ซึ่งแยกตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ ดังแสดงในตาราง 10-11 และรูปแบบโลจิสติก สามพารามิเตอร์ ดังแสดงในตาราง 12-13 ดังนี้

ตาราง 10 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H2M15 H2M10 H2M5 M2M15 M2M10 M2M5 H2N15 H2N10 H2N5 M2N15 M2N10 และ M2N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
รูปแบบ	\bar{a}	\bar{b}	รูปแบบ	\bar{a}	\bar{b}
H2M15	0.4726	2.0214	H2M15	0.6364	0.7383
H2M10	0.4706	2.0250	H2M10	0.6244	0.8043
H2M5	0.4706	2.1152	H2M5	0.5786	0.9668
M2M15	0.4639	1.5882	M2M15	0.6421	0.4779
M2M10	0.4685	1.5036	M2M10	0.6362	0.5291
M2M5	0.5060	1.6296	M2M5	0.7546	0.4876
H2N15	0.4179	2.1516	H2N15	0.4556	1.0867
H2N10	0.4362	2.2515	H2N10	0.4922	1.1059
H2N5	0.4240	2.3026	H2N5	0.5462	1.2156
M2N15	0.4606	1.6621	M2N15	0.5450	0.8685
M2N10	0.4740	1.6435	M2N10	0.5234	0.8735
M2N5	0.4780	1.5870	M2N5	0.5894	0.8078

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 10 ข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามวิธีการเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีระดับความยากมาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.4179 ถึง 0.4726 รูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ H2N15 และรูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ H2M15 ส่วนค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 2.0214 ถึง 2.3026 รูปแบบที่มีค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ H2N15 และรูปแบบที่มีค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ H2M15

ข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามวิธีการเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีระดับความยากปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.4606 ถึง 0.506 รูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ M2N15 และรูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ M2M5 ส่วนค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5036 ถึง 1.6621 รูปแบบที่มีค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ M2N10 ส่วนรูปแบบที่มีค่าความยากเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ M2N15

ตาราง 11 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.2 - ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ
H2M15 H2M10 H2M5 M2M15 M2M10 M2M5 H2N15 H2N10 H2N5 M2N15
M2N10 และ M2N5

ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
รูปแบบ	\bar{a}	\bar{b}	รูปแบบ	\bar{a}	\bar{b}
H2M15	0.3775	2.3525	H2M15	0.7437	0.4441
H2M10	0.3676	2.4604	H2M10	0.7355	0.4369
H2M5	0.3872	2.2850	H2M5	0.6400	0.4456
M2M15	0.4223	1.8859	M2M15	0.8149	0.3840
M2M10	0.4532	1.7201	M2M10	0.8124	0.3265
M2M5	0.4540	1.5258	M2M5	0.8588	0.3526
H2N15	0.4102	1.9174	H2N15	0.6040	0.8812
H2N10	0.4359	2.0405	H2N10	0.5930	0.9081
H2N5	0.3106	2.4060	H2N5	0.5038	1.0772
M2N15	0.4990	1.4103	M2N15	0.6281	0.6485
M2N10	0.5380	1.3125	M2N10	0.6365	0.6395
M2N5	0.4790	1.3388	M2N5	0.6046	0.6500

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 11 ข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.2 - ม.3 ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามวิธีการเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีระดับความยากมาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.3106 ถึง 0.4359 รูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ H2N5 และรูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ H2N10 ส่วนค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.9174 ถึง 2.4604 รูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ H2N15 และรูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ H2M10

ข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.2 - ม.3 ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามวิธีการเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีระดับความยากปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.4223 ถึง 0.5380 รูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ M2M15 และรูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ M2N10 ส่วนค่าความยากง่ายเฉลี่ย

ของข้อสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.3125 ถึง 1.8859 รูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ M2N10 และรูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ M2M15

ตาราง 12 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H3M15 H3M10 H3M5 M3M15 M3M10 M3M5 H3N15 H3N10 H3N5 M3N15 M3N10 และ M3N5

ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
รูปแบบ	\bar{a}	\bar{b}	\bar{c}	รูปแบบ	\bar{a}	\bar{b}	\bar{c}
H3M15	1.7637	1.9306	0.1809	H3M15	1.3186	1.0139	0.1865
H3M10	1.4540	1.9181	0.2079	H3M10	1.4059	0.9884	0.1910
H3M5	1.1722	1.9382	0.3292	H3M5	1.4526	0.9384	0.1674
M3M15	1.6979	1.7036	0.1851	M3M15	1.2805	0.7868	0.1757
M3M10	1.8825	1.7053	0.2059	M3M10	1.1510	0.7569	0.1891
M3M5	1.6644	1.6424	0.1982	M3M5	0.8776	0.7068	0.1658
H3N15	1.3327	2.1084	0.1861	H3N15	1.2234	1.2623	0.2402
H3N10	1.2833	2.1528	0.2056	H3N10	1.2026	1.2480	0.1962
H3N5	1.1042	2.2038	0.1926	H3N5	1.1950	1.4126	0.2146
M3N15	1.3195	1.6295	0.2035	M3N15	1.0649	1.0444	0.1624
M3N10	1.3859	1.6607	0.2246	M3N10	1.0941	1.0169	0.1802
M3N5	1.2160	1.6004	0.1546	M3N5	0.9518	0.9298	0.1814

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 12 ข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามวิธีการเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีระดับความยากมาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.1042 ถึง 1.7637 รูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ H3N5 และรูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ H2M15 ส่วนค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.9181 ถึง 2.2039 รูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ H2M10 และรูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ H3N5 และค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1809 ถึง 0.3292 รูปแบบที่มีค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ H3M15 และรูปแบบที่มีค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ H3M5

ข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.1 - ม.2 ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามวิธีการเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบโลจิสติก สามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีระดับความยากปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.2160 ถึง 1.8825 รูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ M3N5 และรูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ M3M10 ส่วนค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.6004 ถึง 1.7053 รูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ M3N5 และรูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ M3M10 และค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบร่วมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1546 ถึง 0.2246 รูปแบบที่มีค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบร่วมต่ำสุด คือ รูปแบบ M3N5 และรูปแบบที่มีค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบร่วมสูงสุด คือ รูปแบบ M3N10

ตาราง 13 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบร่วมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.2 - ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H3M5 H3M10 H3M5 M3M15 M3M10 M3M5 H3N15 H3N10 H3N5 M3N15 M3N10 และ M3N5

ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
รูปแบบ	\bar{a}	\bar{b}	\bar{c}	รูปแบบ	\bar{a}	\bar{b}	\bar{c}
H3M15	1.1932	2.1753	0.1785	H3M15	1.7391	1.1708	0.2743
H3M10	1.1622	2.2519	0.1817	H3M10	1.5509	1.2124	0.2879
H3M5	0.7786	2.2924	0.1572	H3M5	1.7170	1.2186	0.2484
M3M15	1.1703	1.8645	0.1682	M3M15	1.7146	0.9217	0.1973
M3M10	1.2675	1.7470	0.1746	M3M10	1.6739	0.8412	0.1532
M3M5	1.2552	1.6674	0.1816	M3M5	1.8284	0.7662	0.1542
H3N15	1.5947	2.0040	0.1874	H3N15	1.5237	0.9292	0.2422
H3N10	1.2423	2.0613	0.1894	H3N10	1.5013	0.9735	0.1717
H3N5	1.1032	2.2270	0.1898	H3N5	1.6140	1.0274	0.1602
M3N15	1.2505	1.5281	0.1924	M3N15	1.5603	0.7090	0.1564
M3N10	1.1885	1.3537	0.2013	M3N10	1.8041	0.6385	0.1464
M3N5	1.2476	1.6548	0.1840	M3N5	1.6928	0.7446	0.1820

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 13 ข้อสอบร่วมระหว่างชั้น ม.2 - ม.3 ที่ได้จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามวิธีการเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบโลจิสติกสามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีระดับ

ความยากมาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.7786 ถึง 1.5947 รูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบรวมต่ำสุด คือ รูปแบบ H2M5 และรูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบรวมสูงสุด คือ รูปแบบ H3N15 ส่วนค่าความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 2.0040 ถึง 2.2924 รูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบรวมต่ำสุด คือ รูปแบบ H3N15 และรูปแบบที่มีค่าความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยสูงสุด คือ รูปแบบ H3M5 และค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1572 ถึง 0.1898 รูปแบบที่มีค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบรวมต่ำสุด คือ รูปแบบ H3M5 และรูปแบบที่มีค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบรวมสูงสุด คือ รูปแบบ H3N5

ข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น ม.2 - ม.3 ที่ได้จากการออกแบบทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามวิธีการเทียบคะแนนที่วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบโลจิสติก สามพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ที่มีระดับความยากปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ ปรากฏว่า มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.1703 ถึง 1.2675 รูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบรวมต่ำสุด คือ รูปแบบ M3M15 และรูปแบบที่มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบรวมสูงสุด คือ รูปแบบ M3M10 ส่วนค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.3537 ถึง 1.8645 รูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบรวมต่ำสุด คือ รูปแบบ M3N10 และรูปแบบที่มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยของข้อสอบรวมสูงสุด คือ รูปแบบ M3M15 และค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1682 ถึง 0.2013 รูปแบบที่มีค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบรวมต่ำสุด คือ รูปแบบ M3M15 และรูปแบบที่มีค่าการเดาเฉลี่ยของข้อสอบรวมสูงสุด คือ รูปแบบ M3N10

ตอนที่ 2 ผลการสร้างการดำเนินการเทียบคะแนน

1. การสร้างตารางค่าความสามารถและคะแนนของกลุ่มเทียบคะแนน

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนแบบทดสอบระดับชั้น ม.1 ที่สอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1120 คน แบบทดสอบชั้น ม.2 ที่สอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1056 คน และแบบทดสอบชั้น ม.3 ที่สอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 903 คน มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG โดยใช้รูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าความสามารถของผู้สอบแต่ละคน (จากภาคผนวก ค) แล้วหาค่าความสามารถเฉลี่ยของผู้สอบในแต่ละคะแนน ได้ผลดังตาราง 14 – 15

ตาราง 14 ค่าความสามารถ (θ) จากรูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ และคะแนนสอบ (X)
ของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
X_1	θ_1	X_2	θ_2	X_3	θ_3
		4	-1.379700		
5	-1.430067	5	-1.340360	5	-1.226525
6	-1.358442	6	-1.286467	6	-1.046286
7	-1.228684	7	-0.999447	7	-0.926842
8	-1.054616	8	-0.944706	8	-0.801992
9	-0.955465	9	-0.767279	9	-0.697466
10	-0.785505	10	-0.613078	10	-0.595399
11	-0.658735	11	-0.487706	11	-0.492926
12	-0.556366	12	-0.403258	12	-0.423827
13	-0.424424	13	-0.279595	13	-0.331920
14	-0.326248	14	-0.152525	14	-0.267906
15	-0.235485	15	-0.027167	15	-0.169179
16	-0.127270	16	0.079169	16	-0.014239
17	0.011357	17	0.148988	17	0.074696
18	0.097171	18	0.324250	18	0.161956
19	0.206389	19	0.491426	19	0.209478
20	0.295471	20	0.521277	20	0.307675
21	0.362650	21	0.634564	21	0.335850
22	0.463106	22	0.833010	22	0.424457
23	0.621221	23	0.902494	23	0.482975
24	0.700147	24	1.070173	24	0.570020
25	0.792388	25	1.122020	25	0.635250
26	0.883613	26	1.303450	26	0.686216
27	1.015750	27	1.363600	27	0.753975
28	1.053700	28	1.482836	28	0.782500
29	1.260117	29	1.597600	29	0.879375

ตาราง 14 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
X_1	θ_1	X_2	θ_2	X_3	θ_3
30	1.320655	30	1.695914	30	1.016640
31	1.463367	31	1.817125	31	1.031200
32	1.515620	32	1.859500	32	1.106400
33	1.606617	33	1.924800	33	1.160867
34	1.746233	34	2.024933	34	1.266875
35	1.769214	35	2.195238	35	1.392783
36	1.946967	36	2.321833	36	1.421200
37	2.063720	37	2.489063	37	1.473450
38	2.119720	38	2.591467	38	1.606300
39	2.252900	39	2.747600	39	1.653900
40	2.343786	40	2.831600	40	1.817825
41	2.471750	41	3.077233	41	1.944711
42	2.515150	42	3.142375	42	2.033633
43	2.722540	43	3.264725	43	2.143475
44	2.843100	44	3.392750	44	2.357988
45	3.037833	45	3.513850	45	2.447400
46	3.241100	46	3.695600	46	2.574454
47	3.397800	47	3.787367	47	2.752200
48	3.539500	48	3.872700	48	2.919733
49	3.681200	49	4.033600	49	3.165860

ตาราง 15 ค่าความสามารถ (θ) จากรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ และคะแนน
สอบ (X) ของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
X_1	θ_1	X_2	θ_2	X_3	θ_3
		4	-1.37120		
5	-1.38090	5	-1.20774	5	-1.08908
6	-1.24495	6	-1.19183	6	-1.00957
7	-1.21849	7	-0.99438	7	-0.99608
8	-1.07592	8	-0.98286	8	-0.85352
9	-1.03607	9	-0.85456	9	-0.80912
10	-0.87914	10	-0.67192	10	-0.69094
11	-0.75426	11	-0.56822	11	-0.62998
12	-0.61523	12	-0.49664	12	-0.50637
13	-0.49447	13	-0.27394	13	-0.31562
14	-0.30679	14	-0.07229	14	-0.22581
15	-0.14472	15	0.08542	15	0.04286
16	-0.02492	16	0.18159	16	0.16016
17	0.18834	17	0.35891	17	0.34751
18	0.27039	18	0.59430	18	0.40907
19	0.39257	19	0.71339	19	0.57908
20	0.49587	20	0.78423	20	0.69795
21	0.56963	21	1.07448	21	0.75944
22	0.65821	22	1.10832	22	0.83929
23	0.81923	23	1.22179	23	0.89253
24	0.88410	24	1.23473	24	0.99486
25	0.98204	25	1.35680	25	1.12170
26	1.06076	26	1.39095	26	1.13527
27	1.14556	27	1.49499	27	1.15370
28	1.28259	28	1.51388	28	1.16210
29	1.35093	29	1.57950	29	1.16835
30	1.48872	30	1.67428	30	1.17405

ตาราง 15 (ต่อ)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
X_1	θ_1	X_2	θ_2	X_3	θ_3
31	1.51175	31	1.73810	31	1.18440
32	1.54046	32	1.75674	32	1.23040
33	1.62759	33	1.77400	33	1.28890
34	1.64744	34	1.80340	34	1.48018
35	1.73625	35	1.96396	35	1.53012
36	1.77530	36	2.02933	36	1.58775
37	1.91309	37	2.13796	37	1.61253
38	1.96512	38	2.17588	38	1.63848
39	2.02597	39	2.19650	39	1.66408
40	2.04996	40	2.22430	40	1.74944
41	2.27484	41	2.51249	41	1.86278
42	2.29741	42	2.54653	42	1.89331
43	2.42329	43	2.65668	43	2.07289
44	2.45610	44	2.76683	44	2.11324
45	2.57048	45	2.84275	45	2.21408
46	2.70443	46	3.00490	46	2.34730
47	2.81467	47	3.20516	47	2.47840
48	2.92490	48	3.31260	48	2.75330
49	3.24160	49	3.64920	49	3.03400

2. การเทียบระดับความสามารถและการเทียบคะแนนของผู้สอบในแต่ละวิธี

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำค่าพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละฉบับ ด้วยโปรแกรม BILOG โดยใช้รูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อ คือ ค่าความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) (จากภาคผนวก ง ตาราง 44 - 67) และประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) และใช้รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อ คือ ค่าความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าการเดา (c) (ภาคผนวก ง ตาราง 68 - 91) และประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมาคำนวณหาค่าคงที่ในแต่ละวิธีการเทียบคะแนนด้วยโปรแกรม EQUATE 2.0 เพื่อแปลงค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในแต่ละระดับชั้นให้อยู่ในมาตราเดียวกัน โดยใช้สมการในการแปลงค่าความสามารถของแต่ละรูปแบบวิธี ดังเสนอต่อไปนี้

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H2M15

$$\theta_{32} = 1.6960 \theta_3 + 1.5999$$

$$\theta_{21} = 1.2586 \theta_2 + 1.0918$$

$$\theta_{23} = 0.5896 \theta_2 - 0.9433$$

$$\theta_{12} = 0.7949 \theta_1 - 0.8683$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H2M10

$$\theta_{32} = 1.8364 \theta_3 + 1.6581$$

$$\theta_{21} = 1.0219 \theta_2 + 1.2032$$

$$\theta_{23} = 0.5446 \theta_2 - 0.9029$$

$$\theta_{12} = 0.9785 \theta_1 - 1.1773$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H2M5

$$\theta_{32} = 2.0048 \theta_3 + 1.3917$$

$$\theta_{21} = 1.1228 \theta_2 + 1.0297$$

$$\theta_{23} = 0.4988 \theta_2 - 0.6942$$

$$\theta_{12} = 0.8906 \theta_1 - 0.9171$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M2M15

$$\theta_{32} = 1.8259 \theta_3 + 1.1847$$

$$\theta_{21} = 0.8510 \theta_2 + 1.1815$$

$$\theta_{23} = 0.5477 \theta_2 - 0.6489$$

$$\theta_{12} = 1.1751 \theta_1 - 1.3883$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M2M10

$$\theta_{32} = 2.2849 \theta_3 + 0.9741$$

$$\theta_{21} = 0.6795 \theta_2 + 1.1441$$

$$\theta_{23} = 0.4377 \theta_2 - 0.4263$$

$$\theta_{12} = 1.4717 \theta_1 - 1.6837$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M2M5

$$\theta_{32} = 1.6079 \theta_3 + 0.9588$$

$$\theta_{21} = 0.4712 \theta_2 + 1.3999$$

$$\theta_{23} = 0.6219 \theta_2 - 0.5963$$

$$\theta_{12} = 2.1224 \theta_1 - 2.9711$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H2N15

$$\theta_{32} = 1.9372 \theta_3 + 0.2104$$

$$\theta_{21} = 1.8774 \theta_2 + 0.1115$$

$$\theta_{23} = 0.5162 \theta_2 - 0.1086$$

$$\theta_{12} = 0.5327 \theta_1 - 0.0594$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H2N10

$$\theta_{32} = 1.8375 \theta_3 + 0.3718$$

$$\theta_{21} = 1.9844 \theta_2 + 0.0569$$

$$\theta_{23} = 0.5442 \theta_2 - 0.2024$$

$$\theta_{12} = 0.5039 \theta_1 - 0.0287$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H2N5

$$\theta_{32} = 1.3303 \theta_3 + 0.9729$$

$$\theta_{21} = 1.0219 \theta_2 + 1.0603$$

$$\theta_{23} = 0.7517 \theta_2 - 0.7314$$

$$\theta_{12} = 0.9785 \theta_1 - 1.0376$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M2N15

$$\theta_{32} = 2.1297 \theta_3 + 0.0291$$

$$\theta_{21} = 1.3239 \theta_2 + 0.5122$$

$$\theta_{23} = 0.4695 \theta_2 - 0.0137$$

$$\theta_{12} = 0.7553 \theta_1 - 0.3869$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M2N10

$$\theta_{32} = 1.3032 \theta_3 + 0.4791$$

$$\theta_{21} = 1.2455 \theta_2 + 0.5556$$

$$\theta_{23} = 0.7673 \theta_2 - 0.3676$$

$$\theta_{12} = 0.8029 \theta_1 - 0.4461$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M2N5

$$\theta_{32} = 1.7941 \theta_3 + 0.1727$$

$$\theta_{21} = 0.6859 \theta_2 + 1.0328$$

$$\theta_{23} = 0.5574 \theta_2 - 0.0962$$

$$\theta_{12} = 1.4580 \theta_1 - 1.5058$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H3M15

$$\theta_{32} = 1.3311 \theta_3 + 0.6169$$

$$\theta_{21} = 0.6643 \theta_2 + 1.8067$$

$$\theta_{23} = 0.7513 \theta_2 - 0.4635$$

$$\theta_{12} = 1.5054 \theta_1 - 2.7199$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H3M10

$$\theta_{32} = 1.2617 \theta_3 + 0.7223$$

$$\theta_{21} = 0.8530 \theta_2 + 1.0749$$

$$\theta_{23} = 0.7926 \theta_2 - 0.5725$$

$$\theta_{12} = 1.1723 \theta_1 - 1.2602$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H3M5

$$\theta_{32} = 0.9848 \theta_3 + 1.0923$$

$$\theta_{21} = 0.9270 \theta_2 + 1.0683$$

$$\theta_{23} = 1.0155 \theta_2 - 1.1093$$

$$\theta_{12} = 1.0787 \theta_1 - 1.1523$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M3M15

$$\theta_{32} = 0.9868 \theta_3 + 0.9549$$

$$\theta_{21} = 1.0989 \theta_2 + 0.8389$$

$$\theta_{23} = 1.0134 \theta_2 - 0.9678$$

$$\theta_{12} = 0.9099 \theta_1 - 0.7634$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M3M10

$$\theta_{32} = 0.9818 \theta_3 + 0.9211$$

$$\theta_{21} = 1.0273 \theta_2 + 0.9277$$

$$\theta_{23} = 1.0185 \theta_2 - 0.9382$$

$$\theta_{12} = 0.9734 \theta_1 - 0.9031$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M3M5

$$\theta_{32} = 0.6685 \theta_3 + 1.1552$$

$$\theta_{21} = 1.1756 \theta_2 + 0.8111$$

$$\theta_{23} = 1.4959 \theta_2 - 1.7281$$

$$\theta_{12} = 0.8507 \theta_1 - 0.6899$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H3N15

$$\begin{aligned}\theta_{32} &= 1.8766 \theta_3 + 0.2602 \\ \theta_{21} &= 1.5629 \theta_2 + 0.1355 \\ \theta_{23} &= 0.5329 \theta_2 - 0.1387 \\ \theta_{12} &= 0.6398 \theta_1 - 0.0867\end{aligned}$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H3N10

$$\begin{aligned}\theta_{32} &= 1.9963 \theta_3 + 0.1178 \\ \theta_{21} &= 1.9140 \theta_2 + 0.2359 \\ \theta_{23} &= 0.5009 \theta_2 - 0.0592 \\ \theta_{12} &= 0.6403 \theta_1 - 0.1304\end{aligned}$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน H3N5

$$\begin{aligned}\theta_{32} &= 2.0070 \theta_3 + 0.1649 \\ \theta_{21} &= 1.0695 \theta_2 + 0.6930 \\ \theta_{23} &= 0.4982 \theta_2 - 0.0822 \\ \theta_{12} &= 0.9350 \theta_1 - 0.6480\end{aligned}$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M3N15

$$\begin{aligned}\theta_{32} &= 2.1225 \theta_3 + 0.0233 \\ \theta_{21} &= 1.1122 \theta_2 + 0.4978 \\ \theta_{23} &= 0.4711 \theta_2 - 0.0109 \\ \theta_{12} &= 0.8991 \theta_1 - 0.4475\end{aligned}$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M3N10

$$\begin{aligned}\theta_{32} &= 2.0689 \theta_3 + 0.0327 \\ \theta_{21} &= 0.9884 \theta_2 + 0.6556 \\ \theta_{23} &= 0.4833 \theta_2 - 0.0158 \\ \theta_{12} &= 1.0117 \theta_1 - 0.6632\end{aligned}$$

สมการที่ใช้แปลงค่าความสามารถของผู้สอบ ตามรูปแบบการเทียบคะแนน M3N5

$$C_{32} = 1.1312 \theta_3 + 0.8125$$

$$\theta_{21} = 1.4268 \theta_2 + 0.2737$$

$$\theta_{23} = 0.8840 \theta_2 - 0.7183$$

$$\theta_{12} = 0.7009 \theta_1 - 0.1918$$

การเทียบคะแนนของผู้สอบโดยนำค่าระดับความสามารถของนักเรียนที่แปลงได้จากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปสู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปสู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากสมการแปลงค่าความสามารถในแต่ละวิธีที่เทียบระดับความสามารถไปเทียบคะแนนจากตาราง 14 (2 พารามิเตอร์) หรือ ตาราง 15 (3 พารามิเตอร์)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนนในแต่ละวิธี

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนนในแต่ละวิธี ศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มสอบทานผล ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากกลุ่มประชากรการวิจัยเดียวกับกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนน โดยสุ่มนักเรียนมาร้อยละ 30 ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มเทียบคะแนนซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบจากกลุ่มสอบทานผล

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบระดับชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 สอบกับกลุ่มสอบทานผล ที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 340 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 320 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 300 คน โดยทุกคนของแต่ละระดับชั้นตอบแบบทดสอบสมการและอสมการทั้งสามฉบับ และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนของทุกระดับทั้งสองฉบับ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยแยกวิเคราะห์เป็นรายฉบับในแต่ละระดับชั้น ซึ่งค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบที่ใช้เป็นคะแนนเกณฑ์ แสดงดังตาราง 16

ตาราง 16 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบในระดับชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ที่ทำแบบทดสอบของระดับชั้นอื่นๆ จากกลุ่มสอบทานผล

คะแนน	N	\bar{X}	SD	Mode	Med	Max	Min
X ₁₂	340	13.8471	7.0573	12	12	41	3
X ₁₃	340	11.9206	6.0958	10	10	36	3
X ₂₁	320	24.7000	11.8045	23	23	49	4
X ₂₃	320	14.0406	8.2128	9	11	47	3
X ₃₁	300	28.0367	13.6870	26	26	49	5
X ₃₂	300	25.7867	12.8339	25	25	49	4

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 16 พบว่า

กลุ่มสอบทานผลในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตอบแบบทดสอบในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรากฏว่า ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 41 และ 3 คะแนน ตามลำดับ ได้คะแนนเฉลี่ย 13.8471 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.0573 และนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบชุดนี้ได้คะแนน 12 คะแนน และเมื่อตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏว่า ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 36 และ 3 คะแนน ตามลำดับ ได้คะแนนเฉลี่ย 11.9206 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.0958 และนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบชุดนี้ได้คะแนน 10 คะแนน

กลุ่มสอบทานผลในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตอบแบบทดสอบในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏว่า ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 49 และ 4 คะแนน ตามลำดับ ได้คะแนนเฉลี่ย 24.7000 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.8045 และนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบชุดนี้ได้คะแนน 23 คะแนน และเมื่อตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏว่า ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 47 และ 3 คะแนน ตามลำดับ ได้คะแนนเฉลี่ย 14.0406 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 8.2128 และนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบชุดนี้ได้คะแนน 9 คะแนน

และกลุ่มสอบทานผลในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตอบแบบทดสอบในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏว่า ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 49 และ 5 คะแนน ตามลำดับ ได้คะแนนเฉลี่ย 28.0367 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.6870 และนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบชุดนี้ได้คะแนน 26 คะแนน และเมื่อตอบแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรากฏว่า ได้คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 49 และ 4 คะแนน ตามลำดับ ได้คะแนนเฉลี่ย 25.7867 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 12.8339 และนักเรียนส่วนใหญ่ตอบแบบทดสอบชุดนี้ได้คะแนน 25 คะแนน

2. ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน

การวิเคราะห์หาค่านี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของกลุ่มสอบทานผลของทุกระดับ มาแยกวิเคราะห์ในแต่ละระดับ ดังนี้

นำคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ตอบแบบทดสอบชั้น ม.1 ไปเทียบคะแนนของแต่ละวิธี เพื่อปรับให้เป็นคะแนนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคะแนนที่ตอบจากการสอบแบบทดสอบชั้น ม.2 และแบบทดสอบชั้น ม.3 (คะแนนเกณฑ์) และนำคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการตอบแบบทดสอบชั้น ม.2 ไปเทียบคะแนนของแต่ละวิธี เพื่อปรับให้เป็นคะแนนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคะแนนที่ตอบได้จากการสอบแบบทดสอบชั้น ม.1 และแบบทดสอบชั้น ม.3 (คะแนนเกณฑ์) ในทำนองเดียวกัน นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปเทียบคะแนนของแต่ละวิธี เพื่อปรับให้เป็นคะแนนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคะแนนที่สอบได้จากการตอบแบบทดสอบชั้น ม.1 และแบบทดสอบชั้น ม.2 (คะแนนเกณฑ์) แล้วหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนของทุกระดับชั้นในแต่ละวิธี ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (\bar{X}_E) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อน (SD_E) และคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน (SEE) ในระดับคะแนนทั้งหมดของทุกระดับคะแนนของแต่ละวิธี

รูปแบบวิธี	\bar{X}_E	SD_E	SEE
H2M15	4.7151	4.4321	0.1011
H2M10	5.3292	4.9550	0.1130
H2M5	5.8677	4.9564	0.1131
M2M15	6.1740	5.9631	0.1360
M2M10	5.6349	5.3872	0.1229
M2M5	5.7922	5.2842	0.1206
H2N15	8.2464	6.2170	0.1419
H2N10	8.6214	6.7275	0.1535
H2N5	9.4880	7.5803	0.1729
M2N15	9.7307	7.6556	0.1747
M2N10	9.4745	7.1941	0.1642
M2N5	9.4234	7.5389	0.1721

ตาราง 17 (ต่อ)

รูปแบบวิธี	\bar{X}_E	SD_E	SEE
H3M15	6.7010	6.5578	0.1496
H3M10	6.0745	5.5054	0.1256
H3M5	6.0630	5.2705	0.1203
M3M15	6.1911	6.1508	0.1404
M3M10	5.9807	5.3317	0.1217
M3M5	8.8578	7.7438	0.1767
H3N15	8.8307	6.7175	0.1533
H3N10	9.3635	7.1792	0.1638
H3N5	9.7734	7.9484	0.1814
M3N15	9.5479	7.5846	0.1731
M3N10	9.6359	7.5241	0.1717
M3N5	10.0792	8.0193	0.1830

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 17 พบว่า คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดของทุกระดับในแต่ละวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 4.7151 ถึง 10.0792 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนของความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย ในแต่ละวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 4.4321 ถึง 8.0193 คะแนน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนอยู่ระหว่าง 0.1011 ถึง 0.1830 พบว่า คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดโดยเฉลี่ยของทุกระดับในวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ M3N5 สูงที่สุด รองลงมาเป็นอันดับ 2 และ 3 คือ รูปแบบ H3N15 และ รูปแบบ M3N5 มีค่า 10.0792, 9.7734 และ 9.6359 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน ในวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ M3N5 สูงสุด รองลงมาเป็นอันดับ 2 และ 3 คือ รูปแบบ H3N5 และรูปแบบ M3M5 มีค่า 0.1830 0.1814 และ 0.1767 ตามลำดับ

3. ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนนในแต่ละวิธี

ความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนนของแต่ละวิธี ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนรวมของการเทียบคะแนนทุกระดับขึ้นกับเกณฑ์การยอมรับดัชนีความแตกต่าง จะแยกพิจารณาในแต่ละรูปแบบวิธีการเทียบคะแนน โดยแยกเป็นวิธีการวิเคราะห์ในรูปแบบการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการสอบข้อสอบสองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ ที่มีทั้งแบบทดสอบรวมภายในกับแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก พร้อมศึกษาเมื่อลดจำนวนข้อสอบร่วมภายในแบบทดสอบลง

โดยควบคุมระดับความยากของแบบทดสอบรวมและศึกษาระดับความยากของแบบทดสอบรวม
ต่างกัน โดยควบคุมจำนวนข้อของแบบทดสอบรวม

การพิจารณาดัชนีความแตกต่าง เริ่มจากคำนวณหาค่าคะแนนแปลงจากการเทียบคะแนน
ของนักเรียนในกลุ่มสอบทานผลแต่ละคนตามระดับชั้นของตนไปเป็นคะแนนที่เท่าเทียมกับคะแนน
แปลงเป็นระดับชั้นอื่นดังนี้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.1 เทียบไปยัง
คะแนนแบบทดสอบชั้น ม.2 (X^*_{12}) และคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.1 ที่เทียบไปยังคะแนนแบบ
ทดสอบชั้น ม.2 แล้วเทียบต่อไปยังคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.3 (X^*_{13}) ที่อยู่ในมาตราเดียวกัน
ส่วนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.2 เทียบไปยังคะแนนแบบทดสอบชั้น
ม.1 (X^*_{21}) และคะแนนแบบทดสอบ ม.2 เทียบไปยังคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.3 (X^*_{23}) ที่อยู่ใน
มาตราเดียวกัน ในทำนองเดียวกันระดับชั้น ม.3 มีคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.3 เทียบไปยัง
คะแนนแบบทดสอบชั้น ม.2 (X^*_{32}) และคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.3 ที่เทียบไปยังคะแนนแบบ
ทดสอบชั้น ม.2 แล้วเทียบต่อไปยังคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.1 (X^*_{31}) ที่อยู่ในมาตราเดียวกัน
โดยในแต่ละระดับชั้นใช้ตารางเทียบคะแนนความสามารถที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ 2
พารามิเตอร์ (ตาราง 14) และตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ 3 พารามิเตอร์ (ตาราง 15) แปลงคะแนน
แล้วหาความแตกต่างระหว่างคะแนนเกณฑ์ X_{12} X_{13} X_{21} X_{23} X_{31} และ X_{32} กับคะแนนแปลง
 X^*_{12} X^*_{13} X^*_{21} X^*_{23} X^*_{31} และ X^*_{32} ตามลำดับ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมีคะแนน
ความแตกต่างของ X_{12} กับ X^*_{12} และ X_{13} กับ X^*_{13} ส่วนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะมี
คะแนนความแตกต่างของ X_{21} กับ X^*_{21} และ X^*_{23} กับ X^*_{23} และในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
จะมีคะแนนความแตกต่างของ X_{31} กับ X^*_{31} และ X_{32} กับ X^*_{32} ของแต่ละราย ใช้ผลดังกล่าว
มาคำนวณหาค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ดังสูตรหน้า 75 แล้วประเมินค่า
ดัชนีความแตกต่าง โดยใช้หลัก ปีเตอร์เซน และคณะ (Petersen and others. 1982 : 93 - 94)
ซึ่งกำหนดคุณภาพของการเทียบคะแนนตามระดับดังนี้

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

ผลการประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง ดังแสดงในตาราง 18 – 28

การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างการเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติกสอง
พารามิเตอร์

ตาราง 18 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(X_i - X_j^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
H2M15	1920	80381	182.25	13.5	0.229712**
H2M10	1920	101644	182.25	13.5	0.290478**
H2M5	1920	113248	182.25	13.5	0.323631**
H2N15	1920	204575	182.25	13.5	0.585154*
H2N10	1920	229561	182.25	13.5	0.656039*
H2N5	1920	283111	182.25	13.5	0.809074*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับน่าพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับน่าพอใจ

$1.822500 < C \leq 4.100625$ ระดับปานกลาง

$4.100625 < C \leq 7.290000$ ระดับไม่น่าพอใจ

$7.290000 < C$ ระดับไม่น่าพอใจมาก

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 18 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในกับแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.229712 ถึง 0.809074 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมากและระดับน่าพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับน่าพอใจมากมีสามวิธี โดยเรียงตามอันดับ ได้แก่ H2M15 H2M10 และ H2M5 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.229712, 0.290478 และ 0.323639 ตามลำดับ แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อนั้น วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ

ตาราง 19 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(X_i - X_i^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
M2M15	1920	141422	182.25	13.5	0.404155**
M2M10	1920	116657	182.25	13.5	0.333382**
M2M5	1920	117999	182.25	13.5	0.337217**
M2N15	1920	294267	182.25	13.5	0.840955*
M2N10	1920	271715	182.25	13.5	0.776506*
M2N5	1920	279565	182.25	13.5	0.798939*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับน่าพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับน่าพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 19 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง(C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในกับแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.333382 ถึง 0.840955 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมาก และระดับน่าพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับน่าพอใจมากมีสามวิธี โดยเรียงตามอันดับ ได้แก่ M2M10 M2M5 และ M2M15 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.333382, 0.337217 และ 0.404155 ตามลำดับ แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อนั้น วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ

ตาราง 20 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมากและปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(X_i - X_j^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
H2M15	1920	80381	182.25	13.5	0.229712**
M2M15	1920	141422	182.25	13.5	0.404155**
H2N15	1920	204757	182.25	13.5	0.585153*
M2N15	1920	294267	182.25	13.5	0.840955*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับนำพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับนำพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 20 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง(C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในกับแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก และปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.229712 ถึง 0.840955 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับนำพอใจมาก และระดับนำพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับนำพอใจมากมีสองวิธี โดยเรียงตามอันดับ ได้แก่ H2M15 และ M2M15 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.229712 และ 0.404155 ตามลำดับ แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก และปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ นั้น วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ

ตาราง 21 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนน
 - แบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน
 และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก
 มากและปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(X_i - X_j^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
H2M10	1920	101644	182.25	13.5	0.290478**
M2M10	1920	116657	182.25	13.5	0.333382**
H2N10	1920	229561	182.25	13.5	0.656039*
M2N10	1920	271715	182.25	13.5	0.776506*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับนำพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับนำพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 21 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง(C) เมื่อเทียบคะแนน
 ตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบ
 เชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่
 ความยาว 10 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.290478 ถึง
 0.776506 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบ
 คะแนนอยู่ในระดับนำพอใจมาก และระดับนำพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับนำพอใจมากมีสองวิธี
 โดยเรียงตามอันดับ ได้แก่ H2M10 และ M2M10 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.290478 และ
 0.333382 ตามลำดับ แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์
 ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของ
 ข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อนั้น วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนน
 รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของ
 ข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 10 ข้อ

ตาราง 22 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก และปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(X_i - X_i^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
H2M5	1920	113248	182.25	13.5	0.323639**
M2M5	1920	117999	182.25	13.5	0.337217**
H2N5	1920	283111	182.25	13.5	0.809074*
M2N5	1920	279566	182.25	13.5	0.798939*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับนำพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับนำพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 22 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก และปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.323639 ถึง 0.809074 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับนำพอใจมาก และระดับนำพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับนำพอใจมากมีสองวิธี โดยเรียงตามอันดับ ได้แก่ H2M5 และ M2M5 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.323639 และ 0.337217 ตามลำดับ แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อนั้น วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ

การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างการเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์

ตาราง 23 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(x_i - x_j^*)^2$	$SD_{x_i}^2$	SD_{x_i}	C
H3M15	1920	168742	182.25	13.5	0.482230*
H3M10	1920	129011	182.25	13.5	0.368687**
H3M5	1920	123885	182.25	13.5	0.354038**
H3N15	1920	236319	182.25	13.5	0.675352*
H3N10	1920	267271	182.25	13.5	0.763806*
H3N5	1920	304635	182.25	13.5	0.870585*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับน่าพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับน่าพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 23 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง (C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.354038 ถึง 0.870585 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมากและระดับน่าพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับน่าพอใจมากมีสองวิธี โดยเรียงตามอันดับ ได้แก่ H3M5 และ H3M10 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.354038 และ 0.368687 ตามลำดับ แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อนั้น วิธีที่ดีที่สุด คือการเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 10 ข้อ

ตาราง 24 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(x_i - x_j^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
M3M15	1920	146195	182.25	13.5	0.409222**
M3M10	1920	123229	182.25	13.5	0.352163**
M3M5	1920	265736	182.25	13.5	0.759419*
M3N15	1920	285424	182.25	13.5	0.815684*
M3N10	1920	286913	182.25	13.5	0.819939*
M3N5	1920	318462	182.25	13.5	0.910099*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับน่าพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับน่าพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 24 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง(C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในกับแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลางที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.352163 ถึง 0.910099 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมากและระดับน่าพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับน่าพอใจมากมีสองวิธี โดยเรียงตามอันดับ ได้แก่ M3M10 และ M3M15 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.352163 และ 0.409222 ตามลำดับ แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อนั้น วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ

ตาราง 25 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก และปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(X_i - x_i^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
H3M15	1920	168742	182.25	13.5	0.482230*
M3M15	1920	146195	182.25	13.5	0.409222**
H3N15	1920	236319	182.25	13.5	0.675352*
M3N15	1920	285424	182.25	13.5	0.815684*

$C^* \leq 0.455625$ ระดับน่าพอใจมาก

$0.455625 < C \leq 1.822500$ ระดับน่าพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 25 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง(C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่ความยาว 15 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.409222 ถึง 0.815684 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมากและระดับน่าพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับน่าพอใจมากมีหนึ่งวิธี คือ M3M15 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.409222 แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ นั้นวิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลาง ที่ความยาว 15 ข้อ

ตาราง 26 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก และปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(x_i - x_i^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
H3M10	1920	129011	182.25	13.5	0.368687**
M3M10	1920	123229	182.25	13.5	0.352163**
H3N10	1920	267271	182.25	13.5	0.763806*
M3N10	1920	286913	182.25	13.5	0.819939*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับนำพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับนำพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 26 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง(C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.368687 ถึง 0.819939 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับนำพอใจมาก และระดับนำพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับนำพอใจมากมีสองวิธี โดยเรียงตามอันดับ ได้แก่ M3M10 และ H3M10 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.352163 และ 0.368687 ตามลำดับ แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ นั้น วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ

ตาราง 27 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของความคลาดเคลื่อน (C) ที่เทียบคะแนนแบบทดสอบตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก และปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(x_i - x_i^*)^2$	$SD_{x_i}^2$	SD_{x_i}	C
H3M5	1920	123885	182.25	13.5	0.354038**
M3M5	1920	265736	182.25	13.5	0.759419*
H3N5	1920	304653	182.25	13.5	0.870585*
M3N5	1920	318462	182.25	13.5	0.910099*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับน่าพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับน่าพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 27 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่าง(C) เมื่อเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.354038 ถึง 0.910099 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมากและระดับน่าพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับน่าพอใจมากมีหนึ่งวิธี คือ H3M5 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.354038 แสดงว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ที่แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลาง ที่ความยาว 5 ข้อ นั้น วิธีที่ดีที่สุดคือ การเทียบคะแนนรูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 5 ข้อ

การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างการเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ ในภาพรวมของทุกวิธี แสดงดังตาราง 28 ดังนี้

ตาราง 28 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของการเทียบคะแนนในภาพรวมของทุกวิธี

วิธีการ	จำนวนคน(N)	$\sum(x_i - x_j^*)^2$	SD_{xi}^2	SD_{xi}	C
H2M15	1920	80381	182.25	13.5	0.229712**
H2M10	1920	101644	182.25	13.5	0.290478**
H2M5	1920	113248	182.25	13.5	0.323639**
M2M15	1920	141422	182.25	13.5	0.404155**
M2M10	1920	116657	182.25	13.5	0.333382**
M2M5	1920	117999	182.25	13.5	0.337217**
H2N15	1920	204757	182.25	13.5	0.585154*
H2N10	1920	229561	182.25	13.5	0.656039*
H2N5	1920	283111	182.25	13.5	0.809074*
M2N15	1920	294267	182.25	13.5	0.840955*
M2N10	1920	271715	182.25	13.5	0.776506*
M2N5	1920	279565	182.25	13.5	0.798939*
H3M15	1920	168742	182.25	13.5	0.482230*
H3M10	1920	129011	182.25	13.5	0.368687**
H3M5	1920	123885	182.25	13.5	0.354038**
M3M15	1920	146195	182.25	13.5	0.409222**
M3M10	1920	123229	182.25	13.5	0.352163**
M3M5	1920	265736	182.25	13.5	0.759419*
H3N15	1920	236319	182.25	13.5	0.675352*
H3N10	1920	267271	182.25	13.5	0.763806*
H3N5	1920	304635	182.25	13.5	0.870585*
M3N15	1920	285424	182.25	13.5	0.815684*
M3N10	1920	286913	182.25	13.5	0.819939*
M3N5	1920	318462	182.25	13.5	0.910099*

$C^{**} \leq 0.455625$ ระดับน่าพอใจมาก

$0.455625 < C^* \leq 1.822500$ ระดับน่าพอใจ

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 28 การประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของการเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลางที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ จากกลุ่มสอบทานผลนั้นมีค่าดัชนีความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0.229712 ถึง 0.910237 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ความเพียงพอในการเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมากและน่าพอใจ วิธีที่อยู่ในระดับน่าพอใจมากมี 10 วิธี ได้แก่ H2M15 H2M10 H2M5 M2M10 M2M5 M3M10 H3M5 H3M10 M2M15 และ M3M15 โดยเรียงตามอันดับมีค่าความแตกต่าง 0.229712, 0.290478, 0.323639, 0.333819, 0.337217, 0.352163, 0.354038, 0.368687, 0.404155 และ 0.409222 ตามลำดับ ส่วนวิธีที่อยู่ในระดับน่าพอใจมี 14 วิธี ได้แก่ H3M15 H2N15 H2N10 H3N15 M3M5 H3N10 M2N10 M2N5 H2N5 M3N15 M3N10 M2N15 H3N5 และ M3N5 มีค่าดัชนีความแตกต่าง 0.482230, 0.585154, 0.656039, 0.675352, 0.759419, 0.763806, 0.776506, 0.798939, 0.809074, 0.815684, 0.819939, 0.840955, 0.870633 และ 0.910099 แสดงว่าการเทียบคะแนนในภาพรวมของทุกวิธีรูปแบบที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 15 ข้อ

ตอนที่ 4 การศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องสมการและอสมการของชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1 ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 นั้นผู้วิจัยได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน เพื่อให้ได้วิธีการเทียบคะแนนที่เหมาะสมมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการ ผลปรากฏว่า วิธีการที่เหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดมีความเพียงพอในการเทียบคะแนนที่อยู่ในระดับน่าพอใจมากอยู่ 10 วิธี ได้แก่ รูปแบบวิธี H2M15 H2M10 H2M5 M2M10 M2M5 M3M10 H3M5 H3M10 M2M15 และ M3M15 โดยเรียงตามอันดับ ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบวิธีที่เหมาะสมสามอันดับแรกมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการต่อ โดยเทียบคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการสอบแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.1 และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนชั้น ม.1 - ม.2 และเทียบคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการสอบแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.3 และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนชั้น ม.2 - ม.3 ทั้งสองชั้นไปสู่คะแนนที่เท่าเทียมกันในมาตราคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วหาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบและผลการศึกษาพัฒนาการแสดงดังต่อไปนี้

ตาราง 29 ค่าสถิติพื้นฐานของผลการสอบของนักเรียนชั้น ม.2 และชั้น ม.1 กับ ม.3 ภายหลังการเทียบคะแนนจากวิธีสามวิธี

ค่าสถิติ	ม.1	ม.2	ม.3
วิธี H2M15			
จำนวนผู้สอบ	1122	1056	903
ความสามารถสูงสุด	2.0579	4.0336	6.9692
ความสามารถต่ำสุด	-2.0051	-1.3797	-0.4803
ความสามารถเฉลี่ย	-0.8931	0.2418	1.7954
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.7436	1.0007	1.5206
ความเบ้	1.477	1.279	1.475
ความโด่ง	2.015	1.475	1.742
วิธี H2M10			
จำนวนผู้สอบ	1122	1056	903
ความสามารถสูงสุด	1.9250	4.0336	7.4719
ความสามารถต่ำสุด	-2.5766	-1.3797	-0.5943
ความสามารถเฉลี่ย	-1.2466	0.2418	1.8689
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.8194	1.0007	1.6445
ความเบ้	1.1760	1.2790	1.4740
ความโด่ง	1.0000	1.4750	1.7400
วิธี H2M5			
จำนวนผู้สอบ	1122	1056	903
ความสามารถสูงสุด	2.6138	4.0336	7.7386
ความสามารถต่ำสุด	-2.1907	-1.3797	-1.0672
ความสามารถเฉลี่ย	-0.9446	0.2418	1.6118
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.8346	1.0007	1.8058
ความเบ้	1.4920	1.2790	1.4570
ความโด่ง	2.1210	1.4750	1.6890

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 29 ค่าสถิติพื้นฐานของผลการสอบของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลัง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.8346 การแจกแจงของคะแนนมีลักษณะเบ้ขวา แสดงว่า คะแนนส่วนใหญ่ก่อนไปทางคะแนนน้อยและมีความโค้งมาก ส่วนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้คะแนนความสามารถสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 4.0336 และ -1.3797 ตามลำดับ โดยมีคะแนนความสามารถเฉลี่ย 0.2418 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.0007 การแจกแจงของคะแนนมีลักษณะเบ้ขวา แสดงว่า คะแนนส่วนใหญ่ก่อนไปทางคะแนนน้อยและมีความโค้งมาก และในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนความสามารถสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 7.7386 และ -1.0672 ตามลำดับ โดยมีคะแนนความสามารถเฉลี่ย 1.6118 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.8058 การแจกแจงของคะแนนมีลักษณะเบ้ขวา แสดงว่า คะแนนส่วนใหญ่ก่อนไปทางคะแนนน้อย และมีความโค้งน้อย

4.2 ผู้วิจัยทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสามระดับ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ONE - WAY ANALYSIS OF VARIANCE) ภายหลังเมื่อเทียบคะแนนผลการสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ให้อยู่ในมาตราเดียวกันแล้วตามวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ H2M15 H2M10 และ H2M5 ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังตาราง 30-31

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนสามวิธี

วิธีการ	ค่าเฉลี่ย			F-Ratio	Df	F-Prop
	ม.1	ม.2	ม.3			
H2M15	-0.8931	0.2418	1.7956	1480.689	3080	.000
H2M10	-1.2466	0.2418	1.8689	1761.722	3080	.000
H2M5	-0.9446	0.2418	1.6118	1053.464	3080	.000

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 30 พบว่า

เมื่อเทียบคะแนนโดยวิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบรวมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ (H2M15) กับนักเรียน 3 ระดับชั้นให้อยู่ในมาตราเดียวกันแล้ว ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของนักเรียน 3 ระดับชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละระดับชั้นเป็นรายคู่

เมื่อเทียบคะแนนโดยวิธีการเทียบคะแนนในแนวดิ่ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบ โลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 10 ข้อ (H2M10) กับนักเรียน 3 ระดับชั้นให้อยู่ในมาตราเดียวกันแล้ว ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของนักเรียน 3 ระดับชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละระดับชั้นเป็นรายคู่

เมื่อเทียบคะแนนโดยวิธีการเทียบคะแนนในแนวดิ่ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบ โลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 5 ข้อ (H2M5) กับนักเรียน 3 ระดับชั้นให้อยู่ในมาตราเดียวกันแล้ว ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของนักเรียน 3 ระดับชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละระดับชั้นเป็นรายคู่

การทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละระดับชั้นเป็นรายคู่ทั้งสามวิธี ได้ผลดังตาราง 31

ตาราง 31 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 จากวิธีการเทียบคะแนนสามวิธี

การเปรียบเทียบรายคู่	H2M15	H2M10	H2M5
ม.1 – ม.2	1.1349*	1.4885*	1.1864*
ม.2 – ม.3	1.5536*	1.6271*	1.3699*
ม.3 – ม.1	2.6885*	3.1156*	2.5564*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถนักเรียนระดับชั้นต่างๆ จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบวิธีการเทียบคะแนนในแนวดิ่ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบ โลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบรวมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 15 ข้อ (H2M15) พบว่า คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แตกต่างกัน คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกันและคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกัน สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 พัฒนาการความสามารถสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.1349 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พัฒนาการความสามารถสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2.6885 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้น 1.5536 คะแนน

ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถนักเรียนระดับชั้นต่างๆ จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบวิธีการเทียบคะแนนในแนวดิ่ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบ โลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 10 ข้อ (H2M10) พบว่า คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แตกต่างกัน คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกัน และคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกัน สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พัฒนาการความสามารถสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.4884 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พัฒนาการสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 3.1156 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้น 1.6271 คะแนน

ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถนักเรียนระดับชั้นต่างๆ จากวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ วิธีการเทียบคะแนนในแนวดิ่ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบ โลจิสติก สองพารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากมาก ที่ความยาว 5 ข้อ (H2M5) พบว่า คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แตกต่างกัน คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกัน และคะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างกัน สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นโดยความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พัฒนาการความสามารถสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.1864 คะแนน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พัฒนาการความสามารถสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2.5564 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงขึ้น 1.3699 คะแนน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง และเพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบ โลจิสติกสองและสามพารามิเตอร์จากกลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถต่างกัน 3 ระดับ คือ ระดับ ชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ที่ใช้แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกที่มี ขนาดด้านความยาว และระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยต่างกัน เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสม ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสามระดับชั้น ซึ่งเป็นนักเรียนในภาคการศึกษาและปีการศึกษาเดียวกัน อันเป็นการศึกษาพัฒนาการใน ลักษณะภาคตัดขวาง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คือ มัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัด ชัยนาท ปีการศึกษา 2544 จำนวน 14 โรงเรียน โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่ม แบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีระดับชั้นเรียนเป็นระดับชั้นของการสุ่ม มีอัตราส่วนร้อยละ 50 และ 15 ของนักเรียนทุกชั้นเรียนทุกโรงเรียน สำหรับกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้เทียบคะแนนและกลุ่มสอบทานผล ตามลำดับ ผลการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเทียบคะแนนได้ นักเรียนจำนวน 1,122 1,056 และ 903 คน กลุ่มตัวอย่างสอบทานผลได้นักเรียนจำนวน 340 320 และ 300 คน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีสองลักษณะ คือ แบบทดสอบเทียบคะแนนที่มีแบบทดสอบ ร่วมภายในเป็นแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกที่มีเนื้อหาวัดความถนัดในด้าน จำนวน ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก นำไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม คือ กลุ่มเทียบคะแนนซึ่งทำแบบทดสอบเทียบคะแนนในระดับชั้นของตนที่มีแบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ส่วนกลุ่มสอบทานผล ซึ่งจะต้องทำแบบทดสอบเทียบ คะแนนของทั้งสามระดับชั้น และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ แบ่งออกเป็น 4 ตอน ตอนแรกเป็นการตรวจสอบสมบัติและวิเคราะห์แบบทดสอบ คือ การ ตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียวของแบบทดสอบ และวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของแบบ ทดสอบ ตอนที่สองเป็นการดำเนินการสร้างตารางค่าความสามารถ และคะแนนของนักเรียน กลุ่มเทียบคะแนน โดยการนำคะแนนที่ตอบแบบทดสอบในระดับชั้นของตนมาวิเคราะห์ เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบแต่ละคนในกลุ่มเทียบคะแนน ด้วยโปรแกรม BILOG 3.04 แล้วนำมาคำนวณหาค่าความสามารถของผู้สอบในแต่ละคะแนน ตอนที่สาม เป็นการศึกษาดูประสิทธิภาพของวิธีการเทียบคะแนน ในแต่ละรูปแบบวิธีการเทียบจากกลุ่ม สอบทานผล ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเทียบคะแนนของผู้สอบในแต่ละ รูปแบบวิธีการเทียบคะแนน จากการนำคะแนนที่นักเรียนทำจากแบบทดสอบเทียบคะแนนที่

มีแบบทดสอบร่วมภายใน และทำแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก มาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และค่าความสามารถของผู้สอบ โดยใช้โปรแกรม BILOG นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์เทียบคะแนน หาค่าความสามารถของผู้สอบที่เทียบคะแนนให้อยู่ในมาตราเดียวกันตามชั้นที่ต้องการในแต่ละรูปแบบเทียบคะแนน โดยใช้โปรแกรม EQUATE แล้วดูผลการวิเคราะห์ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนนในแต่ละวิธี และผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน ที่เปรียบเทียบกับดัชนีความเพียงพอของการเทียบคะแนนตามเกณฑ์ของ ปีเตอร์เซน และคณะ (Petersen and others. 1982) และตอนสุดท้ายเป็นการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยนำรูปแบบการเทียบคะแนนที่ดีที่สุดจากตอนที่สาม มาใช้ในการเทียบคะแนนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปยังมาตราของคะแนนแบบทดสอบชั้น ม.2 แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งเทียบคะแนนให้อยู่ในมาตราเดียวกันแล้ว ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ONE – WAY ANOVA)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติและการวิเคราะห์แบบทดสอบ

1.1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.1 ม.2 ม.3 และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ ปรากฏว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับสามารถวัดคุณลักษณะเด่นเพียง 1 คุณลักษณะ แสดงว่า คุณสมบัติวัดเพียงมิติเดียว ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของรูปแบบโลจิสติก

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบเทียบคะแนน จากการวิเคราะห์แบบทดสอบชั้น ม.1 ได้คะแนนระหว่าง 5 – 49 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ย 17.0579 คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.5406 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.8613 แบบทดสอบชั้น ม.2 ได้คะแนนระหว่าง 4 – 49 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ย 17.4858 คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.5406 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.8613 และแบบทดสอบชั้น ม.3 ได้คะแนนระหว่าง 5 – 49 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ย 18.3533 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.4987 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.9128

2. ผลการสร้างตารางค่าความสามารถและคะแนน

จากการใช้วิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้งด้วยรูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์และสามพารามิเตอร์ ผู้วิจัยสร้างตารางความสามารถและคะแนนของชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 ดังแสดงในตาราง 14 – 15

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนน

3.1 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนน จากกลุ่มสอบทานผล คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของทุกระดับชั้นในแต่ละวิธี มีค่าอยู่ระหว่าง 4.7151 ถึง 10.0792 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยในแต่ละวิธี มีค่าอยู่ระหว่าง 4.4321 ถึง 8.0193 คะแนน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนอยู่ระหว่าง 0.10115 ถึง 0.18301 พบว่า คะแนนความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในระดับคะแนนทั้งหมดโดยเฉลี่ยของทุกระดับในวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ M3N5 สูงที่สุด และรูปแบบ H2M15 ต่ำที่สุด ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเทียบคะแนนในวิธีการเทียบคะแนนรูปแบบ M3N5 สูงที่สุด และรูปแบบ H2M15 ต่ำที่สุด

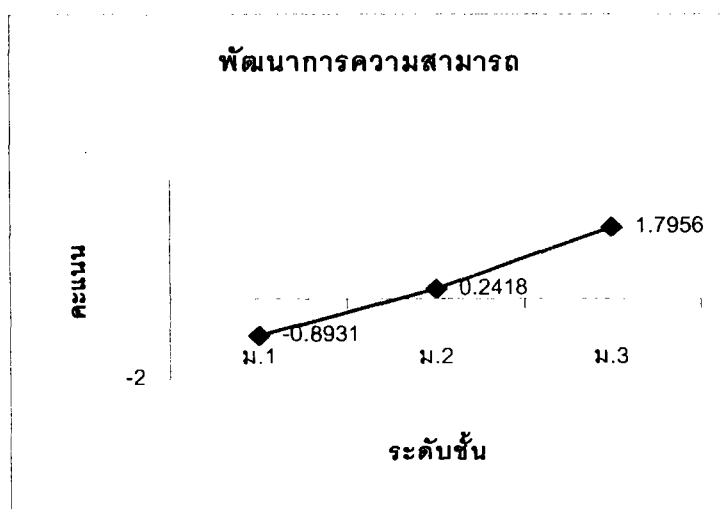
3.2 ผลการวิเคราะห์ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนน ตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยากและปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ พบว่า ดัชนีความแตกต่างของการเทียบคะแนน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.229712 ถึง 0.840955 เมื่อนำดัชนีเหล่านี้มาประเมินด้วยเกณฑ์ของปีเตอร์เซน และคณะ พบว่า ผลของการเทียบคะแนนมีความเพียงพออยู่ในระดับน่าพอใจมากและระดับน่าพอใจ วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่มีแบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 15 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ความเพียงพอของการเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่แบบทดสอบร่วมภายใน และแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก และปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อ พบว่า ดัชนีความแตกต่างของการเทียบคะแนน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.352163 ถึง 0.910099 เมื่อนำดัชนีเหล่านี้มาประเมินด้วยเกณฑ์ของ ปีเตอร์เซน และคณะ พบว่า ผลของการเทียบคะแนนมีความเพียงพออยู่ในระดับน่าพอใจมากและระดับน่าพอใจ วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 3 พารามิเตอร์ ที่มีแบบทดสอบร่วมภายในโดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยปานกลาง ที่ความยาว 10 ข้อ และการวิเคราะห์ความเพียงพอของการเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT ของทุกวิธีที่ศึกษาในภาพรวม วิธีที่ดีที่สุด คือ การเทียบคะแนนตามทฤษฎี IRT รูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ ที่มีแบบทดสอบร่วมภายใน โดยมีลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก ที่ความยาว 15 ข้อ

4. ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์

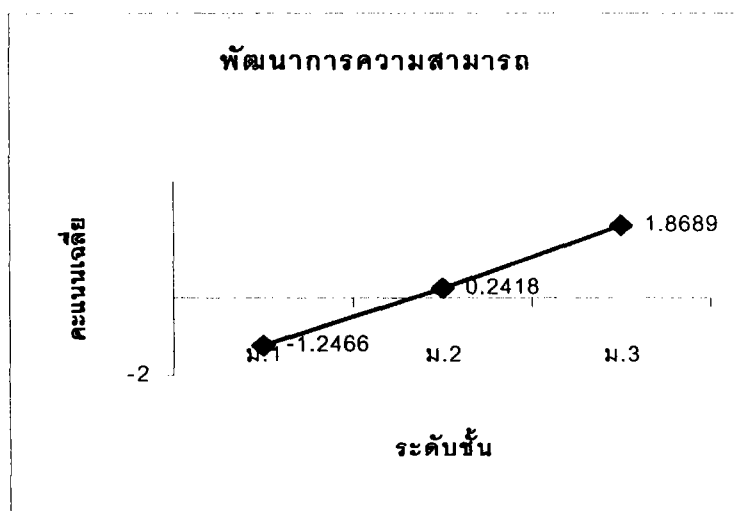
ผู้วิจัยได้นำรูปแบบวิธีการเทียบคะแนนที่เหมาะสมสามวิธี คือ H2M15 H2M10 และ H2M5 มาศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ เมื่อแปลงคะแนนของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ให้อยู่ในมาตราของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามรูปแบบ H2M15 แล้วปรากฏว่า คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 เป็น -0.8931, 0.2418 และ 1.7956 คะแนน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนดังกล่าว ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนทั้งสามระดับชั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนคะแนนความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า ความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.1349 คะแนน และความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2.6885 คะแนน และความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการความสามารถสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.5536 คะแนน ซึ่งจากตาราง 9, 14 และ 15 ก่อนทำการเทียบคะแนน ค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) และความสามารถเฉลี่ย ($\hat{\theta}$) ทั้งสามระดับชั้นไม่ได้ให้สารสนเทศในการเปรียบเทียบกันได้ เพราะแบบทดสอบต่างชุด ต่างระดับชั้น เมื่อหลังจากการเทียบคะแนนแล้ว สามารถแสดงแนวโน้มบางประการได้ เพื่อให้เห็นการพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน ดังแสดงในภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 แสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบ H2M15

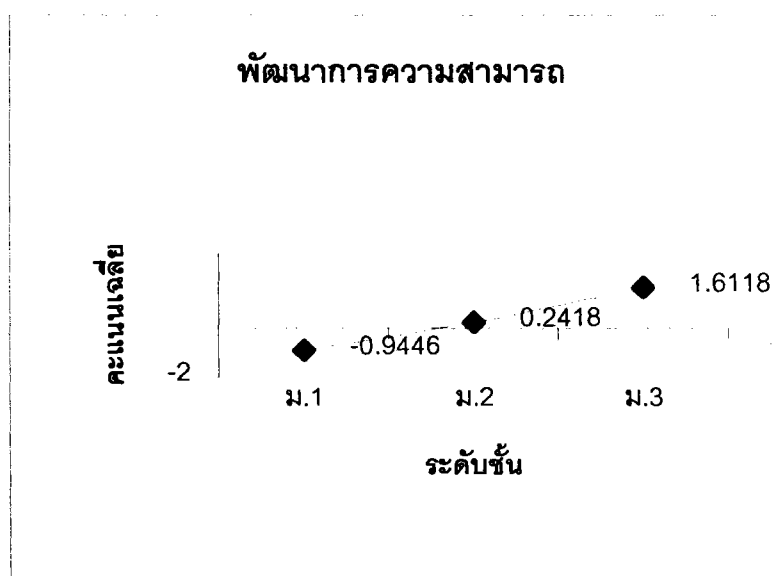
เมื่อแปลงคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ให้อยู่ในมาตราของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามรูปแบบ H2M10 แล้ว ปรากฏว่า คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.1, ม.2 และ ม.3 เป็น -1.2466 , 0.2418 และ 1.8689 คะแนนตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนดังกล่าว ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถนักเรียนทั้งสามระดับชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ โดยคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนคะแนนความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ สรุปได้ว่า ความสามารถทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.4884 คะแนน และความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 3.1156 คะแนน และความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการความสามารถสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.6271 คะแนน เพื่อให้เห็นพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน แสดงให้เห็น ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 แสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบ H2M10

เมื่อแปลงคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ให้อยู่ในมาตราของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามรูปแบบ H2M5 แล้ว ปรากฏว่า คะแนนความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 เป็น -0.9446 , 0.2418 และ 1.6118 คะแนนตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนดังกล่าว ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนทั้งสามระดับชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ โดยคะแนนความ

สามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนคะแนนความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า ความสามารถทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.1864 คะแนน และความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2.5564 คะแนน และความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการความสามารถสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 1.3699 คะแนน เพื่อให้เห็นพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน แสดงให้เห็นดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 แสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบ H2M5

อภิปรายผล

1. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติการวัดเพียงมิติเดียว ของแบบทดสอบสมการและอสมการชั้น ม.1 ม.2 ม.3 และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน พบว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับมีแนวโน้มที่จะวัดคุณลักษณะเดียว ซึ่งพออนุมานได้ว่า แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีคุณสมบัติความเป็นมิติเดียว การตรวจสอบความเป็นมิติเดียวนี้ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยศึกษาคุณลักษณะที่เด่นเพียงลักษณะเดียวของแบบทดสอบ ในการตรวจ

สอบนี้ไม่ได้เจาะลึกไปถึงรายละเอียดของการวัดองค์ประกอบของแบบทดสอบแต่ละฉบับว่าองค์ประกอบใด อีกทั้งในความเป็นจริงแล้วคงไม่มีเครื่องมือวัดทางจิตวิทยาใดที่วัดเพียงมิติเดียวทั้งหมด การกำหนดความเป็นมิติเดียว เพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบเชิงทฤษฎีและประโยชน์ในการแปลความหมาย

ดังนั้นในการตรวจความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นนี้ คงไม่เข้มงวดนัก เพราะโดยธรรมชาติของคุณลักษณะด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) และบุคลิกภาพ (Personality) มีองค์ประกอบหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการทำข้อคำถาม เช่น แรงจูงใจ (Motivation) ความวิตกกังวล (Anxiety) ความไม่รอบคอบและการเดา ด้วยเหตุนี้ข้อเพียงให้ชุดของข้อคำถามมีคุณลักษณะเด่น (Dominant Component or Factor) ที่จะวัดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการตอบข้อคำถามก็เพียงพอแล้วในสภาพการปฏิบัติจริง (Hambleton & Swaminathan. 1986 : 16 – 17) และการตรวจคุณสมบัติการวัดความเป็นมิติเดียวของแบบทดสอบ ก็เพื่อให้มั่นใจได้ว่าแบบทดสอบที่นำมาใช้ทั้งหมด มีคุณสมบัติพื้นฐานของการวัดสอดคล้องกับรูปแบบโลจิสติกที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้

2. การศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบวิธีการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ รูปแบบโลจิสติกสองพารามิเตอร์ และสามพารามิเตอร์ที่แบบทดสอบร่วมภายในและภายนอก โดยมีลักษณะความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยยาก และปานกลาง ที่ความยาว 15 10 และ 5 ข้อนั้น ผลการวิเคราะห์ความเพียงพอของความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนนในแนวตั้ง สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน 3 ระดับ โดยพิจารณาจากดัชนีความแตกต่างประเมินโดยใช้เกณฑ์ ของปีเตอร์เซนและคณะ (Petersen and other. 1982) พบว่า ความคลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบจากรูปแบบที่ศึกษามีความ คลาดเคลื่อนของการเทียบคะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์แล้วน้อยกว่ากำลังสองของร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ X ซึ่งอยู่ในระดับน่าพอใจมากและน่าพอใจซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ที่ตั้งไว้ว่าการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบทั้งรูปแบบโลจิสติกสอง และสามพารามิเตอร์ที่ใช้แบบทดสอบร่วมภายในและแบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอก เมื่อความยาวลดลงและความยากลักษณะต่างๆ มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาแล้วเห็นได้ว่าแม้แบบทดสอบมีความยากต่างกัน ผู้สอบต่างกันการใช้แบบทดสอบร่วมเป็นตัวเชื่อมจะสามารถปรับค่าความสามารถของผู้สอบที่ต่างกันให้อยู่ในมาตราเดียวกันได้ ซึ่งเป็นไปตามการเทียบคะแนนในแนวตั้งจึงทำให้การเทียบคะแนนอยู่ในระดับน่าพอใจมากและน่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สไลด์ และลินน์ (Slinde and Linn. 1977) โคลเลน (Kolen. 1981) ที่พบว่า การเทียบคะแนนตามทฤษฎีการตอบข้อสอบให้ผลดีที่สุด และแนะนำว่ามีความเหมาะสมในการเทียบคะแนนในกรณีที่แบบทดสอบมีความยากต่างกับกับกลุ่มที่มีความสามารถต่างกัน

ประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในภาพรวม ของการเทียบคะแนนในแนวคิด ตามทฤษฎีการตอบข้อสอบรูปแบบโลจิสติกสอง และสามพารามิเตอร์ เมื่อควบคุมทั้งชนิด แบบทดสอบร่วม ลักษณะระดับความยากของแบบทดสอบร่วมเฉลี่ย และจำนวนข้อสอบร่วม การใช้แบบทดสอบร่วมภายใน จะดีกว่าการใช้แบบทดสอบเชื่อมโยงภายนอกในทุกรูปแบบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปีเตอร์เซน มาร์โค และสติเวอร์ (Petersen, Marco & Stewart, 1982 : 71 – 135) พบว่า แบบทดสอบร่วมที่สร้างให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับ แบบทดสอบที่จะเทียบคะแนนมากการเทียบคะแนนจะให้ผลดีที่สุด นอกจากนี้ เปเตียง (Petience, 1990 : 486) พบว่า เมื่อใช้แบบทดสอบฉบับยาก ผลการเทียบคะแนนวิธีสอง พารามิเตอร์ให้ผลคล้ายคลึงกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบรวม มากกว่าวิธีหนึ่ง และสาม พารามิเตอร์ เมื่อศึกษาที่ลักษณะระดับความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ย แนวโน้มส่วนใหญ่ ลักษณะความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ยที่ยากจะดีกว่าลักษณะความยากของข้อสอบร่วมเฉลี่ย ปานกลาง และเมื่อศึกษาที่จำนวนข้อของข้อสอบร่วมขนาดต่างกัน ในจำนวนข้อสอบร่วมที่ มากแนวโน้มจะให้ผลดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ ภาวินี ศรีสุขวัฒน์นันท์ (2529 : 155 - 170) พบว่า เมื่อใช้แบบทดสอบร่วมที่มีขนาดยาวกว่า จะให้ผลการเทียบคะแนนที่มีประสิทธิภาพ สูงกว่า

จากการศึกษาครั้งนี้ การศึกษาประสิทธิภาพของการเทียบคะแนนในรูปแบบที่ ศึกษาทั้งหมดมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน่าพอใจมากและระดับน่าพอใจสามารถปรับค่าความ สามารถของผู้สอบที่ต่างกันให้อยู่ในมาตราเดียวกันได้ นอกจากนี้ยังพบว่า ถ้าศึกษา คุณลักษณะของแบบทดสอบร่วมที่มีข้อสอบร่วมมีระดับความยากง่ายยาก (ตั้งแต่ 1.9 ถึง 2.5) ซึ่งงานวิจัยของ ผจงจิต อินทสุวรรณ (2534 : 68) กล่าวว่า ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 1.9 ถือว่าเป็นข้อสอบที่ยากแล้วข้อสอบร่วมมีการกระจายอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 0.5 นอกจากนี้ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป จะทำให้มีประสิทธิภาพในการเทียบคะแนน ที่เหมาะสม

3. ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์จากรูปแบบการเทียบ คะแนนทั้งสามรูปแบบ ที่นำมาศึกษาพัฒนาการ พบว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการสูง ส่วนในระดับชั้นที่อยู่ห่างกัน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้ว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมี พัฒนาการสูงขึ้นตามลำดับ แสดงว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาตอนต้น มีพัฒนาการสูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเป็นปีแรกของหลักสูตร ซึ่งเปลี่ยนมาจากชั้นประถมศึกษาอาจ อยู่ในช่วงที่ต้องปรับตัว แต่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นนักเรียนชั้นปีสุดท้ายของ

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น และเริ่มมีวุฒิภาวะสูงขึ้นพร้อมทั้งต้องใช้ความรู้ในการสอบแข่งขันคัดเลือกเข้าเรียนต่อ นอกจากนี้พัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นตามประสบการณ์ที่สูงขึ้นของนักเรียนเพราะมีโอกาสพัฒนาตนเองให้มากขึ้น ดังนั้นความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงมีพัฒนาการสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสติปัญญาของ แคลเทลล์ (Cattell's Theory of Fluid and Crystallized Intelligence) ที่มีความเชื่อว่าความสามารถทางสติปัญญาทางสมองของมนุษย์ แบ่งออกได้เป็นสองส่วน (Aiken, 1977 : 161 – 162) คือ ความสามารถทางสติปัญญาที่ตกผลึก (Crystallized Ability) ซึ่งเป็นความสามารถที่ขึ้นอยู่กับ การเรียนรู้ และได้มาจากสิ่งที่เข้ามาในชีวิตประจำวัน เช่น ความเข้าใจภาษา ความเข้าใจตัวเลข ความสามารถในการประเมินผล และประเมินค่า เป็นต้น ความสามารถดังกล่าวเป็นความสามารถที่ได้รับการสะสมมาเป็นเวลานานจนกล่าวได้ว่า เป็นความสามารถที่ตกผลึก ซึ่งเป็นความสามารถที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ในเนื้อหาวิชา (Jensen, 1980 : 241) ดังนั้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน หรือหลักการที่เป็นความรู้ในเนื้อหาวิชา จึงถือได้ว่าเป็นความสามารถที่ตกผลึก และความสามารถที่เลื่อนไหลได้ (Fluid Ability) เป็นความสามารถที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้สูงจะสามารถทำงานชนิดต่างๆ ได้ดี ความสามารถด้านนี้จะแทรกอยู่ในทุกอริยบทของกิจกรรมเป็นความสามารถในด้านความพร้อมในการเรียนรู้ จะเห็นว่าความสามารถทางสติปัญญา ก็คือความสามารถทางสติปัญญาที่ตกผลึก และความสามารถทางสติปัญญาที่เลื่อนไหล ซึ่งเป็นความสามารถที่สำคัญในการเผชิญโลกทางวิชาการของแต่ละบุคคล

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ที่ใช้วิธีการที่เหมาะสม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำไปใช้และในการวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 แบบทดสอบที่ใช้ในการเทียบคะแนนควรมีลักษณะเนื้อหาเป็นเอกพันธ์ และข้อสอบควรมีคุณภาพสูง เพื่อให้ผลการวัดที่ถูกต้อง

1.2 ในการเทียบคะแนนในแนวตั้ง สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถต่างกัน สามารถนำวิธีการเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อสอบ รูปแบบโลจิสติกสองและสามพารามิเตอร์ที่แบบทดสอบรวมภายในไปใช้ได้ เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนต่ำและมีดัชนีความแตกต่างอยู่ในระดับน่าพอใจมาก จะใช้วิธีใดต้องดูธรรมชาติของข้อมูลด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพในการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ในด้านขนาดของกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำในการเทียบคะแนนร่วมกับรูปแบบการปรับเทียบคะแนนแบบต่างๆ

2.2 ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพในการเทียบคะแนนในแนวตั้ง ในด้านการประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของการเทียบคะแนนที่ละคู่ของระดับชั้นหนึ่งไปสู่ระดับชั้นหนึ่ง เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ มองดูประสิทธิภาพรวมของการเทียบคะแนนในแนวตั้งในทุกระดับชั้นพร้อมกันของแต่ละรูปแบบ

3. ควรมีการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางการเรียนในลักษณะนี้ในระดับชั้นอื่นๆ

4. สร้างแบบทดสอบแบบเทเลอร์ (Tailored Testing) คือ การทดสอบที่มีการจัดข้อสอบให้มีความยากที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ การทดสอบแบบเทเลอร์นั้นผู้สอบแต่ละคนจะได้รับชุดของข้อสอบที่แตกต่างกันตามระดับความสามารถของผู้สอบแต่ก็ยังสามารถนำเอาความสามารถที่ประมาณค่าได้จากการทดสอบนี้มาเปรียบเทียบกันได้ ทั้งนี้เพราะความสามารถที่ประมาณค่าได้อยู่ในมาตรวัดเดียวกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิติพงษ์ ลิขิตบุญฤทธิ์. (2537). การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, ถ่ายเอกสาร.
- ขจรศักดิ์ สุนลี. (2545). การพัฒนาความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจและความสนใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสอนแบบ CIRC ประกอบกับการใช้สื่อในชีวิตประจำวัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- จรีพร สามารถ. (2543). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละ โดยใช้ชุดการฝึก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต. (2527). "การเปรียบเทียบคะแนนในแบบทดสอบ," ใน บทความสาระทางวิชาการทดสอบ. นนทบุรี : ศูนย์พัฒนาศึกษาแห่งชาติของประเทศไทย ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ทิพาภรณ์ ทุงฤทธิ์. (2544). การเปรียบเทียบผลการเทียบคะแนนโดยวิธีเชิงเส้นตรง เมื่อใช้วิธีการแปลงคะแนนที่แตกต่างกันในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- ธัญญ์ วรรณโชค. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปรับตัวของนิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยนเรศวรที่เข้าเรียนด้วยการสอบคัดเลือกจากทบวงมหาวิทยาลัยและสอบคัดเลือกจากระบบโควต้า ปีการศึกษา 2535. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, ถ่ายเอกสาร.
- นิภาพร ยอดเมือง. (2539). ความคลาดเคลื่อนและความลำเอียงทางสถิติในการเทียบคะแนนเชิงเส้นตรงแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2544). การประเมินการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดและหลักการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

- ผจงจิต อินทสุวรรณ. (2534). *การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย โมเดล โลจิสติก*. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรพิมล นาคเวช. (2537). *การศึกษาคุณภาพของการเทียบมาตรฐานในแนวตั้ง โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร.
- ภาวิณี ศรีสุขวัฒนานันท์. (2529). *การเปรียบเทียบผลจากการใช้รูปแบบการเทียบมาตรฐานที่ต่างกันเมื่อแบบสอบร่วมมีความยาวต่างกัน..* วิทยานิพนธ์ ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2523). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 514 หน้า.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. (2536). *เกณฑ์ปกติและเทคนิคการเทียบคะแนน (Norms & Equating Techniques)*. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูอุดรดิตถ์.
- วรรณดี แสงประทีปทอง. (2533). *การศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการเทียบคะแนนตามแนวตั้งตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบจำลองโลจิสติกสามพารามิเตอร์*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- วรรณตรี พิซิดเกริกพล. (2536). *การเปรียบเทียบคุณภาพของการเทียบมาตรฐานระหว่างแบบอิกวิเปอร์เซนไทล์กับแบบเชิงเส้นตรง*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร.
- วันทยา วงศ์ศิลปภิรมย์. (2543, พฤษภาคม). "การเทียบคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6," *วารสารวิชาการ*. 3(5) : 47-54.
- วิรัช วรรณรัตน์. (2530, กันยายน-ธันวาคม). "การเทียบมาตรฐาน (Equating)," *วารสารวัดผลการศึกษา*. 11(29) : 69-73 .
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2540). *การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (Test Equating)*. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. (2535). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)*. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *พัฒนาการของคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาและแนวทางการประเมิน*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

- สงบ ลักษณะ. (2525, กันยายน-ธันวาคม). "การเทียบระดับคะแนนระหว่างแบบทดสอบ," *วารสารการวัดผลการศึกษา*. 4(2) : 22.
- สุจินดา ผ่องอักษร. (2533). *การศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทักษะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจบตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2526 ในช่วงระยะเวลา 3 ปีการศึกษา (ปีการศึกษา 2529 ถึง 2531) โดยใช้การเทียบคะแนนรูปแบบราซซ์*. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- สุนิสา จุยม่วงศรี. (2537). *ผลของความยาวของแบบทดสอบร่วมที่มีต่อคุณภาพของวิธีการเทียบมาตราเชิงเส้นตรง*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ถ่ายเอกสาร.
- สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์. (2531). *การสร้างแบบทดสอบและตารางเทียบคะแนนในแนวนอน วิชาวิทยาศาสตร์ ที่วิเคราะห์ด้วยราซซ์โมเดล*. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- เสาวรัตน์ จุลรัตน์. (2535). *ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัด สำนัญศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช*. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- อาภรณ์ กาญจนกิจโสภณ. (2531). *การสร้างแบบทดสอบและตารางเทียบคะแนนตามแนวคิดในวิชาคณิตศาสตร์*. ปรินซ์ตันนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ถ่ายเอกสาร.
- Aiken, Lewis R. (1977). *Psychological Testing and Assessment*. 2nd ed. Boston : Allyn and Boscon.
- Allen, Mary J. and Yen, Wendy M. (1979). *Introduction to Measurement Theory*. California : Brooks / Cole.
- Anastasi Anne. (1988). *Psychological Testing*. 6th ed. New York : Macmillan.
- Angoff, W.H. (1971). "Scale, norms and equivalent scores," In R.L. Thorndike (Ed.). *Educational Measurement*. 2nd ed. Washington, D.C. : American Council on Education : 508-600.
- _____. (1984). "Scale, norms and equivalent scores," Princeton, NJ : *Educational measurement* .
- _____. (1987, September). "Technical and practical issues in equating : a discussion of four papers," *Applied Psychological Measurement*. 11(3) : 291-300.

- Ayerve, Rafael I. (1992, December). "The Effectiveness of the Equipercentile Method and IRT Three-Parameter Model on Vertical Equating Under Varying Conditions of Sample Size, Test Length, and Anchor Test Length : A Simulation Study," *Dissertation Abstracts International*. 53 (6-A) : 1841.
- Braun, H.L. and Holland, P.W. (1982). "Observed-Score Test Equating : A Mathematical Analysis of Some ETS Equating Procedures," In Holland, P.W. and Rubin, D.B. (Eds.). *Test Equating*. New York : Academic Press : 9 - 49.
- Brennan, Robert L. and Kolen, Michael, J. (1987, September). "Some Practical Issues in Equating," *Applied Psychological Measurement*. 11(3) : 279-290.
- Caldwell, Leslie J. (1984, March). A Comparison of Equating Error in Linear and Rasch Model Test Equating Methods," Doctoral dissertation, The Florida State University, *Dissertation Abstracts International*. 45 (9-A) : 2847.
- Cook Linda L. , Dunber , S.B. and Eignor , D.R. (1981). "IRT Equating : A Flexible Alternative to Conventional Methods for Solving Practical Testing Problems," *A paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association Los Angeles*.
- Cope, Ronald T. (1987, June). "How Well Do the Angoff Design V Linear Equating Methods Compare with the Tucker and Levine Methods?," *Applied Psychological Measurement*. 11(2) : 143-149.
- Flanagan, J.C. (1951). "Units, Scores and Norms," In E.F. Lindquist (Ed.). *Educational Measurement*. 2nd ed. Washington, D.C. : America Council on Educational : 695-673.
- Freeman, Frank S. (1966). *Theory and Practice of Psychological Testing*. 3rd ed. New York, Holt Rinehart and Winston.
- Glowacki, M.L. (1991, November). "An analysis of test equating models for the Alabama high school graduation examination," Doctoral dissertation, The University of Alabama, *Dissertation Abstracts International*. 52(5-A) : 1722.
- Gulliksen, H. (1950). *Theory of mental tests*. New York : Wiley.
- Gustafsson, J.E. (1979, Fall). "The Rasch Model in Vertical Equating of Tests : A Critique of Slinde and Linn," *Journal of Educational Measurement*. 16(3) : 153-158.
- Hambleton, R.K. and Swaminathan, H. (1985). *Item Response Theory : Principles and Applications*. Boston : Kluwer • nijhoff.

- Harris, Deborah J. (1987, June). "An Application of the Three-Parameter IRT Model To Vertical Equating.," *Applied Psychological Measurement*. 11(2) : 151-159.
- Hill, J.R., Subhiyah, R.G., and Hirsch, T.M. (1988, Fall). "Equating Minimum Competency Tests : Comparison of Method," *Journal of Educational Measurement*. 18(3) : 221-231.
- Jensen, Arthur R. (1980). *Basic in Mental Test*. New York : Macmillan Publishing Co.,Inc.
- Johanson, George A. (1987, September). "A Study of Item Response Theory Equating with an Anchor Test Design," Doctoral dissertation, University of Massachusetts , *Dissertation Abstracts International*. 49 (3-A) : 448.
- Klein, Lawrence W. and Jarjoura, David. (1985, Fall). "The Importance of Content Representation for Common Item Equation with Nonrandom Group," *Journal of Educational Measurement*. 22(3) : 197-206.
- Kolen, M.J. (1981, Spring). "Comparison of Traditional and Item Response Theory Methods for Equating Tests," *Journal of Educational Measurement*. 18(1) : 1-11.
- Kolen, M.J. and Whitney, D.R. (1982). "Comparison of Four Procedure for Equating the Tests of General Education Development," *Journal of Educational Measurement*. 19 (4) : 279 - 293.
- Lord, F.M. (1977, Summer). "Practical Applications of Item Characteristic Curve Theory," *Journal of Educational Measurement*. 14(2) : 117-138.
- _____. (1980). *Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problems*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- _____. (1981, November). "Standard Error of an Equating by Item Response Theory" Educational Testing Service. Princeton, New Jersey : ERIC Document Reproduction Service.
- _____. (1982). "Item Response Theory and Equating A Technical Summary," In Holland, P.W. and Rubin, D.B. (Eds.), *Test Equating*. New York : Academic Press.
- Lord, F.M. and Novick, M.R. (1968). *Statistical Theories of Mental Test Scores*. Reading, Massachusetts : Addison - Wesley Publishing Company.
- Patience, W.M. (1990, August). "A Comparison of Classical and Item Response Theory Methods of Vertical Equating Tests," Doctoral dissertation, University of Missouri , *Dissertation Abstracts International*. 51(2-A) : 486.

- Petersen, N.S., Marco, G.L. and Stewart, E.E. (1982). "A test of the Adequacy of linear score equating Methods," In Holland, P.W. and Rubin, D.B. (Eds.) *Test Equating*. New York : Academic Press.
- Petersen, N.S., Kolen, M.J. and Hoover, H.D. (1989). "Scaling, Norming and Equating," In R.L. Linn (Ed.) *Educational Measurement*. 3rd ed. New York : Macmillan.
- Phillips, S.E. (1986, Summer). "The Effects of the Deletion of Misfitting Persons on Vertical Equating via the Rash Model," *Journal of Educational Measurement*. 23(2) : 107 - 118.
- Potthoff, R.F. (1982). "Some Issues in Test Equating," In Holland, P.W. and Rubin, D.B. (Eds.). *Test Equating*. New York : Academic Press.
- Slinde, J.A., and Linn, R.L. (1977, Spring). "Vertical Equating Tests : Fact or Phantom?*" *Journal of Educational Measurement*. 14(1) : 23-31.
- _____. (1978, Spring). "An Exploration of the Adequacy of the Rash Model for the Problem of Vertical equating," *Journal of Educational Measurement*. 15 (1) : 23-35.
- _____. (1979, Fall). "A Note on Vertical Equating Via the Rash Model for Groups of Quite Different Ability and Tests of Quite Different Difficulty". *Journal of Educational Measurement*. 16 (3) : 159 - 165.
- Sontag, Lauren M. (1984, September). "Vertical Equating Methods : A Comparative Study of Their Efficacy," Doctoral dissertation, Columbia University Teachers College, *Dissertation Abstracts International*. 45 (3-B) : 1000.
- Thurstone, L.L. (1925, December). "A Method of Scaling Psychological Tests," *Journal of Educational Psychology*. 16 (4) : 433-451.
- _____. (1958). *Primary Mental Ability*. Chicago Press.
- Warm, Thomas A. (1978). *A Primer of Item Response Theory*. Oklahoma : Coast Institute.
- Warren, Howard D. (1934). *Dictionary of Psychology*. Boston : Houghton Mifflin.
- Wiley, A. (1999, May). "An Investigation Into Two Models For Equating Examinations With Multiple Item Formats (Anchor Testing)," Doctoral dissertation, Fordham University. *Dissertation Abstracts International*. 60 (4-B).
- Yang, Wen-Ling. (1997, January). "The Effects of Content Homogeneity and Equating Method on the Accuracy of Common-Item Test Equating," Doctoral dissertation, Michigan State University. *Dissertation Abstracts International*. 59 (7-A).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี CTT คือ ความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และตามทฤษฎี IRT คือ ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) ของแบบทดสอบสมการและอสมการของชั้น ม.1
- ค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี CTT คือ ความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และตามทฤษฎี IRT คือ ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) ของแบบทดสอบสมการและอสมการของชั้น ม.2
- ค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี CTT คือ ความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และตามทฤษฎี IRT คือ ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) ของแบบทดสอบสมการและอสมการของชั้น ม.3
- ค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี CTT คือ ความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และตามทฤษฎี IRT คือ ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนของชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3

ตาราง 32 ค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี CTT คือ ความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และตามทฤษฎี IRT คือ ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) ของแบบทดสอบสมการและอสมการของชั้น ม.1

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
1	0.391	0.605	-0.887	0.307	คัดเลือก
2	0.652	0.581	-0.434	0.591	คัดเลือก
3	0.190	0.146	3.409	0.160	ตัดทิ้ง
4	0.581	0.652	-0.434	0.591	คัดเลือก
5	0.605	0.391	-0.922	0.293	คัดเลือก
6	0.616	0.783	-0.572	0.672	คัดเลือก
7	0.500	0.652	-0.034	0.753	คัดเลือก
8	0.302	0.261	1.569	0.381	คัดเลือก
9	0.500	0.435	-0.009	0.274	คัดเลือก
10	0.349	0.261	1.236	0.319	คัดเลือก
11	0.322	0.458	1.076	0.468	คัดเลือก
12	0.510	0.656	-0.066	0.701	คัดเลือก
13	0.739	0.447	-1.317	0.566	คัดเลือก
14	0.367	0.406	1.134	0.302	คัดเลือก
15	0.322	0.385	1.179	0.416	คัดเลือก
16	0.244	0.167	2.589	0.224	ตัดทิ้ง
17	0.627	0.510	-0.692	0.549	คัดเลือก
18	0.779	0.406	-1.543	0.589	คัดเลือก
19	0.289	0.177	2.699	0.170	ตัดทิ้ง
20	0.431	0.698	0.268	0.781	คัดเลือก
21	0.277	0.323	1.928	0.302	คัดเลือก
22	0.338	0.316	1.158	0.365	คัดเลือก
23	0.608	0.646	-0.501	0.727	คัดเลือก
24	0.331	0.167	2.339	0.182	ตัดทิ้ง
25	0.451	0.708	0.167	0.883	คัดเลือก
26	0.202	0.302	2.414	0.371	คัดเลือก
27	0.146	0.229	2.872	0.400	ตัดทิ้ง
28	0.446	0.750	0.218	0.852	คัดเลือก

ตาราง 32 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
29	0.619	0.521	-0.641	0.556	คัดเลือก
30	0.235	0.316	1.739	0.358	คัดเลือก
31	0.403	0.594	0.496	0.551	คัดเลือก
32	0.395	0.365	0.935	0.284	คัดเลือก
33	0.297	0.313	1.688	0.323	คัดเลือก
34	0.367	0.417	0.820	0.443	คัดเลือก
35	0.277	0.375	1.550	0.443	คัดเลือก
36	0.345	0.458	1.002	0.425	คัดเลือก
37	0.275	0.385	1.593	0.399	คัดเลือก
38	0.216	0.198	2.832	0.237	ตัดทิ้ง
39	0.235	0.427	1.558	0.528	คัดเลือก
40	0.325	0.448	1.058	0.468	คัดเลือก
41	0.824	0.364	-1.682	0.681	ตัดทิ้ง
42	0.697	0.211	-1.604	0.333	คัดเลือก
43	0.894	0.237	-2.345	0.650	ตัดทิ้ง
44	0.746	0.474	-1.249	0.638	คัดเลือก
45	0.796	0.447	-1.510	0.674	คัดเลือก
46	0.800	0.500	-1.358	0.845	คัดเลือก
47	0.613	0.500	-0.662	0.481	คัดเลือก
48	0.662	0.684	-0.697	0.803	คัดเลือก
49	0.782	0.342	-1.530	0.598	คัดเลือก
50	0.838	0.421	-1.524	0.601	ตัดทิ้ง
51	0.781	0.368	-1.524	0.601	คัดเลือก
52	0.852	0.395	-1.570	0.943	ตัดทิ้ง
53	0.718	0.526	-0.989	0.752	คัดเลือก
54	0.345	0.763	0.518	1.098	คัดเลือก
55	0.697	0.553	-0.935	0.685	คัดเลือก
56	0.465	0.421	0.188	0.413	คัดเลือก
57	0.683	0.711	-0.691	1.097	คัดเลือก
58	0.718	0.474	-1.083	0.645	คัดเลือก

ตาราง 32 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
59	0.493	0.211	0.049	0.318	คัดเลือก
60	0.613	0.658	-0.480	0.822	คัดเลือก
61	0.711	0.658	-0.811	1.063	คัดเลือก
62	0.824	0.263	-2.056	0.510	ตัดทิ้ง
63	0.338	0.316	1.158	0.365	คัดเลือก
64	0.620	0.684	-0.489	0.925	คัดเลือก
65	0.500	0.526	-0.012	0.493	คัดเลือก
66	0.669	0.605	-0.734	0.816	คัดเลือก
67	0.669	0.632	-0.693	0.889	คัดเลือก
68	0.451	0.553	0.217	0.600	คัดเลือก
69	0.634	0.579	-0.644	0.651	คัดเลือก
70	0.662	0.605	-0.808	0.618	คัดเลือก
71	0.697	0.211	-1.604	0.330	คัดเลือก
72	0.197	0.158	2.772	0.313	ตัดทิ้ง
73	0.739	0.447	-1.314	0.566	คัดเลือก
74	0.697	0.500	-0.854	0.800	คัดเลือก
75	0.338	0.316	1.197	0.359	คัดเลือก
76	0.324	0.263	1.402	0.332	คัดเลือก
77	0.394	0.553	0.503	0.568	คัดเลือก
78	0.472	0.684	0.105	0.697	คัดเลือก
79	0.303	0.368	1.202	0.465	คัดเลือก
80	0.310	0.289	1.292	0.400	คัดเลือก
81	0.275	0.132	2.143	0.272	ตัดทิ้ง
82	0.239	0.237	2.137	0.335	คัดเลือก
83	0.394	0.500	0.637	0.444	คัดเลือก
84	0.345	0.132	1.703	0.227	ตัดทิ้ง
85	0.261	0.342	1.521	0.458	คัดเลือก
86	0.380	0.316	0.913	0.339	คัดเลือก
87	0.289	0.079	2.356	0.230	ตัดทิ้ง
88	0.338	0.053	1.655	0.250	ตัดทิ้ง

ตาราง 32 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
89	0.289	0.158	2.090	0.262	ตัดทิ้ง
90	0.423	0.579	2.022	0.413	คัดเลือก
91	0.239	0.447	1.382	0.592	คัดเลือก
92	0.296	0.395	1.322	0.425	คัดเลือก
93	0.246	0.395	1.650	0.446	คัดเลือก
94	0.190	0.211	2.291	0.412	ตัดทิ้ง
95	0.239	0.263	2.108	0.349	คัดเลือก
96	0.577	0.289	-0.658	0.349	คัดเลือก
97	0.366	0.342	0.868	0.408	คัดเลือก
98	0.514	0.395	-0.115	0.329	คัดเลือก
99	0.408	0.342	0.778	0.297	คัดเลือก
100	0.669	0.237	-1.734	0.250	คัดเลือก

ตาราง 33 ค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี CTT คือ ความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และตามทฤษฎี IRT คือ ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) ของแบบทดสอบสมการและอสมการของชั้น ม.2

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
1	0.854	0.360	-1.596	0.874	ตัดทิ้ง
2	0.948	0.160	-2.435	0.871	ตัดทิ้ง
3	0.406	0.600	0.322	0.734	คัดเลือก
4	0.760	0.360	-1.330	0.637	คัดเลือก
5	0.792	0.440	-1.131	1.198	คัดเลือก
6	0.573	0.400	-0.470	0.448	คัดเลือก
7	0.698	0.440	-0.997	0.633	คัดเลือก
8	0.760	0.520	-1.033	1.024	คัดเลือก
9	0.760	0.400	-1.311	0.652	คัดเลือก
10	0.656	0.800	-0.602	1.455	คัดเลือก
11	0.427	0.680	0.156	0.776	คัดเลือก
12	0.656	0.640	-0.666	0.925	คัดเลือก
13	0.531	0.480	-0.222	0.520	คัดเลือก
14	0.688	0.440	-0.960	0.616	คัดเลือก
15	0.792	0.320	-1.456	0.726	คัดเลือก
16	0.260	0.560	1.416	0.679	คัดเลือก
17	0.781	0.440	-1.305	0.948	คัดเลือก
18	0.521	0.560	-0.175	0.597	คัดเลือก
19	0.542	0.600	-0.255	0.728	คัดเลือก
20	0.510	0.760	-0.146	1.075	คัดเลือก
21	0.510	0.600	-0.114	0.702	คัดเลือก
22	0.469	0.640	0.068	0.700	คัดเลือก
23	0.375	0.200	1.145	0.273	คัดเลือก
24	0.271	0.480	1.299	0.512	คัดเลือก
25	0.219	0.320	2.029	0.436	คัดเลือก
26	0.604	0.520	-0.487	0.831	คัดเลือก
27	0.458	0.840	0.016	1.209	คัดเลือก
28	0.313	0.600	0.742	0.766	คัดเลือก

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
29	0.594	0.480	-0.606	0.439	คัดเลือก
30	0.490	0.566	-0.043	0.718	คัดเลือก
31	0.698	0.600	-0.849	0.861	คัดเลือก
32	0.333	0.520	0.649	0.768	คัดเลือก
33	0.490	0.600	-0.032	0.754	คัดเลือก
34	0.448	0.640	0.197	0.598	คัดเลือก
35	0.563	0.720	-0.322	1.009	คัดเลือก
36	0.333	0.680	0.616	0.823	คัดเลือก
37	0.542	0.840	-0.272	1.538	คัดเลือก
38	0.229	0.200	2.049	0.349	คัดเลือก
39	0.458	1.000	-0.015	1.480	คัดเลือก
40	0.438	0.400	0.309	0.385	คัดเลือก
41	0.281	0.200	2.734	0.365	คัดเลือก
42	0.625	0.440	-0.807	0.434	คัดเลือก
43	0.260	0.240	1.711	0.391	คัดเลือก
44	0.427	0.880	0.104	1.333	คัดเลือก
45	0.583	0.760	-0.390	1.113	คัดเลือก
46	0.344	0.440	0.977	0.424	คัดเลือก
47	0.333	0.600	0.647	0.771	คัดเลือก
48	0.479	0.680	0.011	0.756	คัดเลือก
49	0.302	0.560	0.857	0.700	คัดเลือก
50	0.656	0.560	-0.776	0.652	คัดเลือก
51	0.698	0.360	-1.296	0.432	คัดเลือก
52	0.792	0.440	-1.227	0.916	คัดเลือก
53	0.438	0.120	0.440	0.333	ตัดทิ้ง
54	0.229	0.400	1.378	0.609	คัดเลือก
55	0.313	0.440	1.039	0.495	คัดเลือก
56	0.302	0.680	1.705	0.912	คัดเลือก
57	0.219	0.280	2.303	0.358	คัดเลือก
58	0.271	0.640	0.928	0.802	คัดเลือก

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
59	0.313	0.480	1.255	0.519	คัดเลือก
60	0.333	0.640	0.608	0.786	คัดเลือก
61	0.438	0.480	0.269	0.534	คัดเลือก
62	0.250	0.320	1.551	0.462	คัดเลือก
63	0.708	0.320	-1.081	0.604	คัดเลือก
64	0.729	0.120	-1.926	0.325	ตัดทิ้ง
65	0.458	0.600	0.126	0.627	คัดเลือก
66	0.688	0.120	-1.940	0.254	ตัดทิ้ง
67	0.321	0.280	1.333	0.387	คัดเลือก
68	0.656	0.520	-0.822	0.589	คัดเลือก
69	0.510	0.520	-0.112	0.691	คัดเลือก
70	0.771	0.240	-1.845	0.438	คัดเลือก
71	0.531	0.440	-0.214	0.604	คัดเลือก
72	0.542	0.680	-0.245	0.762	คัดเลือก
73	0.406	0.400	0.472	0.495	คัดเลือก
74	0.490	0.480	-0.006	0.601	คัดเลือก
75	0.291	0.360	1.262	0.545	คัดเลือก
76	0.521	0.600	-0.155	0.616	คัดเลือก
77	0.500	0.280	-0.051	0.470	คัดเลือก
78	0.615	0.480	-0.617	0.598	คัดเลือก
79	0.417	0.520	0.375	0.545	คัดเลือก
80	0.500	0.680	-0.090	0.888	คัดเลือก
81	0.490	0.520	0.028	0.437	คัดเลือก
82	0.615	0.480	-0.591	0.628	คัดเลือก
83	0.479	0.360	0.556	0.323	คัดเลือก
84	0.542	0.680	-0.246	0.749	คัดเลือก
85	0.542	0.720	-0.249	0.987	คัดเลือก
86	0.344	0.520	1.592	0.655	คัดเลือก
87	0.521	0.044	-0.155	0.537	ตัดทิ้ง
88	0.458	0.360	0.182	0.511	คัดเลือก

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
89	0.265	0.400	1.932	0.489	คัดลอก
90	0.510	0.560	-0.122	0.701	คัดลอก
91	0.522	0.600	-0.298	0.745	คัดลอก
92	0.521	0.320	-0.168	0.494	คัดลอก
93	0.396	0.400	0.653	0.395	คัดลอก
94	0.583	0.200	-0.558	0.434	คัดลอก
95	0.594	0.440	-0.511	0.633	คัดลอก
96	0.396	0.480	0.420	0.651	คัดลอก
97	0.292	0.280	1.516	0.367	คัดลอก
98	0.281	0.240	1.639	0.429	คัดลอก
99	0.302	0.240	1.149	0.329	คัดลอก
100	0.270	0.320	1.796	0.480	คัดลอก

ตาราง 34 ค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี CTT คือ ความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และตามทฤษฎี IRT คือ ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) ของแบบทดสอบสมการและอสมการของชั้น ม.3

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
1	0.857	0.250	-1.850	0.708	ตัดทิ้ง
2	0.791	0.500	-1.268	0.860	คัดเลือก
3	0.800	0.417	-1.442	0.861	คัดเลือก
4	0.857	0.375	-1.635	0.865	ตัดทิ้ง
5	0.780	0.500	-1.088	1.092	คัดเลือก
6	0.758	0.458	-1.144	0.810	คัดเลือก
7	0.824	0.375	-1.356	0.987	ตัดทิ้ง
8	0.736	0.417	-1.130	0.695	คัดเลือก
9	0.714	0.417	-0.981	0.745	คัดเลือก
10	0.681	0.583	-0.718	1.057	คัดเลือก
11	0.648	0.542	-0.695	0.716	คัดเลือก
12	0.637	0.667	-0.650	0.709	คัดเลือก
13	0.549	0.500	-0.283	0.583	คัดเลือก
14	0.560	0.417	-0.350	0.578	คัดเลือก
15	0.769	0.500	-1.119	0.925	คัดเลือก
16	0.341	0.500	0.774	0.572	คัดเลือก
17	0.637	0.667	-0.564	1.011	คัดเลือก
18	0.429	0.709	0.250	0.677	คัดเลือก
19	0.615	0.667	-0.542	0.772	คัดเลือก
20	0.637	0.542	-0.661	0.705	คัดเลือก
21	0.615	0.583	-0.587	0.648	คัดเลือก
22	0.527	0.667	-0.199	0.922	คัดเลือก
23	0.747	0.542	-1.048	0.880	คัดเลือก
24	0.637	0.708	-0.596	0.906	คัดเลือก
25	0.527	0.667	-0.182	0.844	คัดเลือก
26	0.846	0.250	-2.242	0.515	ตัดทิ้ง
27	0.780	0.542	-1.179	0.911	คัดเลือก
28	0.703	0.542	-0.940	0.758	คัดเลือก

ตาราง 34 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
29	0.538	0.625	-2.242	0.773	คัดเลือก
30	0.593	0.625	-1.179	0.626	คัดเลือก
31	0.615	0.833	-0.940	1.247	คัดเลือก
32	0.319	0.208	-0.216	0.389	คัดเลือก
33	0.527	0.583	-0.481	0.628	คัดเลือก
34	0.637	0.542	-0.471	0.883	คัดเลือก
35	0.505	0.833	1.247	1.030	คัดเลือก
36	0.363	0.667	-0.174	0.942	คัดเลือก
37	0.473	0.833	-0.610	1.311	คัดเลือก
38	0.626	0.417	-0.101	0.461	คัดเลือก
39	0.571	0.667	0.404	0.798	คัดเลือก
40	0.286	0.167	-0.019	0.213	ตัดทิ้ง
41	0.286	0.117	-0.789	0.286	ตัดทิ้ง
42	0.484	0.500	-0.348	0.475	คัดเลือก
43	0.505	0.167	3.086	0.275	ตัดทิ้ง
44	0.341	0.458	1.216	0.504	คัดเลือก
45	0.385	0.375	0.063	0.458	คัดเลือก
46	0.582	0.625	-0.063	0.799	คัดเลือก
47	0.352	0.542	0.816	0.604	คัดเลือก
48	0.451	0.167	0.648	0.299	ตัดทิ้ง
49	0.505	0.417	-0.401	0.424	คัดเลือก
50	0.418	0.625	0.683	0.674	คัดเลือก
51	0.560	0.750	0.364	0.756	คัดเลือก
52	0.275	0.250	-0.073	0.440	คัดเลือก
53	0.440	0.500	0.313	0.606	คัดเลือก
54	0.582	0.458	-0.327	0.485	คัดเลือก
55	0.615	0.333	1.377	0.443	คัดเลือก
56	0.549	0.583	0.205	0.593	คัดเลือก
57	0.429	0.625	-0.533	0.883	คัดเลือก
58	0.264	0.208	-0.784	0.324	คัดเลือก

ตาราง 34 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
59	0.319	0.458	0.927	0.529	คัดเลือก
60	0.209	0.125	2.934	0.271	ตัดทิ้ง
61	0.308	0.250	1.705	0.478	คัดเลือก
62	0.352	0.458	0.708	0.530	คัดเลือก
63	0.407	0.792	0.302	0.920	คัดเลือก
64	0.462	0.542	0.038	0.757	คัดเลือก
65	0.516	0.708	-0.190	0.842	คัดเลือก
66	0.648	0.333	-0.994	0.444	คัดเลือก
67	0.418	0.708	0.215	0.821	คัดเลือก
68	0.538	0.875	-0.265	1.247	คัดเลือก
69	0.473	0.458	0.039	0.533	คัดเลือก
70	0.374	0.792	0.362	0.902	คัดเลือก
71	0.462	0.333	0.140	0.401	คัดเลือก
72	0.319	0.208	1.494	0.289	คัดเลือก
73	0.374	0.750	2.447	0.860	คัดเลือก
74	0.516	0.417	-0.208	0.577	คัดเลือก
75	0.308	0.292	1.296	0.355	คัดเลือก
76	0.582	0.750	0.750	1.188	คัดเลือก
77	0.791	0.542	0.542	1.060	คัดเลือก
78	0.473	0.875	0.875	1.284	คัดเลือก
79	0.462	0.750	0.750	1.018	คัดเลือก
80	0.473	0.625	0.625	0.760	คัดเลือก
81	0.604	0.542	0.542	0.673	คัดเลือก
82	0.429	0.750	0.184	0.877	คัดเลือก
83	0.429	0.917	0.071	1.371	คัดเลือก
84	0.527	0.833	-0.218	1.071	คัดเลือก
85	0.330	0.583	0.642	0.701	คัดเลือก
86	0.560	0.667	-0.379	0.765	คัดเลือก
87	0.451	0.667	0.052	0.887	คัดเลือก
88	0.516	0.708	-0.190	0.723	คัดเลือก

ตาราง 34 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
89	0.462	0.875	0.012	1.067	คัดเลือก
90	0.505	0.708	-0.134	0.739	คัดเลือก
91	0.429	1.000	0.062	1.550	คัดเลือก
92	0.407	0.500	1.535	0.662	คัดเลือก
93	0.220	0.417	2.360	0.287	คัดเลือก
94	0.484	0.542	-0.004	0.507	คัดเลือก
95	0.374	0.292	1.304	0.243	คัดเลือก
96	0.363	0.625	0.435	0.828	คัดเลือก
97	0.297	0.292	1.333	0.395	คัดเลือก
98	0.209	0.125	2.525	0.309	ตัดทิ้ง
99	0.440	0.292	0.359	0.334	คัดเลือก
100	0.385	0.167	3.109	0.173	ตัดทิ้ง

ตาราง 35 ค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎี CTT คือ ความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) และตามทฤษฎี IRT คือ ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนของชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
1	0.539	0.604	-0.295	0.727	คัดเลือก
2	0.449	0.552	0.390	0.513	คัดเลือก
3	0.896	0.302	-2.042	0.836	ตัดทิ้ง
4	0.412	0.552	0.467	0.525	คัดเลือก
5	0.885	0.323	-1.812	0.957	ตัดทิ้ง
6	0.465	0.490	0.402	0.501	คัดเลือก
7	0.689	0.396	-1.198	0.451	คัดเลือก
8	0.798	0.438	-1.362	0.839	คัดเลือก
9	0.840	0.375	-1.675	0.785	ตัดทิ้ง
10	0.793	0.396	-1.533	0.653	คัดเลือก
11	0.322	0.458	1.076	0.468	คัดเลือก
12	0.510	0.656	-0.066	0.701	คัดเลือก
13	0.210	0.146	3.409	0.160	ตัดทิ้ง
14	0.283	0.208	2.651	0.312	คัดเลือก
15	0.367	0.406	1.134	0.302	คัดเลือก
16	0.322	0.385	1.179	0.416	คัดเลือก
17	0.244	0.167	3.089	0.224	ตัดทิ้ง
18	0.627	0.510	-0.692	0.549	คัดเลือก
19	0.779	0.409	-1.543	0.589	คัดเลือก
20	0.289	0.177	3.199	0.170	ตัดทิ้ง
21	0.431	0.698	0.682	0.781	คัดเลือก
22	0.249	0.094	3.441	0.178	ตัดทิ้ง
23	0.277	0.323	1.987	0.302	คัดเลือก
24	0.221	0.217	2.311	0.349	คัดเลือก
25	0.608	0.646	-0.501	0.729	คัดเลือก
26	0.331	0.646	2.339	0.282	คัดเลือก
27	0.451	0.260	0.167	0.883	คัดเลือก
28	0.204	0.708	2.414	0.371	คัดเลือก

ตาราง 35 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
29	0.146	0.229	2.872	0.400	ตัดทิ้ง
30	0.269	0.250	2.250	0.276	คัดเลือก
31	0.440	0.750	0.218	0.852	คัดเลือก
32	0.619	0.521	-0.641	0.556	คัดเลือก
33	0.370	0.218	1.739	0.258	คัดเลือก
34	0.403	0.594	0.496	0.551	คัดเลือก
35	0.221	0.260	2.427	0.300	คัดเลือก
36	0.225	0.229	2.613	0.216	คัดเลือก
37	0.294	0.219	1.157	0.252	คัดเลือก
38	0.218	0.260	1.966	0.372	คัดเลือก
39	0.395	0.365	0.935	0.284	คัดเลือก
40	0.403	0.406	0.356	0.429	คัดเลือก
41	0.297	0.313	1.688	0.323	คัดเลือก
42	0.367	0.418	0.820	0.443	คัดเลือก
43	0.277	0.375	1.550	0.406	คัดเลือก
44	0.345	0.458	1.002	0.425	คัดเลือก
45	0.275	0.385	1.593	0.329	คัดเลือก
46	0.286	0.218	1.362	0.263	คัดเลือก
47	0.303	0.073	1.133	0.126	ตัดทิ้ง
48	0.281	0.420	2.519	0.510	คัดเลือก
49	0.269	0.333	2.519	0.364	คัดเลือก
50	0.238	0.052	3.592	0.131	คัดเลือก
51	0.216	0.198	3.332	0.237	ตัดทิ้ง
52	0.188	0.073	3.167	1.380	ตัดทิ้ง
53	0.238	0.240	2.587	0.279	คัดเลือก
54	0.235	0.427	1.558	0.528	คัดเลือก
55	0.252	0.219	2.916	0.236	คัดเลือก
56	0.218	0.302	3.329	0.211	คัดเลือก
57	0.291	0.292	1.856	0.300	คัดเลือก
58	0.246	0.260	2.476	0.257	คัดเลือก

ตาราง 35 (ต่อ)

ข้อที่	P	r	b	a	หมายเหตุ
59	0.325	0.448	1.058	0.468	คัดลอก
60	0.199	0.135	3.366	0.193	ตัดทิ้ง

ภาคผนวก ข

- น้ำนักองค์ประกอบของแบบทดสอบชั้น ม.1
- น้ำนักองค์ประกอบของแบบทดสอบชั้น ม.2
- น้ำนักองค์ประกอบของแบบทดสอบชั้น ม.3
- น้ำนักองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.1-ม.2
- น้ำนักองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.2-ม.3

ตาราง 36 น้ำหนักองค์ประกอบของแบบทดสอบชั้น ม.1

ข้อ	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5
1	.070	.150	-.049	.310	-.164
2	.181	.117	-.244	.531	.010
3	.024	.181	.159	.469	.116
4	.187	-.171	.155	.359	.098
5	.402	-.023	-.091	.135	-.013
6	.568	-.085	-.237	-.114	-.018
7	.513	.107	-.008	.247	.239
8	.574	.245	-.253	-.008	.259
9	.474	.039	.057	-.238	.088
10	.573	.250	.084	-.237	-.039
11	.514	.233	.031	-.250	.092
12	.579	.271	-.289	.003	.038
13	.516	-.391	-.292	.027	.073
14	.076	-.061	.042	.185	-.273
15	.556	-.292	-.214	-.142	-.028
16	.061	.184	-.112	.114	.285
17	.085	.268	-.037	.022	-.011
18	.412	-.137	.071	.071	-.281
19	.311	.066	-.177	-.003	.191
20	.181	.542	-.018	-.165	-.133
21	.603	-.259	-.336	-.118	.116
22	.426	.096	.072	-.157	.125
23	.523	-.272	-.365	-.005	.146
24	.488	-.148	-.222	.049	-.033
25	.531	.332	-.161	-.051	-.118
26	.213	.490	.022	.014	.128
27	.563	.221	-.085	-.110	-.070
28	.493	-.190	-.084	-.235	-.269
29	.105	.099	.231	-.017	.413
30	.119	.456	-.020	-.024	-.204

ตาราง 36 (ต่อ)

ข้อ	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5
31	.161	.525	-.049	.054	-.073
32	.508	-.003	.079	-.235	-.208
33	.528	.140	-.060	-.227	-.284
34	.396	.250	.014	.023	.013
35	.382	.167	.020	.105	.188
36	.591	-.069	.203	-.178	-.139
37	.393	.106	.231	-.184	-.168
38	.433	-.167	.217	.055	-.003
39	.502	.022	.252	.189	-.219
40	.080	.133	.070	.437	-.217
41	.105	.139	.261	-.019	.386
42	.360	.025	.192	.165	-.118
43	.137	-.101	.225	.522	-.311
44	.105	-.267	.214	-.043	.371
45	.462	-.233	.238	.017	.214
46	.489	-.223	.255	.033	-.179
47	.415	-.164	.291	.202	-.040
48	.184	.155	.466	.087	.291
49	.406	-.183	.138	.043	-.006
50	.513	.217	.236	-.118	.232

ตาราง 37 น้ำหนักองค์ประกอบของแบบทดสอบชั้น ม.2

ข้อ	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5
1	.405	.150	.172	.026	.213
2	.127	.330	.191	.105	.147
3	.120	.318	.175	.117	.117
4	.570	.200	.063	.223	.066
5	.480	.177	.225	.201	.149
6	.499	.119	.114	.221	.059
7	.203	.174	.254	.452	.256
8	.463	.127	.218	.196	.216
9	.479	.004	.241	.188	.219
10	.467	.008	.157	.247	.046
11	.505	.063	.180	.435	.205
12	.491	.134	.215	.032	.149
13	.615	.176	.214	.024	.179
14	.448	.056	.153	.152	.088
15	.518	.213	.224	.231	.045
16	.183	.084	.516	.036	.241
17	.342	.198	.118	.098	.227
18	.486	.047	.093	.188	.195
19	.435	.019	.128	.201	.246
20	.324	.196	.133	.100	.212
21	.600	.053	.213	.261	.168
22	.408	.216	.158	.131	.129
23	.477	.214	.186	.234	.055
24	.488	.077	.225	.190	.241
25	.112	.075	.237	.409	.098
26	.504	.010	.115	.081	.288
27	.420	.153	.181	.102	.094
28	.127	.399	.147	.103	.111
29	.156	.436	.280	.132	.139
30	.119	.472	.272	.077	.134

ตาราง 37 (ต่อ)

ข้อ	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5
31	.113	.511	.207	.015	.238
32	.506	.159	.169	.206	.196
33	.150	.427	.276	.127	.198
34	.097	.144	.121	.194	.438
35	.397	.065	.191	.145	.114
36	.092	.040	.210	.474	.221
37	.044	.513	.222	.235	.336
38	.018	.140	.154	.266	.118
39	.485	.212	.136	.102	.170
40	.192	.172	.525	.193	.214
41	.412	.032	.194	.211	.175
42	.116	.001	.199	.186	.498
43	.378	.128	.116	.052	.117
44	.586	.154	.232	.068	.090
45	.447	.090	.070	.116	.142
46	.421	.015	.140	.224	.204
47	.451	.126	.163	.086	.193
48	.148	.457	.197	.105	.130
49	.476	.126	.161	.187	.132
50	.530	.168	.191	.103	.119

ตาราง 38 น้ำหนักองค์ประกอบของแบบทดสอบชั้น ม.3

ข้อ	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5
1	.195	.412	.078	.048	.059
2	.337	.243	.178	.026	.336
3	.418	.266	.064	.251	.397
4	.382	.015	.240	.169	.043
5	.247	.264	.469	.118	.410
6	.310	.018	.121	.035	.030
7	.334	.181	.186	.260	.280
8	.474	.252	.271	.007	.046
9	.395	.140	.367	.032	.260
10	.139	.428	.077	.060	.079
11	.282	.227	.241	.101	.326
12	.357	.017	.242	.176	.130
13	.357	.060	.310	.178	.154
14	.280	.060	.390	.145	.277
15	.447	.027	.301	.023	.193
16	.207	.452	.249	.139	.012
17	.282	.323	.097	.444	.268
18	.294	.435	.257	.096	.186
19	.233	.491	.058	.043	.300
20	.117	.351	.168	.298	.044
21	.309	.336	.014	.035	.196
22	.460	.169	.216	.207	.276
23	.428	.037	.145	.189	.147
24	.478	.185	.111	.257	.108
25	.095	.069	.073	.453	.376
26	.285	.140	.061	.386	.266
27	.123	.094	.152	.170	.057
28	.369	.121	.134	.050	.123
29	.406	.159	.258	.075	.117
30	.077	.047	.441	.025	.045

ตาราง 38 (ต่อ)

ข้อ	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5
31	.230	.280	.174	.452	.276
32	.255	.425	.329	.159	.004
33	.404	.118	.270	.148	.001
34	.466	.209	.087	.081	.225
35	.357	.199	.507	.096	.190
36	.550	.170	.174	.322	.259
37	.280	.508	.162	.314	.027
38	.318	.107	.060	.178	.092
39	.392	.225	.055	.134	.154
40	.415	.156	.054	.166	.083
41	.337	.082	.411	.018	.163
42	.454	.311	.352	.294	.058
43	.464	.394	.073	.034	.159
44	.619	.299	.182	.106	.146
45	.484	.104	.123	.178	.030
46	.433	.029	.160	.063	.062
47	.362	.210	.187	.322	.014
48	.351	.173	.379	.248	.129
49	.396	.115	.091	.531	.035
50	.380	.291	.191	.001	.102

ตาราง 39 น้ำหนักองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.1-ม.2

ข้อ	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5
1	.122	.023	.058	.116	.679
2	.084	.142	.489	.124	.119
3	.051	.198	.041	.007	.804
4	.019	.423	.096	.155	.101
5	.157	.056	.795	.028	.011
6	.182	.032	.502	.030	.130
7	.017	.024	.047	.130	.034
8	.112	.117	.067	.783	.058
9	.135	.198	.158	.680	.047
10	.139	.010	.089	.025	.124
11	.020	.720	.190	.005	.096
12	.134	.700	.121	.042	.110
13	.748	.265	.156	.120	.001
14	.782	.169	.116	.008	.032
15	.791	.111	.015	.211	.121
16	.698	.089	.112	.143	.036
17	.722	.169	.069	.019	.106
18	.688	.236	.146	.119	.092
19	.782	.166	.100	.056	.112
20	.028	.186	.058	.137	.044

ตาราง 40 น้ำหนักองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวนระหว่างชั้น ม.2-ม.3

ข้อ	องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5
1	.099	.308	.516	.196	.026
2	.081	.029	.729	.046	.067
3	.792	.002	.234	.008	.110
4	.011	.116	.706	.064	.152
5	.226	.035	.124	.058	.070
6	.579	.326	.017	.116	.072
7	.757	.069	.083	.143	.090
8	.623	.079	.047	.089	.097
9	.751	.135	.096	.055	.045
10	.0931	.178	.065	.034	.098
11	.652	.008	.215	.084	.134
12	.468	.212	.168	.086	.057
13	.060	.782	.025	.092	.094
14	.179	.744	.004	.083	.134
15	.117	.093	.006	.740	.180
16	.056	.102	.011	.665	.173
17	.768	.219	.131	.166	.169
18	.148	.110	.027	.138	.676
19	.070	.058	.061	.096	.729
20	.062	.113	.201	.464	.192

ภาคผนวก ค

- ค่าความสามารถ (θ) ของนักเรียนชั้น ม.1 ในแต่ละคะแนนจากรูปแบบโลจิสติก
2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์
- ค่าความสามารถ (θ) ของนักเรียนชั้น ม.2 ในแต่ละคะแนนจากรูปแบบโลจิสติก
2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์
- ค่าความสามารถ (θ) ของนักเรียนชั้น ม.3 ในแต่ละคะแนนจากรูปแบบโลจิสติก
2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์

ตาราง 41 ค่าความสามารถ (θ) ของนักเรียนชั้น ม.1 ในแต่ละคะแนนจากรูปแบบโลจิสติก
2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
5	-1.3542 , -1.4835 , -1.3050	-1.4274 , -1.3269 , -1.5359
6	-1.3758 , -1.2434 , -1.3146 , -1.0455 , -1.2454	-1.3659 , -1.3829 , -1.4345 , -1.1297, -1.4797
7	-1.4245 , -1.0336 , -1.0264 , -1.2692 , -1.4259 , -1.2024 , -0.8453 , -1.3152 , -0.9913 , -1.1725 , -1.0410 , -1.1586 , -1.4113 , -1.1812 , -1.5358 , -1.3195 , -1.1220 , -1.3308 , -1.0681 , -1.5604 , -1.0143 , -1.5819 , -0.9942	-1.3900 , -1.0591 , -1.1915 , -1.2744, -1.2047 , -1.2024 , -1.1217 , -1.1891, -1.0849 , -1.2091 , -1.2680 , -1.3085, -1.2795 , -1.3010 , -1.3559 , -1.2979, -1.1775 , -1.2665 , -1.2339 , -1.1428, -1.2956 , -1.0909 , -1.3148
8	-1.2249 , -0.9681 , -1.3607 , -1.0740 , -1.5522 , -0.9093 , -1.2613 , -1.2106 , -1.0805 , -0.6007 , -1.4196 , -1.1824 , -0.8038 , -1.3429 , -0.6026 , -1.2947 , -0.9258 , -0.8585 , -1.6487 , -1.1823 , -0.9163 , -0.8159 , -0.7934 , -1.2233 , -1.2133 , -0.9524 , -1.3053 , -0.9965 , -0.9653 , -0.4233 , -0.8164 , -0.6603 , -1.1623 , -1.5122 , -0.9980 , -1.4650 , -1.2344 , -0.9279 , -1.0922 , -1.0805 , -0.9122 , -0.8589 , -1.4358	-0.9814 , -1.1193 , -1.1443 , -1.2862, -0.9633 , -0.9669 , -1.2907 , -1.0486, -1.0898 , -0.9805 , -1.0464 , -1.0427, -1.0500 , -1.1983 , -0.8766 , -1.2202, -0.9435 , -1.1420 , -1.2517 , -1.1480, -1.1191 , -1.0083 , -1.0002 , -1.0522, -1.1964 , -1.1092 , -1.0712 , -1.0953, -0.8250 , -0.8697 , -0.8453 , -0.9175, -0.9764 , -1.1121 , -0.9101 , -1.0745, -1.2154 , -0.8870 , -1.0172 , -1.0722, -1.0405 , -1.0349 , -1.1083
9	-1.0833 , -1.0569 , -0.9453 , -0.6163 , -1.0403 , -0.8117 , -1.3029 , -0.8828 , -0.8377 , -1.4110 , -1.2816 , -1.0383 , -1.0786 , -0.6159 , -0.7652 , -1.3685 , -1.0107 , -1.0527 , -0.7617 , -1.5452 , -0.9598 , -1.4292 , -1.0298 , -1.0729 , -1.1198 , -0.8069 , -0.8162 , -1.2712 , -1.5960 , -1.3149 , -1.0888 , -1.0049 , -1.2281 , -0.9218 , -1.0895 , -1.0843 , -1.0930 , -0.8128 , -0.9297 , -0.6835 ,	-1.0643 , -1.0702 , -1.0189 , -0.9005, -1.0005 , -0.8337 , -0.9402 , -1.0115, -0.9085 , -0.8721 , -1.0481 , -0.9233, -1.0109 , -0.8120 , -0.8088 , -1.0904, -1.0186 , -1.0452 , -0.7812 , -1.0226, -0.9711 , -1.2190 , -1.0152 , -1.0179, -1.0070 , -0.9426 , -0.7560 , -1.1069, -1.0986 , -0.9694 , -1.0028 , -1.1069, -1.0954 , -0.8235 , -1.0280 , -0.8471, -1.1009 , -0.9414 , -0.9449 , -0.9349

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	-0.5570 , -1.1533 , -1.0101 , -1.3437 , -1.2183 , -0.6579 , -1.2095 , -1.6253 , -0.6092 , -1.4057 , -0.7422 , -1.1625 , -1.4568 , -0.7827 , -0.5571 , -0.8857 , -0.6853 , -0.7664 , -1.2930 , -0.7076 , -1.1719 , -1.3753 , -1.0233 , -1.1053 -0.8128 , -1.2029	-0.7016 , -1.0621 , -1.0323 , -1.1249, -1.0180 , -0.7650 , -0.9603 , -1.0422, -0.8857 , -0.7937 , -0.6995 , -0.9651, -1.0188 , -0.8007 , -0.7394 , -0.9245, -0.8464 , -0.8850 , -0.8527 , -0.8185, -1.0549 , -1.1365 , -0.9545 , -0.9327, -0.9667 , -0.9679
10	-1.2361 , -0.4918 , -0.4767 , -0.9163 , -0.8262 , -1.4571 , -1.2570 , -1.0147 , -0.7280 , -0.5769 , -1.1760 , -1.3609 , -0.6992 , -0.7526 , -0.7081 , -0.8934 , -0.7555 , -1.0612 , -1.3925 , -0.7763 , -1.0656 , -0.6705 , -0.6705 , -1.0235 , -0.5258 , -1.4422 , -0.6705 , -1.5392 , -1.1076 , -1.4530 , -1.3398 , -0.4770 , -0.9004 , -0.7686 , -0.8257 , -0.6217 , -0.5202 , -0.8466 , -0.9878 , -0.6916 , -0.8745 , -1.1653 , -1.3935 , -1.2846 , -1.3577 , -1.0051 , -1.0557 , -0.8666 , -1.0811 , -1.0163 , -0.7889 , -0.3498 , -1.0600 , -1.0498 , -1.4486 , -1.3878 , -0.9117 , -0.4752 , -0.8636 , -0.6122 , -0.8618 , -0.4793 , -1.1952 , -0.7954 , -1.3166 , -0.8977 , -0.6542 , -0.7783 , -1.0072 , -0.8992 , -1.4067 , -0.6783 , -0.8910 , -1.4789 , -1.1541 , -1.0233 , -1.1053 , -1.3614 , -0.7933 , -0.8072 , -1.2029 , -0.4456 , -0.6638 , -0.8992 , -0.7296 , -0.9225 , -0.9219 , -0.8632	-0.9093 , -0.6260 , -0.8441 , -0.9955, -0.8210 , -0.9054 , -0.9644 , -0.8529, -0.6973 , -0.7153 , -0.8663 , -0.9060, -0.8610 , -0.7192 , -0.7308 , -0.9147, -0.9064 , -0.9484 , -1.0076 , -0.9763, -0.8358 , -0.6991 , -0.6991 , -0.8705, -0.8016 , -1.0218 , -0.6991 , -0.9648, -0.9123 , -0.9675 , -1.0484 , -0.7982 -0.6748 , -0.8705 , -0.8500 , -0.9003 -0.7903 , -0.8145 , -0.7981 , -0.8873, -0.8582 , -1.0268 , -0.8074 , 0.7520 , -0.9543 , -0.8214 , -0.9954 , -0.7378, -0.8821 , -0.6653 , -0.7367 , -0.5978, -0.9545 , -0.9255 , -1.0821 , -0.9918 , -0.8911 , -0.7472 , -0.7414 , -0.6320 , -0.8722 , -0.8073 , -1.0379 , -0.9535 , -0.7939 , -0.8364 , -0.5939 , -0.7753, -0.8880 , -0.7882 , -0.9761 , -0.7234, -0.9464 , -0.6017 , -0.8279 , -0.7256, -0.9038 , -0.8184 , -0.8005 , -0.9067, -0.8849 , -0.9082 , -0.6162 , -0.9189, -0.9200 , -0.8300 , -0.8729 , -0.9665

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
11	-1.1002 , -0.9403 , -1.1599 , -0.5133 , -0.8028 , -1.0236 , -0.1426 , -0.2219 , -0.7701 , -0.4609 , -0.2062 , -1.2576 , -0.4548 , -1.0491 , -1.2535 , -0.7881 , -0.8652 , -0.4866 , -0.8061 , -0.7048 , -1.0425 , -0.6444 , -1.0475 , -1.1115 , -0.5459 , -0.8392 , -0.8869 , -0.3953 , -1.0526 , -0.9631 , -0.5393 , -0.7862 , -0.6297 , -1.0490 , -0.7449 , -1.2882 , -0.4735 , -0.5380 , -0.8209 , -0.2349 , -0.7415 , -0.8282 , -1.0153 , -0.7157 , -1.0046 , -0.9832 , -0.8567 , -0.4585 , -0.6564 , -0.8619 , -0.7179 , -1.0108 , -1.0532 , -0.9437 , -1.2161 , -0.3258 , -0.7285 , -0.7949 , -0.3164 , -1.2429 , -0.7252 , -1.2915 , -1.1334 , -1.3249 , -1.2754 , -0.7233 , -0.7637 , -0.8279 , -0.4423 , -0.7271 , -1.3235 , -0.9013 , -0.8956 , -0.8100 , -0.9956 , -0.8874 , -1.0368 , -0.8002 , -1.1083 , -0.8869	-0.7285 , -0.6817 , -0.7842 , -0.5906, -0.6784 , -0.3211 , -0.5481 , -0.4893, -0.6781 , -0.6796 , -0.5964 , -0.8464, -0.5306 , -0.8792 , -0.8986 , -0.7191, -0.8310 , -0.6496 , -0.7029 , -0.6276, -0.7866 , -0.6297 , -0.8028 , -0.6739, -0.6164 , -0.7602 , -0.4863 , -0.6443, -0.7350 , -0.8231 , -0.6622 , -0.6922, -0.7069 , -0.6630 , -0.6708 , -0.8552, -0.5330 , -0.7124 , -0.7058 , -0.5910, -0.7331 , -0.6425 , -0.7120 , -0.8202, -0.7481 , -0.7237 , -0.7489 , -0.6827, -0.6649 , -0.5333 , -0.7527 , -0.6754, -0.6523 , -0.9485 , -0.5250 , -0.6944, -0.7209 , -0.5938 , -0.8730 , -0.6055, -0.7451 , -0.8456 , -0.8966 , -0.8545, -0.8382 , -0.6404 , -0.6967 , -0.8550, -0.5647 , -0.6486 , -0.7448 , -0.6557, -0.7595 , -0.5818 , -0.9495 , -0.8375, -0.7818 , -0.5581 , 0.8377 , -0.5377
12	-0.6139 , -0.3456 , -0.2665 , -0.7986 , -0.5874 , -0.7822 , -0.3782 , -0.8221 , -0.3004 , -1.1140 , -0.1958 , -1.0766 , -0.6759 , -0.7805 , -1.0798 , -0.6260 , -0.4169 , -0.7258 , -0.4491 , -0.5428 , -0.6263 , -0.3899 , -0.3111 , -0.7376 , -1.0349 , -1.1666 , -0.7167 , -0.1820 , -0.8986 , -0.9082 , -0.9500 , -0.5098 , -0.9998 , -0.7505 , -0.8131 , -0.2471 , -0.9190 , -0.5391 , -0.4859 , -0.4632 , -0.3554 , -1.0863 , -0.7721 , -0.6723 ,	-0.5913 , -0.4148 , -0.5566 , -0.5534, -0.7007 , -0.6542 , -0.5677 , -0.5906, -0.5213 , -0.6450 , -0.5679 , -0.6574, -0.7301 , -0.7245 , -0.6521 , -0.6522, -0.5935 , -0.5429 , -0.4755 , -0.6204, -0.5708 , -0.5150 , -0.3870 , -0.5261, -0.6098 , -0.7783 , -0.5316 , -0.4575, -0.6895 , -0.7196 , -0.7691 , -0.7035, -0.7952 , -0.6331 , -0.6848 , -0.4910, -0.5480 , -0.6421 , -0.6425 , -0.6190, -0.5439 , -0.5968 , -0.5978 , -0.5884,

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	-0.8743 , -0.4227 , -0.2795 , -0.5324 , -0.1237 , -0.6866 , -0.4508 , -1.0135 , -0.9104 , -0.8624 , -1.1744 , -0.5320 , -0.2977 , -0.5827 , -0.4965 , -0.4369 , -0.7101 , -0.8151 , -1.2299 , -0.9765 , -0.6738 , -1.4204 , -0.6582 , -0.0168 , -0.9610 , 0.0826 , 0.1161 , -0.8107 , -0.2248 , -0.7649 , -1.0069 , -0.6700 , -0.9388 , -0.5952 , -0.2839 , -0.9675 , -0.8355 , -0.3402 , -0.8596 , -0.1043 , -0.8101 , -0.3553 , -0.6958 , -0.8661 , -0.8035 , -0.2976 , 0.0134	-0.7354 , -0.5699 , -0.4092 , -0.6236 , -0.3869 , -0.6472 , -0.5688 , -0.6153 , -0.5627 , -0.6341 , -0.7205 , -0.5840 , -0.4440 , -0.5251 , -0.5422 , -0.4602 , -0.6998 , -0.6143 , -0.8566 , -0.6404 , -0.5601 , -0.7897 , -0.6249 , -0.3895 , -0.7542 , -0.3160 , -0.6248 , -0.4698 , -0.6736 , -0.8496 , -0.6208 , -0.7322 , -0.5599 , -0.4438 , -0.9640 , -0.4489 , -0.6237 , -0.5059 , -0.6698 , -0.3603 , -0.5437 , -0.4525 , -0.6497 , -0.6097 , -0.5817 , -0.4861 , -0.6264
13	-0.6484 , -0.0333 , -0.8049 , 0.1993 , -0.3051 , -0.6099 , -0.6533 , -0.3467 , -0.1632 , -0.1383 , -0.9607 , -1.1050 , -0.2623 , -0.0357 , -0.4600 , -0.1816 , -1.0025 , -0.7273 , -0.0041 , -0.0917 , -0.0949 , -0.8429 , -0.9006 , -0.7063 , -0.5795 , -0.1619 , -0.1940 , -0.1639 , -0.7075 , -0.6195 , -0.2393 , -0.8556 , -1.0345 , -0.2522 , -0.6719 , -0.3344 , -0.4663 , -0.7836 , -0.5236 , -1.1302 , -0.0472 , -0.1986 , -0.0187 , 0.0097 , -0.7056 , -0.8459 , -1.0134 , -0.5686 , -0.2549 , -0.7234 , -0.6128 , -0.3170 , -0.5577 , -0.3021 , -0.2687 , -0.5992 , -0.5078 , -0.4852 , -1.3376 , -0.4215 , -0.9482 , -0.8681 , -0.5890 , -0.5583 , -0.7934 , -0.9738 , -0.8979 , -0.7016 , -1.1392 , -0.9920 , -0.7057 , -0.1330 , -0.3360 , -0.6859 , -1.0239 , -0.4558 ,	-0.5801 , -0.2939 , -0.5141 , -0.1592 , -0.3768 , -0.3840 , -0.5275 , -0.3585 , -0.3124 , -0.3230 , -0.6578 , -0.5601 , -0.4544 , -0.3378 , -0.4900 , -0.3339 , -0.6021 , -0.4923 , -0.2830 , -0.3372 , -0.3839 , -0.5118 , -0.6076 , -0.6035 , -0.4786 , -0.3306 , -0.3112 , -0.1776 , -0.5749 , -0.5720 , -0.3000 , -0.5194 , -0.7052 , -0.4399 , -0.5356 , -0.3497 , -0.5164 , -0.5207 , -0.4607 , -0.7145 , -0.3424 , -0.3171 , -0.1736 , -0.1490 , -0.4510 , -0.5358 , -0.5591 , -0.5251 , -0.2451 , -0.5756 , -0.5024 , -0.3848 , -0.5843 , -0.4821 , -0.2960 , -0.4374 , -0.3847 , -0.4898 , -0.5889 , -0.3885 , -0.6567 , -0.6226 , -0.4003 , -0.4442 , -0.4498 , -0.5997 , -0.4476 , -0.5099 , -0.6206 , -0.5799 , -0.5006 , -0.2659 , -0.2381 , -0.5728 , -0.6334 , -0.3974 ,

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	-0.1796 , -0.3319 , -0.2650 , -0.1616 , -0.1914 , -0.5751 , -0.6142 , -0.5244 , -0.1662 , -0.4362 , -0.6997 , -0.4096 , -0.3021 , -0.4852 , -0.3078 , -0.5391 , -0.5718 , -0.3407 , -0.4352 , -0.3319 , -0.4215 , -0.2687 , -0.0187 , -0.0917 , -0.1383 , -0.0472	-0.2227 , -0.3068 , -0.2534 , -0.2914 , -0.2560 , -0.4097 , -0.4503 , -0.4130 , -0.2401 , -0.3520 , -0.4758 , -0.3678 , -0.5843 , -0.4898 , -0.2847 , -0.4239 , -0.4642 , -0.2918 , -0.3792 , -0.3068 , -0.3885 , -0.2960 , -0.3424 , -0.3372 , -0.3230 , -0.1424
14	-0.6990 , -1.0113 , -0.6958 , 0.0644 , -0.3021 , -0.4954 , -0.5945 , -0.0565 , 0.0264 , -0.5294 , -0.5294 , -0.5443 , -0.1519 , -0.3749 , -0.1151 , 0.0648 , -1.0946 , -0.6187 , -0.6554 , -0.3147 , -0.3811 , 0.1145 , 0.1036 , -0.4834 , -0.7042 , -0.0417 , -0.0198 , -0.2635 , -0.7210 , -0.3970 , -0.6459 , -0.1870 , -0.3624 , -0.2173 , 0.0054 , -0.2736 , -0.4829 , 0.1290 , -0.4305 , 0.2316 , 0.0350 , -0.1418 , -0.6283 , -0.3031 , -0.0655 , -0.1100 , -0.6168 , -0.0098 , 0.0147 , -0.8002 , -0.2960 , -0.4022 , 0.1997 , -0.3934 , -0.7364 , -0.7807 , -0.7191 , -0.5162 , -0.1059 , 0.2701 , 0.1655 , -0.2916 , -0.0717 , -0.1055 , -0.1082 , -0.1650 , -0.8279 , -0.3083 , -0.9968 , -0.7308 , -0.5201 , -0.1902 , -1.0476 , -0.0414 , -0.6269 , -1.4177 , -0.1099 , -0.9500 , -0.2225 , -0.3798 , 0.0195 , -0.3952 , -0.3534 , -0.4399 , -0.4024 , -0.4729 , -0.4443 , -0.5471 , -0.3460 , -0.4992 , -0.4418	-0.4542 , -0.4640 , -0.4435 , -0.1328 , -0.1993 , -0.4681 , -0.3397 , -0.3906 , -0.3231 , -0.4183 , -0.4183 , -0.3775 , -0.3263 , -0.3931 , -0.3210 , -0.2864 , -0.6472 , -0.4236 , -0.3695 , -0.3541 , -0.2918 , -0.2316 , -0.2561 , -0.3836 , -0.3913 , -0.2955 , -0.2754 , -0.3920 , -0.5777 , -0.3389 , -0.4627 , -0.3079 , -0.3380 , -0.3135 , -0.2317 , -0.3203 , -0.4490 , -0.2083 , -0.3758 , -0.1788 , -0.2543 , -0.2700 , -0.4395 , -0.4076 , -0.3371 , -0.2513 , -0.4749 , -0.3245 , -0.1918 , -0.5918 , -0.4285 , -0.2495 , -0.1432 , -0.1875 , -0.5256 , -0.5414 , -0.4687 , -0.4139 , -0.3811 , -0.0851 , -0.1129 , -0.2553 , -0.2240 , -0.3146 , -0.2616 , -0.3580 , -0.5059 , -0.3448 , -0.5986 , -0.4516 , -0.4846 , -0.3613 , -0.4717 , -0.2569 , -0.4579 , -0.4985 , -0.2435 , -0.5958 , -0.4218 , -0.4115 , -0.1884 , -0.3773 , -0.2426 , -0.3947 , -0.2673 , -0.4367 , -0.3463 , -0.4436 , -0.2345 , -0.5157 , -0.3781

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
15	-0.0854 , 0.1381 , 0.0902 , -0.0898 , 0.0592 , -0.1094 , 0.3464 , 0.2567 , 0.3031 , -0.6214 , -0.6143 , -0.6460 , -0.1845 , -0.3831 , -0.3831 , -0.3527 , -0.3239 , 0.0257 , -0.0320 , 0.1608 , 0.1284 , -0.0906 , -0.1522 , -0.1110 , -0.6774 , -0.6556 , -0.3079 , -0.1958 , 0.0868 , -0.1806 , 0.1104 , -0.4051 , -0.4255 , -0.3208 , -0.0936 , -0.1928 , -0.2146 , 0.0526 , 0.1409 , -0.7770 , -0.1744 , -0.4359 , -0.0745 , 0.1428 , 0.0801 , -0.3109 , 0.0260 , -0.1880 , 0.2331 , 0.0592 , -0.9379 , -0.5332 , 0.0766 , -0.4490 , 0.1911 , -0.4614 , 0.9740 , -0.1406 , 0.2258 , 0.0441 , -0.0812 , 0.1074 , -0.5948 , -0.0805 , -0.4381 , -0.3457 , -0.4141 , 0.4341 , -0.5187 , 0.7688 , 0.0096 , -0.0773 , 0.1409 , -0.2146 , -0.0457 , -0.0835 , 0.1507 , -0.1806 , -0.1662	-0.2229 , -0.1945 , -0.1726 , -0.1193 , -0.2098 , -0.1984 , -0.0459 , -0.1078 , -0.0085 , -0.4815 , -0.3791 , -0.3728 , -0.2898 , -0.3211 , -0.3211 , -0.3219 , -0.3381 , -0.1058 , -0.2455 , -0.1353 , -0.0897 , -0.2449 , -0.2321 , -0.2503 , -0.4221 , -0.3751 , -0.3552 , -0.2795 , -0.2250 , -0.1841 , -0.1978 , -0.2626 , -0.5060 , -0.2952 , -0.2032 , -0.3612 , -0.3124 , -0.1638 , -0.1185 , -0.4510 , -0.3096 , -0.2780 , -0.1905 , -0.1801 , -0.2165 , -0.2862 , -0.2026 , -0.2058 , -0.0655 , -0.1824 , -0.4286 , -0.3668 , -0.1148 , -0.3885 , -0.8770 , -0.3798 , -0.1795 , -0.2789 , -0.1247 , -0.1781 , -0.2996 , -0.1103 , -0.3133 , -0.2414 , -0.1863 , -0.3337 , -0.3602 , 0.0281 , -0.2561 , 0.6721 , -0.2358 , -0.2588 , -0.1185 , -0.3124 , -0.0455 , -0.0774 , 0.1329 , -0.1841 , -0.3401
16	-0.1691 , 0.3896 , 0.1016 , 0.3654 , 0.0624 , 0.0838 , 0.3881 , -0.2506 , -0.1208 , 0.4097 , 0.1329 , -0.1212 , 0.1970 , 0.1970 , -0.0083 , 0.0747 , 0.1249 , 0.4018 , -0.0785 , 0.0024 , -0.0931 , -0.4832 , -0.2934 , 0.1122 , -0.5070 , -0.3557 , 0.2533 , 0.0101 , -0.3557 , 0.1632 , -0.1659 , -0.2057 , -0.4901 , -0.0289 , -0.2207 , -0.1754 , -0.4764 , 0.1674 , 0.0771 , -0.1720 ,	-0.0841 , 0.0679 , -0.0579 , 0.0319 , -0.1122 , -0.1276 , 0.0583 , -0.2306 , -0.1309 , 0.0804 , -0.1120 , -0.1315 , -0.0793 , -0.0793 , -0.2237 , -0.0998 , -0.1300 , 0.0265 , -0.2538 , -0.1837 , -0.2105 , -0.2180 , -0.2655 , -0.1498 , -0.3567 , -0.2796 , -0.0619 , -0.2239 , -0.2796 , -0.0328 , -0.2207 , -0.1723 , -0.2996 , -0.2033 , -0.2281 , -0.1637 , -0.2524 , -0.0689 , -0.0502 , -0.1894 ,

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	-0.5334 , -0.3411 , 0.2972 , -0.0880 , 0.3310 , -0.7050 , 0.1589 , -0.2560 , -0.2329 , -0.1244 , 0.4030 , 0.4116 , 0.2517 , -0.1992 , 0.1097 , -0.5391 , 0.5718 , -0.2051 , 0.1346	-0.2356 , -0.1377 , 0.0013 , -0.0952 , 0.0326 , -0.1729 , -0.1597 , -0.2427 , -0.1815 , 0.0040 , 0.0298 , 0.1166 , -0.0619 , -0.0678 , 0.1503 , -0.1331 , -0.2246 , -0.1711 , -0.1542
17	-0.0620 , 0.4144 , 0.0087 , 0.5899 , 0.2218 , 0.2178 , 0.3468 , 0.4211 , 0.1319 , 0.2798 , 0.0378 , 0.2879 , 0.3894 , -0.4480 , -0.0120 , 0.5287 , 0.4872 , -0.4129 , 0.4304 , 0.3100 , 0.4327 , 0.3043 , 0.2686 , 0.2364 , 0.0940 , 0.3650 , 0.3260 , 0.4608 , 0.3496 , 0.0605 , 0.1811 , 0.2535 , -0.1258 , -0.3374 , 0.5309 , 0.0837 , 0.2668 , 0.3830 , 0.4971 , 0.3455 , 0.3465 , -0.6346 , -0.2686 , -0.3013	-0.1172 , 0.0871 , -0.1273 , 0.2276 , 0.0180 , 0.0109 , 0.1037 , 0.1196 , -0.0846 , 0.0962 , -0.0866 , 0.0548 , 0.0742 , -0.1301 , -0.1545 , 0.1559 , 0.1647 , -0.1863 , 0.1255 , 0.0590 , 0.0954 , 0.0841 , 0.0825 , -0.0114 , 0.0128 , 0.1020 , 0.1178 , 0.2063 , 0.0912 , -0.0896 , -0.0255 , -0.0091 , -0.0684 , -0.1896 , 0.1985 , -0.0155 , -0.0032 , 0.0122 , 0.0943 , 0.0419 , 0.0912 , -0.3711 , -0.1331 , -0.2246
18	0.3249 , 0.3118 , 0.2382 , 0.2171 , 0.3208 , -0.1713 , 0.2922 , 0.4422 , 0.2608 , 0.5485 , 0.5481 , 0.1049 , 0.5653 , 0.5437 , 0.1898 , 0.6367 , -0.5117 , 0.2480 , 0.0822 , 0.3918 , 0.5150 , 0.4809 , 0.1476 , 0.2745 , 0.2606 , 0.4390 , 0.0349 , 0.3018 , 0.0349 , 0.2450 , -0.3933 , 0.4450 , 0.1816 , 0.4606 , 0.4516 , 0.2703	0.1312 , 0.1198 , -0.0030 , -0.0031 , 0.0753 , -0.1588 , 0.0737 , 0.1375 , 0.0859 , 0.1911 , 0.2217 , 0.1133 , 0.2106 , 0.2668 , 0.0667 , 0.3165 , -0.2395 , 0.0871 , 0.0628 , 0.1587 , 0.5150 , 0.1934 , -0.0201 , 0.0538 , 0.0350 , 0.1947 , -0.0692 , 0.0365 , -0.0692 , 0.1223 , -0.0798 , 0.1810 , 0.0275 , 0.1987 , 0.1722 , 0.0921
19	0.2004 , 0.3585 , 0.5419 , 0.3627 , 0.1298 , 0.5732 , 0.3160 , 0.5297 , 0.4442 , 0.5132 , 0.4540 , 0.1600 , 0.3786 , 0.2960 , 0.3364 , 0.1598 , 0.5344 , 0.6299 , 0.3629 , -0.0816 , -0.1997 , 0.3067 , 0.4658 , 0.4969 ,	0.1102 , 0.1967 , 0.3075 , 0.1614 , 0.0074 , 0.3075 , 0.1788 , 0.2709 , 0.2420 , 0.2929 , 0.2047 , 0.1236 , 0.1339 , 0.1079 , 0.1701 , -0.0033 , 0.2748 , 0.3763 , 0.1609 , 0.1065 , -0.0077 , 0.1012 , 0.2442 , 0.1952 ,

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	0.5365 , 0.4263 , 0.5574 , 0.5167 , 0.5025 , 0.5955 , 0.5478 , 0.4844 , 0.4880	0.2284 , 0.1468 , 0.3150 , 0.3080 , 0.3000 , 0.3155 , 0.2678 , 0.3319 , 0.2660
20	0.5551 , 0.4297 , 0.6064 , 0.4028 , 0.1895 , 0.6387 , 0.7429 , 0.5130 , 0.1683 , 0.5560 , 0.4942 , 0.5393 , 0.5102 , 0.5291 , 0.5558 , 0.2209 , 0.4150 , 0.4788 , 0.5752 , 0.4545 , 0.5690 , 0.3788 , 0.5402 , 0.6371 , 0.6963	0.3586 , 0.3254 , 0.4388 , 0.2238 , 0.0466 , 0.3514 , 0.4384 , 0.2667 , 0.0672 , 0.2708 , 0.3037 , 0.3508 , 0.2808 , 0.3185 , 0.3017 , 0.2097 , 0.2056 , 0.3230 , 0.3854 , 0.3032 , 0.2837 , 0.1463 , 0.3107 , 0.4046 , 0.4714
21	0.5564 , 0.3995 , 0.6823 , 0.2394 , 0.6533 , 0.6533 , 0.3388 , 0.5976 , 0.6898 , 0.5718 , 0.6147 , 0.7592 , 0.5297 , 0.3546 , 0.6842 , 0.6313 , 0.5707 , 0.5827 , 0.7106	0.3429 , 0.2469 , 0.3717 , 0.1121 , 0.4420 , 0.4442 , 0.1794 , 0.3947 , 0.4283 , 0.3520 , 0.3979 , 0.4620 , 0.3529 , 0.1944 , 0.4376 , 0.5016 , 0.3967 , 0.3881 , 0.4449
22	0.8705 , 0.4689 , 0.7752 , 0.6907 , 0.8407 , 0.7822 , 0.7605 , 0.7689 , 0.6988 , 0.9695 , 0.8247 , 0.7013 , 0.5244 , 0.6142 , 0.3864 , 0.3234 , 0.4019 , 0.4456	0.6101 , 0.3705 , 0.5311 , 0.4966 , 0.5291 , 0.5571 , 0.5095 , 0.5272 , 0.5204 , 0.6488 , 0.2419 , 0.2811 , 0.6555 , 0.4950 , 0.4130 , 0.4503 0.2441 , 0.2546
23	0.9533 , 0.7833 , 0.8107 , 0.9005 , 0.6038 , 0.9118 , 0.8282 , 0.8609 , 0.6863 , 0.7224 , 0.8114 , 0.8191 , 0.8809 , 0.9977 , 0.7715 , 0.8755 , 0.9186 , 0.7515 , 0.7763 , 0.6549 , 0.9269 , 0.7775	0.6915 , 0.6131 , 0.6097 , 0.6968 , 0.4346 , 0.6746 , 0.5579 , 0.6198 , 0.5579 , 0.5770 , 0.5244 , 0.5629 , 0.6639 , 0.7905 , 0.5790 , 0.6427 , 0.6809 , 0.6498 , 0.6801 , 0.5523 , 0.6573 , 0.6105
24	0.7769 , 0.5992 , 0.8560 , 1.0569 , 1.0361 , 0.9542 , 0.9369 , 0.8686 , 0.9208 , 0.9226 , 0.9618 , 0.9648 , 0.7794 , 0.8213 , 0.7602	0.5439 , 0.5049 , 0.6118 , 0.8157 , 0.6736 , 0.7902 , 0.6880 , 0.7352 , 0.7164 , 0.7577 , 0.7351 , 0.7372 , 0.7958 , 0.6311 , 0.4954

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
25	0.8039 , 0.9868 , 1.1202 , 1.0337 , 1.0663 , 0.7574 , 0.9822 , 1.0264 , 1.0287 , 0.9598 , 0.9718 , 0.9754 , 0.9814 , 1.0546	0.6960 , 0.7679 , 0.9141 , 0.7883 , 0.9180 , 0.6891 , 0.7668 , 0.7688 , 0.7407 , 0.7806 , 0.8188 , 0.8021 , 0.8143 , 0.8279
26	1.1694 , 1.1129 , 1.1378 , 0.9867 , 1.0441 , 1.0932 , 1.1220 , 0.8492 , 0.9685 , 1.0819 , 1.1503 , 1.0740 , 0.9651 , 1.0889 , 1.0737 , 1.1242 , 1.0981 , 1.0963 , 0.9767 , 1.0705 , 1.0803	1.0996 , 0.9621 , 1.011 , 0.7937 , 0.8176 , 0.8837 , 0.9976 , 0.7277 , 0.7811 , 0.8342 , 0.8522 , 0.8560 , 0.6970 , 0.9741 , 0.9443 , 0.9424 , 0.8670 , 0.8491 , 0.8545 , 0.8158 , 0.9390
27	1.1166 , 1.206 , 1.1486 , 1.1281 , 1.1436 , 1.1235 , 1.1246 , 1.1735, 1.1802 , 1.1109	0.9126 , 1.0612 , 1.0406 , 1.0144 , 1.0061 , 1.0473 , 0.9795 , 1.0643 , 1.0671 , 0.9644
28	1.2736 , 1.3278 , 1.2376 , 1.2250 , 1.1271 , 1.3359 , 1.1439 , 1.2910 , 1.1318 , 1.2183 , 1.2145 , 1.2539 , 1.1534 , 1.2769 , 1.4422 , 1.3634 , 1.3596 , 1.3989	1.2345 , 1.2085 , 1.1615 , 0.5378 , 0.9951 , 1.1549 , 1.1390 , 0.9205 , 0.9523 , 1.1259 , 1.1193 , 1.1707 , 0.9319 , 1.0173 , 0.9144 , 1.1867 , 0.9847 , 1.0471
29	1.2823 , 1.3016 , 1.3058 , 1.3769 , 1.2492 , 1.4265 , 1.3290 , 1.2352 , 1.3645 , 1.4104 , 1.41049 , 1.3557 , 1.3531	1.3596 , 1.3142 , 1.3391 , 1.3766 , 1.2657 , 1.2657 , 1.2657 , 1.0963 , 1.1281 , 1.4193 , 1.1977 , 1.0934 , 1.2609
30	1.5543 , 1.4714 , 1.5165 , 1.5604 , 1.5685 , 1.5686 , 1.5652 , 1.5652 , 1.5653 , 1.4215 , 1.3907	1.3816 , 1.3299 , 1.3291 , 1.3797 , 1.3204 , 1.3648 , 1.1710 , 1.3636 , 1.3340 , 1.2786 , 1.2745
31	1.4460 , 1.4652 , 1.5211 , 1.4825 , 1.4825 , 1.4843 , 1.5263 , 1.5138 , 1.4766 , 1.7192	1.4664 , 1.2862 , 1.4095 , 1.4846 , 1.4846 , 1.5512 , 1.3748 , 1.5139 , 1.5862 , 1.4763
32	1.6004 , 1.5194 , 1.5251 , 1.5458 , 1.4939 , 1.4662 , 1.5662 , 1.4597 , 1.5123 , 1.7156	1.6370 , 1.5798 , 1.5798 , 1.5436 , 1.5212 , 1.4179 , 1.3812 , 1.6277 , 1.4143 , 1.4537

ตาราง 41 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
33	1.5780 , 1.5544 , 1.5084 , 1.5541 , 1.5861 , 1.5270 , 1.4623 , 1.5534 , 1.6476	1.6537 , 1.4431 , 1.6338 , 1.8066 , 1.6468 , 1.6429 , 1.6194 , 1.7110 , 1.3022
34	1.5446 , 1.6219 , 1.8159 , 1.5916 , 1.7482 , 1.6605 , 1.5494	1.7692 , 1.7481 , 1.5312 , 1.4778 , 1.7214 , 1.8880 , 1.9477
35	1.6455 , 1.6924 , 1.6252 , 1.5989 , 1.5699 , 1.6265 , 1.8475 , 1.5736	1.7890 , 1.8223 , 1.7118 , 1.8840 , 1.7096 , 1.5772 , 1.7473 , 1.9125
36	1.8799 , 1.6226 , 1.8499 , 1.7781 , 1.6914 , 1.8299	2.0293 , 1.9653 , 1.9463 , 1.9862 , 1.7311 , 2.2036
37	2.1634 , 1.8033 , 1.8442 , 1.8676, 1.9003 , 1.8997	2.0472 , 2.0179 , 2.1377 , 2.1228 , 2.0812 , 1.9755
38	1.7687 , 1.8848 , 2.0141 , 2.0766 , 2.0260 , 1.8735 , 2.1121	2.2015 , 2.1878 , 1.7893 , 2.2672 , 2.1528 , 2.1319 , 2.1075
39	2.001 , 1.9803 , 2.0562 , 2.0824, 2.0100	2.1863 , 2.4172 , 1.8754 , 2.4311 , 2.3545
40	2.0597 , 2.0163 , 2.0794 , 2.0554 , 2.0390	2.1419 , 2.4910 , 2.3454 , 2.3010 , 2.4396
41	2.2681 , 2.2288 , 2.2341 , 2.2522 , 2.2357 , 2.4301	2.4521 , 2.4490 , 2.6162 , 2.5775 , 2.5768 , 2.6131
42	2.1710 , 2.3500 , 2.2745 , 2.3863 , 2.1924 , 2.4103 , 2.2973	2.5950 , 2.4977 , 2.4948 , 2.4831 , 2.3083 , 2.6520 , 2.5852
43	2.3626 , 2.4776 , 2.4865 , 2.3664	2.7157 , 2.7670 , 2.8450 , 2.5625
44	2.4187 , 2.3700 , 2.5056 , 2.4351 , 2.4583 , 2.5264 , 2.4785	2.7462 , 3.0048 , 2.7374 , 2.9090 , 2.7848 , 2.8683 , 2.8512
45	2.5057 , 2.5885 , 2.5748 , 2.6129	3.0036 , 3.1732 , 3.1897 , 2.7848
46	2.7409 , 2.6457 , 2.7316 , 2.6588 , 2.7453	3.2403 , 3.2200 , 3.3131 , 3.2262 , 3.2059
47	2.7454 , 2.8273 , 2.8713	3.4207 , 3.4346 , 3.3381
48	2.9249	3.5395
49	3.2416	3.6812

ตาราง 42 ค่าความสามารถ (θ) ของนักเรียนชั้น ม.2 ในแต่ละคะแนนจากรูปแบบโลจิสติก
2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
4	-1.3712	-1.3792
5	-1.4456 , -1.0343 , -1.4844 , -1.0130 , -1.0614 , -1.0319 , -1.2846 , -1.3067	-1.3007 , -1.2838 , -1.4369 , -1.2978, -1.2809 , -1.4329 , -1.3338 , -1.3564
6	-1.1716 , -1.5497 , -1.5236 , -1.1858 , -1.3291 , -0.9976 , -0.8763 , -1.0154 , -1.0632 , -1.2060	-1.1618 , -1.4838 , -1.4683 , -1.1968, -1.3880 , -1.0725 , -1.2007 , -1.3243, -1.2533 , -1.3152
7	-0.9570 , -0.6167 , -1.4169 , -1.0757 , -0.8046 , -0.6574 , -1.0672 , -1.2266 , -1.3363 , -0.8766 , -1.3814 , -1.1872 , -1.0963 , -0.6644 , -0.9272 , -1.2715 , -1.3851 , -0.6909 , -0.7111 , -0.7662 , -0.7657	-0.8277 , -0.7316 , -1.0310 , -1.0567, -0.8662 , -1.0006 , -0.8965 , -0.9897, -1.2205 , -1.0691 , -0.9954 , -1.0830, -1.2498 , -1.0552 , -1.1917 , -0.9258, -0.9934 , -0.8861 , -0.7639 , -1.0616, -1.0935
8	-0.5777 , -0.9813 , -0.6976 , -0.8960 , -1.1067 , -0.4744 , -1.2202 , -1.4533 , -0.9152 , -0.6475 , -1.3562 , -1.3308 , -1.4395 , -1.0469 , -1.2866 , -1.3204 , -1.0465 , -0.7242 , -0.7466 , -1.3268 , -1.0987 , -0.8126 , -0.9395 , -0.7789 , -0.5612 , -0.8450 , -1.3641 , -1.3544 , -1.0503 , -0.5802 , -0.7536 , -0.5814 , -1.2164 , -0.8865	-0.6785 , -1.0439 , -1.0230 , -0.8424, -0.8136 , -0.8129 , -1.2811 , -0.9185, -1.1686 , -1.0049 , -0.7898 , 0.9159 -1.3051 , -1.0466 , -1.0370 , -0.7542, -0.9486 , -0.8367 , -0.9042 , -0.9481, -0.9988 , -0.8603 , -0.9490 , -0.8466, -1.0675 , -0.8517 , -0.9486 , -0.9486, 0.9486 , -1.0462 , -0.5670 , -0.7174, -0.7174 , -0.7718
9	-1.1347 , -1.2759 , -0.7722 , -0.4576 , -0.5446 , -1.8540 , -0.5110 , -0.1282 , -0.5527 , -0.3844 , -0.8644 , -0.6644 , -1.0268 , -1.3756 , -1.2856 , -0.7211 , -0.8603 , -1.2029 , -0.9624 , -1.0622 , -1.0091 , -1.3857 , -0.6435 , -0.8476 , -0.4765 , -0.7644 , -1.3879 , -1.2758 , -0.9028 , -1.1202 , -0.7432 , -0.9460 ,	-1.0383 , -0.8258 , -0.5047 , -0.6441, -0.4528 , -0.4011 , -0.7205 , -0.4270, -0.6543 , -0.5984 , -0.6965 , -0.9469, -0.7644 , -0.6970 , -1.0545 , -0.8736, -0.9347 , -0.8213 , -0.7319 , -0.8313, -0.9311 , -0.7342 , -0.7709 , -0.7984, -0.7015 , -0.9164 , -0.8725 , -0.8575, -0.6789 , -1.0209 , -0.6143 , -0.5153,

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ_3 พารามิเตอร์	θ_2 พารามิเตอร์
	-0.8534 , -0.5104 , -0.9157 , -0.8088 , -0.6806 , 0.0447 , -0.6398 , -0.9153 , -1.1662 , -1.4208 , -0.6084 , -1.2034 , -0.5821 , -1.4518 , -0.6469 , -0.8134 , -1.1384 , -1.4710 , -0.4263 , -0.6862 , -0.8455	-0.6768 , -0.5294 , -0.8261 , -0.7249, -0.6935 , -0.4182 , -0.7273 , -0.9531, -0.9090 , -0.9763 , -0.6610 , -0.7389, -0.6421 , -0.9079 , -0.5113 , -0.8460, -0.8008 , -1.1011 , -0.7790 , -0.7330, -0.7793
10	-1.1662 , -1.0186 , -1.0490 , -0.6729 , -0.5263 , -0.6390 , -0.4682 , -0.6390 , -0.8882 , -0.6258 , -0.6230 , -0.6376 , -0.4726 , -0.3951 , -0.6147 , -0.2136 , -0.2926 , -0.6018 , -0.2268 , -0.2316 , -0.5714 , -0.9509 , -0.5278 , -0.2065 , 0.0114 , -0.6522 , -0.8917 , -0.8246 , -0.9282 , -1.1390 , -0.6420 , -0.9202 , -1.0410 , -0.6757 , -0.8722 , -0.8462 , -0.8874 , -0.9995 , -0.3098 , -0.4490 , -0.2064 , 0.1604 , -0.5568 , -0.1350 , -0.4274 , -0.4677 , -0.6643 , -0.6486 , -0.5036 , -0.7976 , -1.2009 , -1.4407 , -0.7444 , -0.4881 , -0.4655 , -1.1307 , -0.8429 , -0.6388 , -1.3215	-0.9253 , -0.8484 , -0.5872 , -0.9584, -0.7208 , -0.7007 , -0.8353 , -0.7007, -0.6246 , -0.4720 , -0.4780 , -0.3530, -0.4120 , -0.3641 , -0.5439 , -0.4273, -0.4790 , -0.5042 , -0.4486 , -0.5209, -0.6230 , -0.4125 , -0.6349 , -0.5435, -0.4810 , -0.7206 , -0.7654 , -0.5132, -0.7317 , -0.5563 , -0.5830 , -0.9126, -0.7247 , -0.5016 , -0.8178 , -0.7514, -0.3956 , -0.8804 , -1.0555 , -0.3621, -0.3669 , -0.5665 , -0.2189 , -0.7667, -0.4675 , -0.5764 , -0.5880 , -0.7974, -0.5801 , -0.5576 , -0.6195 , -0.8159, -0.7142 , -0.6356 , -0.4592 , -0.7310 , -0.8391 , -0.6492 , -0.5507
11	-0.9592 , -0.1878 , -0.3981 , -0.2552 , -0.5829 , -0.4497 , -1.1843 , -0.0705 , 0.0471 , 0.0269 , -0.6661 , -0.4716 , -0.9294 , -0.3261 , -0.1317 , -0.9409 , 1.0653 , -1.0055 , -1.0885 , -1.0847 , -0.7339 , -0.4323 , -0.2805 , -0.8594 , -0.9906 , -0.5170 , -0.1395 , -0.1109 , -0.4989 , 0.0030 , -0.3166 , -0.5633 , -0.1696 , -0.5706 , -0.6594 , -1.2155 , -0.7090 , -1.3640 , -0.8720 , -0.8356 ,	-0.5516 , -0.5612 , -0.5036 , -0.4413, -0.5503 , -0.4420 , -0.6655 , -0.3828, -0.2177 , -0.2046 , -0.6187 , -0.5283, -0.6764 , -0.5251 , -0.6538 , -0.5251, -0.4977 , -0.5787 , -0.4844 , -0.5986, -0.4913 , -0.6632 , -0.5024 , -0.1304, -0.5684 , -0.3989 , -0.5743 , -0.6150, -0.1910 , -0.5155 , -0.3948 , -0.6125, -0.5602 , -0.7523 , -0.4672 , -0.3747, -0.5665 , -0.3958 , -0.2280 , -0.4470,

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	-0.8532 , -0.1878 , 0.0154 , -0.3705 , -0.1383 , 0.0008 , -0.1873 , -0.9237 , -0.4605 , -0.5103 , -1.0219 , -0.8421 , -0.7505 , -0.7525 , -0.9237 , -0.5673 , -0.8165 , -1.0191 , -0.5218 , -0.5971 , -0.3042 , -1.0896 , -0.0409 , -0.6897 , -0.2657 , -0.1253 , -0.5712	-0.3928 , -0.4418 , -0.4192 , -0.4665 , -0.3200 , -0.3984 , -0.6374 , -0.5443 , 0.4748 , -0.4522 , -0.7231 , -0.6863 , -0.3596 , -0.7460 , -0.8110 , -0.4059 , -0.4845 , -0.5494 , -0.5077 , -0.5716 , -0.3217 , -0.3902 , -0.4209 , -0.3160 , -0.3608 , -0.2646 , -0.5096
12	-0.3893 , -0.1673 , -0.5217 , -0.3738 , -0.2637 , -0.2688 , -0.1714 , -0.4347 , 0.2165 , 0.1570 , 0.0008 , -0.0631 , -0.0401 , -0.5135 , -0.7742 , -0.9224 , -0.8564 , -0.4816 , -0.2974 , -0.4452 , -0.2237 , -0.3564 , 0.0826 , 0.2311 , -0.7593 , -0.5829 , -0.3669 , 0.1859 , -0.8589 , -0.8772 , -0.3918 , 0.9784 , -1.0305 , -0.6068 , -0.8068 , -0.4594 , -0.8094 , -0.3152 , -0.9904 , -0.4802 , -0.7929 , -0.3469 , -0.9283 , -0.1409 , -0.2463 , -0.5662 , -0.6064 , -0.3171 , -0.8499 , -1.0260 , -0.2844 , -0.1693 , -1.1181 , -0.3326 , -0.3308 , -0.7963 , -0.9291 , -0.3269 , -0.1491 , -0.0323 , -0.3926 , -0.7437 , -0.4853 , -0.4006 , -0.8529 , -0.5265 , -1.3313 , -0.8648 , 1.1211 , -0.3826	-0.2429 , -0.3937 , -0.4054 , -0.3647 , -0.5177 , -0.2560 , -0.3514 , -0.4199 , -0.1472 , -0.1042 , -0.2494 , -0.1836 , -0.2039 , -0.4093 , -0.5859 , -0.6276 , -0.6678 , -0.5287 , -0.0980 , -0.3975 , -0.4092 , -0.4732 , -0.2720 , -0.1335 , -0.2793 , -0.2462 , -0.4869 , -0.4426 , -0.4067 , -0.7162 , -0.5317 , -0.4596 , -0.4025 , -0.6800 , -0.3910 , -0.4721 , -0.3930 , -0.2340 , -0.5659 , -0.5775 , -0.4626 , -0.3734 , -0.4728 , -0.4217 , -0.3845 , -0.5881 , -0.5934 , -0.4093 , -0.5004 , -0.4260 , -0.3939 , -0.1994 , -0.4275 , -0.4589 , -0.2530 , -0.4078 , -0.3077 , -0.4269 , -0.3259 , -0.3643 , -0.5217 , -0.1798 , -0.7142 , -0.2266 , -0.3613 , -0.4918 , -0.5827 , -0.3833 , -0.4673 , -0.3740
13	0.5210 , -0.5970 , -0.2432 , -0.0517 , -0.0546 , -0.0212 , -0.0176 , -0.6354 , -0.6198 , -0.4871 , -0.0478 , -0.2724 , -0.3472 , 0.1369 , -0.1968 , -0.0143 , -0.2003 , -0.1804 , -0.0682 , 0.0412 , 0.1946 , -0.4218 , -0.1366 , 0.0796 ,	0.1041 , -0.3254 , -0.5892 , -0.3260 , -0.3326 , -0.3507 , -0.1349 , -0.4539 , -0.1663 , -0.1635 , -0.1022 , -0.2209 , -0.3534 , -0.1894 , -0.1922 , -0.2101 , -0.2003 , -0.3788 , -0.3273 , -0.1919 , -0.0015 , -0.3099 , -0.2274 , -0.2574 ,

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	0.0796 , -0.1452 , -0.3166 , -1.0184 , -0.1291 , -0.0840 , -0.4772 , -0.4772 , -0.9741 , -0.8603 , -1.0907 , -0.5992 , -0.5398 , -0.7319 , -0.5805 , 0.1047 , -0.1272 , -0.0886 , -0.7274 , -0.4752 , -0.1519 , -0.1853 , -0.8301 , -0.0322 , -0.2791 , 0.2218 , -0.7511 , -0.2593 , -0.6999 , -0.1406 , -0.4983 , 0.1282 , -0.4299 , -0.4263 , -0.6116 , -0.4786 , -0.2073 , -0.1952 , -0.6267 , 0.0093 , 0.0458 , -0.5499 , -0.4254 , -0.3080 , -0.1235 , -0.5904 , 0.3105 , -0.0175 , 0.6541	-0.3261 , -0.1689 , -0.3369 , -0.3045, -0.3915 , -0.4381 , -0.4381 , -0.2758, -0.3168 , -0.2852 , -0.4275 , -0.2569, -0.3480 , -0.3096 , -0.1466 , -0.3699, -0.3027 , -0.4411 , -0.3060 , -0.3332, -0.4159 , -0.4624 , -0.3561 , -0.1939, -0.0462 , -0.4854 , -0.2729 , -0.3258, -0.2427 , -0.3988 , -0.1163 , -0.1570, -0.3433 , -0.4091 , -0.0735 , -0.2900, -0.3438 , -0.2917 , -0.0670 , -0.1321, -0.3977 , -0.4336 , -0.3796 , -0.2147, -0.2219 , -0.3572 , -0.1363 , -0.2030, 0.2506
14	-0.8289 , -0.4817 , 0.3340 , -0.1337 , -0.0190 , -0.0071 , -0.1372 , 0.4940 , 0.3024 , 0.0941 , -0.1878 , 0.3871 , 0.2289 , -0.0544 , 0.0507 , 0.0260 , 0.0507 , -0.1627 , 0.5139 , 0.0908 , 0.0498 , -0.3637 , 0.4821 , 0.4359 , -0.0489 , -0.7648 , -0.3304 , 0.2602 , 0.1462 , 0.2199 , -0.5933 , 0.0818 , 0.1342 , 0.0799 , 0.0896 , -0.2970 , -0.8692 , 0.2241 , 0.1958 , -0.3739 , -0.7900 , -0.2478 , -0.3540 , -0.4466, -0.4288 , -0.7413 , -0.5894 , 0.1641 , 0.0064 , -0.1470 , -0.4895 , -0.0919 , 0.2231 , -0.1977 , -0.0239 , -0.2733 , 0.1638 , 0.2178 , -0.5182 , 0.1177 , 0.2506 , -0.3940 , 0.0346 , 0.4673 , -0.0856 , 0.2687 , 0.1900 , -0.1145 ,	-0.3850 , -0.1203 , 0.0588 , -0.2705, -0.2232 , -0.2888 , -0.1767 , 0.1015, -0.1304 , -0.2017 , -0.2152 , 0.0643, 0.0104 , -0.1176 , -0.0325 , -0.1922, -0.0325 , -0.1150 , 0.1318 , -0.1712, -0.1057 , -0.1079 , 0.1836 , 0.0394 , -0.0914 , -0.1994 , -0.3986 , -0.0268, -0.1372 , -0.0290 , -0.0561 , -0.1714, -0.1245 , -0.1641 , -0.1299 , -0.3336, -0.2409 , -0.0518 , -0.0509 , -0.3134, -0.4704 , -0.2087 , -0.1270 , -0.1799, -0.3089 , -0.3465 , -0.3473 , -0.1083, -0.0049 , -0.3931 , -0.3290 , -0.2290, -0.0575 , -0.0733 , -0.2605 , -0.2764, -0.1726 , -0.0958 , -0.3960 , -0.2384, -0.1813 , -0.2667 , -0.2268 , 0.0785, -0.1950 , -0.0132 , 0.1360 , -0.1237,

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	0.2314 , 0.0167 , -0.0760 , -0.2237 , 0.0473 , -0.1185	-0.0580 , -0.0861 , -0.1583 , -0.3172, -0.1975 , -0.2359
15	-0.5381 , -0.1479 , 0.3121 , 0.3724 , 0.3724 , 0.4149 , 0.2070 , 0.2486 , 0.5216 , -0.0475 , -0.1079 , 0.4065 , 0.1987 , -0.4310 , 0.4650 , 0.1294, 0.2440 , 0.3766 , -0.4549 , 0.4638 , 0.2301 , 0.0031 , -0.2892 , 0.2729 , 0.3362 , -0.2051 , 0.2253 , -0.2661 , 0.1914 , 0.1530 , 0.4875 , -0.4828 , 0.1291 , 0.0379 , -0.4139 , 0.0859 , -0.0125 , -0.7885 , -0.1148 , 0.0055 , 0.0666 , 0.2626 , 0.2929 , -0.3660 , -0.1107 , 0.3635 , 0.3642 , 0.3029 , 0.3662 , 0.3642 , 0.1299 , 0.1743 , 0.3729 , 0.3964 , 0.0190 , 0.0886 , 0.1057 , 0.2102 , 0.4009 , 0.3891 , 0.3285 , 0.3709 , 0.3126 , 0.3751 , -0.1030 , -0.1448 , 0.4007 , 0.3589 , -0.0013 , -0.4584 , 0.4704 , 0.4796 , 0.5284 , 0.1817 , -0.0317 , 0.3747 , 0.3747	-0.2911 , -0.0791 , -0.0837 , 0.0700, 0.0700 , 0.1607 , -0.0497 , -0.0897, 0.2128 , -0.1117 , -0.0826 , 0.1268, 0.9150 , -0.0986 , 0.1324 , -0.0295, -0.0081 , 0.1079 , -0.3177 , 0.1257 , 0.1454 , 0.0304 , -0.2365 , -0.0061 , 0.1024 , -0.0001 , 0.0539 , -0.2543 , 0.0719 , -0.1018 , 0.0803 , -0.2581 , -0.0308 , -0.0802 , -0.3527 , -0.1833, -0.1479 , -0.1886 , -0.1239 , -0.1737, -0.1494 , 0.0805 , 0.1298 , -0.3513 , -0.1610 , 0.0376 , 0.0649 , -0.0375, 0.0435 , 0.0649 , -0.0887 , 0.0150 , 0.0417 , 0.0493 , -0.1473 , -0.1912 , 0.0246 , -0.2071 , 0.1306 , -0.1772 , -0.0764 , -0.2560 , -0.1853 , -0.0967, -0.2219 , -0.2426 , 0.2345 , 0.2943, -0.2192 , -0.3754 , 0.2474 , 0.2964 , 0.3764 , -0.1593 , -0.3356 , -0.0607 -0.0607
16	0.1011 , -0.0974 , 0.1572 , 0.6823 , 0.2363 , 0.4623 , 0.0486 , -0.1849 , 0.4921 , 0.0469 , 0.0644 , 0.4648 , 0.0295 , -0.1311 , -0.4823 , 0.5247 , 0.0362 , -0.1578 , 0.4840 , 0.5134 , -0.0979 , 0.1942 , -0.0512 , -0.3211 , 0.1706 , 0.7902 , -0.4234 , 0.6466 , -0.4407 , -0.0442 , 0.0764 , -0.3716 , 0.5809 , 0.1714 , 0.2183 , 0.7366 ,	0.2153 , 0.0875 , 0.0024 , 0.3072 , -0.0461 , 0.1393 , 0.1654 , 0.0905 , 0.2151 , -0.0465 , -0.0659 , 0.1668 , 0.0811 , 0.0329 , -0.1239 , 0.1895 , 0.0877 , -0.0437 , 0.0916 , 0.2396 , 0.0130 , 0.0323 , -0.0994 , -0.1686 , 0.0308 , 0.4393 , -0.0633 , 0.2962 , -0.2331 , -0.0192 , 0.0213 , -0.1393, 0.3098 , 0.0707 , 0.0881 , 0.3937 ,

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	0.3170 , -0.0870 , 0.4402 , 0.3639 , 0.4450 , 0.4927 , 0.5010 , 0.3918 , -0.2070 , 0.2577 , 0.3316 , 0.3560 , 0.1346 , 0.1830 , 0.2150 , 0.4172 , 0.5463 , -0.0387 , -0.0814 , 0.2328 , 0.0638 , 0.1526 , 0.1352 , 0.2933 , -0.2817 , -0.2834 , 0.4195 , 0.5321 , 0.1341 , 0.6875 , 0.5003 , 0.5103 , 0.3441 , 0.1772 , 0.1291 , 0.5477 , 0.4838 , 0.4369 , -0.0459 , 0.0988 , 0.3439 , 0.2095 , -0.4303 , 0.4774 , -0.1944 , 0.3367 , 0.2169 , 0.2972 , 0.3126 , 0.1144 , 0.2409 , 0.0773	0.1068 , -0.1244 , 0.1128 , 0.0684 , 0.1583 , 0.1443 , 0.0898 , 0.1446 , -0.1261 , 0.1870 , 0.2338 , 0.2396 , -0.1261 , 0.1607 , 0.1865 , 0.2997 , 0.3762 , -0.0105 , -0.0137 , 0.2217 , 0.0065 , 0.1220 , 0.0998 , 0.3607 , -0.1857 , -0.2137 , 0.3633 , 0.3538 , 0.0734 , 0.2818 , 0.2564 , 0.3253 , 0.1383 , 0.1335 , 0.0298 , 0.3762 , 0.2395 , 0.3426 , -0.1029 , -0.167 , 0.0156 , 0.0219 , -0.2638 , 0.1871 , -0.1168 , 0.2419 , 0.0534 , 0.1959 , 0.0369 , -0.1407 , 0.0219 , 0.1556
17	0.6639 , 0.6633 , 0.5315 , 0.3503 , 0.3107 , 0.6243 , 0.5458 , 0.5595 , -0.2463 , -0.2790 , 0.2928 , 0.2598 , 0.5769 , -0.3454 , 0.1822 , 0.3371 , 0.5328 , 0.7361 , 0.1300 , 0.3927 , 0.5361 , 0.0478 , 0.8637 , 0.5251 , 0.2036 , 0.5851 , 0.5450 , 0.4846 , 0.5019 , 0.2359 , 0.3057 , 0.7589 , 0.6338 , 0.6496 , 0.6007 , 0.4271 , 0.8420 , 0.4411 , 0.2715 , 0.5328 0.2227 , 0.8046 , 0.3473 , 0.3873 , 0.9277 , 0.8793 , 0.2464 , 0.4486 , 0.5777 , 0.6010 , 0.6437 , 0.2642 , 0.7690 , -0.1344 , 0.3457 , 0.3881 , 0.5302 , -0.1027 , 0.3748 , 0.5620 , 0.5520	0.2849 , 0.3157 , 0.1891 , 0.0734 , 0.0606 , 0.3277 , 0.2806 , 0.3395 , -0.1580 , -0.1195 , 0.0549 , 0.0184 , 0.1938 , -0.0818 , 0.0927 , 0.1292 , 0.2043 , 0.4146 , 0.1451 , 0.1462 , 0.2055 , 0.0190 , 0.3591 , 0.2175 , 0.0122 , 0.2157 , 0.1805 , 0.2234 , 0.4709 , 0.0257 , 0.0096 , 0.3888 , 0.3138 , 0.2826 , 0.2513 , 0.0644 , 0.4680 , 0.0719 , -0.0407 , 0.2043 , 0.1524 , 0.5048 , 0.5369 , 0.4312 , 0.6163 , 0.5834 , 0.2654 , 0.4344 , 0.4487 , 0.4064 , 0.4278 , 0.2480 , 0.4303 , 0.4009 , 0.6779 , 0.2019 , 0.5665 , 0.4154 , 0.3893 , 0.5217 , 0.3839

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
18	0.5872 , 0.5471 , 0.5471 , 0.4867 , 0.8108 , 0.5349 , 0.5040 , 0.9050 , 1.0055 , 0.2380 , 0.7704 , 0.3078 , 0.7610 , 0.6359 , 0.6517 , 0.6028 , 0.4292 , 0.8441 , 0.4432 , 0.2736 , 0.3128 , 0.5479 , 0.5616 , -0.2442 , -0.2769 , 0.2949 , 0.2619 , 0.5790 , 0.6618 , 0.5336 , 0.3524 , 0.6654 , 0.3475 , 0.1843 , 0.3392 , 0.5349 , 0.7382 , 0.1320 , 0.3948 , 0.5382	0.2849 , 0.2497 , 0.2497 , 0.2926 , 0.5401 , 0.2735 , 0.2796 , 0.6581 , 0.6788 , 0.0949 , 0.4433 , 0.0596 , 0.4580 , 0.3830 , 0.3518 , 0.3205 , 0.1336 , 0.5372 , 0.1411 , 0.0285 , 0.1298 , 0.3969 , 0.3498 , -0.0888 , -0.0503 , 0.1241 , 0.0876 , 0.2630 , 0.3541 , 0.3849 , 0.1426 , 0.3849 , 0.1510 , 0.1619 , 0.1984 , 0.2735 , 0.4838 , 0.2143 , 0.2154 , 0.2747
19	0.8792 , 0.6493 , 0.4348 , 0.9141 , 1.2035 , 0.9179 , 0.7593 , 0.7292 , 0.4694 , 1.2035 , 0.7944 , 0.4426 , 0.2396 , 0.4797 , 0.8101 , 0.8051 , -0.1514 , 0.6166 , 0.7849 , 0.5901 , 0.8224 , 0.8566 , 0.8542 , 0.7816 , 1.0292 , 1.0081 , 0.2510 , 0.4732 , 0.6877 , 0.6829 , 1.2313 , 0.6129 , 0.7431 , 0.8109 , 0.3496 , 0.9411 , 0.6915	0.6174 , 0.3951 , 0.2909 , 0.6245 , 0.8945 , 0.6763 , 0.4861 , 0.4662 , 0.5279 , 0.8945 , 0.4681 , 0.2933 , 0.1321 , 0.2985 , 0.5377 , 0.5216 0.0905 , 0.3621 , 0.5170 , 0.4407 , 0.5974 , 0.6038 , 0.5666 , 0.5175 , 0.7942 , 0.7180 , 0.2247 , 0.3291 , 0.4770 , 0.4271 , 0.8767 , 0.3327 , 0.5132 , 0.5357 , 0.2504 , 0.6749 , 0.4083
20	0.7973 , 1.0449 , 1.0238 , 0.2667 , 0.4889 , 0.7034 , 0.6986 , 0.6986 , 0.6986 , 0.6986 , 1.2470 , 0.6286 , 0.7588 , 0.8266 , 0.3653 , 0.9568 , 0.7072 , 0.6178 , 0.0981 , 1.1125 , 0.9964 , 0.4985 , 0.8093	0.5438 , 0.8205 , 0.7443 , 0.2510 , 0.3554 , 0.5033 , 0.4534 , 0.4534 , 0.4534 , 0.4534 , 0.9819 , 0.3590 , 0.5658 , 0.6409 , 0.2767 , 0.7273 , 0.4346 , 0.4164 , 0.1954 , 0.7969 , 0.6888 , 0.3524 , 0.5651
21	0.8248 , 1.1999 , 0.9930 , 1.2787 , 0.9580 , 0.9911 , 1.0716 , -0.7114 , 0.3722 , 0.7884 , 0.8592 , 0.5164 , 0.7309 , 0.7261 , 1.2745 , 0.6561 , 0.7863 , 0.8541 , 0.3928 , 0.9843 ,	0.6426 , 0.9791 , 0.7703 , 1.068 , 0.7678 , 0.7827 , 0.8488 , -0.4620 , 0.3292 , 0.5737 , 0.6830 , 0.4542 , 0.6021 , 0.5522 , 1.0807 , 0.4578 , 0.6646 , 0.7397 , 0.3755 , 0.8261 ,

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	0.7347 , 0.6453	0.5334 , 0.5153
22	1.0910 , 1.2091 , 0.3143 , 1.2572 , 0.7406 , 1.2848 , 0.9810 , 1.1078 , 1.19570 , 0.7687 , 0.8825 , 1.1501 , 1.2405 , 1.0118 , 1.2218 , 1.1884 , 0.8867 , 0.8087 , 0.8506 , 1.2375 , 1.1967	0.8925 , 0.9266 , 1.1580 , 1.0436 , 0.5171 , 1.1022 , 0.7886 , 0.7858 , 0.8712 , 0.5648 , 0.6148 , 0.8640 , 0.9643 , 0.7562 , 0.9321 , 0.8663 , 0.6917 , 0.6020 , 0.6030 , 0.9508 , 0.8523
23	1.1021 , 0.8617 , 1.3337 , 1.2486 , 1.2078 , 1.2990 , 1.2204 , 0.8563 , 1.2269 , 0.9376 , 0.8181 , 0.8534 , 1.2786 , 1.1861 , 1.2514 , 1.0514 , 1.0212 , 1.2312	0.9796 , 0.6901 , 1.2394 , 1.0379 , 0.9394 , 1.1693 , 0.9808 , 0.6658 , 0.8508 , 0.6927 , 0.6137 , 0.6766 , 1.1009 , 0.9159 , 1.0124 , 0.8746 , 0.7679 , 0.9438
24	1.2927 , 0.8469 , 0.9497 , 1.2699 , 1.3177 , 1.3376 , 1.3145 , 0.9119 , 1.3366 , 1.3078 , 1.3555 , 1.2990 , 1.2814 , 1.2111 , 1.2945	1.1109 , 0.7342 , 0.9744 , 1.0358 , 1.1692 , 1.3168 , 1.2472 , 0.7543 , 1.1255 , 1.1442 , 1.1466 , 1.2045 , 1.0845 , 0.9699 , 1.0346
25	1.2440 , 1.3200 , 1.0241 , 1.2248 , 1.1134 , 1.2322 , 1.1506 , 0.7256 , 1.3581 , 1.0671 , 1.2647 , 0.9189 , 1.1907 , 1.1491 , 1.1183	1.0537 , 1.1356 , 0.8067 , 1.0597 , 0.8535 , 1.0471 , 0.9977 , 0.5957 , 1.3140 , 0.8954 , 0.8603 , 0.9562 , 0.7564 , 1.1711 , 1.0606
26	1.4076 , 1.5286 , 1.3550 , 1.4873 , 1.4887 , 0.9342 , 1.2838 , 1.5014 , 1.3032 , 1.3240 , 1.3791 , 1.3221 , 1.2905 , 1.1895	1.4231 , 1.5430 , 1.3096 , 1.6493 , 1.3654 , 0.8098 , 1.1359 , 1.5565 , 1.0623 , 1.1796 , 0.9134 , 1.1935 , 1.0263 , 1.1386
27	1.2475 , 1.0597 , 1.0597 , 1.5837 , 1.5487 , 1.5923 , 1.6251 , 1.4109 , 1.4683 , 1.4748 , 1.5146 , 1.5919 , 1.2751	1.1160 , 0.9596 , 0.9596 , 1.5479 , 1.6293 , 1.6849 , 1.5412 , 1.4703 , 1.3657 , 1.1858 , 1.3073 , 1.5236 , 1.2581
28	1.4309 , 1.5179 , 1.4183 , 1.6385 , 1.5758 , 1.7013 , 1.0623 , 1.6453 , 1.4790 , 1.6439 , 1.3317 , 1.5004	1.4497 , 1.4926 , 1.4480 , 1.7039 , 1.7326 , 1.7874 , 0.8759 , 1.5386 , 1.4972 , 1.5514 , 1.2339 , 1.4973

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 3 พารามิเตอร์
29	1.6770 , 1.7080 , 1.6433 , 1.6555 , 1.2856 , 1.4475 , 1.5701 , 1.6525 , 1.2071 , 1.2824 , 1.2307	1.8131 , 1.7811 , 1.6343 , 1.5949 , 1.1646 , 1.5903 , 1.5749 , 1.9104 , 1.4935 , 1.6054 , 1.4111
30	1.6172 , 1.7209 , 1.7029 , 1.4028 , 1.7635 , 1.7720 , 1.7326 , 1.7750 , 1.7462 , 1.7253 , 1.7707 , 1.3947	1.5181 , 1.6546 , 1.7674 , 1.5312 , 1.810 , 1.8536 , 1.6641 , 1.7429 , 1.7913 , 1.7107 , 1.8542 , 1.4037
31	1.7891 , 1.7802 , 1.7658 , 1.7690 , 1.6374 , 1.7437 , 1.2827 , 1.4744 , 1.3062 , 1.2030 , 1.0935 , 0.9638	1.9978 , 1.9896 , 1.8182 , 1.7216 , 1.7391 , 1.7977 , 1.6591 , 1.7763 , 1.7938 , 1.4196 , 1.7306 , 1.3761
32	1.6357 , 1.8826 , 1.4617 , 1.4622 , 1.6452 , 1.8130 , 1.7178 , 1.8215 , 1.7643 , 1.7738 , 1.7982 , 1.6263	1.6326 , 1.9995 , 1.5220 , 1.5916 , 1.5478 , 2.0997 , 1.7552 , 2.0833 , 2.0873 , 1.9385 , 1.9549 , 1.800
33	1.7767 , 1.7164 , 1.7356 , 1.9253 , 1.9379 , 1.7964 , 1.8341 , 1.7872 , 1.8250 , 1.8858 , 1.2936 , 1.7425 , 1.7772	2.0089 , 1.8950 , 1.8353 , 2.0483 , 2.1902 , 1.9640 , 2.0188 , 1.9251 , 1.9762 , 1.9804 , 1.3306 , 1.9344 , 1.9928
34	1.7297 , 1.9681 , 1.7125 , 1.6319 , 1.4611 , 1.7411 , 1.7807 , 1.8386	1.8410 , 2.3096 , 1.9242 , 1.5370 , 1.7553 , 1.6983 , 1.8135 , 2.1675
35	1.7667 , 1.9080 , 1.9225 , 2.1687 , 2.0966 , 1.9816 , 1.9036	1.9603 , 1.9746 , 2.1861 , 2.1466 , 2.3653 , 2.3257 , 2.1711
36	1.9036 , 2.0984 , 2.0860 , 1.8045 , 1.9255 , 1.7519 , 1.8842	2.0660 , 2.4673 , 2.4322 , 1.9710 , 2.0909 , 1.8575 , 2.1922
37	2.0082 , 1.9569 , 2.2006 , 2.3466 , 2.1985 , 2.0541	2.5038 , 2.2962 , 2.7810 , 2.5761 , 2.6828 , 2.7148
38	2.2450 , 2.2289 , 2.2253 , 2.3557 , 2.1954 , 1.8050 , 2.1188 , 2.2201	2.6037 , 2.8584 , 2.7768 , 2.4614 , 2.7189 , 2.1296 , 2.4722 , 2.6856
39	2.2920 , 2.1965 , 2.3978	2.6621 , 2.8780 , 2.7027
40	2.2243	2.8316
41	2.3769 , 2.4284 , 2.7322 , 2.7322	3.1387 , 3.2017 , 3.0465 , 3.0465
42	2.3975 , 2.5163 , 2.5777 , 2.4212 , 2.4843 , 2.7780 , 2.6507 , 2.2773	3.1236 , 3.1580 , 3.1187 , 3.1045 , 3.1179 , 3.1641 , 3.170 , 3.1822

ตาราง 42 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
43	2.7150 , 2.6325 , 2.8111 , 2.9088	3.0878 , 3.6224 , 3.5576 , 3.3032
44	2.8224 , 2.8631	3.5626 , 3.4651
45	3.0049	3.6954
46	3.1120 , 3.1773 , 3.3262	3.8196 , 3.7337 , 3.8088
47	3.3126	3.8727
48	3.6492	4.0336
49	3.8248	4.0757

ตาราง 43 ค่าความสามารถ (θ) จากรูปแบบโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์
ของนักเรียนชั้น ม.3 ในแต่ละคะแนน

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
5	-1.1839 , -1.0843 , -1.1262 , -0.9619	-1.1198 , -1.3651 , -1.0511 , -1.1701
6	-1.1411 , -1.0218 , -1.0569 , -1.0757 , -1.1367 , -0.9539 , -0.9833 , -0.9443 , -0.8754 , -0.9850 , -0.9935 , -1.0630 , -1.0285 , -0.8749	-1.0492 , -0.8848 , -0.9495 , -0.9365, -0.9430 , -0.9628 , -1.1689 , -1.970 , -1.1285 , -1.1314 , -0.9869 , -1.0863, -1.1130 , -1.1102
7	-1.1718 , -0.8954 , -0.9415 , -1.0327 , -0.8536 , -0.8770 , -0.9543 , -1.0362 , -1.1304 , -0.9088 , -0.9996 , -0.9731 , -1.0894 , -1.0438 , -1.1454 , -0.9820 , -0.9578 , -0.8333 , -1.0115 , -0.9475 , -1.0150 , -1.0618 , -1.0322 , -1.0114	-0.9315 , -0.7701 , -0.8016 , -1.0327, -0.8178 , -0.8671 , -0.8829 , -1.0618, -1.0201 , -0.9827 , -0.8180 , -0.7746, -0.9013 , -1.0163 , -0.9722 , -1.0230, -0.8374 , -0.8468 , -0.9218 , -0.9505, -0.9592 , -0.9885 , -1.0565 , -1.0098
8	-0.8288 , -0.7852 , -0.6417 , -0.9537 , -1.0552 , -0.6939 , -0.8071 , -0.7968 , -0.9654 , -1.0215 , -0.8926 , -0.6162 , -1.0160 , -0.8582 , -0.9189 , -0.9940 , -1.0567 , -0.9125 , -0.7134 , -0.9645 , -0.6568 , -0.7972 , -1.0230 , -0.6819 , -1.1041 , -1.0197 , -0.8325 , -0.7082 , -0.6863 , -0.9064 , -0.7386 , -0.8172 , -0.6366 , -1.0631 , -0.4659 , -0.9928 , -0.9576	-0.6079 , -0.7733 , -0.6416 , -0.8142, -0.9454 , -0.8264 , -0.8572 , -0.8009, -0.7525 , -0.8958 , -0.8682 , -0.7748, -0.7755 , -0.8337 , -0.9189 , -0.9290, -0.6117 , -0.8271 , -0.7807 , -0.7501, -0.7768 , -0.6126 , -0.8614 , -0.8248, -1.0300 , -0.8852 , -0.8394 , -0.6803, -0.7981 , -0.8917 , -0.7937 , -0.8273, -0.6672 , -0.8505 , -0.6610 , -0.9013, -0.7875
9	-0.7348 , -0.9697 , -1.0356 , -0.7146 , -0.8058 , -0.9223 , -0.9581 , -0.8865 , -0.8045 , -0.8983 , -0.8649 , -0.6319 , -0.6038 , -0.7577 , -0.8583 , -0.6197 , -0.6230 , -0.9782 , -0.7546 , -0.9002 , -0.5583 , -0.9244 , -0.9270 , -0.7798 , -1.0070 , -0.5587 , -0.5088 , -0.8982 , -0.6451 , -0.6108 , -0.4751 , -0.6179 , -1.0360 , -1.0072 , -0.6512 , -0.5446 ,	-0.5429 , -0.7537 , -0.7378 , -0.7358, -0.9116 , -0.7835 , -0.6336 , -0.5630, -0.6996 , -0.5031 , -0.9133 , -0.6962, -0.6983 , -0.6941 , -0.8371 , -0.7253, -0.6278 , -0.6019 , -0.7738 , -0.7394, -0.8108 , -0.7019 , -0.5288 , -0.9120, -0.7031 , -0.5146 , -0.7917 , -0.6003, -0.6718 , -0.6737 , -0.7109 , -0.7479, -0.7011 , -0.6054 , -0.6903 , -0.7328,

ตาราง 43 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	-0.9731 , -0.9481 , -0.7912 , -0.9977 , -1.0479 , -1.0193 , -0.9128 , -0.8285	-0.7091 , -0.5530 , -0.5446 , -0.7657 , -0.6416 , -0.7522 , -0.6998 , -0.7535
10	-0.8571 , -0.7459 , -0.4437 , -0.3953 , -0.9853 , -0.6538 , -0.8989 , -0.8719 , -0.3167 , -0.5369 , -0.4529 , -0.6026 , -0.9593 , -0.6939 , -0.8178 , -0.8486 , -1.0565 , -0.8112 , -0.8261 , -0.5978 , -0.7855 , -0.9639 , -0.8324 , -0.5948 , -0.7841 , -0.8668 , -0.8461 , -0.6197 , -0.4890 , -0.6395 , -0.7700 , -0.8551 , -0.2601 , -0.6005 , 0.1460 , -0.7928 , -0.0762 , -0.3024 , -0.0250 , -0.9173 , -0.7172 , -0.2398 , -0.8212 , -0.9900 , -0.5824 , -0.9202 , -0.7199 , -0.5004 , -0.9122 , -1.0323 , -1.0045 , -0.9874 , -0.9359 , -0.8884 , -0.5025	-0.5379 , -0.4551 , -0.6177 , -0.4327 , -0.6580 , -0.4962 , -0.5007 , -0.5086 , -0.6477 , -0.1509 , -0.5566 , -0.5384 , -0.7039 , -0.4760 , -0.6630 , -0.6830 , -0.8322 , -0.6202 , -0.5790 , -0.5322 , -0.6123 , -0.5962 , -0.8161 , -0.5939 , -0.5920 , -0.8591 , -0.6094 , -0.5572 , -0.6226 , -0.6710 , -0.5701 , -0.5746 , -0.5195 , -0.5459 , -0.3367 , -0.7203 , -0.3986 , -0.5475 , -0.3867 , -0.5642 , -0.6774 , -0.5219 , -0.6546 , -0.7190 , -0.5636 , -0.6675 , -0.4745 , -0.5244 , -0.5443 , -0.9241 , -0.8107 , -0.8040 , -0.6778 , -0.7412 , -0.5580
11	-0.9228 , -0.3183 , -1.0129 , -0.8827 , -0.2246 , -0.1653 , -0.7542 , -0.9235 , -0.6775 , -0.7378 , -0.6742 , -0.5778 , -0.6096 , -0.4536 , -0.9730 , -0.9795 , -0.7578 , -0.3186 , -0.2410 , -0.4855 , -0.8901 , -0.8174 , -0.6677 , -0.9678 , -0.9777 , -0.3969 , -0.3410 , -0.6906 , -0.9959 , -1.0963 , -0.6743 , -0.8557 , -0.5753 , -0.3869 , -0.6338 , -0.9700 , -0.7205 , -0.2389 , -0.3675 , -0.6994 , -0.7181 , -0.8691 , -0.9382 , -0.8950 , -0.3470 , -0.5636 , -0.8376 , -0.1335 , -0.2396 , -0.6650 , -0.5450 , 0.3338 , -0.4978 , -0.3794 , -0.5261 , -0.8037	-0.6738 , -0.5251 , -0.7149 , -0.5101 , -0.3555 , -0.3071 , -0.5237 , -0.5852 , -0.5159 , -0.5082 , -0.4722 , -0.3383 , -0.5211 , -0.4187 , -0.3950 , -0.4862 , -0.4913 , -0.4115 , -0.3644 , -0.4106 , -0.6327 , -0.6510 , -0.4465 , -0.5426 , -0.4712 , -0.4821 , -0.3836 , -0.4215 , -0.5206 , -0.8913 , -0.5548 , -0.6353 , -0.6299 , -0.5077 , -0.4685 , -0.5837 , -0.4957 , -0.3830 , -0.2867 , -0.6045 , -0.3745 , -0.5637 , -0.5272 , -0.5473 , -0.3554 , -0.5256 , -0.4772 , -0.3899 , -0.4516 , -0.4988 , -0.4791 , -0.2403 , -0.5841 , -0.3497 , -0.5102 , -0.6078

ตาราง 43 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
12	-0.1881 , -0.2995 , -0.5892 , -0.4187 , -0.4808 , -0.7726 , -0.2654 , -0.3261 , -0.4605 , -0.2184 , -0.3757 , -0.7301 , -0.1418 , -0.4759 , -0.9227 , -0.5884 , -0.9389 , 0.0180 , -0.4839 , -0.8504 , -0.7984 , -0.8841 , -0.8824 , -0.9277 , -0.6556 , -0.5988 , -0.7675 , -0.2228 , -0.2360 , -0.0718 , -0.7014 , -0.3446 , -0.4275 , -0.5023 , 0.3315 , -0.0541 , 0.1443 , -0.7427 , -0.1892 , -0.8165 , -0.4181 , -0.8897 , -0.2820 , -0.8182 , -0.2006 , -0.1324 , -0.2815 , -0.4844 , -0.8135 , -0.8154 , -0.8011 , -0.7322 , -0.8157 , -0.8160 , -0.8070 , -0.6521 , -0.2016	-0.3107 , -0.3928 , -0.3984 , -0.3517 , -0.5458 , -0.3849 , -0.3130 , -0.4504 , -0.4945 , -0.4131 , -0.2767 , -0.4485 , -0.4381 , -0.4269 , -0.4573 , -0.4260 , -0.5452 , -0.3072 , -0.3799 , -0.4270 , -0.5658 , -0.6308 , -0.3965 , -0.6550 , -0.5017 , -0.5287 , -0.4542 , -0.3714 , -0.3044 , -0.2859 , -0.4089 , -0.3235 , -0.2675 , -0.5023 , -0.1558 , -0.2373 , -0.3834 , -0.4796 , -0.3327 , -0.2871 , -0.3856 , -0.4293 , -0.3470 , -0.6329 , -0.3084 , -0.3940 , -0.4460 , -0.3875 , -0.7196 , -0.4142 , -0.4540 , -0.4690 , -0.5527 , -0.5779 , -0.5390 , -0.4619 , -0.3785
13	-0.5460 , -0.4007 , -0.5932 , -0.5208 , -0.3609 , -0.2563 , 0.0534 , -0.6280 , -0.5829 , -0.1666 , -0.3795 , -0.3613 , -0.6430 , -0.2169 , -0.3146 , -0.3887 , -0.1928 , -0.4377 , 0.0838 , 0.0619 , -0.3004 , -0.2065 , -0.1838 , -0.2502 , -0.5079 , -0.2366 , -0.4398 , -0.6577 , -0.7540 , 0.1237 , -0.4535 , 0.0111 , -0.5169 , -0.5923 , -0.2633 , -0.7248 , -0.5362 , -0.5429 , 0.0485 , 0.2618 , -0.2904 , -0.3736 , -0.2162 , 0.0956 , 0.0479 , -0.2365 , -0.3001 , -0.4606 , -0.3025 , -0.2444 , -0.2017 , -0.2730 , -0.8239 , -0.3225 , 0.0553	-0.4147 , -0.2633 , -0.3193 , -0.3630 , -0.2625 , -0.2746 , -0.3970 , -0.3404 , -0.3488 , -0.2022 , -0.4990 , -0.2705 , -0.4667 , -0.2460 , -0.3395 , -0.3921 , -0.2359 , -0.3664 , -0.1942 , -0.3028 , -0.4261 , -0.2695 , -0.2863 , -0.4027 , -0.4517 , 0.3159 , -0.4797 , -0.4649 , -0.4344 , -0.2101 , -0.5382 , -0.2319 , -0.4669 , -0.2706 , -0.3042 , -0.2736 , -0.3594 , -0.3315 , -0.1937 , -0.2105 , -0.3371 , -0.3006 , -0.3395 , -0.2908 , -0.3792 , -0.4066 , -0.2493 , -0.3520 , -0.3297 , -0.2644 , -0.1968 , -0.2115 , -0.5228 , -0.4480 , -0.2066

ตาราง 43 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
14	-2.4900 , -0.4896 , 0.1546 , -0.1794 , -0.4157 , 0.1465 , -0.7417 , 0.3081 , -0.2555 , -0.2028 , 0.2019 , -0.1956 , -0.4577 , -0.1801 , -0.5808 , -0.2495 , -0.4291 , -0.6559 , -0.1973 , -0.7217 , -0.5513 , -0.6320 , -0.0281 , -0.1155 , -0.7241 , -0.3540 , 0.0011 , -0.995 , -0.4717 , -0.3518 , -0.0975 , -0.1734 , 0.1810 , 0.5480 , -0.3266 , 0.6087 , -0.0280 , -0.7006 , -0.2468 , -0.1517 , -0.0526 , 0.2299 , 0.1726 , -0.1978 , -0.6247 , -0.6349 , -0.0131 , 0.2404 , -0.3508 , 0.1331 , 0.1102 , -0.5573 , -0.6457 , -0.6485	-0.2251 , -0.2781 , -0.1602 , -0.3272 , -0.1250 , -0.2302 , -0.3093 , -0.1295 , -0.3270 , -0.2231 , -0.2194 , -0.3506 , -0.4067 , -0.2832 , -0.1617 , -0.5005 , -0.4656 , -0.3872 , -0.2713 , -0.3691 , -0.3399 , -0.3208 , -0.1809 , -0.1996 , -0.3436 , -0.2713 , -0.1725 , -0.1823 , -0.4328 , -0.3608 , -0.2079 , -0.2477 , -0.1631 , 0.3009 , -0.2453 , -0.0127 , -0.2340 , -0.4022 , -0.2537 , -0.2911 , -0.2132 , -0.1949 , -0.2210 , -0.3385 , -0.2657 , -0.2574 , -0.2551 , -0.1441 , -0.3678 , -0.2212 , -0.2024 , -0.3891 , -0.2578 , -0.2404
15	0.5049 , -0.3484 , -0.0266 , 0.4831 , -0.1161 , 0.0077 , -0.3782 , 0.4465 , 0.1585 , -0.2585 , -0.2939 , -0.0328 , 0.1939 , 0.0626 , 0.3641 , 0.0735 , 0.5578 , -0.1578 , 0.4113 , -0.1690 , 0.1378 , 0.0468 , 0.0097 , 0.2395 , 0.01780 , 0.2268 , 0.5320 , -0.3576 , 0.0951 , -0.0621 , 0.1841 , 0.1379 , 0.2402 , 0.0093 , -0.2453 , -0.3681 , -0.0167 , -0.0668 , 0.4043 , 0.2150 , 0.4834 , 0.5627 , 0.0294 , -0.0536 , -0.3643 , -0.3191 , -0.2920 , -0.2938 , -0.2388 , 0.0601 , -0.2201 , 0.0264 , 0.0264 , 0.0264 , 0.0711 , 0.0336	-0.0787 , -0.2565 , -0.0120 , -0.0023 , -0.2409 , -0.1082 , -0.2538 , -0.0739 , -0.1198 , -0.3134 , -0.1149 , -0.1648 , -0.1172 , -0.1636 , -0.1213 , -0.2436 , 0.0335 , -0.1907 , -0.1087 , -0.2493 , -0.1619 , -0.1965 , -0.2006 , -0.1319 , -0.2272 , -0.1882 , -0.0182 , -0.2876 , -0.1976 , -0.1615 , -0.1889 , -0.2193 , -0.1638 , -0.1489 , -0.1635 , -0.2558 , -0.2411 , -0.2812 , -0.0748 , -0.1613 , -0.0641 , 0.0526 , -0.1755 , -0.1872 , -0.2272 , -0.1611 , -0.1754 , -0.1665 , -0.2337 , -0.1546 , -0.2027 , -0.2660 , -0.2660 , -0.2660 , -0.1447 , -0.2660

ตาราง 43 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
16	0.0344 , -0.0686 , 0.0258 , -0.0649 , -0.0503 , -0.1069 , 0.0214 , 0.2958 , 0.3441 , 0.2785 , -0.0023 , 0.2075 , 0.1375 , -0.1969 , -0.0563 , -0.0672 , 0.1799 , 0.2221 , 0.1648 , 0.0243 , 0.0097 , 0.0196 , 0.1705 , 0.1411 , 0.1948 , 0.3022 , 0.2314 , 0.2642 , 0.0214 , 0.1375 , 0.2075 , 0.1870 , 0.3479 , 0.3779 , 0.2988 , 0.3385 , 0.2091 , 0.1867 , 0.2067 , 0.2806 , 0.3093 , -0.1508 , 0.2668 , 0.4021 , 0.3970 , 0.1580 , 0.2522 , 0.3498 , -0.1606 , 0.1989 , 0.0661 , 0.0002 , 0.2828 , 0.1342 , 0.1871 , -0.0291 , 0.2697 , 0.2697 , 0.1314 , 0.2336 , 0.3628 , 0.3985 , 0.1303 , 0.3203 , 0.3538 , 0.2434 , 0.3069 , -0.0618 , 0.1708 , 0.3950 , 0.0860 , 0.2982 , 0.1871 , 0.0485 , 0.2554 , 0.1314 , -0.2518 , -0.0810	-0.1652 , -0.3492 , -0.2293 , -0.1708, -0.1708 , -0.4209 , -0.1632 , -0.2590, -0.2310 , -0.0321 , -0.0198 , -0.0065 0.1101 , 0.0435 , 0.0080 , -0.1567 , -0.0173 , -0.1304 , 0.1324 , -0.0596, -0.2686 , -0.0629 , 0.1468 , -0.0855, -0.0570 , 0.0998 , 0.1151 , 0.1061 , -0.3205 , 0.0018 , -0.0072 , 0.0342 , 0.1665 , 0.2248 , 0.0918 , 0.0354 , 0.0248 , 0.0366 , -0.1932 , 0.0119 , -0.0107 , -0.4166 , 0.2068 , 0.1728 , 0.2557 , -0.0681 , 0.1358 , 0.1473 , -0.0425 , 0.0196 , -0.0240 , -0.1891 , 0.0233 , -0.0331 , 0.2592 , 0.1657 , 0.1657 , -0.1782 , -0.0188 , -0.1877 , 0.0389 , 0.1365 , -0.1122 , 0.0209 , 0.1746 , -0.0784 , 0.0854 , 0.1586 , 0.1888 , -0.0737 , -0.0363 , 0.1366 , -0.2136 , 0.2592 , 0.1657 , 0.0075 , 0.1941 , 0.1389
17	0.6885 , 0.1267 , 0.6133 , 0.1418 , 0.4744 , 0.6435 , 0.4128 , 0.4485 , 0.4446 , 0.5322 , 0.2656 , 0.2706 , 0.3990 , 0.4120 , 0.3146 , -0.0771 , 0.2864 , 0.2264 , 0.3566 , 0.3665 , 0.4019 , 0.2891 , 0.2405 , 0.3353 , 0.2227 , 0.3028 , 0.2828 , 0.4387 , 0.4100 , 0.3682 , 0.4366 , 0.4481 , 0.4366 , 0.2474 , 0.1397 , 0.5879 , 0.5181 , 0.2813 , 0.1755 , 0.3397 , 0.2914 , 0.3570 , 0.2253 , 0.3950 ,	0.2123 , -0.1062 , 0.1183 , -0.0480 , 0.0126 , 0.1390 , 0.0097 , -0.0449 , -0.0066 , -0.2193 , -0.0161 , -0.1134, -0.3484 , -0.0455 , 0.1615 , -0.0640, -0.0378 , -0.0674 , 0.0884 , 0.0302 , 0.0884 , -0.0198 , 0.0971 , 0.1884 , 0.0318 , 0.1588 , 0.2357 , 0.0777 , 0.2054 , 0.1258 , 0.1495 , 0.0318 , 0.0218 , 0.4199 , 0.5536 , -0.1873 , -0.1255 , 0.1571 , 0.2448 , 0.0428 , 0.2409 , 0.1250 , 0.2424 , 0.2256 ,

ตาราง 43 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
	0.5229 , 0.2961 , 0.1796 , 0.3907 , 0.3208 , 0.1496 , 0.4132 , 0.0874 , 0.2133 , 0.4733 , 0.1204 , 0.3140 , 0.3589 , 0.4139 , 0.6289 , 0.2022 , 0.4587 , 0.2644 , 0.4834 , 0.4305	0.0742 , 0.0527 , 0.1475 , -0.1369 , 0.1219 , 0.0522 , -0.1378 , -0.0892 , 0.1376 , 0.1378 , -0.2650 , -0.0345 , -0.1088 , 0.1139 , 0.1240 , 0.1330 , 0.1659 , 0.0237 , 0.3003 , 0.2812
18	0.6802 , 0.6135 , 0.4228 , 0.3054 , 0.5183 , -0.0144 , 0.6516 , 0.2416 , 0.7068 , 0.6438 , 0.3084 , 0.6838 , 0.5413 , 0.7063 , 0.6181 , 0.2504 , 0.6596 , -0.0266 , 0.2937 , 0.0375 , 0.3761 , 0.4361 , 0.3506 , 0.4172 , 0.4348 , 0.4038 , 0.3854 , 0.4168 , 0.4421 , 0.4037 , 0.4270 , 0.4186 , 0.4091 , 0.4191 , 0.4056 , 0.1365	0.3776 , 0.3175 , 0.1592 , 0.1709 , 0.1966 , -0.0067 , 0.2752 , -0.0026 , 0.0269 , 0.0812 , 0.0794 , 0.3166 , 0.1984 , 0.5225 , 0.2327 , 0.0673 , 0.2873 , 0.1417 , 0.0695 , -0.0687 , 0.1210 , 0.3526 , -0.1192 , 0.1343 , 0.0509 , 0.1195 , 0.0335 , 0.1105 , 0.1708 , 0.1366 , 0.1125 , 0.1567 , 0.2238 , 0.1806 , 0.1972 , 0.1924
19	0.7249 , 0.6867 , 0.4920 , 0.1661 , 0.6604 , 0.6266 , 0.6249 , 0.7403 , 0.5898 , 0.7186 , 0.6030 , 0.6626 , 0.2988 , 0.7263 , 0.5298 , 0.4183 , 0.4804 , 0.6235 , 0.6056 , 0.6015 , 0.5590 , 0.4960 , 0.5069 , 0.5333 , 0.6127 , 0.7645	0.2820 , 0.2056 , 0.0588 , -0.0193 , 0.1817 , 0.1120 , 0.1280 , 0.3159 , 0.1929 , 0.5306 , 0.3655 , 0.5284 , -0.1826 , 0.4278 , 0.1566 , 0.0205 , 0.0966 , 0.1283 , 0.4989 , -0.0011 , 0.0775 , 0.1410 , 0.0875 , 0.0720 , 0.0472 , 0.5016
20	0.8537 , 0.7479 , 0.7412 , 0.6612 , 0.7048 , 0.6846 , 0.6191 , 0.5124 , 0.8188 , 0.7614 , 0.6485 , 0.8144 , 0.6083 , 0.6769 , 0.6285 , 0.6855	0.4220 , 0.3479 , 0.3047 , 0.2656 , 0.3548 , 0.2384 , 0.2203 , 0.1569 , 0.2762 , 0.4128 , 0.2404 , 0.3733 , 0.3630 , 0.3162 , 0.3239 , 0.3064
21	0.8002 , 0.8934 , 0.7553 , 0.7427 , 0.6988 , 0.8501 , 0.7477 , 0.7334 , 0.8244 , 0.8408 , 0.8731 , 0.6360 , 0.5819 , 0.6549	0.3501 , 0.3206 , 0.3117 , 0.3203 , 0.3191 , 0.3271 , 0.3484 , 0.4172 , 0.4623 , 0.4031 , 0.2830 , 0.3089 , 0.3271 , 0.2030

ตาราง 43 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
22	0.7435 , 0.8599 , 1.0781 , 0.9177 , 0.9394 , 0.7861 , 0.5503	0.3805 , 0.4424 , 0.6105 , 0.4414 , 0.4313 , 0.4117 , 0.2534
23	0.9597 , 0.8834 , 0.7213 , 1.0057 , 0.8344 , 0.8825 , 0.7001 , 0.9170 , 0.9047 , 0.7978 , 0.9220 , 1.1818	0.5516 , 0.4938 , 0.3500 , 0.5432 , 0.4069 , 0.4523 , 0.4144 , 0.5899 , 0.4878 , 0.4424 , 0.6700 , 0.5453
24	0.9785 , 1.1557 , 0.8762 , 0.9278 , 1.0361 , 0.9055 , 0.9564 , 1.1283 , 0.8298 , 0.9993 , 1.043 , 1.1017	0.5873 , 0.7427 , 0.4253 , 0.5006 , 0.5942 , 0.4501 , 0.5572 , 0.8324 , 0.4650 , 0.6722 , 0.5754 , 0.4378
25	1.5570 , 1.1387 , 1.1225 , 1.2538 , 1.0236 , 1.1161 , 1.0613 , 1.0935 , 1.0657 , 1.1861	0.7036 , 0.6669 , 0.6537 , 0.7390 , 0.4587 , 0.6699 , 0.6549 , 0.7369 , 0.6924 , 0.3765
26	1.1580 , 1.1609 , 1.1672 , 1.1302 , 1.1050 , 1.0890	0.7782 , 0.7795 , 0.8006 , 0.6201 , 0.5814 , 0.5575
27	1.1696 , 1.1664 , 1.1376 , 1.1571 , 1.1378	0.8208 , 0.7746 , 0.7138 , 0.7385 , 0.7231
28	1.1135 , 1.1448 , 1.1724 , 1.1685 , 1.1627 , 1.2309 , 1.1598 , 1.1442	0.6664 , 0.7246 , 0.8811 , 0.8571 , 0.7625 , 0.6734 , 0.9057 , 0.7892
29	1.1515 , 1.1683 , 1.1639 , 1.1717 , 1.1613 , 1.1714 , 1.1903	0.7821 , 0.8217 , 0.2802 , 0.9125 , 0.9109 , 1.1285
30	1.1510 , 1.1562 , 1.1551 , 1.1671 , 1.1978 , 1.1955 , 1.1956	0.9455 , 0.9933 , 0.9729 , 1.0482 , 1.0075 , 1.1032 , 1.0457
31	1.1817 , 1.1844 , 1.1153 , 1.1565 , 1.2841	1.0781 , 0.9843 , 1.0869 , 0.9745 , 1.0322
32	1.3444 , 1.1135 , 1.3039 , 1.1598	1.2057 , 1.0273 , 1.1189 , 1.0737
33	1.2888 , 1.3216 , 1.2904 , 1.2479 , 1.2958	1.1604 , 1.1325 , 1.1674 , 1.1548 , 1.1892
34	1.5062 , 1.5508 , 1.5028 , 1.4439 , 1.3521 , 1.5342 , 1.4757 , 1.4757	1.2825 , 1.3261 , 1.3043 , 1.2139 , 1.2710 , 1.2516 , 1.2428 , 1.2428 ,
35	1.5980 , 1.5820 , 1.4184 , 1.4606 , 1.5782 , 1.5435	1.4529 , 1.4071 , 1.2985 , 1.3384 , 1.3163 , 1.5435

ตาราง 43 (ต่อ)

คะแนน	θ 3 พารามิเตอร์	θ 2 พารามิเตอร์
36	1.6053 , 1.5749 , 1.5757 , 1.5951	1.4681 , 1.4156 , 1.3806 , 1.4205
37	1.5764 , 1.6276 , 1.6251 , 1.6210	1.3753 , 1.6793 , 1.4616 , 1.3776
38	1.6427 , 1.6337 , 1.6344 , 1.6323 , 1.6445	1.6899 , 1.5030 , 1.7239 , 1.7042 , 1.6485
39	1.7314 , 1.7406 , 1.7926 , 1.7951 , 1.79514 , 1.7234 , 1.7292 , 1.7292 , 1.7153 , 1.7281 , 1.7530 , 1.7597	1.8293 , 1.8640 , 1.7979 , 1.8090 , 1.8090 , 1.8033 , 1.8826 , 1.8826 , 1.7415 , 1.6846 , 1.8377 , 1.8725
40	1.8407 , 1.9569 , 1.8122 , 2.0113 , 1.8971 , 1.7667 , 1.8217 , 1.8469 , 1.8112	1.8298 , 2.0343 , 1.8280 , 1.9819 , 1.9026 , 1.9295 , 2.1048 , 2.0128 , 1.8787
41	1.9808 , 1.9077 , 1.8226 , 2.0597 , 1.8020 , 1.7887	2.1322 , 1.9701 , 2.0566 , 1.9660 , 1.9563 , 2.1007
42	2.0496 , 2.1808 , 2.2564 , 2.17438 , 2.0299 , 1.9867 , 1.9006 , 2.1275 , 1.8956 , 2.1275	2.2051 , 2.0445 , 2.3575 , 2.1742 , 2.1198 , 2.1033 , 2.1309 , 2.278 , 1.8238 , 2.2378
43	2.1378 , 2.16736 , 2.1067 , 2.1091 , 2.0941 , 2.0771 , 2.1008	2.3558 , 2.4192 , 2.2951 , 2.3179 , 2.3460 , 2.2983 , 2.4736
44	2.1989 , 2.2194 , 2.2086 , 2.1510 , 2.2686 , 2.2154 , 2.2693 , 2.2225 , 2.1922 , 2.2011	2.3648 , 2.6009 , 2.3824 , 2.4015 , 2.3293 , 2.4455 , 2.5288 , 2.3486 , 2.5770 , 2.4952
45	2.2218 , 2.2250 , 2.2090 , 2.3083 , 2.2206 , 2.1825 , 2.1433 , 2.2021	2.3459 , 2.3898 , 2.1270 , 2.5456 , 2.6280 , 2.3460 , 2.5162 , 2.6807
46	2.3229 , 2.3592 , 2.4226 , 2.3485 , 2.3784 , 1.3417 , 2.3442 , 2.2608	2.5887 , 2.5365 , 2.7711 , 2.5421 , 2.5553 , 2.4985 , 2.6259 , 2.4775
47	2.7208 , 2.7763 , 2.3592 , 2.5974 , 2.6775 , 2.4888 , 2.5074 , 2.5925 , 2.5546 , 2.5095	2.8450 , 2.8911 , 2.5887 , 2.7588 , 2.8581 , 2.5917 , 2.6825 , 2.7529 , 2.7015 , 2.8517
48	2.9278 , 2.7152 , 2.6621 , 2.8442 , 2.6990 , 2.6715	3.0136 , 2.8995 , 2.8118 , 3.0985 , 2.8189 , 2.8761
49	2.9669 , 3.0526 , 2.9864 , 3.1153 , 3.0488	3.0982 , 3.1871 , 3.1305 , 3.2143 , 3.1992

ภาคผนวก ง

ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ย

ตาราง 44 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H2M15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
32	0.448	1.636	2	0.785	0.245
33	0.512	1.495	3	0.741	0.141
34	0.498	2.113	4	0.893	0.768
37	0.565	1.516	7	0.701	0.124
38	0.368	2.724	8	0.603	0.861
39	0.473	1.852	9	0.676	0.775
41	0.436	2.303	11	0.429	0.952
43	0.375	2.513	13	0.559	0.778
44	0.404	2.483	14	0.386	1.378
45	0.596	1.433	15	0.571	0.464
46	0.615	1.763	16	0.747	1.044
47	0.419	2.806	17	0.857	0.864
48	0.482	1.823	18	0.514	0.785
49	0.425	2.175	19	0.655	0.685
50	0.474	1.686	20	0.369	1.211
ค่าเฉลี่ย	0.4726	2.021		0.636	0.738

ตาราง 45 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H2M15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
32	0.546	1.534	2	0.915	0.254
33	0.437	2.031	3	0.800	0.336
34	0.283	2.256	4	0.965	0.158
35	0.401	2.209	5	0.935	0.307
37	0.359	2.416	7	0.561	0.708
39	0.312	2.999	9	0.914	0.056
40	0.413	2.103	10	1.095	0.520
41	0.390	2.655	11	0.620	0.708
42	0.324	3.019	12	0.571	0.745
44	0.315	3.081	14	0.729	1.192
45	0.463	2.048	15	0.847	0.415
46	0.243	3.094	16	0.458	0.556
48	0.335	2.193	18	0.924	0.162
49	0.462	1.884	19	0.477	0.267
50	0.481	1.766	20	0.344	0.277
เฉลี่ย	0.378	2.353		0.744	0.444

ตาราง 46 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H2M10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
32	0.448	1.636	2	0.785	0.245
34	0.498	2.113	4	0.893	0.768
37	0.565	1.516	7	0.701	0.124
38	0.368	2.724	8	0.603	0.861
39	0.473	1.852	9	0.676	0.775
41	0.436	2.303	11	0.429	0.952
44	0.404	2.483	14	0.386	1.378
46	0.615	1.763	16	0.747	1.044
49	0.425	2.175	19	0.655	0.685
50	0.474	1.686	20	0.369	1.211
ค่าเฉลี่ย	0.471	2.025		0.625	0.804

ตาราง 47 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H2M10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
33	0.437	2.031	3	0.800	0.336
35	0.401	2.209	5	0.935	0.307
37	0.359	2.416	7	0.561	0.708
39	0.312	2.999	9	0.914	0.056
40	0.413	2.103	10	1.095	0.520
41	0.390	2.656	11	0.620	0.708
42	0.324	3.019	12	0.571	0.745
46	0.243	3.094	16	0.458	0.556
48	0.335	2.193	18	0.924	0.162
49	0.462	1.884	19	0.477	0.267
เฉลี่ย	0.368	2.460		0.736	0.437

ตาราง 48 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H2M5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
39	0.473	1.852	9	0.676	0.775
41	0.436	2.303	11	0.429	0.952
44	0.404	2.483	14	0.386	1.378
46	0.615	1.763	16	0.747	1.044
49	0.425	2.175	19	0.655	0.685
เฉลี่ย	0.471	2.115		0.579	0.967

ตาราง 49 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H2M5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
33	0.437	2.031	3	0.800	0.336
37	0.359	2.416	7	0.561	0.708
42	0.324	3.019	12	0.571	0.745
48	0.335	2.193	18	0.924	0.162
50	0.481	1.766	20	0.344	0.277
เฉลี่ย	0.388	2.285		0.640	0.446

ตาราง 50 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M2M15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
31	0.371	1.284	1	0.684	0.142
32	0.448	1.636	2	0.785	0.245
33	0.512	1.496	3	0.741	0.141
34	0.498	2.113	4	0.893	0.768
35	0.364	1.042	5	0.632	0.118
36	0.429	1.381	6	0.864	0.250
37	0.565	1.516	7	0.701	0.124
39	0.473	1.852	9	0.676	0.775
40	0.300	1.367	10	0.296	0.039
42	0.316	1.256	12	0.604	0.378
45	0.596	1.433	15	0.571	0.464
46	0.615	1.763	16	0.747	1.044
48	0.482	1.823	18	0.514	0.785
49	0.425	2.175	19	0.655	0.685
50	0.474	1.686	20	0.269	1.211
เฉลี่ย	0.464	1.588		0.642	0.478

ตาราง 51 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบร่วมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบร่วมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M2M15

ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
31	0.391	1.029	1	0.867	0.140
32	0.546	1.534	2	0.915	0.254
33	0.437	2.031	3	0.800	0.336
34	0.283	2.256	4	0.965	0.158
35	0.401	2.209	5	0.935	0.307
36	0.495	1.391	6	1.212	0.312
37	0.359	2.416	7	0.561	0.708
38	0.348	2.104	8	0.543	0.802
40	0.413	2.103	10	1.095	0.520
43	0.394	1.779	13	0.779	0.675
45	0.463	2.048	15	0.847	0.415
47	0.528	1.545	17	0.959	0.427
48	0.335	2.193	18	0.924	0.162
49	0.462	1.884	19	0.477	0.267
50	0.481	1.766	20	0.344	0.277
เฉลี่ย	0.422	1.886		0.815	0.384

ตาราง 52 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M2M10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
31	0.371	1.284	1	0.684	0.142
35	0.364	1.042	5	0.632	0.118
36	0.429	1.381	6	0.864	0.250
37	0.565	1.516	7	0.701	0.124
39	0.473	1.852	9	0.676	0.775
42	0.316	1.256	12	0.604	0.378
45	0.596	1.433	15	0.571	0.464
46	0.615	1.763	16	0.747	1.044
48	0.482	1.823	18	0.514	0.785
50	0.474	1.686	20	0.369	1.211
เฉลี่ย	0.469	1.504		0.636	0.529

ตาราง 53 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M2M10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
31	0.391	1.029	1	0.867	0.140
32	0.546	1.534	2	0.915	0.254
33	0.437	2.031	3	0.800	0.336
36	0.495	1.392	6	1.212	0.312
43	0.394	1.779	13	0.779	0.675
45	0.463	2.048	15	0.847	0.415
47	0.528	1.545	17	0.959	0.427
48	0.335	2.193	18	0.924	0.162
49	0.462	1.884	19	0.477	0.267
50	0.481	1.766	20	0.344	0.277
เฉลี่ย	0.453	1.719		0.812	0.327

ตาราง 54 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M2M5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
32	0.448	1.636	2	0.785	0.245
36	0.429	1.381	6	0.864	0.250
37	0.565	1.516	7	0.701	0.124
39	0.473	1.852	9	0.676	0.775
46	0.615	1.763	16	0.747	1.044
เฉลี่ย	0.506	1.630		0.755	0.488

ตาราง 55 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M2M5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
31	0.391	1.029	1	0.867	0.140
36	0.495	1.392	6	1.212	0.312
43	0.394	1.779	13	0.779	0.675
47	0.528	1.545	17	0.959	0.427
49	0.462	1.884	19	0.477	0.209
เฉลี่ย	0.454	1.526		0.859	0.353

ตาราง 56 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H2N15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
34	0.507	1.910	4	0.794	1.003
36	0.614	1.881	6	0.445	1.074
37	0.305	1.969	7	0.326	1.160
38	0.400	2.195	8	0.670	1.061
39	0.396	1.522	9	0.251	0.569
40	0.591	2.019	10	0.438	0.967
42	0.637	1.618	12	0.620	1.214
43	0.304	3.008	13	0.482	1.549
44	0.519	1.985	14	0.554	0.879
45	0.358	2.829	15	0.406	1.114
46	0.331	2.746	16	0.534	1.313
47	0.396	1.711	17	0.362	0.828
48	0.287	2.908	18	0.237	1.669
49	0.336	2.494	19	0.307	1.011
50	0.288	1.479	20	0.408	0.890
เฉลี่ย	0.418	2.152		0.456	1.087

ตาราง 57 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H2N15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
32	0.307	1.612	2	0.828	0.698
34	0.659	1.499	4	0.388	0.700
35	0.583	1.250	5	0.729	0.591
36	0.242	2.207	6	0.758	0.965
38	0.223	3.144	8	0.343	1.669
39	0.305	1.978	9	0.461	0.726
40	0.756	1.394	10	0.786	0.643
41	0.441	2.509	11	0.457	1.074
44	0.243	3.129	14	0.566	1.356
45	0.472	1.318	15	0.689	0.685
46	0.350	1.292	16	0.735	0.624
47	0.357	1.664	17	0.835	0.704
48	0.501	1.587	18	0.804	0.805
49	0.226	2.755	19	0.423	1.213
50	0.488	1.329	20	0.258	0.766
เฉลี่ย	0.410	1.917		0.604	0.881

ตาราง 58 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H2N10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
34	0.507	1.910	4	0.749	1.003
38	0.400	2.195	8	0.670	1.061
40	0.591	2.019	10	0.438	0.967
42	0.637	1.618	12	0.620	1.214
44	0.519	1.985	14	0.554	0.879
45	0.358	2.929	15	0.406	1.114
46	0.331	2.746	16	0.534	1.313
47	0.396	1.711	17	0.362	0.828
48	0.287	2.908	18	0.237	1.669
49	0.336	2.494	19	0.307	1.011
เฉลี่ย	0.436	2.252		0.492	1.106

ตาราง 59 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H2N10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อ	a	b	ข้อ	a	b
34	0.659	1.652	4	0.388	0.700
36	0.242	2.207	6	0.758	0.965
38	0.223	3.144	8	0.343	1.669
39	0.305	1.978	9	0.461	0.726
40	0.756	1.493	10	0.786	0.643
41	0.441	2.579	11	0.457	1.074
42	0.649	1.256	12	0.675	0.582
47	0.357	1.754	17	0.835	0.704
48	0.501	1.587	18	0.804	0.805
49	0.226	2.755	19	0.423	1.213
เฉลี่ย	0.436	2.041		0.593	0.908

ตาราง 60 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H2N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อที่	a	b	ข้อที่	a	b
34	0.507	1.910	4	0.794	1.003
38	0.400	2.195	8	0.670	1.061
44	0.519	1.985	14	0.554	0.879
45	0.358	2.929	15	0.406	1.224
49	0.336	2.494	19	0.307	1.011
เฉลี่ย	0.424	2.303		0.546	1.034

ตาราง 61 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H2N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อที่	a	b	ข้อที่	a	b
38	0.223	3.044	8	0.343	1.669
39	0.305	1.978	9	0.461	0.726
41	0.441	2.579	11	0.457	1.074
47	0.357	1.754	17	0.835	0.704
49	0.227	2.675	19	0.423	1.213
เฉลี่ย	0.311	2.406		0.504	1.077

ตาราง 62 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M2N15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อที่	a	b	ข้อที่	a	b
31	0.350	1.165	1	0.521	0.745
32	0.358	1.257	2	0.774	0.417
33	0.388	1.468	3	0.746	0.506
34	0.507	1.910	4	0.794	1.003
35	0.587	1.330	5	0.825	0.715
36	0.614	1.881	6	0.445	1.074
37	0.305	1.969	7	0.326	1.160
38	0.400	2.195	8	0.670	1.061
39	0.396	1.522	9	0.251	0.569
40	0.591	2.019	10	0.438	0.967
41	0.573	1.423	11	0.441	1.000
42	0.637	1.618	12	0.620	1.214
44	0.519	1.985	14	0.554	0.879
47	0.396	1.711	17	0.362	0.828
50	0.288	1.479	20	0.408	0.890
เฉลี่ย	0.461	1.662		0.545	0.869

ตาราง 63 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M2N15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อที่	a	b	ข้อที่	a	b
31	0.519	1.237	1	0.522	0.813
32	0.307	1.652	2	0.828	0.698
33	0.652	1.153	3	0.616	0.413
34	0.659	1.560	4	0.388	0.700
35	0.583	1.261	5	0.729	0.591
37	0.379	1.049	7	0.575	0.451
39	0.305	1.978	9	0.461	0.726
40	0.756	1.493	10	0.786	0.643
42	0.649	1.256	12	0.675	0.582
43	0.509	1.196	13	0.521	0.527
45	0.472	1.348	15	0.689	0.685
46	0.350	1.302	16	0.735	0.624
47	0.357	1.754	17	0.835	0.704
48	0.501	1.587	18	0.804	0.805
50	0.488	1.329	20	0.258	0.766
เฉลี่ย	0.499	1.410		0.628	0.649

ตาราง 64 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M2N10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อที่	a	b	ข้อที่	a	b
32	0.358	1.257	2	0.774	0.417
35	0.587	1.330	5	0.825	0.715
36	0.614	1.881	6	0.445	1.074
38	0.400	2.195	8	0.670	1.061
39	0.296	1.522	9	0.251	0.569
40	0.591	2.019	10	0.438	0.967
41	0.573	1.423	11	0.441	1.000
42	0.637	1.618	12	0.620	1.214
47	0.396	1.711	17	0.362	0.828
50	0.288	1.479	20	0.408	0.890
เฉลี่ย	0.474	1.644		0.523	0.874

ตาราง 65 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M2N10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อที่	a	b	ข้อที่	a	b
31	0.519	1.237	1	0.522	0.813
33	0.652	1.153	3	0.616	0.413
34	0.659	1.499	4	0.388	0.700
35	0.583	1.261	5	0.729	0.591
37	0.379	1.049	7	0.575	0.451
40	0.756	1.493	10	0.786	0.643
43	0.509	1.196	13	0.521	0.670
45	0.472	1.348	15	0.689	0.685
46	0.350	1.302	16	0.735	0.624
48	0.501	1.587	18	0.804	0.805
เฉลี่ย	0.538	1.313		0.637	0.640

ตาราง 66 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M2N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2		
ข้อที่	a	b	ข้อที่	a	b
32	0.358	1.257	2	0.774	0.417
33	0.388	1.468	3	0.746	0.506
36	0.614	1.881	6	0.445	1.074
42	0.637	1.618	12	0.620	1.214
47	0.396	1.711	17	0.362	0.828
เฉลี่ย	0.478	1.587		0.589	0.808

ตาราง 67 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M2N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3		
ข้อที่	a	b	ข้อที่	a	b
34	0.659	1.560	4	0.388	0.700
37	0.379	1.049	7	0.575	0.451
43	0.509	1.196	13	0.521	0.670
46	0.350	1.302	16	0.735	0.624
48	0.501	1.587	18	0.804	0.805
เฉลี่ย	0.479	1.339		0.605	0.650

ตาราง 68 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H3M15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
33	2.708	1.740	0.219	3	1.080	0.559	0.154
34	2.018	1.857	0.113	4	1.398	1.058	0.093
37	2.447	1.923	0.298	7	1.534	0.835	0.261
38	2.556	2.091	0.174	8	0.992	1.244	0.141
39	2.842	1.772	0.197	9	1.572	0.819	0.174
40	0.732	1.879	0.231	10	0.469	0.939	0.227
41	2.369	2.125	0.256	11	1.267	1.550	0.242
43	1.852	2.103	0.211	13	1.553	1.336	0.219
44	1.441	2.068	0.178	14	0.809	1.128	0.177
45	1.630	1.710	0.217	15	1.842	1.024	0.273
46	1.646	1.698	0.100	16	1.605	1.063	0.115
47	1.035	2.300	0.085	17	1.831	1.152	0.114
48	1.199	1.881	0.176	18	1.038	0.587	0.187
49	0.869	2.056	0.131	19	1.836	1.161	0.196
50	1.112	1.756	0.134	20	0.953	0.729	0.225
เฉลี่ย	1.764	1.931	0.181		1.319	1.014	0.187

ตาราง 69 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H3M15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
33	1.049	2.130	0.176	3	1.345	0.928	0.186
36	0.991	1.608	0.129	6	2.297	0.840	0.141
37	0.987	2.648	0.285	7	1.521	1.465	0.235
38	1.623	2.366	0.298	8	1.606	1.335	0.226
39	1.518	2.006	0.225	9	1.985	0.857	0.310
41	1.648	2.167	0.179	11	1.292	1.306	0.193
42	1.904	2.503	0.198	12	1.405	1.384	0.214
43	1.419	1.958	0.177	13	2.023	1.224	0.173
44	1.192	2.492	0.130	14	1.361	1.378	0.850
45	1.659	1.799	0.173	15	1.514	0.996	0.176
46	1.076	2.736	0.144	16	1.430	1.497	0.294
47	1.119	1.895	0.192	17	2.605	1.102	0.195
48	0.702	2.213	0.138	18	1.518	0.784	0.200
49	0.567	2.073	0.102	19	1.317	1.333	0.324
50	0.445	2.036	0.132	20	2.868	1.133	0.398
เฉลี่ย	1.193	2.175	0.179		1.739	1.171	0.274

ตาราง 70 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H3M10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
34	2.018	1.857	0.496	4	1.398	1.058	0.093
37	2.447	1.923	0.298	7	1.534	0.835	0.261
40	0.732	1.897	0.231	10	0.469	0.939	0.227
43	1.852	2.103	0.211	13	1.553	1.336	0.219
45	1.630	1.710	0.217	15	1.842	1.024	0.273
46	1.646	1.698	0.100	16	1.605	1.063	0.115
47	1.035	2.300	0.085	17	1.831	1.152	0.114
48	1.199	1.881	0.176	18	1.038	0.587	0.187
49	0.869	2.056	0.131	19	1.836	1.161	0.196
50	1.112	1.756	0.134	20	0.953	0.729	0.225
เฉลี่ย	1.454	1.918	0.208		1.406	0.988	0.191

ตาราง 71 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H3M10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
33	1.049	2.130	0.176	3	1.345	0.928	0.186
37	0.987	2.648	0.285	7	1.521	1.465	0.235
38	1.623	2.366	0.298	8	1.606	1.465	0.226
41	1.648	2.167	0.179	11	1.292	1.335	0.193
44	1.192	2.492	0.130	14	1.361	1.378	0.850
45	1.659	1.799	0.173	15	1.514	0.996	0.176
46	1.076	2.736	0.144	16	1.430	1.497	0.294
47	1.119	1.895	0.192	17	2.605	1.102	0.195
48	0.702	2.213	0.138	18	1.518	0.784	0.200
49	0.567	2.073	0.102	19	1.317	1.333	0.324
เฉลี่ย	1.162	2.252	0.182		1.551	1.212	0.288

ตาราง 72 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H3M5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
46	1.646	1.698	0.100	16	1.605	1.063	0.115
47	1.035	2.300	0.085	17	1.831	1.152	0.114
48	1.199	1.881	0.176	18	1.038	0.587	0.187
49	0.869	2.056	1.151	19	1.836	1.161	0.196
50	1.112	1.756	0.134	20	0.953	0.729	0.225
เฉลี่ย	1.172	1.938	0.329		1.453	0.938	0.167

ตาราง 73 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H3M5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
37	0.987	2.648	0.284	7	1.521	1.4635	0.235
44	1.192	2.492	0.130	14	1.361	1.378	0.085
48	0.702	2.213	0.138	18	1.518	0.784	0.200
49	0.567	2.073	0.102	19	1.317	1.333	0.324
50	0.445	2.036	0.132	20	2.868	1.1733	0.398
เฉลี่ย	0.779	2.292	0.157		1.717	1.219	0.248

ตาราง 74 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M3M15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	0.912	1.009	0.197	1	0.826	0.364	0.154
32	2.060	1.674	0.183	2	1.197	0.722	0.168
33	2.708	1.740	0.219	3	1.080	0.559	0.154
34	2.018	1.857	0.113	4	1.398	1.058	0.093
35	1.408	1.326	0.163	5	0.833	0.500	0.136
36	2.473	1.680	0.222	6	1.214	0.628	0.129
37	2.447	1.923	0.298	7	1.534	0.835	0.261
39	2.842	1.772	0.197	9	1.572	0.819	0.174
40	0.732	1.897	0.231	10	0.469	0.939	0.227
42	1.413	1.575	0.195	12	1.810	0.814	0.144
45	1.630	1.710	0.217	15	1.842	1.024	0.273
46	1.646	1.698	0.100	16	1.605	1.063	0.115
48	1.199	1.881	0.176	18	1.038	0.587	0.187
49	0.869	2.056	0.131	19	1.836	1.161	0.196
50	1.112	1.756	0.134	20	0.953	0.729	0.225
เฉลี่ย	1.698	1.704	0.245		1.214	0.787	0.176

ตาราง 75 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M3M15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	1.286	1.313	0.251	1	1.035	0.253	0.147
32	1.221	1.722	0.163	2	1.191	0.640	0.112
33	1.049	2.130	0.176	3	1.345	0.928	0.186
34	0.780	1.414	0.168	4	1.282	0.689	0.159
35	1.492	1.554	0.189	5	1.326	0.713	0.119
36	0.991	1.608	0.129	6	2.297	0.840	0.141
39	1.518	2.007	0.225	9	1.985	0.857	0.310
40	1.659	2.077	0.129	10	2.121	1.027	0.127
41	1.648	2.167	0.179	11	1.292	1.306	0.193
43	1.419	1.958	0.177	13	2.023	1.224	0.173
45	1.659	1.799	0.173	15	1.514	0.996	0.176
47	1.119	1.895	0.192	17	2.605	1.102	0.195
48	0.701	2.213	0.138	18	1.518	0.784	0.200
49	0.567	2.073	0.102	19	1.317	1.333	0.324
50	0.445	2.037	0.132	20	2.868	1.133	0.398
เฉลี่ย	1.170	1.864	0.168		1.714	0.922	0.197

ตาราง 76 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M3M10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
32	2.060	1.674	0.183	2	1.197	0.722	0.168
33	2.708	1.740	0.219	3	1.080	0.559	0.154
35	1.408	1.326	0.163	5	0.833	0.500	0.136
36	2.473	1.680	0.222	6	1.214	0.628	0.129
37	2.447	1.923	0.298	7	1.534	0.835	0.261
39	2.842	1.772	0.197	9	1.572	0.819	0.174
40	0.732	1.897	0.231	10	0.469	0.939	0.227
42	1.413	1.575	0.195	12	0.809	0.814	0.144
45	1.630	1.710	0.217	15	1.842	1.024	0.273
50	1.112	1.756	0.134	20	0.953	0.729	0.225
เฉลี่ย	1.882	1.705	0.246		1.151	0.757	0.189

ตาราง 77 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M3M10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	1.286	1.313	0.251	1	1.035	0.253	0.147
32	1.221	1.722	0.163	2	1.191	0.640	0.112
33	1.049	2.130	0.176	3	1.345	0.928	0.186
34	0.780	1.414	0.168	4	1.282	0.689	0.156
35	1.492	1.554	0.189	5	1.326	0.713	0.119
36	0.991	1.608	0.129	6	2.297	0.840	0.141
40	1.659	2.077	0.128	10	2.121	1.027	0.127
43	1.419	1.958	0.177	13	2.023	1.224	0.173
45	1.659	1.799	0.173	15	1.514	0.996	0.176
47	1.119	1.895	0.192	17	2.605	1.102	0.195
เฉลี่ย	1.268	1.747	0.175		1.674	0.841	0.153

ตาราง 78 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M3M5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
32	2.061	1.674	0.183	2	1.197	0.722	0.168
33	2.708	1.740	0.219	3	1.080	0.559	0.154
35	1.408	1.326	0.163	5	0.833	0.500	0.136
40	0.732	1.897	0.231	10	0.469	0.939	0.227
42	1.413	1.575	0.195	12	0.809	0.814	0.144
เฉลี่ย	1.664	1.642	0.198		0.878	0.707	0.166

ตาราง 79 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M3M5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	1.286	1.313	0.251	1	1.035	0.253	0.147
32	1.221	1.722	0.163	2	1.191	0.640	0.112
36	0.991	1.608	0.129	6	2.297	0.840	0.141
45	1.659	1.799	0.173	15	1.514	0.996	0.176
47	1.119	1.895	0.192	17	3.105	1.102	0.195
เฉลี่ย	1.255	1.667	0.182		1.828	0.766	0.154

ตาราง 80 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H3N15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	1.166	1.546	0.169	1	0.639	1.186	0.081
37	1.449	2.241	0.228	7	0.577	1.888	0.133
38	0.841	2.299	0.125	8	0.994	1.289	0.128
39	0.482	2.255	0.126	9	1.379	1.393	0.149
40	1.525	1.175	0.234	10	1.490	1.039	0.999
41	1.901	1.480	0.147	11	1.119	0.892	0.185
42	1.509	1.850	0.112	12	1.563	1.116	0.188
43	1.879	2.824	0.131	13	2.568	1.603	0.139
44	2.028	1.530	0.218	14	0.954	0.558	0.246
45	1.354	2.534	0.125	15	0.866	1.591	0.184
46	0.762	2.950	0.209	16	1.074	1.151	0.207
47	1.306	2.057	0.193	17	0.852	1.011	0.344
48	1.410	2.712	0.255	18	1.397	1.149	0.224
49	1.404	2.361	0.166	19	1.344	1.691	0.182
50	0.975	1.812	0.353	20	1.535	1.377	0.214
เฉลี่ย	1.333	2.108	0.188		1.223	1.262	0.241

ตาราง 81 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H3N15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
32	0.623	1.994	0.183	2	1.579	0.895	0.098
33	1.115	1.525	0.177	3	1.285	0.607	0.178
34	1.505	1.548	0.111	4	0.685	0.649	0.199
36	2.135	2.181	0.259	6	1.588	1.003	0.161
38	1.596	2.387	0.213	8	2.213	1.169	0.275
39	0.383	2.275	0.176	9	0.879	1.062	1.138
41	1.447	1.977	0.097	11	0.787	0.978	0.159
43	0.905	2.402	0.127	13	1.309	1.202	0.224
44	0.629	2.802	0.246	14	1.445	1.253	0.181
45	1.084	1.569	0.206	15	2.804	0.703	0.199
46	1.262	1.716	0.245	16	2.101	0.861	0.110
47	1.450	1.850	0.206	17	2.296	0.941	0.158
48	1.224	1.756	0.134	18	2.149	0.784	0.137
49	0.871	2.393	0.207	19	1.010	1.105	0.152
50	1.163	1.685	0.224	20	0.725	0.726	0.265
เฉลี่ย	1.595	1.906	0.187		1.524	0.929	0.242

ตาราง 82 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H3N10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
32	1.730	1.517	0.370	2	0.897	1.109	0.085
39	0.482	2.255	0.126	9	1.379	1.393	0.149
41	1.901	1.480	0.147	11	1.119	0.892	0.185
42	1.509	1.850	0.112	12	1.563	1.116	0.188
45	1.354	2.534	0.125	15	0.866	1.591	0.184
46	0.762	2.950	0.209	16	1.074	1.151	0.207
47	1.306	2.057	0.193	17	0.852	1.011	0.344
48	1.410	2.712	0.255	18	1.397	1.149	0.224
49	1.404	2.361	0.166	19	1.344	1.691	0.182
50	0.975	1.812	0.353	20	1.535	1.377	0.214
เฉลี่ย	1.283	2.153	0.206		1.202	1.248	0.196

ตาราง 83 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H3N10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
32	0.623	1.994	0.183	2	1.579	0.895	0.098
34	1.505	1.548	0.111	4	0.685	0.649	0.161
36	2.135	2.181	0.259	6	1.588	1.003	0.275
38	1.596	2.387	0.213	8	2.213	1.169	0.159
41	1.447	1.977	0.097	11	0.787	0.978	0.224
43	0.905	2.402	0.127	13	1.309	1.202	0.181
44	0.629	2.802	0.246	14	1.445	1.253	0.199
46	1.262	1.716	0.245	16	2.101	0.861	0.110
47	1.450	1.850	0.206	17	2.296	0.941	0.158
48	1.224	1.756	0.134	18	2.149	0.784	0.137
เฉลี่ย	1.242	2.061	0.192		1.501	0.974	0.172

ตาราง 84 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ H3N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
39	0.482	2.255	0.126	9	1.379	1.393	0.149
45	1.354	2.534	0.125	15	0.866	1.591	0.184
47	1.306	2.057	0.193	17	0.851	1.011	0.344
49	1.404	2.361	0.166	19	1.344	1.691	0.182
50	0.975	1.812	0.353	20	1.535	1.377	0.214
เฉลี่ย	1.104	2.204	0.193		1.195	1.413	0.215

ตาราง 85 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ H3N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
32	0.623	1.994	0.183	2	1.579	0.895	0.098
36	2.135	2.181	0.259	6	1.588	1.003	0.161
43	0.905	2.402	0.127	13	1.309	1.202	0.224
44	0.629	2.802	0.246	14	1.445	1.253	0.181
48	1.224	1.756	0.134	18	2.149	0.784	0.137
เฉลี่ย	1.103	2.227	0.190		1.614	1.027	0.160

ตาราง 86 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M3N15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	1.166	1.546	0.169	1	0.639	1.186	0.081
32	1.730	1.517	0.370	2	0.897	1.109	0.085
33	0.959	1.352	0.187	3	0.887	0.649	0.172
34	0.970	1.192	0.235	4	1.106	0.873	0.146
35	1.812	1.390	0.243	5	1.164	0.599	0.144
36	1.140	1.197	0.112	6	0.818	0.687	0.122
37	1.449	2.241	0.228	7	0.577	1.889	0.133
38	0.841	2.299	0.125	8	0.994	1.289	0.128
39	0.482	2.255	0.126	9	1.379	1.393	0.149
40	1.525	1.175	0.234	10	1.490	1.039	0.099
41	1.901	1.480	0.147	11	1.119	0.892	0.185
42	1.509	1.850	0.112	12	1.563	1.116	0.188
44	2.028	1.530	0.218	14	0.954	0.558	0.246
47	1.306	2.057	0.193	17	0.852	1.011	0.344
50	0.975	1.812	0.353	20	1.535	1.377	0.214
เฉลี่ย	1.319	1.659	0.203		1.065	1.044	0.162

ตาราง 87 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M3N15

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	0.642	1.091	0.183	1	0.778	0.542	0.104
32	0.623	1.964	0.183	2	1.579	0.895	0.098
33	1.115	1.392	0.177	3	1.285	0.607	0.178
34	1.505	1.194	0.111	4	0.685	0.649	0.199
35	1.231	1.056	0.205	5	1.916	0.512	0.173
36	2.135	2.181	0.259	6	1.588	1.003	0.161
37	1.104	0.998	0.316	7	1.913	0.483	0.135
40	1.079	1.014	0.179	10	1.482	0.517	0.134
41	1.447	1.977	0.097	11	0.787	0.978	0.159
42	1.694	0.962	0.162	12	1.317	0.435	0.136
45	1.084	1.279	0.206	15	2.804	0.703	0.199
46	1.262	1.716	0.245	16	2.101	0.861	0.110
47	1.450	1.750	0.206	17	2.296	0.941	0.158
48	1.224	1.656	0.134	18	2.149	0.784	0.137
50	1.163	1.219	0.224	20	0.725	0.726	0.265
เฉลี่ย	1.251	1.528	0.192		1.560	0.709	0.156

ตาราง 88 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M3N10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	1.166	1.546	0.169	1	0.639	1.186	0.081
32	1.730	1.517	0.370	2	0.897	1.109	0.085
33	0.959	1.352	0.187	3	0.887	0.649	0.172
34	0.970	1.192	0.235	4	1.106	0.873	0.146
35	1.812	1.390	0.243	5	1.164	0.599	0.144
42	1.509	1.850	0.112	12	1.563	1.116	0.188
44	2.028	1.530	0.218	14	0.954	0.558	0.246
47	1.306	2.057	0.193	17	0.852	1.011	0.344
49	1.404	2.361	0.166	19	1.344	1.691	0.182
50	0.975	1.812	0.353	20	1.535	1.377	0.214
เฉลี่ย	1.386	1.661	0.225		1.094	1.017	0.180

ตาราง 89 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M3N10

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	0.642	1.091	0.183	1	0.778	0.542	0.104
33	1.115	1.525	0.177	3	1.285	0.607	0.178
35	1.231	1.056	0.205	4	1.916	0.512	0.173
37	1.104	0.998	0.316	7	1.913	0.483	0.135
40	1.079	1.014	0.179	10	1.482	0.517	0.134
42	1.694	0.962	0.162	11	1.317	0.435	0.136
45	1.084	1.569	0.206	13	2.804	0.703	0.199
46	1.262	1.716	0.245	15	2.101	0.861	0.110
47	1.450	1.850	0.206	17	2.296	0.941	0.158
48	1.224	1.756	0.134	20	2.149	0.784	0.137
เฉลี่ย	1.189	1.354	0.201		1.406	0.639	0.146

ตาราง 90 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.1-ม.2 ตามวิธีของรูปแบบ M3N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.1				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
31	1.166	1.546	0.169	1	0.639	1.186	0.081
33	0.959	1.352	0.187	3	0.887	0.649	0.172
36	1.140	1.197	0.112	6	0.818	0.687	0.122
42	1.509	1.850	0.112	12	1.563	1.116	0.188
47	1.306	2.057	0.193	17	0.852	1.011	0.344
เฉลี่ย	1.216	1.600	0.155		0.952	0.929	0.182

ตาราง 91 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเฉลี่ยระหว่างชั้น
ม.2-ม.3 ตามวิธีของรูปแบบ M3N5

ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.2				ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบระดับชั้น ม.3			
ข้อที่	a	b	c	ข้อที่	a	b	c
34	1.505	1.548	0.111	4	0.685	0.649	0.199
45	1.084	1.569	0.206	15	2.804	0.703	0.199
46	1.262	1.716	0.245	16	2.101	0.861	0.110
48	1.224	1.756	0.134	18	2.149	0.784	0.137
50	1.163	1.685	0.224	20	0.725	0.726	0.265
เฉลี่ย	1.128	1.655	0.184		1.693	0.745	0.182

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดสมการ ฉบับที่ 1
- แบบทดสอบวัดสมการและอสมการ ฉบับที่ 2
- แบบทดสอบวัดสมการและอสมการ ฉบับที่ 3
- แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน ม.1-ม.2
- แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน ม.2-ม.3

แบบทดสอบวัดสมการ ฉบับที่ 1

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับที่ 1 มี 50 ข้อ แต่ละข้อให้เลือกตอบจาก ข้อ ก. ถึง ข้อ จ.
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

หมายเหตุ ห้ามขีดเขียนลงในแบบทดสอบ

1. ถ้า $\frac{X}{3} + 6 = 15$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 3 ข. 7 ค. 27 ง. 39 จ. 63
2. ถ้า $5X - 3 = 15$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 2.4 ข. 3.6 ค. 6 ง. 60 จ. 72
3. ถ้า $2X - 6.4 = 12.6$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 3.1 ข. 9.5 ค. 12.4 ง. 12.7 จ. 18.8
4. ถ้า $4 + 2X = 12$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 2 ข. 4 ค. 6 ง. 10 จ. 14
5. ถ้า $6X + 2 = 2X + 14$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 0 ข. 1 ค. 2 ง. 3 จ. 4
6. ถ้า $0.3 X - 6 = 30$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 3 ข. 7.2 ค. 35.7 ง. 106 จ. 120
7. ถ้า $20 = 2 + 5X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 2 ข. 3.6 ค. 4.4 ง. 6 จ. 13
8. ถ้า $6X + 6X = 36$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 48 ข. 24 ค. 6 ง. 3 จ. 1
9. ถ้า $0.2X + 1.6 = 3.8$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 0.44 ข. 2 ค. 2.36 ง. 11 จ. 17.4
10. ถ้า $15X - 3 = 3X + 45$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 4 ข. 8.4 ค. 8.8 ง. 9.2 จ. 9.6
11. ถ้า $2X + 84 = 12X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 6 ข. 8.4 ค. 14 ง. 36 จ. 74

12. ถ้า $2(X - 4) = 8$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 0 ข. 2 ค. 6 ง. 8 จ. 12
13. ถ้า $3(X - 6) = 24$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 2 ข. 10 ค. 14 ง. 42 จ. 72
14. ถ้า $\frac{X}{3} - 6 = 48$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 10 ข. 18 ค. 22 ง. 150 จ. 162
15. ถ้า $5(X - 20) = 0$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 0 ข. 0.25 ค. 4 ง. 20 จ. 100
16. ถ้า $8X + 6X = 210$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 4.375 ข. 15 ค. 25.5 ง. 162 จ. 196
17. ถ้า $5 + 5X = 55$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 10 ข. 12 ค. 16 ง. 45 จ. 55
18. ถ้า $\frac{2}{3}X - 2 = 12$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 6 ข. 9 ค. 16 ง. 20 จ. 21
19. ถ้า $\frac{3X - 6}{2} = 18$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 9 ข. 10 ค. 14 ง. 16 จ. 18
20. ถ้า $6 + \frac{3}{4}X = 12$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 3 ข. 4.5 ค. 5.25 ง. 8 จ. 10
21. ถ้า $5(X - 2) = 40$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 6 ข. 7.6 ค. 8.4 ง. 10 จ. 30
22. ถ้า $7X - 42 = X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 5.25 ข. 6 ค. 7 ง. 49 จ. 294

23. ถ้า $4(X + 5) = 40$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 5 ข. 8 ค. 8.75 ง. 15 จ. 35
24. ถ้า $3X + 16 = 5X + 8$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 1 ข. 3 ค. 4 ง. 12 จ. 14.4
25. ถ้า $8 + \frac{X}{3} = X - 2$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 4.5 ข. 6 ค. 7 ง. 9 จ. 15
26. สองเท่าของเลขจำนวนหนึ่งน้อยกว่า 24 อยู่ 8" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
 ก. 4 ข. 8 ค. 12 ง. 16 จ. 20
27. "ห้าเท่าของผลบวกขอเลขจำนวนหนึ่งกับ 7 เท่ากับ 45" เขียนแทนด้วยประโยคสัญลักษณ์ตรงกับข้อใด
 ก. $5X = 7 + 45$ ข. $X = 5(7 + 45)$ ค. $X + 7 = 5(45)$
 ง. $5X + 7 = 45$ จ. $5(X + 7) = 45$
28. "สองเท่าของผลบวกของเลขจำนวนหนึ่งกับ 6 เท่ากับ 32" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
 ก. 20 ข. 19 ค. 13 ง. 10 จ. 5
29. ถ้าสุดาได้รับเงินค่าขนมเพิ่มจากเดิมอีก 5 บาท สุดาก็จะมีเงิน 45 บาท ดังนั้นเดิมสุดาจะมีเงินเท่าไร
 ก. 9 บาท ข. 14 บาท ค. 36 บาท ง. 40 บาท จ. 50 บาท
30. ดาวมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง พ่อให้อีก 15 บาท แล้วซื้อขนมไป 5 บาท ปรากฏว่าดาวเหลือเงิน 25 บาท เดิมดาวมีเงินอยู่ที่บาท
 ก. 5 ข. 15 ค. 25 ง. 35 จ. 45
31. ถ้า $6 + 2X = 18$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 3 ข. 6 ค. 10 ง. 24 จ. 26
32. ถ้า $7X - 135 = 2X + 45$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 10 ข. 15 ค. 18 ง. 20 จ. 36
33. ถ้า $14X - 314 = 1 - X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 21 ข. 22.5 ค. 35 ง. 45 จ. 315

34. ถ้า $5X - 42 - X = 0$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 7 ข. 8.2 ค. 8.4 ง. 8.6 จ. 10.5
35. ถ้า $4X + 2X = 210 - X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 30 ข. 35 ค. 42 ง. 70 จ. 105
36. ถ้า $\frac{4X + 6}{3} = 72$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 17.5 ข. 21.6 ค. 49.5 ง. 52.5 จ. 206
37. ถ้า $3(3 + 2X) = 12X - 99$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 3.6 ข. 10.8 ค. 18 ง. 51 จ. 106
38. ถ้า $2X + 4 = 3(2 - X)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 0.4 ข. 2 ค. 3.33 ง. 10 จ. 15
39. "ผลต่างของเลขจำนวนหนึ่งกับ 8 มีค่าเท่ากับ 32" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
 ก. 4 ข. 5 ค. 24 ง. 40 จ. 256
40. "ผลบวกของสองเท่าของเลขจำนวนหนึ่งกับ 5 เท่ากับ 20" เขียนเป็นสมการตรงกับข้อใด
 ก. $2X + 5 = 20$ ข. $2X + 10 = 20$ ค. $2(X + 5) = 20$
 ง. $X + 2 = 5 + 20$ จ. $2X = 5 + 20$
41. "สามเท่าของผลบวกของเลขจำนวนหนึ่งกับ 6 มีค่าเท่ากับ 42" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
 ก. 2 ข. 8 ค. 12 ง. 14 จ. 24
42. "สามเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งมีค่ามากกว่า 39 อยู่ 6" จำนวนจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
 ก. 7 ข. 11 ค. 13 ง. 15 จ. 23
43. "ผลต่างของสองเท่าของเลขจำนวนหนึ่งกับ 4 มีค่าเท่ากับ 46" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
 ก. 19 ข. 21 ค. 25 ง. 27 จ. 31
44. "สองเท่าของผลต่างของเลขจำนวนหนึ่งกับ 8 เท่ากับ 32" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
 ก. 2 ข. 4 ค. 8 ง. 20 จ. 24
45. "ถ้านำ 4 มาบวกกับจำนวนจำนวนหนึ่ง แล้วสองเท่าของผลบวกเท่ากับ 64" จำนวนจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
 ก. 24 ข. 28 ค. 30 ง. 34 จ. 36

46. "เศษหนึ่งส่วนสี่ของเลขจำนวนหนึ่งมากกว่า 20 อยู่ 12" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 8 ข. 32 ค. 38 ง. 92 จ. 128
47. สามในสี่ของเงินวิทยุรวมกับเงินที่พ่อให้อีก 50 บาท เป็นเงิน 167 บาท เดิมวิทยุมีเงินกี่บาท
ก. 78 ข. 87.75 ค. 106 ง. 116.25 จ. 156
48. วินัยมีดินสออยู่จำนวนหนึ่ง ได้รับบริจาคมาอีก 2 โหล เมื่อนำไปแจกนักเรียน 48 คน ปรากฏว่านักเรียนได้รับแจกดินสอคนละ 3 แท่งพอดี เดิมวินัยมีดินสอจำนวนเท่าใด
ก. 10 โหล ข. 12 โหล ค. 14 โหล ง. 16 โหล จ. 18 โหล
49. "หนึ่งในสามของเลขจำนวนหนึ่งบวกกับ 6 เท่ากับ 12" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 6 ข. 10 ค. 15 ง. 18 จ. 30
50. เดือนมีถังน้ำอยู่ 2 ใบ ถังน้ำใบใหญ่บรรจุน้ำได้มากกว่าถังใบเล็กอยู่ 2 ลิตร ถ้านำน้ำในถังใบใหญ่และใบเล็กรวมกันได้น้ำ 18 ลิตร อยากทราบว่าถังน้ำใบเล็กบรรจุน้ำได้กี่ลิตร
ก. 5 ข. 6 ค. 7 ง. 8 จ. 9

แบบทดสอบสมการและอสมการ ฅบปีที่ 2

คำชี้แจง แบบทดสอบฅบปีที่ 2 มี 50 ข้อ แต่ละข้อให้เลือกตอบจาก ก. ถึง จ.
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

หมายเหตุ ห้ามขีดเขียนลงในแบบทดสอบ

1. ถ้า $6 + 2X = 18$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 3 ข. 6 ค. 10 ง. 24 จ. 26

2. ถ้า $7X - 135 = 2X + 45$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 10 ข. 15 ค. 18 ง. 20 จ. 36

3. ถ้า $14X - 314 = 1 - X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 21 ข. 22.5 ค. 35 ง. 45 จ. 315

4. ถ้า $5X - 42 - X = 0$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 7 ข. 8.2 ค. 8.4 ง. 8.6 จ. 10.5

5. ถ้า $4X + 2X = 210 - X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 30 ข. 35 ค. 42 ง. 70 จ. 105

6. ถ้า $\frac{4X + 6}{3} = 72$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 17.5 ข. 21.6 ค. 49.5 ง. 52.5 จ. 206

7. ถ้า $3(3 + 2X) = 12X - 99$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 3.6 ข. 10.8 ค. 18 ง. 51 จ. 106

8. ถ้า $2X + 4 = 3(2 - X)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 0.4 ข. 2 ค. 3.33 ง. 10 จ. 15

9. "ผลต่างของเลขจำนวนหนึ่งกับ 8 มีค่าเท่ากับ 32" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด

- ก. 4 ข. 5 ค. 24 ง. 40 จ. 256

10. "ผลบวกของสองเท่าของเลขจำนวนหนึ่งกับ 5 เท่ากับ 20" เขียนเป็นสมการตรงกับข้อใด

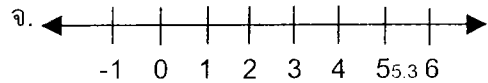
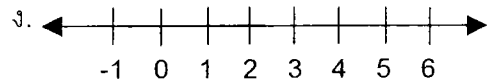
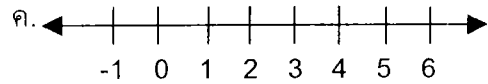
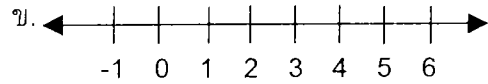
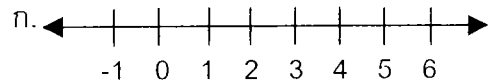
- ก. $2X + 5 = 20$ ข. $2X + 10 = 20$
ค. $2(X + 5) = 20$ ง. $X + 2 = 5 + 20$
จ. $2X = 5 + 20$

11. "สามเท่าของผลบวกของเลขจำนวนหนึ่งกับ 6 มีค่าเท่ากับ 42" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 2 ข. 8 ค. 12 ง. 14 จ. 24
12. "สามเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งมีค่ามากกว่า 39 อยู่ 6" จำนวนจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 7 ข. 11 ค. 13 ง. 15 จ. 23
13. "ผลต่างของสองเท่าของเลขจำนวนหนึ่งกับ 4 มีค่าเท่ากับ 46" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 19 ข. 21 ค. 25 ง. 27 จ. 31
14. "สองเท่าของผลต่างของเลขจำนวนหนึ่งกับ 8 เท่ากับ 32" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 24 ข. 20 ค. 8 ง. 4 จ. 2
15. "ถ้านำ 4 มาบวกกับจำนวนจำนวนหนึ่ง แล้วสองเท่าของผลบวกเท่ากับ 64" จำนวนจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 24 ข. 28 ค. 30 ง. 34 จ. 36
16. "เศษหนึ่งส่วนสี่ของเลขจำนวนหนึ่งมากกว่า 20 อยู่ 12" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 8 ข. 32 ค. 38 ง. 92 จ. 128
17. สามในสี่ของเงินวิทยุรวมกับเงินที่พ่อให้อีก 50 บาท เป็นเงิน 167 บาท เดิมวิทยุมีเงินกี่บาท
ก. 78 ข. 87.75 ค. 106 ง. 116.25 จ. 156
18. วินัยมีดินสออยู่จำนวนหนึ่ง ได้รับบริจาคมาอีก 2 โหล เมื่อนำไปแจกนักเรียน 48 คน ปรากฏว่านักเรียนได้รับแจกดินสอคนละ 3 แท่งพอดี เดิมวินัยมีดินสอจำนวนเท่าใด
ก. 10 โหล ข. 12 โหล ค. 14 โหล ง. 16 โหล จ. 18 โหล
19. "หนึ่งในสามของเลขจำนวนหนึ่งบวกกับ 6 เท่ากับ 12" เลขจำนวนนั้นตรงกับข้อใด
ก. 6 ข. 10 ค. 15 ง. 18 จ. 30
20. เตือนมีถังน้ำอยู่ 2 ใบ ถังน้ำใบใหญ่บรรจุน้ำได้มากกว่าถังใบเล็กอยู่ 2 ลิตร ถ้านำน้ำในถังใบใหญ่และใบเล็กรวมกันได้น้ำ 18 ลิตร อยากทราบว่าถังน้ำใบเล็กบรรจุน้ำได้กี่ลิตร
ก. 5 ข. 6 ค. 7 ง. 8 จ. 9
21. ถ้า $-7(X + 12) = 147$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 152 ข. 21 ค. -7 ง. -19 จ. -33

22. ถ้า $-16X + 189 = 4X + 63$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. -10.5 ข. 6.3 ค. 12.6 ง. 21 จ. 27.5

23. ถ้า $7(X + 7) = 21X + 63$ แล้ว X มีค่าตรงกับกราฟข้อใด



24. ถ้า $5X - 45 > 75 - 3X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X > 1.8$ ข. $X > 3.75$ ค. $X > 15$ ง. $X > 17.5$ จ. $X > 60$

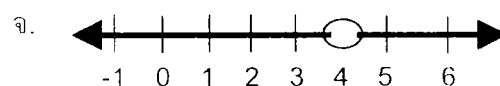
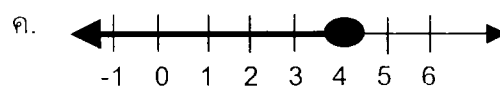
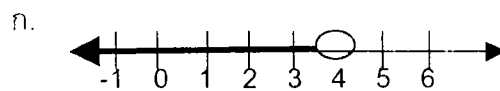
25. ถ้า $-3(2 + X) < 63$ แล้วคำตอบของสมการตรงกับข้อใด

- ก. $X < -23$ ข. $X > -23$ ค. $X < -19$ ง. $X > 57$ จ. $X < 57$

26. ถ้า $3X + 24 > X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < -12$ ข. $X > -12$ ค. $X < -8$ ง. $X > -6$ จ. $X < -6$

27. "ผลต่างของเลขจำนวนหนึ่งกับสามไม่เท่ากับหนึ่ง" กราฟแสดงคำตอบตรงกับข้อใด



28. ปัจจุบันเขามีอายุ A ปี เก่อายุอ่อนกว่าเขา 4 ปี เมื่อ 3 ปีที่แล้วเขามีอายุเท่ากับข้อใด
 ก. A - 7 ปี ข. A - 4 ปี ค. A - 3 ปี ง. A + 7 ปี จ. A + 4 ปี
29. ครูให้รางวัลนักเรียนที่สอบได้ที่ 1 มากกว่าคนที่สอบได้ที่ 2 อยู่ 50 บาท เมื่อนำเงินทั้งสองคนมารวมกันได้ 200 บาท อยากทราบว่าเด็กที่สอบได้ที่ 1 ได้เงินกี่บาท
 ก. 50 ข. 75 ค. 100 ง. 125 จ. 150
30. อนันต์มีมะนาวอยู่จำนวนหนึ่ง เขาขายไป 300 ลูก เมื่อนับจำนวนมะนาวที่เหลือปรากฏว่าเหลือไม่ถึง 60 ลูก เดิมอนันต์มีมะนาวทั้งหมดกี่ลูก
 ก. ระหว่าง 300 ถึง 359 ข. ระหว่าง 300 ถึง 360
 ค. ระหว่าง 301 ถึง 359 ง. ระหว่าง 301 ถึง 360
 จ. 360
31. ถ้า $14 - 7X = 84$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. -14 ข. -10 ค. 10 ง. 14 จ. 77
32. ถ้า $171 - 9X = -3(12 + X)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 11.25 ข. 17.25 ค. 22.5 ง. 34.5 จ. 69
33. คำตอบของสมการ $-(2X - 5) = -3(2 + X) + 1$ เท่ากับข้อใด
 ก. 5 ข. 3 ค. 0 ง. -10 จ. -15
34. คำตอบของสมการ $3(3 - 2X) = -(12X + 99)$ ตรงกับข้อใด
 ก. -18 ข. -6.6 ค. -5 ง. 6 จ. 15
35. คำตอบของสมการ $-2X + 504 = -(16X + 252)$ ตรงกับข้อใด
 ก. -54 ข. -18 ค. 14 ง. 42 จ. 94.5
36. ถ้า $-19 - 6X > -10X + 29$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. $X > -3$ ข. $X < 3$ ค. $X > 3$ ง. $X < 12$ จ. $X > 12$
37. ถ้า $24 > -3(2 + 2X)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. $X < -7.5$ ข. $X > -5$ ค. $X < -5$ ง. $X > 15$ จ. $X < 15$
38. ถ้า $5X - 8X < X - 24$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. $X < -6$ ข. $X < 6$ ค. $X > 6$ ง. $X > 12$ จ. $X > 24$

39. ถ้า $3X - (2X + 3) < -15$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < -18$ ข. $X > -18$ ค. $X < -12$ ง. $X > -12$ จ. $X > 7.5$

40. ถ้า $18 - X \leq 3X - 4$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \geq 11$ ข. $X \leq 7$ ค. $X \geq 7$ ง. $X \leq 5.5$ จ. $X \geq 5.5$

41. ถ้า $24 - 6X < 2X - 4$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < 7$ ข. $X > 7$ ค. $X < 3.5$ ง. $X > 3.5$ จ. $X > 2.5$

42. ถ้า $5(5 - X) < 40$ แล้ว X มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. $X < 13$ ข. $X > 2$ ค. $X < 2$ ง. $X > -3$ จ. $X < -3$

43. ถ้า $-3(X + 7) \geq 7X + 2$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \leq -2.3$ ข. $X \geq -2.3$ ค. $X \leq -0.2$ ง. $X \geq -0.2$ จ. $X \geq 0.2$

44. ถ้า $-2(X - 3) \leq X + 12$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \geq -6$ ข. $X \leq -5$ ค. $X \geq -5$ ง. $X \leq -2$ จ. $X \geq -2$

45. ถ้า $3(15 - X) \geq 30 - 2X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \leq 15$ ข. $X \geq 15$ ค. $X \geq -3$ ง. $X \leq -15$ จ. $X \geq -15$

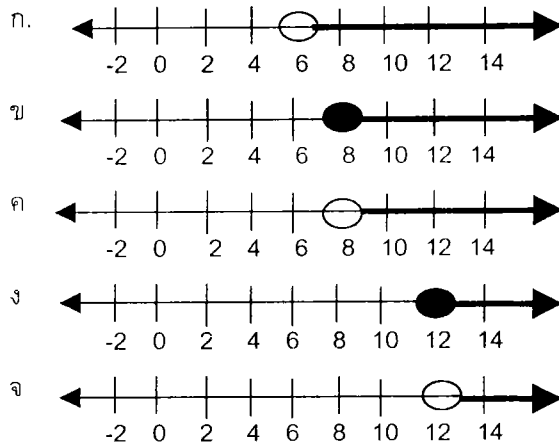
46. ถ้า $-(3 + 3X) > 36$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < -6$ ข. $X > -6$ ค. $X < -13$ ง. $X > -13$ จ. $X > 13$

47. สองในสามของเงินที่เรียมมีรวมกับเงินที่ขวัญให้อีก 50 บาท เป็นเงิน 100 บาท เดิมเรียมมีเงินกี่บาท

- ก. 25 ข. 50 ค. 75 ง. 125 จ. 225

48. แพรวซื้อขนุนมาจำนวนหนึ่ง เมื่อแบ่งให้เพื่อนไป 6 ลูก แล้วปรากฏว่ายังเหลืออยู่มากกว่า 2 ลูก เขียนกราฟแสดงจำนวนขนุนที่ซื้อมาตรงกับข้อใด



49. วิษณุมีน้ำมันอยู่ 45 ลิตร เมื่อขับรถได้ระยะหนึ่ง ปรากฏว่าเหลือน้ำมันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ลิตร อยากทราบว่าวิษณุใช้น้ำมันไปกี่ลิตร

- ก. มากกว่าหรือเท่ากับ 15 ข. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20
 ค. มากกว่าหรือเท่ากับ 20 ง. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 25
 จ. มากกว่าหรือเท่ากับ 25

50. ภาราดลมีส้มอยู่จำนวนหนึ่ง แบ่งให้คนงานสองในสามของส้มทั้งหมด เมื่อนับส้มที่เหลือ ปรากฏว่ามีมากกว่า 80 ลูก อยากทราบว่าเดิมภาราดลมีส้มกี่ลูก

- ก. มากกว่า 120 ข. มากกว่า 180
 ค. มากกว่า 240 ง. มากกว่า 300
 จ. มากกว่า 360

แบบทดสอบสมการและอสมการ ฉบับที่ 3

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับที่ 3 มี 50 ข้อ แต่ละข้อให้เลือกตอบจาก ก. ถึง จ.
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

หมายเหตุ ห้ามขีดเขียนลงในแบบทดสอบ

1. ถ้า $14 - 7X = 84$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. -14 ข. -10 ค. 10 ง. 14 จ. 77

2. ถ้า $171 - 9X = -3(12 + X)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 11.25 ข. 17.25 ค. 22.5 ง. 34.5 จ. 69

3. คำตอบของสมการ $-(2X - 5) = -3(2 + X) + 1$ เท่ากับข้อใด

- ก. 5 ข. 3 ค. 0 ง. -10 จ. -15

4. คำตอบของสมการ $3(3 - 2X) = -(12X + 99)$ ตรงกับข้อใด

- ก. -18 ข. -6.6 ค. -5 ง. 6 จ. 15

5. คำตอบของสมการ $-2X + 504 = -(16X + 252)$ ตรงกับข้อใด

- ก. -54 ข. -18 ค. 14 ง. 42 จ. 94.5

6. ถ้า $-19 - 6X > -10X + 29$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X > -3$ ข. $X < 3$ ค. $X > 3$ ง. $X < 12$ จ. $X > 12$

7. ถ้า $24 > -3(2 + 2X)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < -7.5$ ข. $X > -5$ ค. $X < -5$ ง. $X > 15$ จ. $X < 15$

8. ถ้า $5X - 8X < X - 24$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < -6$ ข. $X < 6$ ค. $X > 6$ ง. $X > 12$ จ. $X > 24$

9. ถ้า $3X - (2X + 3) < -15$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < -18$ ข. $X > -18$ ค. $X < -12$ ง. $X > -12$ จ. $X > 7.5$

10. ถ้า $18 - X \leq 3X - 4$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \geq 11$ ข. $X \leq 7$ ค. $X \geq 7$ ง. $X \leq 5.5$ จ. $X \geq 5.5$

11. ถ้า $24 - 6X < 2X - 4$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < 7$ ข. $X > 7$ ค. $X < 3.5$ ง. $X > 3.5$ จ. $X > 2.5$

12. ถ้า $5(5 - X) < 40$ แล้ว X มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. $X < 13$ ข. $X > 2$ ค. $X < 2$ ง. $X > -3$ จ. $X < -3$

13. ถ้า $-3(X + 7) \geq 7X + 2$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \leq -2.3$ ข. $X \geq -2.3$ ค. $X \leq -0.2$ ง. $X \geq -0.2$ จ. $X \geq 0.2$

14. ถ้า $-2(X - 3) \leq X + 12$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \geq -6$ ข. $X \leq -5$ ค. $X \geq -5$ ง. $X \leq -2$ จ. $X \geq -2$

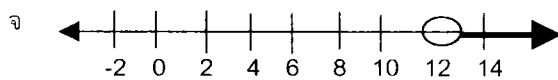
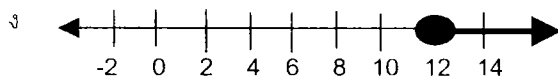
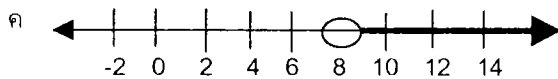
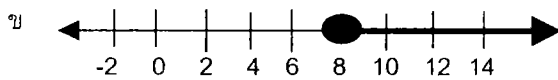
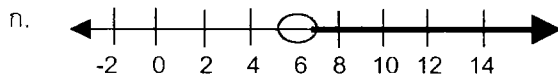
15. ถ้า $3(15 - X) \geq 30 - 2X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \leq 15$ ข. $X \geq 15$ ค. $X \geq -3$ ง. $X \leq -15$ จ. $X \geq -15$

16. ถ้า $-(3 + 3X) > 36$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < -6$ ข. $X > -6$ ค. $X < -13$ ง. $X > -13$ จ. $X > 13$

17. แพรวซื้อขนุนมาจำนวนหนึ่ง เมื่อแบ่งให้เพื่อนไป 6 ลูก แล้วปรากฏว่ายังเหลืออยู่มากกว่า 2 ลูก เขียนกราฟแสดงจำนวนขนุนที่ซื้อมาตรงกับข้อใด



18. สองในสามของเงินที่เตรียมมีรวมกับเงินที่ขวัญให้อีก 50 บาท เป็นเงิน 100 บาท เดิมเตรียมมีเงินกี่บาท

- ก. 25 ข. 50 ค. 75 ง. 125 จ. 225

19. วิศวกรมีน้ำมันอยู่ 45 ลิตร เมื่อขับรถได้ระยะหนึ่ง ปรากฏว่าเหลือน้ำมันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ลิตร อยากทราบว่าวิศวกรใช้น้ำมันไปกี่ลิตร
- ก. มากกว่าหรือเท่ากับ 15 ข. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20
 ค. มากกว่าหรือเท่ากับ 20 ง. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 25
 จ. มากกว่าหรือเท่ากับ 25
20. ภาราดลมีส้มอยู่จำนวนหนึ่ง แบ่งให้คนงานสองในสามของส้มทั้งหมด เมื่อนับส้มที่เหลือ ปรากฏว่ามีมากกว่า 80 ลูก อยากทราบว่าเดิมภาราดลมีส้มกี่ลูก
- ก. มากกว่า 120 ข. มากกว่า 180
 ค. มากกว่า 240 ง. มากกว่า 300
 จ. มากกว่า 360
21. ถ้า $210 - 4X - 2X = X$ แล้ว X มีค่าตรงกับข้อใด
- ก. 30 ข. 35 ค. 42 ง. 70 จ. 105
22. ถ้า $(5 - 3X) - 2(X + 3) = 71$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก. -35 ข. -14.4 ค. -13 ง. -12.6 จ. -12
23. ถ้า $-3X - 6 + 6X - 2 = -5X - 10 - 2X - 8$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก. -4 ข. -2.5 ค. -1 ง. 1 จ. 1.4
24. ถ้า $2(3X - 1) - \left(\frac{2 + 3X}{2}\right) = 4(X - 2)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก. -10 ข. -1.25 ค. -0.4 ง. 0.5 จ. 2.4
25. ถ้า $-\frac{1}{2}(X + 1) = 2X + 16$ แล้ว X มีค่าตรงกับข้อใด
- ก. -15 ข. -11 ค. -6.6 ง. -6.5 จ. -6
26. ถ้า $\frac{4(X + 4)}{2} = 4(X - 13)$ แล้ว X มีค่าตรงกับข้อใด
- ก. -9.3 ข. -8 ค. 22 ง. 28 จ. 30
27. ถ้า $\frac{5}{3}X + 7 = X - 2$ แล้ว $4X$ มีค่าเท่ากับข้อใด
- ก. -7.5 ข. -13.5 ค. -30 ง. -54 จ. -72

28. ถ้า $\frac{2}{3}(-X+2)-(3+X)=5(X-1)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $\frac{1}{2}$ ข. $\frac{5}{7}$ ค. $\frac{6}{7}$ ง. $\frac{8}{7}$ จ. $\frac{5}{2}$

29. ถ้า $\frac{-X}{2} + \frac{4X}{5} + \frac{X}{10} - 10 = 0$ แล้ว X มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. 5 ข. 12.5 ค. 22.5 ง. 25 จ. 42.5

30. ซื้อมะละกอมาร้านจำนวน 25 ลูก กินไป 2 ลูก และเนาอีก 3 ลูก ที่เหลือขายไปแพงกว่าที่ซื้อลูกละ 2 บาท เมื่อขายไปหมดขาดทุน 20 บาท อยากทราบว่าซื้อมะละกอมาร้านลูกละกี่บาท

- ก. 12 ข. 14 ค. 15 ง. 28 จ. 30

31. ทองพูนซื้อสมุดปกแข็งราคาเล่มละ 14 บาท และสมุดปกอ่อนราคาเล่มละ 6 บาท มาจำนวนเท่ากันคิดเป็นราคารวมทั้งสิ้น 160 บาท เขาซื้อสมุดมาทั้งหมดกี่เล่ม

- ก. 70 ข. 35 ค. 32 ง. 16 จ. 8

32. เทพมีข้าวเท่ากับสามเท่าของข้าวที่จำมี ถ้าหนึ่งในสามของข้าวที่จำมีเท่ากับ 72 ถัง แล้วเทพมีข้าวกี่ถัง

- ก. 8 ข. 24 ค. 72 ง. 216 จ. 648

33. ถังน้ำใบใหญ่จะจุน้ำได้มากกว่าสามเท่าของถังน้ำใบเล็กอยู่ 2 ลิตร ถ้านำน้ำในใบใหญ่และใบเล็กรวมกันได้น้ำ 50 ลิตร แล้วถังน้ำใบใหญ่จะจุน้ำได้กี่ลิตร

- ก. 38 ข. 36 ค. 34 ง. 14 จ. 12

34. หงส์ฟ้ามีชุดหางเครื่องจำนวนหนึ่ง ซึ่งมี 3 สี คือ สีแดงมีหนึ่งในสามของชุดทั้งหมด สีเขียวมี $\frac{2}{3}$ ของชุดที่เหลือ นอกนั้นเป็นชุดสีน้ำเงิน 14 ชุด หงส์ฟ้ามีชุดสีเขียวกี่ชุด

- ก. 21 ข. 28 ค. 35 ง. 42 จ. 63

35. ศิลาเมียอายุมากกว่าปานวาด 5 ปี และอายุของคนทั้งสองรวมกันเท่ากับ 47 ปี จงพิจารณาว่าข้อใดเขียนสมการหาอายุของศิลาได้ถูกต้อง

- ก. $5X = 47$ ข. $X + 5 = 47$
ค. $X - 47 = 5$ ง. $X + (X - 5) = 47$
จ. $(47 - X) + (X + 5) = 47$

36. ถ้าหาญเลี้ยงหมู เปิดและไถรวมกัน 19 ตัว นับขารวมกันได้ 48 ขา อยากทราบว่า
 เขาเลี้ยงเปิดและไถรวมกันกี่ตัว

- ก. 5 ข. 7 ค. 9 ง. 12 จ. 14

37. ผลบวกของห้าเท่าของเลขจำนวนหนึ่งกับ 75 มากกว่าผลต่างของจำนวนนั้นกับ 9 อยู่ 124
 เลขจำนวนนั้นมีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. -47 ข. -23 ค. -16 ง. 11 จ. 10

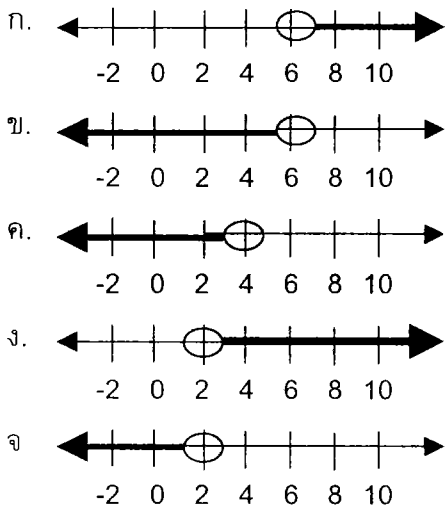
38. เฉลิมเลี้ยงควายและไถรวมกันได้ 50 ตัว และนับขารวมกันได้ 120 ขา จงพิจารณาว่าข้อใด
 เขียนสมการหาคำตอบ ได้ถูกต้อง (ให้ X แทนจำนวนไถ)

- ก. $6(50 - X) = 120$ ข. $2(50 - X) + 4X = 120$
 ค. $2X + 4(50 - X) = 120$ ง. $2(50 - X) + 4(50 - X) = 120$
 จ. $2X + (50 - 4) = 120$

39. ถ้า $\frac{2X-1}{5} - \frac{X+1}{2} > 0$ แล้ว X มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. $X < 3$ ข. $X > -7$ ค. $X < -7$ ง. $X > -17$ จ. $X < -17$

40. กราฟข้อใดเป็นคำตอบของอสมการ $2X + 4 < 4X - 8$



41. ถ้า $6(X + 4) - 2 \leq 4X + 8$ แล้ว X มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. $X \leq -21$ ข. $X \leq -7$ ค. $X \leq -4$ ง. $X \leq -2$ จ. $X \leq 3$

42. คำตอบของอสมการ $\frac{4X+3}{X-2} > 3$ เท่ากับข้อใด

- ก. $X > -9$ ข. $X < -9$ ค. $X > -1$ ง. $X < 3$ จ. $X > 3$

43. ถ้า $2\left(-\frac{X}{3}+2\right) \leq -4+2(10-X)$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \leq 2.25$ ข. $X \leq 9$ ค. $X \leq 15$ ง. $X \leq 18$ จ. $X \leq 36$

44. ถ้า $3(15-X) \geq 30-2X$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X \geq -15$ ข. $X \leq -15$ ค. $X \geq -5$ ง. $X \leq 15$ จ. $X \geq 15$

45. ถ้า $\frac{6X+2}{6} > \frac{4X-2}{3}$ แล้วคำตอบของอสมการตรงกับกราฟข้อใด

- ก. $X < 3$ ข. $X > 3$ ค. $X < 2$ ง. $X > 2$ จ. $X > -4$

46. ถ้า $(3X-1)-(4X+1) > \frac{3(X+2)}{2}$ แล้ว X มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $X < -9$ ข. $X > -7$ ค. $X < -7$ ง. $X > -2$ จ. $X < -2$

47. ถ้า $\frac{1}{2}(6X-1) \geq 2X-\frac{5}{2}$ แล้วคำตอบของอสมการคือข้อใด

- ก. $X \geq -2$ ข. $X \leq -\frac{3}{4}$ ค. $X \geq -\frac{7}{6}$ ง. $X \geq -\frac{3}{2}$ จ. $X \geq -\frac{1}{2}$

48. ตะวันเก็บไข่วันแรกได้เป็น 2 เท่าของวันที่สอง แล้วแบ่งไข่ที่เก็บได้ทั้งสองวันไปขาย 45 ฟอง และไข่แตกอีก 3 ฟอง เมื่อนับไข่ที่เหลือ ปรากฏว่าเหลือมากกว่า 12 ฟอง อยากทราบว่าตะวันเก็บไข่วันที่สองได้กี่ฟอง

- ก. ตั้งแต่ 16 ฟองขึ้นไป ข. ระหว่าง 16 – 20 ฟอง
ค. ระหว่าง 17 – 20 ฟอง ง. มากกว่า 20 ฟอง
จ. ตั้งแต่ 20 ฟอง ขึ้นไป

49. ปุรชัยมีไก่อยู่จำนวนหนึ่ง ต่อมาได้เพิ่มอีก 3 ตัว เมื่อขายไป 15 ตัว แล้วเหลือไม่ถึง 60 ตัว อยากทราบว่าเดิมปุรชัยมีไก่อีกกี่ตัว

- ก. ตั้งแต่ 13 ถึง 47 ตัว ข. ตั้งแต่ 13 ถึง 48 ตัว
ค. ตั้งแต่ 12 ถึง 72 ตัว ง. ตั้งแต่ 13 ถึง 71 ตัว
จ. ตั้งแต่ 13 ถึง 72 ตัว

50. สมศรีซื้อส้มมาแจกให้แก่โรงเรียน 2 โรง โดยโรงเรียนแรกได้ส้มครึ่งหนึ่งของส้มที่ซื้อมาและโรงเรียนที่สองได้ส้ม $\frac{2}{3}$ ของโรงเรียนแรก เมื่อแจกไปแล้วปรากฏว่า เหลือส้มมากกว่า 50 ลูก จงหาว่าสมศรีมีส้มกี่ลูก

- ก. มากกว่า 150 ข. มากกว่า 300 ค. มากกว่า 450
ง. มากกว่า 600 จ. มากกว่า 750

แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน ม.1 – ม.2

คำอธิบาย

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 20 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ทำลงในกระดาษคำตอบ กรุณาอย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบ
3. ตัวอย่างข้อสอบและวิธีการตอบ

ข้อ 0) 1 2 3 4 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 5 ข. 6 ค. 7 ง. 8 จ. 9

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ก. เพราะการเรียงตัวเลขในตัวอย่าง เพิ่มทีละ 1 จำนวนถัดไป จะต้องเพิ่มขึ้น 1 เป็น 5

1.) 2 2 3 5 8 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 22 ข. 23 ค. 24 ง. 25 จ. 26

2.) 3 -2 -7 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
ก. -16 ข. -14 ค. -12 ง. -6 จ. -2

3.) 1 2 4 5 7 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 8 ข. 9 ค. 10 ง. 11 จ. 12

4.) 56 49 42 ตัวเลขที่หายไปมีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 59 ข. 63 ค. 69 ง. 72 จ. 76

5.) 60 55 57 52 54 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 48 ข. 49 ค. 50 ง. 51 จ. 52

6.) 30 28 24 18 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 16 ข. 14 ค. 12 ง. 10 จ. 8

7.) 24 21 22 19 21 18 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 18 ข. 19 ค. 20 ง. 21 จ. 22

8.) 12 15 13 14 14 ตัวเลขที่หายไปมีค่าเท่ากับข้อใด
ก. 10 ข. 11 ค. 12 ง. 15 จ. 16

9.) 54 162 486 ตัวเลขหายไปมีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 9 ข. 18 ค. 25 ง. 27 จ. 36

10.) 3 6 5 8 6 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 6 ข. 7 ค. 8 ง. 9 จ. 10

11.) 30 28 24 18 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 16 ข. 14 ค. 12 ง. 10 จ. 8

12.) 1 9 25 49 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 55 ข. 69 ค. 71 ง. 75 จ. 81

13.) 9 25 16 36 49 36 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 25 ข. 26 ค. 27 ง. 28 จ. 30

14.) 43 44 40 41 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 39 ข. 37 ค. 36 ง. 35 จ. 33

15.) ตัวเลขคู่ใดที่ผิดจากอนุกรม

อนุกรมหนึ่ง	1	2	4	7	14	16
อนุกรมสอง	1	0	-2	-5	-9	-11

ก. 2,-2 ข. 4,-2 ค. 4,-9 ง. 7,-2 จ. 14,-11

16.) ตัวเลขในช่อง มีค่าเท่าใด

5	6	12
2	3	9
-2	-1	?

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

จ. 7

17.) ตัวเลขในช่อง

?

 มีค่าเท่าใด

12	7	5	
9	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>?</td></tr></table>	?	2
?			
6	1	-1	

ก. 8

ข. 7

ค. 6

ง. 5

จ. 4

18.) ข้าวสารชนิด A ราคาถังละ 45 บาท ข้าวสารชนิด B ราคาถังละ 80 บาท ควรนำข้าวสารชนิด A และ B มาผสมกันอย่างไรถึงจะได้ข้าวสารทั้งหมด 35 ถังในราคาเฉลี่ยถังละ 65 บาท

ก. 14 : 21

ข. 15 : 20

ค. 16 : 19

ง. 17 : 18

จ. 18 : 17

19.) เลขสองจำนวนรวมกันได้ 30 เมื่อนำมาลบกันได้ 6 จงหาเลขจำนวนมากตรงกับข้อใด

ก. 18

ข. 21

ค. 23.5

ง. 24

จ. 27

20.) นิดพับดาวได้จำนวนหนึ่ง แจกให้เพื่อน 45 คน คนละ 5 ดวง ปรากฏว่าเหลือดาว 3 ดวง อยากทราบว่า นิดพับดาว ได้ทั้งหมดกี่ดวง

ก. 48

ข. 60

ค. 228

ง. 240

จ. 258

9.) 12 7 14 9 18 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 11 ข. 13 ค. 17 ง. 20 จ. 24

10.) 24 12 16 8 12 ตัวเลขถัดไปมีค่าเท่ากับข้อใด
 ก. 2 ข. 4 ค. 6 ง. 8 จ. 10

11.) ตัวเลขในช่อง

?

 มีค่าเท่ากับข้อใด

2	
5	3

3	
9	6

6	
13	?

ก. 6 ข. 7 ค. 9 ง. 10 จ. 12

12.) ตัวเลขในช่อง

?

 มีค่าเท่ากับข้อใด

8	
5	2

5	
2	?

3	
0	-3

ก. -2 ข. -1 ค. 0 ง. 1 จ. 2

13.) ตัวเลขในช่อง

?

 มีค่าเท่ากับข้อใด

8	
2	1

12	
3	1.5

28	
?	3.5

ก. 4 ข. 5 ค. 6 ง. 7 จ. 8

14) ตัวเลขในช่อง

?

 มีค่าเท่าใด

2	5	9
-1	?	6
-5	-2	2

ก. 1
 ข. 2
 ค. 3
 ง. 4
 จ. 5

- 15.) ด.ช.เอมีเงิน 35 บาท ด.ช.บีมีเงินมากกว่าด.ช.ซี 10 บาท แต่น้อยกว่าด.ช.เอ 10 บาท
ดังนั้นด.ช.บี และด.ช.ซีมีเงินรวมกัน เท่ากับเท่าไร
ก. 25 บาท ข. 35 บาท ค. 40 บาท ง. 60 บาท จ. 75 บาท
- 16.) เลขสามจำนวนรวมกันได้ 60 ตัวเลขที่มากที่สุดมากกว่าตัวเลขที่น้อยที่สุด 14 และเมื่อนำตัวเลขน้อยที่สุดรวมกับตัวกลางมีค่า 33 จงหาตัวกลาง
ก. 13 ข. 20 ค. 23 ง. 27 จ. 30
- 17.) แก้วมีเงิน 100 บาท ขวัญมีเงิน 20 บาท จะต้องเอาเงินของแก้วไปให้ขวัญกี่บาท ขวัญจึงมีเงินเป็น 2 เท่าของแก้ว
ก. 40 ข. 50 ค. 55 ง. 60 จ. 62
- 18.) ดินสอ 3 แท่ง ราคาเท่ากับปากกาถูกลิ้น 1 ด้าม ถ้าซื้อปากกาถูกลิ้น 1 ด้าม และดินสอ 2 แท่ง รวมเป็นเงิน 25 บาท แล้วปากกาถูกลิ้นราคาด้ามละกี่บาท
ก. 4 ข. 5 ค. 12 ง. 15 จ. 16
- 19.) จำนวนเต็มคือ 4 จำนวนเรียงกัน จำนวนที่มากที่สุดน้อยกว่าสองเท่าของจำนวนที่น้อยที่สุด อยู่ 21 ดังนั้นจำนวนที่มากที่สุดตรงกับข้อใด
ก. 21 ข. 27 ค. 33 ง. 39 จ. 45
- 20.) พี่น้องสามคนอายุรวมกันได้ 75 ปี แต่ละคนมีอายุห่างกัน 2 ปี อยากทราบว่าพี่คนโตมีอายุเท่าไร
ก. 23 ปี ข. 25 ปี ค. 27 ปี ง. 29 ปี จ. 34.5 ปี

ภาคผนวก จ
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. อาจารย์ดรรรชนี เกษสังข์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์-สถิติ และคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 2. อาจารย์สุนีย์ แสงสัทธา | โรงเรียนวัดนวลนรดิศ กรุงเทพฯ |
| 3. อาจารย์ฉวีวรรณ ครองยุทธ | โรงเรียนเชียงใหม่พิทยาคาร อุบลราชธานี |
| 4. อาจารย์สว่างจิต สืบสกุล | โรงเรียนเชียงใหม่พิทยาคาร อุบลราชธานี |
| 5. อาจารย์เพลินพิศ พานคำ | โรงเรียนเชียงใหม่พิทยาคาร อุบลราชธานี |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านความถนัด

- | | |
|--|---|
| 1. อาจารย์จิตสุดา ทรายพร | โรงเรียนบ้านคลองแห้ว กระบี่ |
| 2. อาจารย์วิศิษฐ์ พหลยุทธ | โรงเรียนถาวรานุกุล สมุทรสาคร |
| 3. อาจารย์ชัชฌพงษ์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา | โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ กรุงเทพฯ |
| 4. อาจารย์มานะ คิ้วเจริญ | โรงเรียนพังดาราษฎร์รังสรรค์ กาญจนบุรี |
| 5. อาจารย์วัชรภรณ์ จิตมาศ | โรงเรียนบ้านหนองน้ำไหล
(พุทธเพิ่มวัฒนราษฎร์) อุบลราชธานี |

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาว ภัทราพร เกษสังข์
วันเดือนปีเกิด	20 เมษายน 2511
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 44/17 หมู่บ้านแจษฎาวรรณ ถนนรามอินทรา แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถาบันราชภัฏเลย ถนนเลย-เชียงคาน อำเภอเมือง จังหวัดเลย 42001
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2528	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (แผนกวิทย์-คณิต) จากโรงเรียน สามเสนวิทยาลัย
พ.ศ. 2533	ค.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 2) (วิชาเอกคหกรรมศาสตร์ วิชาโทภาษาอังกฤษ) จากวิทยาลัยครูพระนคร
พ.ศ. 2537	กศ.บ. (วิชาเอกการวัดผลและประเมินผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
พ.ศ. 2539	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2546	กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ