

ผลของการจัดเรียงข้อสอบต่างกันและการกำหนดเวลาให้ทำต่างกันที่มีต่อค่าความเชื่อมั่น  
และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ปริญญาานิพนธ์

ของ

รัชณี กันภัย

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

เมษายน 2543

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการจัดเรียงข้อสอบต่างกันและการกำหนดเวลาให้ทำต่างกันที่มีต่อค่าความเชื่อมั่น  
และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

บทคัดย่อ  
ของ  
รัชณี กัณภัย

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา  
เมษายน 2543

รัชนี้ กันภัย. (2543). ผลของการจัดเรียงข้อสอบต่างกันและการกำหนดเวลาให้ทำต่างกันที่มีต่อ

ค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์.

ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์,

ดร.สุพร เข้มเฮง.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบ ค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่มีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากของข้อสอบ และการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ได้จากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาให้ทำ 4 แบบ แบบที่ 1 คือ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ แบบที่ 2 คือแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ แบบที่ 3 คือ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ และแบบที่ 4 คือ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แบบที่ 1, 2, 3, และ 4 เมื่อคำนวณด้วยสูตร  $r_B$  มีค่าเท่ากับ 0.88, 0.92, 0.81, และ 0.89 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์สูง

2. จากการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณด้วยสูตรเดียวกันทั้ง 4 แบบ โดยใช้สูตร  $UX_1$  พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบ แบบที่ 1 กับแบบที่ 2, แบบที่ 3 กับแบบที่ 4, และแบบที่ 1 กับแบบที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบที่ 2 กับแบบที่ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แบบที่ 1, 2, 3, และ 4 เมื่อคำนวณด้วยสูตรของไอชและบอร์นสเต็ดมีค่าเท่ากับ 0.94, 0.95, 0.88, และ 0.93 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์สูง

4. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ โดยดูจากค่าผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละแบบและแผนภูมิแท่ง พบว่า แบบที่ 1 กับแบบที่ 3 และแบบที่ 3 กับแบบที่ 4 มีผลแตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่วนแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 และแบบที่ 2 กับแบบที่ 4 มีผลแตกต่างกันเล็กน้อย

EFFECTS OF DIFFERENT ITEMS ARRANGEMENT AND TEST TIMING  
ON TEST RELIABILITY AND VALIDITY : IMPLICATION  
FOR MICROCOMPUTER EXAMINATION

AN ABSTRACT  
BY  
RATCHANEE KUNPAI

Presented in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of Education degree in Educational Measurement  
at Srinakharinwirot University  
April 2000

Ratchanee Kunpai. (2000). *Effects of Different Items Arrangement and Test Timing on Test Reliability and Validity : Implication for Microcomputer Examination*. Master thesis, M.Ed (Educational Measurement). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Adviser Committee : Assoc. Prof. Dr. Boonchird Pinyoanuntapong, Dr. Suwaporn Semheng.

The purpose of this research was to compare the reliability and validity coefficient of the Aptitude test in Mathematics for microcomputer examination in four forms that had different items arrangement and test timing. The first and the second form were arranged according to the difficulty of test items while the test items in the third and fourth form were randomly arranged. The test timing for each item was assigned to the first and third form , and the test timing for all test items was assigned to the second and fourth form.

The sample of this study was 400 students randomly selected from Mathayomsuksa 3 of Patumkongka school , Bangkok , in the 1999 Academic year.

The findings were as follows :

1. Four forms of the Aptitude test in Mathematics for microcomputer examination had very high reliability. The  $r_B$  coefficients of from 1 , 2 , 3 and 4 were 0.88 , 0.92 , 0.81 , and 0.89 , respectively.

2. When the reliability of four forms of test that calculated by using  $UX_1$  formula were compared , the significant difference was found at .01 level. Considering the reliability of test among each form, it was found that only between form 1 and 2 , form 3 and 4 , form 1 and 3 were significant differences at .01 level but the reliability of test between form 2 and 4 was not significant difference.

3. Four forms of the Aptitude test in Mathematics for microcomputer examination had very high construct validity calculated by Heise and Bohrnstedt . The validity coefficients of from 1 , 2 , 3 and 4 were 0.94 , 0.95 , 0.88 , and 0.93 , respectively.

4. The construct validity of tests among each form were compared by using bar chart and the difference of the validity coefficients. It was found that the difference between form 1 and 3 , and form 3 and 4 were clearly stated while the difference between form 1 and 2 , and form 2 and 4 were slightly different.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดเรียงข้อสอบต่างกันและการกำหนดเวลาให้ทำต่างกันที่มีต่อค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง  
ของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์


ของ

นางสาวรัชณี กันภัย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

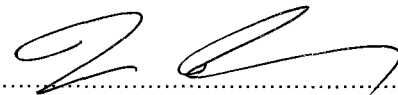
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

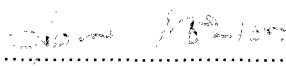
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์)

วันที่ 12 เดือน เมษายน พ.ศ. 2543


คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน

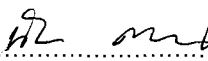
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์วิัญญา วิชาลาภรณ์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

ปริญญาโทฉบับนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย

ทุน “ภูมิพล”

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประจำปีการศึกษา 2542

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ และ ดร.สุพร เข้มเฮง ที่กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลงได้ด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

กราบขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย “ภูมิพล” แก่ผู้วิจัยในการทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ และ รองศาสตราจารย์วิัญญา วิศาลภรณ์ ที่ให้ความกรุณารับเป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์ และได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับการทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ชวนชัย เชื้อสาธุชน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกธีรอน เทพรงทอง รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เขาวนา ชวลิตธำรง และอาจารย์ลักขณา กุลสวัสดิ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องมือการวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์โรงเรียนปทุมคงคา และโรงเรียนพระโขนงพิทยาลัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนปทุมคงคา และโรงเรียนพระโขนงพิทยาลัยที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วิไล อิมอูระ และอาจารย์อรุณ มาลิกุล ที่ให้ความช่วยเหลือและคอยให้คำแนะนำในเรื่องการสร้างแบบทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ขอขอบคุณ อาจารย์อรอนงค์ บำรุง , อาจารย์สุภักดิ์ มีสิทธิ์ และอาจารย์สุภาพร ทองศรี ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ขอขอบคุณ อาจารย์วีลาวัลย์ จำรูญโรจน์ เพื่อน ๆ เอกการวัดผลการศึกษารุ่น 8 และพี่ ๆ เอกการวัดผลการศึกษารุ่น 7 ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ ตลอดจนกำลังใจด้วยดีตลอดมา

กราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความเมตตา อุปการะ และสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา และขอขอบคุณคุณทิพวรรณ กันภัย และคุณสิทธิชัย กันภัย ที่คอยช่วยเหลือทุกอย่าง ความดีและประโยชน์อันพึงเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแต่ บิดา-มารดา บุรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

รัชนี กันภัย

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	7
ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ.....	17
แบบทดสอบวัดความถนัด.....	20
การจัดเรียงลำดับข้อคำถามของแบบทดสอบ.....	23
การกำหนดเวลาในการสอบ.....	25
การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบ.....	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
สมมติฐานในการวิจัย.....	37
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	38
ประชากร.....	38
กลุ่มตัวอย่าง.....	38
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	39
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	40
วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ.....	40
ลักษณะของแบบทดสอบ.....	43
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	75
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	75
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	77
อภิปรายผล.....	79
ข้อเสนอแนะ.....	81
บรรณานุกรม.....	82
ภาคผนวก.....	88
ภาคผนวก ก.....	89
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ.....	90
ภาคผนวก ข.....	91
ค่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจ Index of consistency (IOC).....	92
ภาคผนวก ค.....	93
ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 50 ข้อ.....	94
ภาคผนวก ง.....	95
-ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) การกำหนดเวลาเป็นรายข้อและรวมทั้งฉบับ ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่เรียง ตามค่าความยาก จำนวน 50 ข้อ.....	96
-ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) การกำหนดเวลาเป็นรายข้อและรวมทั้งฉบับ ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่เรียง แบบสุ่มจำนวน 50 ข้อ.....	98

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก จ.....	100
จำนวนและหมายเลขข้อสอบในแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่จัดเรียง ตามค่าความยากของข้อสอบและจัดเรียงแบบสุ่มจำแนกตามประเภทของแบบทดสอบ	101
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	102

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....	39
2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ.....	60
3 ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ หาสัดส่วนจำนวนผู้ตอบข้อสอบสองข้อใด ๆ ถูก ทั้งสองข้อ ค่าความยากทั้งฉบับ และค่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบ วัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละแบบ.....	62
4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อ ( $s_i$ ) น้ำหนักองค์ประกอบของคำถามแต่ละข้อ ในองค์ประกอบที่ K ( $f_{ik}$ ) ผลคูณระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อกับ น้ำหนักองค์ประกอบของคำถามแต่ละข้อในองค์ประกอบที่ k ( $s_i f_{ik}$ ) ของ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์.....	66
5 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์ที่คำนวณด้วยสูตร $\rho_{T_k S_k}$ ของไฮเซนและบรอนสเตอร์ด (Heise and Bohmstedt).....	68
6 การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 แบบ ที่คำนวณด้วยสูตร $r_b$ .....	69
7 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบ เหมือนกันเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน.....	70
8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบ ต่างกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกัน.....	71
9 การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน.....	72
10 การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบ ต่างกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกัน.....	73

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โครงสร้างของรูปแบบการทดสอบ.....	30
2 การทำงานของโปรแกรมในการสอบ.....	32
3 ลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบ.....	42
4 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจาย ของข้อมูลของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบต่างกัน 4 แบบ.....	61
5 ค่าความยากของข้อสอบทั้งฉบับ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับในแต่ละแบบ.....	64
6 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในแต่ละแบบ.....	65
7 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความถนัด ด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในแต่ละแบบ.....	68
8 แผนภูมิแท่งแสดงความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มี การจัดเรียงข้อสอบเหมือนกันเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกันระหว่าง แบบที่ 1 กับ แบบที่ 2 และแบบที่ 3 กับแบบที่ 4 .....	72
9 แผนภูมิแท่งแสดงความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มี การจัดเรียงข้อสอบต่างกันเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกันระหว่าง แบบที่ 1 กับ แบบที่ 3 และแบบที่ 2 กับ แบบที่ 4 .....	73

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การวัดผลการศึกษาเป็นงานที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของครูซึ่งจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ เป็นงานที่ต้องการความละเอียดรอบคอบ ต้องใช้ทั้งสมองและมือ ต้องใช้เทคนิคและคุณธรรมอันสูงส่ง การวัดผลการศึกษานับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน ด้วยเป็นกระบวนการที่คอยตรวจสอบว่า ผลการศึกษานั้นเกิดจากการอบรมสั่งสอนด้วยวิธีการต่างๆ ตามหลักสูตรมีผลสัมฤทธิ์มากน้อยเพียงใด ได้ผลดีหรือไม่ นอกจากนั้นการวัดผลการศึกษายังช่วยแนะวิธีการสอนแก่ครู บอกให้ครูทราบถึงความสามารถในการเรียนของเด็กว่า เก่ง อ่อนในด้านใด ครูจะช่วยเด็กอย่างไรหรือควรแก้ไขอย่างไร

การวัดผลการศึกษา ต้องอาศัยเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ อันได้แก่ การทดสอบ การสังเกต การจัดอันดับคุณภาพ การสัมภาษณ์ ฯลฯ เครื่องมือที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้วัดนั้นมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ที่สร้าง เนื้อหาที่ใช้วัด ตลอดจนลักษณะของผู้ที่ถูกวัด ถึงแม้ว่าเครื่องมือวัดผลดังกล่าว อาจจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปก็ตาม แต่ก็มีลักษณะที่สอดคล้องกันอยู่ประการหนึ่ง นั่นคือ เครื่องมือวัดผลทุกชนิดต่างก็พยายามวัดคุณลักษณะของผู้สอบเพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับระดับความสามารถหรือทักษะของผู้สอบให้ได้ถูกต้องแม่นยำมากที่สุดหรือเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยใช้เครื่องมือดังกล่าววัดตัวอย่างของพฤติกรรม แล้วแปลงพฤติกรรมที่วัดผลได้ให้ออกมาในรูปของปริมาณ (ริงสรรค์ มณีเล็ก. 2540 : 1 ; อ้างอิงจาก Lord & Novick. 1980 : 12) ทั้งนี้ ก็เพราะการวัดผลทางจิตวิทยา หรือ ทางพฤติกรรมศาสตร์นั้นไม่สามารถวัดคุณลักษณะ หรือ ความสามารถของผู้สอบได้โดยตรงเหมือนกับการวัดทางกายภาพ คุณลักษณะที่ผู้สร้างแบบทดสอบตั้งใจจะวัดเป็นสิ่งที่แฝงอยู่ในตัวผู้สอบ ดังนั้น จึงต้องประเมินโดยอาศัยผลของการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือวัดผล เครื่องมือวัดผลที่ใช้กันอยู่นั้นมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ที่ได้รับความนิยมมากก็คือแบบทดสอบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการสร้าง และการดำเนินการสอบ ตลอดจน การแปลผลที่ได้จากการวัดนั้นค่อนข้างสะดวกและชัดเจน สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะใช้การทดสอบโดยมีแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล (อวยพร วิบูลย์กาญจน์. 2526 : 7) ดังนั้น แบบทดสอบที่ใช้วัดจึงจำเป็นต้องมีคุณภาพที่เชื่อถือได้ว่าจะคะแนนที่วัดได้นั้นเป็นคะแนนที่แท้จริงหรือมีความคลาดเคลื่อนในการวัดน้อยที่สุด ซึ่งส่วนมากนิยมใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ เพราะสามารถเขียนคำถามได้ครอบคลุมเนื้อหา มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน และมีประสิทธิภาพ ดังที่เรมเมอร์ และคณะ (Remmer, et al. 1965 : 95) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบมีข้อดีที่วัดเนื้อหาได้ครอบคลุม ให้คะแนนได้ยุติธรรม ชาวแพร์ตกุล (2516 : 64) ยังให้ความเห็นว่าแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบสามารถวัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางตั้งแต่ความจำ การหาเหตุผล การวิเคราะห์วิจารณ์ และสามารถวิเคราะห์คำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบว่าคำถามข้อใดดี ข้อใดไม่ดี ตัวเลือกใดบกพร่องหรือสมบูรณ์ นอกจากนี้ อาตัมส์

(Adams. 1964 : 363) กล่าวว่า แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบวัดความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงได้ดี สามารถสร้างให้วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ตามประเภทชั้นของความรู้ (Taxonomy of Knowledge) เหมาะที่จะใช้ทดสอบเมื่อมีผู้สอบจำนวนมาก ซึ่งมีผลงานการวิจัยทั้งของต่างประเทศ และในประเทศเป็นจำนวนมากที่มุ่งคิดค้นหาแนวทางที่จะสร้าง และทำแบบทดสอบโดยเฉพาะแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้มีประสิทธิภาพและความเชื่อมั่นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ตลอดจนหารูปแบบที่เหมาะสมในการที่จะนำไปใช้โดยใช้เทคนิค และวิธีการมากมายหลายประการ (อรรรรณ ดัณฑ์เจริญรัตน์. 2517 : 3 ; อ้างอิงจาก Coobs & Womer. 1955 : 13-17)

การพัฒนาการศึกษาในวงการศึกษาของไทย ในช่วงที่ผ่านมาเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าไปมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับทางการศึกษาและการทดสอบ (ก่อ สวัสดิพานิชย์ 2527 : 83-84) ในการสร้างแบบทดสอบ การปรับปรุงข้อสอบ และการสร้างคลังข้อสอบมาตรฐานในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาโดยการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่ในระบบการศึกษา และเอื้อต่อการพัฒนาระบบ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ (ไพรัช รัชชพงษ์. 2541 : 5) ระบบการวัดและประเมินผลด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การรายงานผล ตลอดจนการวัดเพื่อประเมินประสิทธิภาพของผู้เรียนในต่างประเทศได้มีการพัฒนาให้มีความสอดคล้องกับความต้องการในการวัดและประเมินผลผู้เรียน ซึ่งอาจจัดได้เป็นสี่รุ่น (ชาญ วชิรเดช. 2538 : 3-4 ; อ้างอิงจาก Bunderson , Inouye & Olsen. 1989 : 372) คือ รุ่นแรกเป็นการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Testing : CT) ซึ่งเป็นการนำไมโครคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การจัดบันทึกคะแนน และการรายงานผลการสอบ โดยในการให้คะแนนจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว และ รายงานผลในรูปแบบใหม่ รุ่นที่สองเป็นการพัฒนาคอมพิวเตอร์ในการทดสอบ (Computer-Adaptive Testing : CAT) เป็นการนำมาใช้ในลักษณะเดียวกับแบบแรก แต่นำผลที่ได้มาตัดสินใจหาผลสรุป เพื่อที่จะปรับปรุงและพัฒนา ซึ่งการพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ในการทดสอบนี้สามารถนำมาใช้กับการทดสอบในทฤษฎีการตอบข้อสอบ (IRT) ที่เป็นการวัดมิติเดียว (Unidimensional) โดย จะเป็นการนำเสนอผลการคำนวณที่อาศัยหลักฐานของการทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในรุ่นที่หนึ่งมาใช้ รุ่นที่สามเป็นการวัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Measurement : CM) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับรุ่นที่สอง แต่การวัดต่อเนื่องนี้จะเป็นการวัดมาตรฐานความรู้ของเด็กโดยใช้หลักสูตรทางการศึกษาแบบต่อเนื่องและการวัดผลแบบต่อเนื่อง เพื่อดูว่าเด็กเกิดการเรียนรู้และการพัฒนาทางด้านความคิดเป็นเช่นไร การวัดแบบต่อเนื่องจะวัดเป็นหัวข้อ กลุ่มหัวข้อ แบบฝึกหัด แบบทดสอบ และการบ้าน การเปลี่ยนแปลงอาจสังเกตได้จากสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้ ประสิทธิภาพของการเรียนที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของบุคคลในกลุ่ม และค่าต่าง ๆ ตามโครงสร้างหลักสูตร รุ่นที่สี่เป็นการวัดสติปัญญา (Intelligent Measurement : IM) ซึ่งพัฒนาต่อจากรุ่นที่สามโดยให้มีการแปลผลการทดสอบอย่างละเอียดมากขึ้น การวัดสติปัญญาเป็นการคำนวณซึ่งใช้พื้นฐานความรู้ของการวัดผลทางการศึกษา โดยใช้ความรู้ ความชำนาญของการวัดในระดับสูงเข้ามาช่วย ด้วยการเพิ่มไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ในรูปแบบที่เรียกว่าฐานความรู้และความรู้ที่สามารถลดหรือเพิ่มได้โดยการผ่านโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ และความชำนาญหรือทักษะของมนุษย์ จะถูกกำหนดไว้ให้อยู่ในระดับใดระดับหนึ่งในเวลาใดก็ได้

จะเห็นได้ว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่เอื้อต่อการวัดและประเมินผล ได้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษารูปแบบการจัดเรียงข้อสอบ และการกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพที่สำคัญของแบบทดสอบ คือ ค่าความเชื่อมั่น และ ค่าความเที่ยงตรง สำหรับใช้ในการวัดและประเมินผลผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาค่าความเชื่อมั่น และแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ การจัดเรียงข้อสอบของแบบทดสอบ และการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบที่ทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเฉพาะของการศึกษาค้นคว้า ต่อไปนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
2. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
3. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
4. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
5. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
6. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
7. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
8. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม

## ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบของการจัดเรียงข้อสอบของแบบทดสอบและการกำหนดเวลาให้สอบที่ทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า จะเป็นแนวทางสำคัญในการเลือกใช้รูปแบบของการจัดเรียงข้อสอบของแบบทดสอบและการกำหนดเวลาให้สอบที่เหมาะสม และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจ เลือกรูปแบบการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาให้สอบที่ทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงสูงสุดเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนารูปแบบการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ และยังเป็นการกระตุ้นให้ครู - อาจารย์ และผู้สนใจได้เห็นคุณค่าของรูปแบบการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

## ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. ประชากรสำหรับสุ่มตัวอย่าง

ประชากรสำหรับใช้สุ่มตัวอย่างสำหรับศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ซึ่งมีจำนวน 11 ห้องเรียน จำนวน 495 คน

#### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ที่เลือกจากประชากรโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 400 คน

### ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

#### 1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- 1.1 รูปแบบของการจัดเรียงข้อสอบของแบบทดสอบที่ทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีดังนี้
  - 1.1.1 การจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก
  - 1.1.2 การจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
- 1.2 การกำหนดเวลาที่ทำให้ทำข้อสอบที่ทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีดังนี้
  - 1.2.1 การกำหนดเวลาที่ทำให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ
  - 1.2.2 การกำหนดเวลาที่ทำให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ

#### 2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

## นียมศัพท์เฉพาะ

### 1. แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์

หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถในด้านสมรรถภาพทางสมองเกี่ยวกับความคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาศัยสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองเกี่ยวข้องกับการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ประเภท (ตามแนวทฤษฎีของเทอร์สโตน) ดังนี้

1.1 แบบทดสอบประเภททักษะ (Skill) เป็นคำถามประเภทการคำนวณตัวเลขขั้นพื้นฐานทั่วไป

1.2 แบบทดสอบประเภทความคิดรวบยอด (Concept) เป็นคำถามประเภทความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ วิธีการ รวมทั้งการแปลความ ตีความ ขยายความ

1.3 แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา (Problem Solving) เป็นคำถามประเภทโจทย์ปัญหาทั่วไป

1.4 แบบทดสอบประเภทเรียงอันดับ (N - Series) เป็นคำถามประเภทให้หาคำตอบที่อยู่ถัดไป โดยพิจารณาจากที่โจทย์กำหนดมาให้

### 2. แบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

หมายถึง แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Authorware และ Siree จำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีการจัดเรียง 4 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware

แบบที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree

แบบที่ 3 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware

แบบที่ 4 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree

### 3. การจัดเรียงข้อสอบ

หมายถึง ลักษณะของวิธีการเรียงข้อคำถามที่ใช้ในแบบทดสอบเลือกตอบแต่ละฉบับ ที่มีรูปแบบการจัดเรียงต่างกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ มีรูปแบบการจัดเรียงดังนี้

3.1 การจัดเรียงข้อสอบตามลำดับค่าความยาก (p) หมายถึง การจัดเรียงข้อสอบตามลำดับจากง่ายไปหายาก

3.2 การจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม หมายถึง การจัดเรียงข้อสอบตามลำดับที่หยิบสุ่มใหม่มาจากข้อสอบจำนวน 50 ข้อ โดยไม่คำนึงถึงค่าความยาก

#### 4. การกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบ

หมายถึง ลักษณะการกำหนดเวลาให้ทำแบบทดสอบที่ทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่ให้เวลาในการทำแบบทดสอบต่างกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ มีการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบดังนี้

4.1 การกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ หมายถึง เวลาที่กำหนดให้ทำข้อสอบในแต่ละข้อ เมื่อหมดเวลาที่กำหนดให้แล้ว ข้อสอบก็จะเปลี่ยนลำดับข้อต่อไป และเมื่อหมดเวลาทำข้อสอบทั้งฉบับ ผู้สอบจะไม่สามารถย้อนกลับมาทำหรือแก้ไขใหม่ได้

4.2 การกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ หมายถึง เวลาที่กำหนดให้ทำแบบทดสอบรวมทั้งฉบับ เมื่อหมดเวลาแล้วผู้สอบจะไม่สามารถทำข้อสอบต่อไปได้ แต่ในช่วงที่เวลายังไม่หมด ผู้สอบสามารถย้อนกลับมาทำหรือแก้ไขข้อสอบข้ออื่น ๆ ได้

#### 5. ค่าความยาก (Difficulty) ของข้อสอบ

หมายถึง สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบนั้นถูกต้อง ถ้าจำนวนนักเรียนตอบถูกมาก แปลว่าง่าย และถ้าจำนวนนักเรียนตอบถูกน้อยแปลว่ายาก ซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ด้วยการใส่โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อสอบ โปรแกรม CTIA พัฒนาโดย สุพัฒน์ สุขมลสันต์ (2538)

#### 6. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนได้คงที่แน่นอน หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการสอบวัด ซึ่งหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์  $r_B$  (Coefficient  $r_B$ ) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2538 : 51)

#### 7. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ตรงตามลักษณะแต่ละด้าน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ 2 แบบ ดังนี้

7.1 หลักฐานความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) คือ การแสดงระดับของแบบทดสอบที่พิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่นิยามไว้หรือไม่ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษา หรือ ผู้ที่มีประสบการณ์การสอนทางด้านการวัดผลการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 5 ท่านเป็นผู้พิจารณา แล้วนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Consistency) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

7.2 หลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) คือ การแสดงระดับของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างของพฤติกรรม หรือสมรรถภาพที่ต้องการวัด ในการวิจัยครั้งนี้ แสดงหลักฐานความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ ไฮเซ และบอร์นสเต็ด (Heise and Bohmstedt, 1970 : 109, 111-113)

#### 8. ผู้เชี่ยวชาญ

หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษา หรือ ผู้ที่มีประสบการณ์การสอนทางด้านการวัดผลการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 5 ท่าน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา และรายละเอียดต่าง ๆ โดยนำเสนอเรียงตามลำดับ ดังนี้

1. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
2. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
3. แบบทดสอบวัดความถนัด
4. การจัดเรียงลำดับข้อคำถามของแบบทดสอบ
5. การกำหนดเวลาในการสอบ
6. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ความหมายของ “ความเชื่อมั่น” (Reliability)

การนิยามและการตีความหมายค่าความเชื่อมั่นมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังเช่น กรอนลันด์ (Gronlund. 1976 : 93) ได้ให้ความหมายว่า เป็นความคงที่ของคะแนนในการทดสอบหรือความคงที่จากการประเมินจากการวัดครั้งแรกและครั้งอื่น ๆ ซึ่งคล้ายกับอนาสตาซี (Anastasi. 1968 : 71) กล่าวไว้ว่า เป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้รับจากการสอบบุคคลเดียวกันแต่ต่างเวลา และต่างโอกาส ลินด์วอลล์ และนิทโค (Lindvall & Nitko. 1967 : 126) ให้ความหมายว่า เป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้รับจากการสอบสองครั้ง โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันสอบในเวลาที่แตกต่างกัน ส่วนลอร์ด และโนวิก (Lord & Novick. 1968 : 198) ให้ความหมายว่าเป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบซ้ำ และคะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบทั้งสองครั้งเป็นอิสระไม่ขึ้นกับความคลาดเคลื่อนของการวัดใด ๆ สำหรับนูนนาลลี (Nunnally. 1964 : 59) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นเป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความหมายของคำว่า “ความเชื่อมั่น” ดังเช่น ชาวาล แพร์ตกุล (2516 : 136) สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2529 : 35) ซึ่งได้ให้ความหมายไว้คล้ายคลึงกัน สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่นเป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูง ไม่ว่าจะนำไปวัดกับบุคคลเดียวกันกี่ครั้งก็ตาม ก็จะได้ค่าคงที่เช่นเดิม ในทางตรงกันข้าม แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำ ค่าที่ได้จากการสอบสองครั้งของบุคคลกลุ่มเดียวกัน จะมีการเปลี่ยนแปลงมาก

### การคำนวณค่าความเชื่อมั่น

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2537 : 12-46) ได้สรุปแนวคิดในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไว้ 2 แนวคิด คือ

1. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของการวัดหลาย ๆ ครั้ง จากการสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบฟอร์มเดียวกัน หรือแบบทดสอบฟอร์มที่คู่ขนานกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ ความแปรปรวนของคะแนนจริงหารด้วยความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้ โดยเรียกสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกันสองครั้งในเวลาที่แตกต่างกันว่า สัมประสิทธิ์ของความคงตัว (Coefficient of Stability) และเรียกสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ที่คำนวณจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้วยข้อสอบคู่ขนาน (Parallel Test) หรือแบบสลับฟอร์ม (Alternate Form) ที่สอบติดต่อกันทันที หรือสอบทิ้งช่วงเวลาก็ได้ว่า สัมประสิทธิ์ของความสมมูล (Coefficient of Equivalent)

2. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ ใช้แบบทดสอบเพียงฉบับเดียวและสอบเพียงครั้งเดียว แล้วคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ (Coefficient of Internal Consistency) จากความแปรปรวนของคะแนนสอบภายในฉบับจากส่วนย่อยแต่ละตอนและส่วนรวมทั้งฉบับ

ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นมีวิธีต่าง ๆ หลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนไม่เหมือนกัน การที่จะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความมุ่งหมาย และลักษณะของคะแนนที่ได้จากการทดสอบนั้น วิธีหาค่าความเชื่อมั่นโดยทั่วไปมี 4 แบบ (อนันต์ ศรีโสภณ, 2524 : 49-57) คือ

#### 1. แบบสอบซ้ำ (Measures of Stability)

เป็นการวัดความคงที่ของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งสองครั้งในเวลาที่ต่างกัน และนำผลการทดสอบทั้งสองครั้งนี้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยวิธี Pearson Product Moment Correlation การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้มีความคลาดเคลื่อนที่เห็นได้ชัด คือ ช่วงระยะเวลาที่ทดสอบครั้งแรก และทดสอบครั้งหลัง ความแตกต่างของช่วงระยะเวลาทดสอบนี้นักเรียนจะอาศัยความจำจากการสอบครั้งแรก ทำให้คะแนนสอบครั้งหลังสูงขึ้น และมีค่าความเชื่อมั่นสูง

#### 2. แบบใช้ข้อสอบคล้ายกัน (Measures of Equivalence)

เป็นการหาความเชื่อมั่นโดยใช้แบบทดสอบสองชุดที่มีเนื้อหา ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนเท่ากัน ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งในวันเดียวกัน แล้วนำผลการสอบทั้งสองฉบับนั้นมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือค่าความเชื่อมั่น การหาค่าความเชื่อมั่นวิธีนี้มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความแตกต่างของสเกล หรือความแตกต่างของข้อสอบสองฉบับ การที่จะสร้างให้มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากันนั้น ในทางปฏิบัติทำได้ยากมาก

#### 3. แบบใช้ข้อสอบคล้ายกันและสอบซ้ำ (Measures of Equivalence and Stability)

เป็นการหาความเชื่อมั่น โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาต่างกัน แล้วนำคะแนนผลการสอบทั้งสองมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงคะแนนจากวิธีนี้อาจเนื่องมาจาก ความไม่คงที่ของนักเรียน และตัวข้อสอบ ค่าความเชื่อมั่นที่ได้โดยวิธีนี้จะมีค่าต่ำกว่าสองวิธีแรก

#### 4. แบบวัดความคงที่ภายใน (Measures of Internal Consistency)

เป็นการหาค่าความเชื่อมั่น โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนเพียงครั้งเดียว แล้วนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อกับคะแนนรวม การหาค่าความเชื่อมั่นวิธีนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ

##### 4.1 แบบแบ่งครึ่งจำนวนข้อสอบ (Split - half)

เป็นวิธีคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งครั้งเดียว แล้วแบ่งแบบทดสอบออกเป็นสองชุด นำคะแนนของทั้งสองชุดมาหาค่าสัมประสิทธิ์  $r_{tt}$  คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับย่อยที่แยกไปหรือเป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งหนึ่งของแบบทดสอบฉบับเต็ม ถ้าหากต้องการทราบค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแล้วนำคะแนนทั้ง 2 ชุด ไปหาความสัมพันธ์จากนั้นปรับขยายด้วยสูตรของ Spearman Brown ค่าที่ได้คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

##### 4.2 Kuder - Richardson estimates

เป็นการหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของ Kuder - Richardson ประกอบด้วย KR-20 และ KR-21 การคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-21 จะได้ค่าต่ำกว่าการคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 ทั้งนี้เนื่องจาก KR-21 ใช้ค่าเฉลี่ย (mean) ของข้อสอบทุกข้อแทนความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ การหาค่าความเชื่อมั่นวิธีนี้เป็นวิธีการแก้ปัญหาการ split แบบทดสอบออกเป็นแบบทดสอบย่อยสองฉบับให้ equivalence form กันได้

##### 4.3 Hoyt's analysis of variance procedure

เป็นการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) หรือ ที่เรียกว่า ANOVA วิธีนี้ให้ค่าความเชื่อมั่นเหมือนกับ KR-20

นักทฤษฎีทางการวัดผลได้เสนอเทคนิคในการประมาณค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้ไว้หลายเทคนิค โดยมีข้อสันนิษฐานเบื้องต้น (presumptions) ว่า แบบทดสอบฉบับรวมสามารถแบ่งเป็นส่วน ๆ เช่น สองส่วน สามส่วน สี่ส่วน หรือหลาย ๆ ส่วน และเมื่อใช้ระดับของความคู่ขนานของการวัด (degree of measurement parallelism) ในแต่ละส่วนเป็นเกณฑ์แล้ว การประมาณค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากการสอบเพียงครั้งเดียวด้วยข้อสอบเพียงฉบับเดียวจะจัดกลุ่มตามข้อตกลงของระดับความคู่ขนานได้ 3 กลุ่ม (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2537 : 9-46) ดังนี้

##### 1. แบบจำลองความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม (Classical Parallel Parts)

เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบแต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม ที่มีข้อตกลงอย่างเคร่งครัด 6 ข้อ คือ

1. มีความเป็นเอกพันธ์ในเนื้อหา หรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน
2. มีคะแนนจริงเท่ากัน ( $T_{11} = T_{12} = T_{13} = \dots$ ) และมีความแปรปรวนคลาดเคลื่อนเท่ากัน ( $S_{E1} = S_{E2} = S_{E3} = \dots$ )
3. มีคะแนนสอบ (X) เฉลี่ยเท่ากัน ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots$ )
4. มีความแปรปรวนของคะแนนสอบ (X) เท่ากัน ( $S^2_1 = S^2_2 = S^2_3 = \dots$ )

5. มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบ (X) กับคะแนนสอบส่วนอื่น ๆ เท่ากัน ( $S_{12} = S_{13} = \dots = S_{23} = \dots$ )

6. มีความแปรปรวนร่วมของคะแนนสอบ (X) กับคะแนนเกณฑ์ภายนอกเท่ากัน ( $S_{1y} = S_{2y} = S_{3y} = \dots$ )

## 2. แบบจำลองคะแนนจริงจำเป็นต้องสมมูล (Essentially Tau-Equivalent Parts)

วิธีนี้เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยผ่อนปรนเงื่อนไข ข้อ 2,3 และ 4 ของแบบจำลองความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิม ให้มีความเป็นไปได้มากขึ้น เนื่องจาก ในทางปฏิบัติแทบไม่สามารสร้างแบบทดสอบให้แต่ละส่วนมีความคู่ขนานแบบมาตรฐานเดิมได้ จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคที่เหมาะสมขึ้นมาใหม่ ดังนี้

- คะแนนจริงแต่ละส่วนไม่จำเป็นต้องเท่ากัน แต่ยอมให้ต่างกันได้เท่ากับความยากที่ต่างกันในแต่ละส่วน นั่นคือ คะแนนจริงส่วนที่หนึ่งเท่ากับ คะแนนจริงส่วนที่สองรวมกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง ดังนี้  $T_{ig} = T_{ih} + C_{gh}$  เมื่อ  $g = h = 1, \dots, k$  และ  $C_{gh}$  ไม่จำเป็นต้องเท่ากับศูนย์เสมอไป

- แต่ละส่วนมีคะแนนสอบ (X) เฉลี่ยต่างกัน

- ความแปรปรวนของคะแนนสอบ (X) ต่างกันเล็กน้อย

นักทฤษฎีที่เสนอเทคนิคสำหรับการประมาณค่าความเชื่อมั่นตามกลุ่มนี้ ได้แก่ ฟลานาแกน (Flanagan) รูลอน (Rulon) กัตต์แมน (Guttman) เฟลด์และเบรนนอน (Feldt & Brennan) ครอนบาค (Cronbach)

## 3. ความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ (Congeneric Model)

เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ผ่อนปรนเงื่อนไขต่าง ๆ เกือบทั้งหมดโดยคงไว้เฉพาะเงื่อนไขข้อ 1 ที่ว่า แต่ละส่วนของแบบทดสอบต้องมีเนื้อหาที่เป็นเอกพันธ์ หรือวัดคุณลักษณะเดียวกัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2536:12 ; อ้างอิงจาก Kristof, 1974 : 492)

ลักษณะสำคัญของความคู่ขนานตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพันธ์ คือการแบ่งแบบทดสอบออกเป็น ส่วน ๆ ที่มีขนาดความยาวไม่เท่ากัน หรือมีขนาดความยาวเท่ากันแต่มีการกระจายของคะแนนในแต่ละส่วนแตกต่างกันมาก การประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้ เนื่องจากในทางปฏิบัติจริงบางครั้งต้องแบ่งส่วนให้เหมาะสมตามลักษณะของแบบทดสอบ ทำให้แต่ละส่วนมีจำนวนข้อไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลต่อเงื่อนไขข้อ 5 และ 6 จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคที่มีการผ่อนปรนมากที่สุด โดยคงไว้เฉพาะเงื่อนไขข้อ 1 เท่านั้น

การประมาณค่าความเชื่อมั่นนอกจากจะใช้สถิติขั้นสูงวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว นักทฤษฎีการวัดยังได้เสนอเทคนิคที่ใช้เครื่องคำนวณแบบธรรมดาไว้หลายเทคนิค ดังนี้

ฮอรัส (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2533 : 29 ; อ้างอิงจาก Horst, 1951: 368-371) เสนอสูตรของการแบ่งแบบทดสอบเป็นสองส่วน มีความยาวไม่เท่ากัน ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{r\sqrt{r^2 + 4\lambda_1\lambda_2(1-r^2)} - r}{2\lambda_1\lambda_2(1-r^2)}$$

$r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$r$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบส่วนย่อยทั้งสองส่วน

$\lambda_1, \lambda_2$  แทน สัดส่วนของจำนวนข้อสอบแต่ละส่วนย่อยจากจำนวนข้อสอบทั้งหมด

คริสทอฟ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงจาก Kristof. 1974 : 491-499) เสนอ สูตรการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เมื่อแบ่งแบบทดสอบเป็นสามส่วน ที่มีขนาดความยาวไม่เท่ากัน แต่ละส่วนมีสหสัมพันธ์ของคะแนนจริงเป็นเส้นตรง ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{[S_{x1x2}S_{x1x3} + S_{x1x2}S_{x2x3} + S_{x1x3}S_{x2x3}]^2}{S_x^2(S_{x1x2})(S_{x1x3})(S_{x2x3})}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$S_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$S_{xixj}$  แทน ความแปรปรวนร่วม

เฟลด์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงจาก Feldt. 1975 : 557-561) ได้ศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งสามส่วนไม่เท่ากันของคริสทอฟ ให้สามารถวิเคราะห์กับแบบทดสอบที่แบ่งสองส่วนไม่เท่ากัน โดยเพิ่มข้อตกลงอีกหนึ่งข้อ คือ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนต้องเป็นไปตามทฤษฎีการวัดแบบมาตรฐานเดิม และไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนข้อของแบบทดสอบ ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{[S_{x1x2} / \lambda_1 \lambda_2]}{S_x^2}$$

$$\text{เมื่อ } \lambda_1 = \frac{[S_{x1}^2 + S_{x1x2}]}{S_x^2}$$

$$\lambda_2 = \frac{[S_{x2}^2 + S_{x1x2}]}{S_x^2}$$

$r_{tt}$	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$\lambda_1, \lambda_2$	แทน สัดส่วนของจำนวนข้อแต่ละส่วนย่อย
$S_x^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
$S_{x1}^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนย่อยส่วนที่ 1
$S_{x2}^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนย่อยส่วนที่ 2
$S_{xixj}$	แทน ความแปรปรวนร่วม

ราชู (บุญเชิด วิทยุโณนันทพงษ์. 2533 : 30 ; อ้างอิงจาก Raju.1977 : 549-565) ได้พัฒนาสูตรการประมาณค่าความเชื่อมั่น เมื่อแบ่งแบบทดสอบออกเป็นหลายๆ ส่วน แต่ละส่วนมีความยาวไม่เท่ากัน เรียกว่า สัมประสิทธิ์เบต้าเค (Coefficient-  $\beta_k$ ) แต่ถ้าแต่ละส่วนมีจำนวนข้อเท่ากันแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์เบต้าเค จะเท่ากับสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก ดังนี้

$$\beta_k = \left[ \frac{1}{1 - \sum \lambda_i^2} \right] \left[ \frac{S_x^2 - \sum S_i^2}{S_x^2} \right]$$

$$\lambda_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

เมื่อ $\beta_k$	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$\lambda_i$	แทน สัดส่วนของจำนวนข้อแต่ละส่วนย่อย
$S_i^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละส่วน
$S_x^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
$n_i$	แทน จำนวนข้อในแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบ
$\sum n_i$	แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

กิลเมอร์ และเฟลด์ (บุญเชิด วิทยุโณนันทพงษ์. 2537 : 26-30 ; อ้างอิงจาก Gilmer and Feldt. 1983 : 101-105) ได้เสนอสูตรการประมาณค่าความเชื่อมั่น โดยพยายามลดจำนวนไม่ทราบค่า  $K(K+1)/2+1$

ให้เหลือเท่ากับความสัมพันธ์ของตัวแปร  $2K+1$  แล้วแก้สมการตัวไม่ทราบค่า  $2K+1$  ซึ่งมีสูตรวิเคราะห์ 2 สูตร คือ  $r_{F1}$  และ  $r_{F2}$  สามารถใช้คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งเป็นหลาย ๆ ส่วน ( $K > 3$ ) ดังนี้

$$r_{F1} = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_X^2}$$

เมื่อ  $r_{F1}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $\sigma_T^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนจริงทั้งฉบับ  
 $\sigma_X^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ  
 และ

$$r_{F2} = \frac{[\sum D_g]^2}{[\sum D_g]^2 - \sum D_g^2} \left[ \frac{\sigma_X^2 - \sum \sigma_g^2}{\sigma_X^2} \right]$$

$D_g$  หาได้จากสูตร ต่อไปนี้

$$D_1 = \frac{\sum_{g \neq 1} S_{1g} - S_{1L}}{\sum_{g \neq L} S_{Lg} - S_{1L}}$$

...

$$D_K = \frac{\sum_{g \neq K} S_{Kg} - S_{KL}}{\sum_{g \neq L} S_{Lg} - S_{KL}}$$

$r_{F2}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $S_{KL}$  แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนย่อย K และ L  
 $L$  แทน แถวที่ผลรวมของความแปรปรวนร่วมมีค่าสูงสุด  
 $\sigma_g^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบแต่ละฉบับ  
 $\sigma_X^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

$S_{Kg}$	แทน ผลรวมของความแปรปรวนร่วมของแถวที่ K ลบด้วยความแปรปรวนร่วม หนึ่งตัวในแถวที่ K
$S_{Lg}$	แทน ผลรวมของความแปรปรวนร่วมของแถวที่ L ลบด้วยความแปรปรวนร่วม หนึ่งตัวในแถวที่ L

เลี้ยว (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. 2537 : 33-37 ; อ้างอิงจาก Liou.1989 : 153-163) ได้ทำการวิจัย และเสนอสัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่นขึ้นมาใหม่ สองสัมประสิทธิ์ คือ  $r_{L1}$  และ  $r_{L2}$  ซึ่งมีข้อดีที่สามารถคำนวณด้วยเครื่องคำนวณธรรมดา และยังสามารถพิสูจน์ได้ทั้งเชิงทฤษฎีและจำนวนตัวเลข ว่ามีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์  $r_{LK}$  ของคริสทอฟ (Kristof) และ  $r_{LF}$  และของเฟลด์ (Feldt) เมื่อ K เท่ากับ สาม หรือ สองตอนตามลำดับ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$r_{L1} = \left[ \frac{\sum Q_g}{S_x^2} \right] + \left[ 1 - \frac{\sum S_g^2}{S_x^2} \right]$$

$$Q_1 = \frac{(\sum S_{g1})^2 - \sum S_{g1}^2}{\sum_{g \neq h} \sum S_{gh}}, g, h \neq 1$$

...

$$Q_k = \frac{(\sum S_{gk})^2 - \sum S_{gk}^2}{\sum_{g \neq h} \sum S_{gh}}, g, h \neq k$$

เมื่อ $r_{L1}$	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$S_{gh}$	แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนย่อยของแบบทดสอบ
$S_g^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละตอน
$S_x^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
$Q_g$	แทน ความแปรปรวนส่วนย่อยแต่ละส่วน
$S_{gk}$	แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนย่อยแต่ละส่วน

สูตร  $r_{L2}$  เมื่อแบ่งแบบทดสอบเป็น  $k$  ส่วน

$$r_{L2} = \left[ \frac{1}{1 - \sum \lambda_g^2} \right] \left[ 1 - \frac{\sum S_{1g}^2}{S_x^2} \right]$$

$$\lambda_1 = \frac{\sum S_{1g}}{S_x^2}$$

...

$$\lambda_k = \frac{\sum S_{kg}}{S_x^2}$$

เมื่อ	$r_{L2}$	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$S_g^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละตอน
	$S_x^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ
	$\lambda_g^2$	แทน ผลรวมของความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนย่อยของแบบทดสอบ

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2538 : 51) ได้เสนอวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่น โดยพัฒนามาจากสัมประสิทธิ์  $r_{L2}$  ของ Liou และให้ชื่อว่า สัมประสิทธิ์  $r_B$  (Coefficient  $r_B$ ) มีสูตรดังนี้

$$r_B = \frac{1}{1 - \sum \lambda_i^2} \left( 1 - \frac{\sum P_i(1 - P_i)}{S_x^2} \right)$$

เมื่อ

$r_B$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$P_i$  แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

$S_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$$S_x^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ  $\sum x^2$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum x$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

$N$  แทน จำนวนข้อ

ค่า  $\lambda_i$  หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\lambda_1 = [\sum B_{1i} - P_1(\bar{X} - 1)] / S_x^2$$

$$\lambda_2 = [\sum B_{2i} - P_2(\bar{X} - 1)] / S_x^2$$

$$\lambda_k = [\sum B_{ki} - P_k(\bar{X} - 1)] / S_x^2$$

...

$\bar{X}$  แทน ผลรวมของค่าความยากแต่ละข้อ

$B_{ji}$  แทน สัดส่วนจำนวนผู้ตอบข้อสอบสองข้อใด ๆ ถูกทั้งสองข้อ

นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยอีกกลุ่มหนึ่ง ได้เสนอสูตรที่ใช้คำนวณค่าความเชื่อมั่น โดยให้ความสำคัญกับการนำค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) มาใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ อย่างเช่น ไฮเซและบอร์นสเต็ด (Heise and Bohrnstedt) ได้เสนอสูตร  $\Omega$  ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเมื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน ต่อมาอัลเลน(Allen) ได้พัฒนาสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของของไฮเซและบอร์นสเต็ด เมื่อพบว่าการกำหนดน้ำหนักความสำคัญไม่เท่ากันจะส่งผลต่อการประมาณค่าความเชื่อมั่น และความคลาดเคลื่อน และได้เสนอสูตร  $\Omega_w$  ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เมื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญไม่เท่ากัน ไว้ดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538 : 51)

$$\Omega_w = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i^2}{1-\lambda_i^2}}{1 + \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i^2}{1-\lambda_i^2}}$$

เมื่อ  $\Omega_w$  แทน สัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่น  
 $\lambda_i^2$  แทน น้ำหนักองค์ประกอบของคำถามข้อที่  $i$   
 $n$  แทน จำนวนข้อคำถาม

จากสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นดังกล่าว ผู้วิจัยเลือกใช้สูตรสัมประสิทธิ์  $r_B$  ที่เสนอโดยบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538 : 51)

## 2. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

### การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเป็นอีกคุณสมบัติหนึ่งที่สำคัญของแบบทดสอบ นักวัดผลการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ อนาสตาซี (Anastasi. 1968 : 99) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเป็นระดับที่แสดงว่าแบบทดสอบวัดได้จริงในสิ่งที่ต้องการจะวัด สแตนเลย์และฮอปกินส์ (Stanley & Hopkins. 1972 : 101) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดว่า หมายถึง เครื่องมือนั้นวัดตรงตามหน้าที่ที่จะวัดได้ดีเพียงใด หรือระดับที่การวัดนั้นสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายบางอย่างได้ และ ทักแมน (Tuckman. 1975 : 114) กล่าวว่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบฉบับหนึ่งวัดในสิ่งที่เราต้องการให้วัดได้ถูกต้องตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด จากความหมายข้างต้นที่บุคคลต่าง ๆ กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบหรือเครื่องมือวัดใด ๆ ที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการจะวัด ในการพิจารณาความเที่ยงตรง จึงมักจะพิจารณาที่ความเที่ยงตรงของการแปลความหมายของคะแนน โดยมุ่งที่จะตอบคำถาม 2 ประการ คือ 1. แบบทดสอบมุ่งวัดเนื้อหาและพฤติกรรมใด และ 2. คะแนนจากการสอบสามารถพยากรณ์ถึงความสามารถตามเกณฑ์ที่ต้องการได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่เพียงใด

### ชนิดของความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์ (Criterion-Related Validity) และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) (อนันต์ ศรีโสภณ. 2520 : 69 ; อ้างอิงจาก French & Michael. 1966)

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกี่ยวกับการสุ่มเนื้อหาวิชา มาใช้ในการทดสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) มัก

จะเน้นในเรื่องความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาวิชา การที่จะตัดสินว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาวิชา มากน้อยเพียงใด มักจะพิจารณาทั้งหัวข้อเนื้อหาวิชา (subject matter) และชนิดของพฤติกรรมที่ต้องการจะ วัดจากนักเรียนทั้งสองอย่างไปพร้อมกัน

ความเที่ยงตรงเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์ (Criterion-Related Validity) เป็นวิธีการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนการทดสอบ และการวัดเกณฑ์ภายนอก (external criteria) ที่เป็นอิสระ ความเที่ยงตรง ของเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องมี 2 ชนิด คือ concurrent validity และ predictive validity ความแตกต่าง ระหว่างความเที่ยงตรงทั้งสองชนิดนี้ ได้แก่ ช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูลที่เป็นเกณฑ์ (criterion data) ถ้าเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นเกณฑ์ และคะแนนการทดสอบ (test data) ในเวลาเดียวกัน ก็จะเป็นความ เที่ยงตรงเชิงสภาพปัจจุบัน (concurrent validity) แต่ถ้าเก็บข้อมูลที่เป็นเกณฑ์หลังจากเก็บคะแนนการทดสอบ ก็จะเป็น ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (predictive validity) นอกจากความแตกต่างในเรื่องของช่วงระยะ ระยะเวลาของการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นเกณฑ์ (criterion data) แล้ว สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างความเที่ยงตรง ทั้งสองอีกประการหนึ่ง คือ ความมุ่งหมายของความเที่ยงตรงทั้งสอง predictive validity มักจะ เกี่ยวกับการใช้คะแนนการทดสอบในการพยากรณ์ความสามารถ หรือการกระทำในอนาคต (future performance) ส่วน concurrent validity เป็นการนำคะแนนการทดสอบมาใช้แทน (substituted) คะแนน ที่เป็นเกณฑ์ (criterion data) ซึ่งเราไม่สามารถจะวัดได้โดยตรงหรือถูกต้องมากนัก นั่นคือ ความเที่ยงตรง ของเกณฑ์ที่ เกี่ยวข้อง อาจจะใช้ในรูปของ concurrent หรือ predictive ก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะหาความเที่ยงตรงเกี่ยวกับการ ประเมินผลในสถานภาพปัจจุบัน หรือการพยากรณ์ในอนาคต

ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกี่ยวข้องกับการวัด คุณภาพทางด้านจิตวิทยา ได้แก่ การวัดคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ว่าคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ จะทำการวัดนั้นมีทฤษฎีและโครงสร้างอย่างไร แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจะวัด คุณลักษณะหรือพฤติกรรมตรงตามโครงสร้างเหล่านั้น

การหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสามารถทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2521 : 353-359)

1. ใช้ความแตกต่างของอายุเป็นเกณฑ์ (Age Differentiation) เป็นการตรวจสอบความแตกต่าง ของคะแนนระหว่างผู้สอบที่มีอายุต่างกัน ซึ่งอาศัยทฤษฎีพื้นฐานที่ว่า สติปัญญาจะเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยนำ แบบทดสอบไปสอบกับเด็กที่มีอายุต่างกัน ถ้าผลการสอบพบว่าเด็กที่มีอายุสูงขึ้น คะแนนสอบเพิ่มขึ้น แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์กับแบบทดสอบฉบับอื่น (Correlations with other tests) อนาสตาซี (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2521 : 353-359 ; อ้างอิงจาก Anastasi. 1968 : 115) ได้เสนอว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบที่มีอยู่แล้วกับแบบทดสอบใหม่ซึ่งวัดพฤติกรรมด้านเดียวกัน จะสามารถบอก ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างได้ โดยแบบทดสอบที่มีอยู่แล้วนั้นจะต้องเป็นแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน นั่นคือ เมื่อนำเครื่องมือที่จะหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง กับเครื่องมือที่วัดคุณลักษณะเดียวกันที่เป็นมาตรฐาน ไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าสหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน ( $r_{xy}$ ) ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้คือ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

3. วิธีหาความคงที่ภายใน (Internal Consistency) วิธีนี้ใช้คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบ เป็นเกณฑ์ ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ หลายตอน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบย่อยกับคะแนนรวมทั้งฉบับ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง แสดงว่าแบบทดสอบย่อยแต่ละตอนวัดคุณลักษณะเดียวกัน ถ้าแบบทดสอบย่อยฉบับใดมีค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบทั้งฉบับต่ำ จะพิจารณาตัดออกไปเพื่อให้แบบทดสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

4. วิธีเปรียบเทียบคะแนนการสอบก่อนและหลังการทดลอง (Pretest - Posttest Technique) โดยทดลองสอน หรือฝึกคุณลักษณะ หรือความสามารถตามจุดมุ่งหมายการวัดของแบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหนึ่ง แล้วตรวจสอบดูว่าหลังการฝึกกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าขึ้นหรือไม่ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม

5. วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) แอลเลนและเยน (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2521 : 353-359 ; อ้างอิงจาก Allen and Yen. 1979: 111) กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นการวิเคราะห์ตัวประกอบโดยอาศัยวิธีการทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่าง กลุ่มของตัวแปรในรูปของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ และอธิบายสหสัมพันธ์เหล่านั้นในรูปของการลดจำนวนตัวแปรต่าง ๆ ให้น้อยลง ซึ่งเรียกว่า ตัวประกอบ จนกระทั่งเหลือแต่ตัวประกอบร่วมที่สำคัญ แบบทดสอบที่ได้รับอิทธิพลจากตัวประกอบใดย่อมมีค่าน้ำหนักตัวประกอบสูง (High Factor Loading) และค่าน้ำหนักตัวประกอบแต่ละตัวจะแสดงถึงค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ถ้าน้ำหนักในตัวประกอบใดของแบบทดสอบมีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าแบบทดสอบชุดนี้วัดสิ่งเดียวกัน นั่นคือแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

6. วิธีวิเคราะห์แบบลักษณะหลากหลาย-วิธีหลาย (The Multitrait - Multimethod Matrix) วิธีนี้เสนอโดย แคมป์เบล และฟิสก์ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 261-262 ; อ้างอิงจาก Campbell & Friske. 1959) เป็นการหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยลักษณะที่วัดมีสองลักษณะหรือมากกว่าสองลักษณะ และวิธีวัดสองวิธีหรือมากกว่าสองวิธี คือ ความเที่ยงตรงเชิงเหมือน (Convergent Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดลักษณะเดียวกันหรือวิธีวัดเดียวกัน และวัดลักษณะเดียวกันแต่ต่างวิธีวัด จะมีความสัมพันธ์กันสูง และความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดที่ต่างลักษณะกันจะใช้วิธีวัดเดียวกัน หรือต่างวิธีกันก็ตาม จะมีความสัมพันธ์กันต่ำ หรือมีค่าต่ำกว่าความเที่ยงตรงเชิงเหมือน

การคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ไฮเซ บอร์นสเต็ด (สุทธิพงศ์ บุญผดุง. 2541 : 10-13 ; อ้างอิงจาก Heise and Bohrnstedt. 1970 : 109, 111-113) ได้เสนอวิธีหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ โดยใช้ทฤษฎีตัวประกอบร่วม (Common Factor Theory) ในรูปของการหาสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างคะแนนจริงของคุณลักษณะที่ได้  $T_k$  กับคะแนนองค์ประกอบ  $S_k$  เมื่อคะแนนจริงของคุณลักษณะ (Traits) สัมพันธ์กันแบบออร์โธโกนอล (Orthogonal :  $\rho_{T_k S_k} = 0$  ) นั่นคือ แต่ละคุณลักษณะ ( $T_1, T_2$ ) ไม่มีความสัมพันธ์กัน และการหาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของคำถามข้อที่  $i$  จากองค์ประกอบที่  $k$  สามารถหาได้จาก การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) จากการหมุนแกนแบบมุมฉาก ด้วยวิธีแวนริแมกซ์ (Varimax) และสกัดองค์ประกอบด้วยวิธี PC (Principal Component Analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS

สูตรการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของ ไฮซ และบอร์นสเต็ด มีดังนี้

$$\rho_{T_k S_k} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i f_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \text{Cov}(x_i, x_j)}}$$

เมื่อ  $\rho_{T_k S_k}$  แทน ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

$S_i$  แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำถามข้อที่ i

$f_{ik}$  แทน น้ำหนักองค์ประกอบของคำถามข้อที่ i จากองค์ประกอบที่ k

$\text{COV}(x_i, x_j)$  แทน ค่าความแปรปรวนร่วมกันระหว่างคำถามข้อที่ i กับคำถามข้อที่ j

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละแบบโดยใช้สูตร  $\rho_{T_k S_k}$  ของไฮซ และบอร์นสเต็ด (Heise and Bohrnstedt.1970 : 109, 111-113)

### 3. แบบทดสอบวัดความถนัด

ความหมายของความถนัด

นักการศึกษา นักจิตวิทยา และนักวัดผลการศึกษา ได้ให้ความหมายของความถนัด (Aptitude) ไว้แตกต่างกันดังนี้

ครอนบัท (Cronbach. 1970 : 38) กล่าวว่า ความถนัดเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่กว้างขวางและอ้างอิงถึงสถานการณ์อนาคต

ชาวล แพร์ตกุล (2517 : 1) กล่าวว่า ความถนัด หมายถึง สมรรถวิสัย (Capacity) และทิศทางแห่งความมั่งคั่งของสมองหรือกล่าวให้ง่ายขึ้นก็หมายถึง ชีตความสามารถสูงสุดของบุคคลที่อาจมีได้ต่อการเรียนรู้และการฝึกฝนในวิทยาการต่าง ๆ และทักษะทั้งปวง ถ้าได้รับการฝึกฝน และประสบการณ์ที่เหมาะสม

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2520 : 17) กล่าวว่า ความถนัด หมายถึง ศักยภาพที่มีอยู่ในตัวบุคคลอันเป็นผลมาจากการฝึกฝนความรู้และประสบการณ์ทั้งสิ้นทั้งปวง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2527 : 27) กล่าวว่า ความถนัด หมายถึง ความสามารถที่บุคคลได้รับประสบการณ์ ฝึกฝนตนเอง และสั่งสมไว้มากจนเกิดเป็นทักษะเด่นชัดด้านใดด้านหนึ่งพร้อมที่จะปฏิบัติกิจกรรมด้านนั้นได้อย่างดี

จากความหมายของความถนัดดังกล่าว อาจสรุปได้ว่า ความถนัด หมายถึง ความสามารถสมองของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ ฝึกฝน และประสบการณ์ ซึ่งบุคคลนั้นสามารถแสดงออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ประโยชน์ของแบบทดสอบวัดความถนัด

ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2527 : 119-124) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบความถนัดดังนี้

1. ใช้ในการสอบคัดเลือก
2. ใช้ในการแยกประเภทนักเรียน
3. ใช้ในการวินิจฉัยความสามารถ
4. ใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จ
5. ใช้ในการวัดพัฒนาการ
6. ใช้ในการเปรียบเทียบสติปัญญา
7. ใช้ในการประเมินผลการศึกษา
8. ใช้ในการวิจัย

### ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัด

ทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองและความถนัดมีหลายทฤษฎี แต่ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้ (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 42-50)

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni - Factor Theory) บางครั้งเรียกทฤษฎีนี้ว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บิเนท์ และซิมอน ได้เสนอโครงสร้างเชาว่าปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียว ไม่แบ่งออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General Ability) และได้สร้างข้อสอบวัดเชาว่าปัญญาเป็นแบบ Global Measure คือ วัดออกมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีปัญญาระดับใด

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi - Factor Theory) ทฤษฎีนี้เสนอโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ชื่อ สเปียร์แมน (Charles Spearman) ในปี ค.ศ.1927 ทฤษฎีนี้เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยขบวนการทางสถิติ พบว่าสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์นั้นมียุทธปัจจัยประกอบอยู่สองประการ คือ องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า G-Factor และองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เรียกย่อ ๆ ว่า S-Factor แต่ละองค์ประกอบมีกิจกรรมเฉพาะตัวชนิดหนึ่งของมัน สมรรถภาพทั่วไปที่เรียกว่า G-Factor จะสอดแทรกอยู่ในทุกอิริยาบถของความคิดและการกระทำของมนุษย์ และแต่ละคนก็มีสมรรถภาพสมองชนิดทั่วไปนี้แตกต่างกันออกไปมากน้อยตามแต่ละบุคคล ส่วนองค์ประกอบเฉพาะ หรือ S-Factor เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกัน และเป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล เช่น ความสามารถพิเศษด้านดนตรี ด้านศิลปะ การวาดเขียน ทางเครื่องยนต์กลไก และทางช่างต่าง ๆ

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple - Factor Theory) ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้ คือ เทอร์สโตน (L.L.Thurstone) เสนอทฤษฎีนี้เมื่อปี ค.ศ.1933 โดยทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองออกได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นเด่นชัดและสำคัญ ๆ มีอยู่ 7 ประการ คือ

3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor ใช้ตัวย่อว่า V.) องค์ประกอบของสมองส่วนนี้จะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่วไป ผู้มีองค์ประกอบด้านนี้สูง จะมีความสามารถในการอ่านเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้เป็นอย่างดี

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor ใช้ตัวย่อว่า W.) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด เช่น ให้หาคำที่ขึ้นต้นด้วย “ ต ” มากที่สุดในเวลาที่จำกัด

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor ใช้ตัวย่อว่า N.) เป็นความสามารถที่มองเห็นความสัมพันธ์ และความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตเป็นอย่างดี

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor ใช้ตัวย่อว่า S.) เป็นความสามารถที่จะเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่หรือทรวดทรง ที่มีขนาดและปริมาตรที่ต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ ที่นำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor ใช้ตัวย่อว่า M.) เป็นความสามารถในด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกจูนสามารถถ่ายทอดได้

3.6 องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา (Perceptual Speed Factor ใช้ตัวย่อว่า P.) เป็นความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดความคล้ายคลึง หรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็วถูกต้อง

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor ใช้ตัวย่อว่า R.) เป็นความสามารถในการจัดประเภทอุปมาอุปไมย และสรุปความได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

4. ทฤษฎีไฮราร์จิคอล (Hierarchical Theory) ผู้นำทฤษฎีนี้ คือ เวอร์นอน (Vernon) เบิร์ต (Burt) ชาวอังกฤษ และฮัมฟรีย์ (Humphreys) ชาวอเมริกา โดยเฉพาะเวอร์นอน ได้เสนอโครงสร้างของเชาวิปัญญาในปี ค.ศ.1960 โดยเริ่มต้นอธิบายตามแบบของสเปียร์แมน โดย เวอร์นอนเริ่มจุดแรกด้วย G-Factor ขึ้นต่อไปแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ ความถนัดทางภาษา (Verbal Education ; V : ed) ความถนัดทางช่าง (Practical Mechanical ; K : m) ซึ่งองค์ประกอบใหญ่ทั้งสองรวมเรียกว่า Major Group Factor องค์ประกอบใหญ่ทั้งสองยังแบ่งองค์ประกอบย่อยลงไปอีก เรียกว่า Verbal Education ; V : ed ซึ่งแบ่งย่อยเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) องค์ประกอบด้านตัวเลข (Number) และอื่น ๆ ส่วนด้าน K : m ได้แบ่งย่อยออกเป็นความรู้เชิงกล (Mechanical Information) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถในการใช้กลไกของกล้ามเนื้อ (Psychomotor Abilities) และอื่น ๆ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบย่อยยังแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ลงไปอีก เป็นองค์ประกอบต่ำที่สุด เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors)

5. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model) ทฤษฎีนี้สร้างขึ้นโดยกิลฟอร์ด (Guilford) ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะของเชาวิปัญญาเป็น 3 มิติ คือ

มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน คือ การรู้ การเข้าใจ (Cognition) ความจำ (Memory) การคิดออกนอกนัย (Divergent Production) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) และการคิดแบบประเมินค่า (Evaluation)

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 4 อย่าง ดังนี้ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม(Behavioral)

มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา แบ่งออกเป็น 6 อย่าง ดังนี้ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์(Implications)

6. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two-Level Theory of Mental Ability) ทฤษฎีนี้เสนอโดยเจนเซน (Jensen) เจนเซนเสนอทฤษฎีนี้ว่าความสามารถทางสมองมีอยู่สองระดับ ระดับ I (Level I) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และจำอย่างนกแก้ว นั่นคือ เป็นความสามารถที่จะสะสมหรือเก็บข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกนี้ก้อออกได้ ระดับ II (Level II) เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพเหตุผล และแก้ปัญหา ระดับ II นี้ก็เหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G-Factor)

7. ทฤษฎีปัญญาของแคทเทลล์ ทฤษฎีนี้คิดโดย อาร์ บี แคทเทลล์ (R.B.Cattell) เขาเสนอทฤษฎีปัญญาว่าโครงสร้างเขาวงกตปัญญา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

7.1 ส่วนที่เป็นฟลูอิด (Fluid Component) เป็นความสามารถทั่วไป ผู้ที่มีปริมาณความสามารถด้านนี้สูง จะสามารถทำงานชนิดต่าง ๆ ได้ดี เช่น ความสามารถด้านเหตุผลเชิงอุปมาน อนุมาน เหตุผลสัมพันธ์ ความสามารถเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมภาพ เป็นต้น

7.2 ส่วนที่เป็นคริสตอลไลซด์ (Crytallized Component) เป็นความสามารถที่เชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมอย่างใกล้ชิด พุดง่าย ๆ ว่า ความสามารถที่จะเข้าใจภาษา ความสามารถที่จะประเมินคุณค่า เป็นต้น

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ ทักษะ (Skill) ความคิดรวบยอด (Concept) โจทย์ปัญหา (Problem Solving) เรียงอันดับ (N-Series)

#### 4. การจัดเรียงลำดับข้อคำถามของแบบทดสอบ

ในการจัดเรียงลำดับข้อคำถามนั้น ทราเวอร์(Travers. 1950 : 127-128) ได้เสนอแนะไว้ 4 วิธีด้วยกัน คือ

1. เรียงตามระดับความยาก (Arrangement in Order of Difficulty) วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้เรียงลำดับข้อคำถามโดยทั่ว ๆ ไป ความยากของข้อคำถามจะพิจารณาโดยการคำนวณทางสถิติหรือจากการตัดสินข้อดีของการเรียงข้อสอบด้วยวิธีนี้ คือ ผู้สอบจะพบปัญหาง่ายในตอนแรกและไม่หมดกำลังใจเมื่อพบปัญหา

ที่ยากขึ้น แต่วิธีนี้มีข้อเสีย 2 ประการ คือ เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดไม่อยู่รวมเป็นพวกเดียวกัน ทำให้ผู้สอบต้องเปลี่ยนความคิดอย่างรวดเร็ว และข้อเสียอีกประการหนึ่ง คือ ผู้สอบอาจหมดกำลังใจที่จะทำแบบทดสอบ เพราะเมื่อเริ่มพบข้อยากแล้วข้อต่อไปของแบบทดสอบน่าจะยากยิ่งขึ้นไปอีก

2. เรียงลำดับความยากแบบหมุนเวียน (Arrangement in Cyclic Order of Difficulty) การเรียงลำดับความยากแบบหมุนเวียนนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงข้อเสีย ข้อที่สองของการเรียงลำดับข้อคำถามตามระดับความยาก และจุดมุ่งหมายของการเรียงวิธีนี้ ก็เพื่อกระตุ้นให้ผู้สอบอ่านข้อสอบทุกข้อ เพราะผู้สอบรู้ว่า ถ้าอ่านต่อไปอีกระยะหนึ่ง จะพบข้อง่ายอีก การจัดแบบนี้จึงมีประโยชน์ แต่ผู้สอบจะต้องเปลี่ยนความคิดในแต่ละเรื่องอย่างรวดเร็ว

3. เรียงลำดับตามกลุ่มเนื้อหาวิชา (Arrangement According to Subject Matter Area) ข้อดีของวิธีนี้ คือ ผู้สอบจะคิดปัญหาในเนื้อหาเดียวกันก่อนที่จะเปลี่ยนไปคิดเนื้อหาอื่น ๆ

4. เรียงตามจุดมุ่งหมายของการวัด (Arrangement According to the Goals Measured) แบบทดสอบบางชุด ผู้จัดทำข้อสอบจะจัดเรียงเป็นกลุ่มตามพฤติกรรมการวัดประเภทเดียวกัน เช่น แบบทดสอบโค - ออฟเพอเรทีฟ (Co - operative Tests) จะจัดข้อคำถามที่วัดความจำเกี่ยวกับคำศัพท์ และความคิดรวบยอด (Terms and Concepts) ไว้ด้วยกัน ส่วนการวัดความเข้าใจแยกไว้อีกพวกหนึ่ง ข้อดีของการจัดเรียงด้วยวิธีนี้ คือ ครูสามารถตรวจสอบว่า วัดตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัดหรือไม่ ส่วนข้อเสีย คือ ในเชิงปฏิบัติแล้ว จะไม่สามารถรวมกลุ่มของปัญหาจากเนื้อหาที่คล้ายกันเข้าไว้ด้วยกันได้

ลินควิสต์ (Lindquist. 1955 : 179) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการเรียงข้อสอบโดยเสนอแนะวิธีจัดเรียงข้อคำถามว่าในการเรียงลำดับข้อคำถามไม่จำเป็นต้องจัดเรียงลำดับคำถามตามความยากง่าย ถ้าคำถามเหล่านั้นเป็นเนื้อหาเดียวกัน และมีความง่ายพอ ๆ กัน แต่ถ้าคำถามเหล่านั้น มีเนื้อหาต่างกัน ต้องแยกข้อคำถามออกเป็นฉบับ ๆ และแยกเวลาในการสอบของแต่ละฉบับ การจัดเรียงลำดับข้อคำถามในแต่ละฉบับอาจขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของเนื้อหาวิชา โดยให้สอบเนื้อหาทั่ว ๆ ไปก่อน แล้วค่อยสอบเนื้อหาที่เฉพาะในตอนหลัง

นันนาลลี (Nunnally. 1959 : 159) ได้กล่าวว่า ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบเพื่อใช้ในการทำนายหรือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจเรียงลำดับข้อคำถามจากง่ายไปหายาก หรือเรียงลำดับความยากง่ายสลับกันไป และ ข้อคำถามที่เรียงตามลำดับความยากนั้นจะต้องเป็นแบบทดสอบที่ทดลองสอบและหาคุณภาพแล้ว แต่ถ้ายังไม่ได้ทดลองสอบและปรับปรุง ควรเรียงลำดับข้อคำถามแบบสุ่ม ซึ่งสแตนเลย์และฮอปกินส์ (Stanley & Hopkins. 1972 : 191) มีความคิดเห็นในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ การเรียงลำดับข้อคำถามนั้นควรจะเริ่มต้นจากข้อที่ง่ายที่สุดและให้ข้อยากที่สุดไว้ตอนท้ายของแบบทดสอบ เพราะถ้านำแบบทดสอบที่เป็นข้อยาก ๆ ไว้ในตอนต้น ๆ อาจทำให้เกิดความท้อใจได้ โดยเฉพาะสำหรับในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนระดับปานกลางและต่ำ

ชวาล แพรตตุกุล (2518 : 134) ได้กล่าวว่า ในข้อสอบแต่ละฉบับ ควรจะเรียงคำถามเริ่มจากข้อง่ายไปหาข้อยากเสมอ ไม่ควรเรียงคำถามตามลำดับการสอนก่อนหลัง ไม่ควรเรียงตามเนื้อหาวิชาที่สอนหรือเรียงตามความยากง่ายของบทเรียนเลยทีเดียว และถ้าเป็นข้อคำถามที่เพิ่งเริ่มใช้เป็นครั้งแรกก็ต้องนึกคาดคะเนเอาเองว่า ข้อใดยากกว่ากัน แล้วเรียงลำดับตามนั้น ซึ่งอนันต์ ศรีโสภกา (2520 : 141) ได้

กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่ายังไม่มีความชัดเจนว่า การจัดเรียงข้อสอบที่มีเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกัน จะช่วยให้ค่าความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นสูงและได้กล่าวแนะว่าการจัดเรียงข้อสอบที่ดีควรจัดเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยาก

นอกจากนี้ กรอนลันด์ (Gronlund. 1977 : 104-106) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดเรียงข้อคำถามไว้ว่า คำถามที่เป็นแบบเดียวกันควรจัดเรียงไว้ด้วยกัน คือถ้าเป็นคำถามแบบเลือกตอบ คำถามแบบถูกผิด คำถามแบบอัตนัย และอื่น ๆ ก็จัดรวมแบบเดียวกันไว้ด้วยกัน ส่วนการจัดเรียงข้อคำถามในแต่ละแบบควรจัดเรียงตามจุดมุ่งหมาย เช่น เรียงความรู้ความจำ ความเข้าใจการนำไปใช้ ฯลฯ โดยที่ข้อคำถามในแต่ละจุดมุ่งหมายต้องจัดเรียงจากง่ายไปหายาก

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดเรียงลำดับข้อคำถามของแบบทดสอบสองแบบ คือ การจัดเรียงลำดับข้อคำถามของแบบทดสอบตามค่าความยากและจัดเรียงแบบสุ่ม

## 5. การกำหนดเวลาในการสอบ

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีหลายอย่าง (Mehrens & Lehmann. 1984 : 278-281 ; citing Gronlund. 1981 : 104-111) เช่น เวลาในการทำแบบทดสอบ ถ้าเวลาทำแบบทดสอบไม่เหมาะสม เมื่อให้เวลาน้อยเกินไป ผู้สอบทำไม่ทันก็อาจเดาคำตอบ ซึ่งจะทำให้การกระจายของคะแนนแตกต่างจากแบบทดสอบที่ให้เวลาเพียงพอ แต่ถ้าให้เวลามากเกินไป จะทำให้คนเรียนเก่งและเรียนอ่อนได้คะแนนเท่า ๆ กัน การกระจายของคะแนนมีน้อยจะมีผลต่อความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเช่นกัน

บูเดสคู และ เนโว (Budescu & Nevo. 1985 : 183-196) ได้ศึกษาจำนวนตัวเลือกที่เหมาะสมเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับสัดส่วนของเวลาในการทำข้อสอบกับตัวข้อสอบ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,018 คน ที่สอบเข้ามหาวิทยาลัยไฮฟา (The University of Hifa) ในเดือน มิถุนายน ค.ศ. 1983 โดยใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบคำศัพท์ 60 ข้อ แบบทดสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ 25 ข้อ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจในการอ่าน 24 ข้อ ในครั้งแรกใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก แล้วนำมาแบ่งออกเป็นแบบทดสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ 6 แบบ คือ แบบทดสอบที่มี 4, 3 และ 2 ตัวเลือก โดยการสุ่มตัวลวงตัวสุดท้ายออกจากแบบทดสอบและวิธีตัดตัวลวงที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออก ผลการศึกษาพบว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับที่มีจำนวนตัวเลือกมากจะให้ค่าความแปรปรวน ค่าความเชื่อมั่น และค่าอำนาจจำแนกสูงกว่าแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกน้อย เมื่อหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ตอบต่อตัวเลือก พบว่าส่วนใหญ่เป็นไปตามข้อสังเกตของลอร์ดที่ว่า ข้อสอบที่มีตัวเลือกมากจะใช้เวลาในการสอบมากกว่าข้อสอบที่มีตัวเลือกน้อย (Budescu & Nevo. 1985 ; citing Lord. 1977) ดังสมการ

$$T = nat$$

เมื่อ T แทน เวลาทั้งหมดในการทำแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

a แทน จำนวนตัวเลือกในแต่ละข้อ

t แทน เวลาที่ใช้ตอบต่อตัวเลือก

ถ้าเวลาทั้งหมดในการทำแบบทดสอบคงที่ แบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกมากกว่าจะใช้เวลาในการตอบต่อตัวเลือกน้อยกว่า ยกเว้นแบบทดสอบความเข้าใจในการอ่านที่ตัดตัวลงตัวสุดท้ายซึ่ง พบว่าแบบทดสอบที่มี 4 ตัวเลือกจะต้อง ใช้เวลาเฉลี่ยในการตอบต่อตัวเลือกมากกว่าแบบทดสอบที่มี 3 และ 2 ตัวเลือก ดังนั้นในการกำหนดเวลาในการตอบแบบทดสอบที่มี 4 ตัวเลือกจะต้องกำหนดไว้มากกว่าแบบทดสอบที่มี 3 และ 2 ตัวเลือกประมาณ 0-10 นาที

ริมแลนด์ (Rimland. 1960 : 533-539) ได้ทำการศึกษา ผลของการกำหนดเวลาในการทดสอบแตกต่างกันของทหารเรือเข้าใหม่ เขาแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 9 กลุ่ม เพื่อทำการทดสอบข้อสอบคำนวณ (computation subtest A R I) จำนวน 20 ข้อ และข้อสอบด้านเหตุผล (reasoning subtest) จำนวน 30 ข้อ ซึ่งข้อสอบทั้ง 2 ฉบับนี้ แต่เดิมกำหนดให้ทำในเวลา 12 และ 30 นาที ตามลำดับเขาได้กำหนดเวลาในการทดสอบขึ้นใหม่คือ ข้อสอบคำนวณให้ทำในเวลา 10, 12 และ 14 นาที และข้อสอบด้านเหตุผลให้ทำในเวลา 30 , 35 และ 40 นาที โดยเปรียบเทียบแบบคอมบิเนชัน (Combination) คือ กำหนดให้

กลุ่มที่ 1 สอบข้อสอบคำนวณ 10 นาที เหตุผล 30 นาที

กลุ่มที่ 2 สอบข้อสอบคำนวณ 10 นาที เหตุผล 35 นาที

กลุ่มที่ 3 สอบข้อสอบคำนวณ 10 นาที เหตุผล 40 นาที

กลุ่มที่ 4 สอบข้อสอบคำนวณ 12 นาที เหตุผล 30 นาที

สลับกันไปจนถึง

กลุ่มที่ 9 สอบข้อสอบคำนวณ 14 นาที เหตุผล 40 นาที

ปรากฏว่า ผลที่ได้จากการทดสอบไม่แตกต่างกันเลย ถึงแม้ว่าจะให้เวลาในการทดสอบแตกต่างกัน

เคนดอลล์ (Kendall.L.M. 1964 : 789-798) ก็ได้ทำการศึกษาในแนวเดียวกันกับ ริมแลนด์ คือ เขาศึกษาว่า การเปลี่ยนแปลงเวลาในการทดสอบ จะทำให้ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของข้อสอบเพิ่มขึ้นได้หรือไม่เคนดอลล์ได้ใช้ข้อสอบ ซีเล็คท์ - เอ (Select-A) ทดสอบกับผู้มาสมัครเข้าทำงานในแคนาดาเดียนอาร์มี (Canadian Army) โดยกำหนดเวลาที่ใช้ในการทดสอบให้แตกต่างกันคือ 15, 18, 20, 22, 25, และ 30 นาที ตามลำดับ จากการวิจัยพบว่าข้อสอบ ซีเล็คท์-เอ (Select-A) จะมีค่าความเที่ยงตรงมากที่สุดเมื่อใช้เวลาในการทดสอบ 22 นาที แสดงว่า การให้เวลาในการทดสอบมากเกินไปนั้นไม่ช่วยทำให้ข้อสอบมีค่าความเที่ยงตรงได้มากที่สุด

ควีเรสซี (Quereshi. 1959 : 2854) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้แรงจูงใจ 2 ชนิด คือการเปลี่ยนแปลงความยากง่ายของข้อคำถาม และปริมาณความเร็วของเวลาในการทำข้อสอบภาคปฏิบัติของข้อสอบทางสมอง (Mental Test) กลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบใช้นิสิตปีที่ 1, ปีที่ 2, และปีที่ 3 ระดับละ 40 คน ผลจากการค้นคว้าปรากฏว่า แรงจูงใจที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีอิทธิพลต่อการทำข้อสอบภาคปฏิบัติของข้อสอบทางสมองของนิสิตทุกกลุ่ม ควีเรสซี ได้เสนอแนะว่า ข้อสอบที่ง่ายจะวัดความสามารถทั่ว ๆ ไป ได้ดีกว่าข้อสอบที่ยาก ไม่ว่าจะให้ทำการทดสอบในเวลาจำกัดหรือให้เวลามากก็ตาม

เบนเนท และดอปเพลท (Bennett & Doppelt. 1956 : 494-496) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความยากของข้อสอบ และความเร็วในการตอบของนักเรียนพยาบาล เขาแบ่งนักเรียนพยาบาลออกเป็น 2 กลุ่มโดยวิธีจับคู่ (matched) เพื่อทำการทดสอบเกี่ยวกับคำศัพท์ โดยกำหนดให้กลุ่มหนึ่งสอบคำศัพท์แบบง่าย ๆ อีกกลุ่มหนึ่งให้สอบคำศัพท์ยาก ๆ แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบประเภทให้สอบภายในเวลาจำกัด (speed test) ทั้ง 2 กลุ่ม ผลปรากฏว่า มีนักเรียนจำนวนน้อยมากที่ทำข้อสอบทั้ง 2 ชนิด เสร็จภายในเวลาใกล้เคียงกัน ผู้ทดสอบส่วนมากจะตอบคำถามข้อง่ายได้มากกว่าข้อยาก เบนเนท และดอปเพลทสรุปว่า ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ของผู้เข้าสอบมีความสัมพันธ์โดยเฉพาะกับอัตราในการตอบข้อสอบคำศัพท์ แต่ละข้อ การกำหนดเวลาในการทดสอบให้มากขึ้นไปนั้น มิได้มีส่วนช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการสอบของนักเรียนดีขึ้นกว่าเดิมเลย

ซิมเมอร์แมน และฮัมฟรีย์ (Zimmerman & Humphreys. 1953 : 460-461) ได้ศึกษา ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเลือกตอบ ปรากฏว่า การตัดตัวลวงที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกจากตัวเลือกของข้อสอบแต่ละข้อ ที่มี 5 ตัวเลือก ทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงขึ้น และลดเวลาในการตอบข้อสอบลงอีกด้วย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการกำหนดเวลาในการทำข้อสอบสองแบบ คือ การกำหนดเวลาในการทำข้อสอบเป็นรายข้อและรวมทั้งฉบับ

## 6. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบ

ปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและทดสอบมาใช้ในวิชาต่าง ๆ ไม่เฉพาะแต่ในสาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แม้แต่วิชาในสาขามนุษยศาสตร์ เช่น ภาษา และวรรณคดี ศิลปะ คอมพิวเตอร์ก็สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอนและการสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะโปรแกรมสำเร็จรูปซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองและทบทวนได้ทุกเวลา

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า CAI (COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION) คือ การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหา บทเรียน ฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์ และการทดสอบแทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บางบทเรียน การเรียนการสอนคอมพิวเตอร์จะถูกดำเนินไปอย่างเป็นระบบและสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้ ในภาษาอังกฤษใช้ชื่อเรียกกันหลายชื่อ ซึ่งแต่ละคำมีความหมายในทำนองเดียวกัน เช่น

CAL	Computer-Assisted Learning
CBE	Computer-Based Education
CATL	Computer-Assisted Teaching and Learning
CBI	Computer-Based Instruction
CBL	Computer-Based Learning

### ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีผู้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแง่มุมต่าง ๆ เช่น สปลิตเกอร์เบอร์ (Splittgerber. 1979 : 20) พูดถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านการเป็นสื่อในการเสนอบทเรียนในแบบโต้ตอบ (Interaction mode) เพื่อก่อให้เกิดการฝึกทักษะการสอนแบบตัวต่อตัวสถานการณ์จำลอง เกม และการแก้ปัญหา จอห์น (John. 1977 : 20) เห็นว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียน ในขณะที่มีการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามหรือให้คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้กับนักเรียนได้ ส่วน เบลแลนด์ (Belland. 1985 : 186) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเครื่องช่วยสอนที่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งพัฒนาโดยยึดหลักเกณฑ์เดียวกับบทเรียนโปรแกรม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนตามอัตราความก้าวหน้าของตนเอง (Self-pacing) และผู้เรียนได้รับผลย้อนกลับในอัตราที่ต่างกัน ซึ่งสรุปประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ เรียนรู้ไปทีละขั้นตอน ได้ฝึกทักษะ การแก้ปัญหา และตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนทราบอัตราความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

### วิธีใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อต้องการจะเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนจะนำแผ่นแม่เหล็กที่บันทึกบทเรียนนั้นมาสอดเข้าในเครื่องอ่านแล้วกดสวิทช์สั่งให้เครื่องทำงาน นักเรียนแต่ละคนจะนั่งอยู่หน้าคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้สำหรับวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราว คำอธิบายเป็นบทเรียน หรือเป็นการแสดงรูปภาพ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านดู แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน การตอบคำถามที่คอมพิวเตอร์ถามถ้าตอบถูกก็จะแสดงคำอธิบาย หรือแสดงบทเรียนตอนต่อไป แล้วก็ถามคำถามบทเรียนใหม่ แต่ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ก็จะบอกว่าตอบผิดคอมพิวเตอร์อาจจะยังไม่แสดงคำอธิบายบทเรียนตอนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบคำถามถูก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้เขียนโปรแกรม เมื่อตอบคำถามแล้วคอมพิวเตอร์จะตรวจให้คะแนน มีการชมเชย และให้กำลังใจด้วยถ้าทำถูก ต่ำหนิบ้างถ้าทำผิด เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่งครูผู้สอนก็จะถามคอมพิวเตอร์เพื่อดูคะแนนของแต่ละคน เพื่อจะทราบว่านักเรียนแต่ละคนพัฒนาตนเองไปในทางที่ดีขึ้นหรือไม่ เมื่อทราบปัญหาแล้วครูจะได้ปรับปรุงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับนักเรียนยิ่งขึ้น หรือแก้ไขข้อบกพร่องในตัวนักเรียนเองว่ามีจุดอ่อนตรงไหน ทำให้การเรียนเป็นไปอย่างได้ผลดี

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในวงการศึกษามีหลายรูปแบบตามความเหมาะสมทั้งผู้ออกแบบบทเรียนและผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน การแบ่งแยกลักษณะ ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักการศึกษา นักวิชาการ ได้จัดแบ่งประเภทลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเภทได้ดังนี้ (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 9)

1. แบบการสอน (Instruction) ใช้สอนความรู้แทนครู เป็นรูปแบบของการศึกษาด้วยตนเอง จะเป็นชุดการสอนที่ต้องใช้ความระมัดระวัง และทักษะที่สูงมากในการสร้าง
2. แบบสอนซ่อมเสริม หรือ ทบทวน (Tutorial) เป็นบทเรียนเพื่อทบทวนการเรียนรู้จากห้องเรียน หรือจากผู้สอนโดยวิธีใด ๆ การเรียนมักจะไม่ใช้ความรู้ใหม่ หากแต่จะเป็นความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว ในรูป

แบบอื่น ๆ แล้วใช้บทเรียนซ่อมเสริมเพื่อตอกย้ำความเข้าใจที่ถูกต้อง และดีขึ้น สามารถใช้ทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียน

3. แบบฝึกหัดและฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) เพื่อใช้เสริมการปฏิบัติหรือเสริมทักษะการกระทำบางอย่างให้เข้าใจยิ่งขึ้น และเกิดทักษะที่ต้องการได้ เป็นการเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถใช้ในห้องเรียน ใช้เสริมขณะที่สอน หรือภายหลังการเรียน หรือนอกห้องเรียน ณ ที่ใด เวลาใดก็ได้ สามารถใช้ฝึกหัดทางด้านทักษะ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

4. แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้ หรือทดลองจากสภาพการณ์จริง ซึ่งอาจจะหาไม่ได้หรืออยู่ไกล ไม่สามารถนำเข้ามาในห้องเรียน หรือมีสภาพอันตราย หรืออาจสิ้นเปลืองมากที่ต้องใช้ของจริงซ้ำ ๆ สามารถใช้สาธิตประกอบการสอน ใช้เสริมการสอนในห้องเรียน หรือใช้ซ่อมเสริมภายหลังการเรียน นอกห้องเรียนที่ใด เวลาใด ก็ได้

5. แบบสร้างเป็นเกมส์ (Games) การพัฒนาเป็นลักษณะเกมส์ สามารถเสริมการเรียนรู้ได้ดีกว่า การใช้เกมส์เพื่อการเรียนสามารถใช้สำหรับเรียนรู้ความรู้ใหม่ หรือเสริมการเรียนในห้องเรียนก็ได้ จะเป็นการเรียนรู้จากความเพลิดเพลินเหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีระยะเวลาความสนใจสั้น

6. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ สามารถใช้กับวิชาการต่าง ๆ ที่ต้องการให้สามารถคิด แก้ปัญหา ใช้เพื่อเสริมการสอนในห้องเรียน หรือใช้ในการฝึกทั่ว ๆ ไป นอกห้องเรียนก็ได้ เป็นสื่อสำหรับการฝึกผู้บริหารได้ดี

7. แบบทดสอบ (Test) ใช้เพื่อสำหรับวัดความสามารถของผู้เรียน สามารถใช้ประกอบการสอนในห้องเรียน หรือใช้ตามความต้องการของครู หรือของผู้เรียนเอง รวมทั้งสามารถใช้นอกห้องเรียน เพื่อตรวจวัดความสามารถของตนเองได้ด้วย

8. แบบสร้างสถานการณ์เพื่อให้ค้นพบ (Discovery) เป็นการจัดทำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง โดยการลองผิดลองถูก หรือเป็นการจัดระบบนำร่อง เพื่อชี้แนะสู่การเรียนรู้ สามารถใช้ความรู้ใหม่ หรือเป็นการทบทวนความรู้เดิม และใช้ประกอบการสอนในห้องเรียน หรือการเรียนนอกห้องเรียน สถานที่ใด เวลาใด ก็ได้

#### รูปแบบคอมพิวเตอร์ในการสอบ

หลังจากมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษามาแล้ว แม้ว่าจะในครั้งแรกจะเน้นไปทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็มักมีการทดสอบรวมอยู่ด้วย โปรแกรมชนิดที่ใช้เพื่อทดสอบนักเรียนโดยตรง หลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาหรือฝึกปฏิบัติแล้ว ผู้เรียนก็จะทำแบบทดสอบโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ซึ่งเมื่อคอมพิวเตอร์รับคำตอบแล้ว จะทำการบันทึกผล ประมวลผลตรวจให้คะแนน และเสนอผลให้ทราบทันทีที่ทำข้อสอบเสร็จ(อรพัญญ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7)

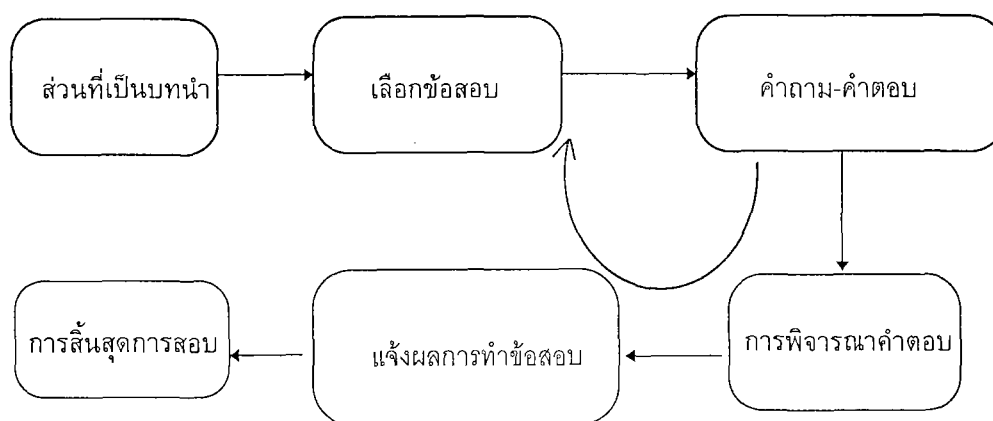
อเลสซี (Alessi & Trollip.1985:151)ได้เสนอ ส่วนประกอบของรูปแบบการทดสอบ มี 6 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นบทนำ (Introductory Section)
2. เลือกข้อสอบ (Select Item)
3. คำถาม-คำตอบ (Question and Response)
4. การพิจารณาคำตอบ (Judge Response)

5. การแจ้งผลการทำข้อสอบ (Feedback if Practice Test)

6. การสิ้นสุดการสอบ (Closing)

ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างของรูปแบบการทดสอบ (Alessi & Trollip, 1985 : 151)

### ข้อแนะนำในการสร้างรูปแบบการทดสอบ

#### ก่อนการทดสอบ

1. ให้คำชี้แจงอย่างชัดเจน
2. บอกความมุ่งหมายของการทดสอบ
3. บอกปัญหาหรืออุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้น
4. ให้ตัวอย่างการทำข้อทดสอบ
5. เมื่อเริ่มทำข้อสอบให้นักเรียนตัดสินใจเอง
6. สถานที่ ๆ ทำการทดสอบอยู่ในสภาพพร้อมไม่มีอุปสรรคหรือข้อขัดข้องใด ๆ

#### ระหว่างการทดสอบ

1. แสดงทีละคำถามบนจอแสดงผล
2. รูปแบบของคำถามควรเป็นแบบเดียวกันตลอด
3. ลักษณะของคำถามควรเข้าใจง่าย ไม่คลุมเครือ
4. ให้มีสมรรถนะในการกาเครื่องหมาย ข้อคำถามเพื่อตรวจทานได้
5. ให้มีสมรรถนะในการตอบคำถามได้ลุล่วง
6. หลีกเลี่ยงการลงโทษเมื่อทำข้อสอบผิด

7. แสดงระยะเวลาที่ทำข้อสอบให้ทราบ
8. จัดข้อขัดข้องหรืออุปสรรคของสถานที่ ๆ ทำข้อสอบ

#### หลังการทดสอบ

1. แจ้งผลการสอบให้ทราบทันที
2. แสดงรายละเอียดการตอบทั้งหมดของผู้สอบ
3. สามารถพิมพ์ผลการสอบได้
4. บอกวิธีเลิกทำข้อสอบ
5. วางแนวให้นักเรียนทำความเข้าใจได้
6. เก็บบันทึกข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมด
7. จัดข้อขัดข้องหรืออุปสรรคของสถานที่ ๆ ทำข้อสอบ

การใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดสร้างแบบทดสอบนั้นมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเพราะคอมพิวเตอร์สามารถสร้างข้อคำถาม เลือกข้อคำถาม พิมพ์ข้อคำถาม และการตรวจให้คะแนนการสอบ บุญสืบพันธุ์ดี (2537 : 42-44) แบ่งการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบเป็น 2 ระยะ คือ

1. ในการจัดสร้างแบบทดสอบ
2. ในการดำเนินการทดสอบ

#### ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดสร้างแบบทดสอบ

(1) จัดสร้างแบบทดสอบได้หลายรูปแบบ เช่น

- 1.1 เรียงลำดับข้อคำถามโดยวิธีสุ่ม คือ คำถามชุดเดียวกันแต่ลำดับต่างกัน
- 1.2 สุ่มจากธนาคารข้อคำถาม ผู้สอบจะได้คำถามที่ต่างกัน

(2) สามารถจัดสร้างข้อคำถามที่มีเนื้อหาเดียวกัน แต่มีตัวเลขสำหรับการคำนวณต่างกันได้

(3) สามารถนำข้อคำถามที่ช่วยกันสร้างจากโรงเรียนต่าง ๆ มาจัดทำธนาคารข้อสอบที่มีข้อคำถาม

จำนวนมาก และครอบคลุมเนื้อหามากขึ้น โดยทุกโรงเรียนสามารถจัดตั้งเครื่องฟวงเป็นสถานีการทำงาน

#### ข้อเสียของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสร้างแบบทดสอบ

(1) การใช้คอมพิวเตอร์ผิดหรือใช้ไม่เป็นทำให้ได้แบบทดสอบที่ขาดคุณภาพหรือ แบบทดสอบที่ไม่ผ่านการวิเคราะห์

(2) การเรียกดูแบบทดสอบจากศูนย์กลาง ซึ่งทำให้มีความอิสระ และสะดวกนั้น อาจเกิดแบบทดสอบรวบได้

#### ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการทดสอบ

(1) สามารถจัดให้เหมาะสมกับรายบุคคล

(2) ให้แต่ละคนสอบในเวลาต่างกันได้เมื่อพร้อม (เรียนจบหัวข้อนั้น) นั่นคือทุกคนไม่ถูกจำกัดเวลาให้เรียนจบในเวลาเท่ากัน

(3) จัดให้แต่ละคนตอบแบบทดสอบที่ต่างกันได้

(4) มีประโยชน์ต่อผู้สอนในการวิเคราะห์คำตอบถูกและคำตอบผิดของผู้เรียนเพื่อใช้ปรับปรุงแบบทดสอบ (ในด้านเนื้อหา เวลา รูปแบบการทดสอบ) วิธีสอน และวิธีเรียนของผู้เรียน

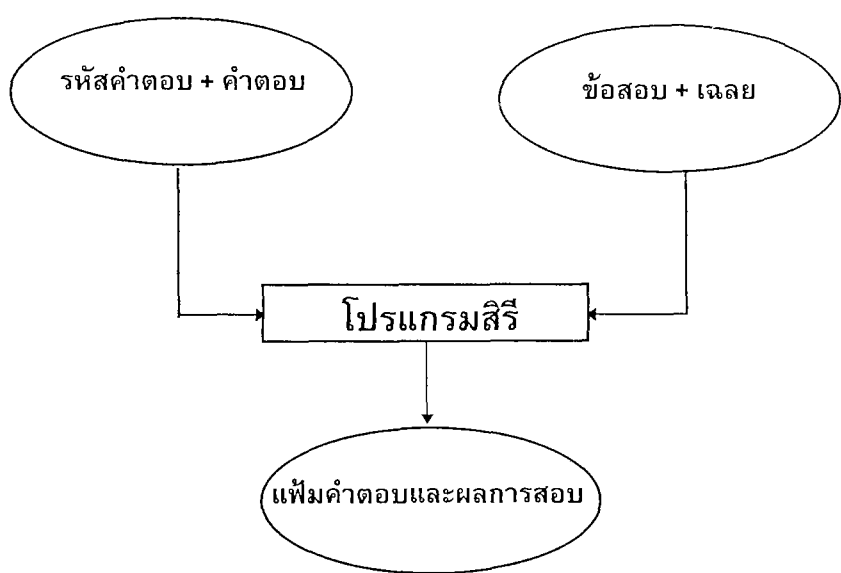
**ข้อเสียของการใช้คอมพิวเตอร์ในการดำเนินการทดสอบ**

- (1) รูปแบบของแบบทดสอบถูกจำกัดให้ใช้แบบเลือกตอบ หรือแบบเติมความสั้น ๆ เพราะฉะนั้นคำตอบแบบปลายเปิด หรือแสดงความคิดเห็น จะตรวจได้ยากโดยคอมพิวเตอร์
- (2) จำเป็นต้องมีสถานที่ทำงานมาก และเตรียมแก้ปัญหาเมื่อไฟดับ
- (3) การที่ผู้เรียนต้องสอบต่างเวลากัน อาจจะทำให้เกิดความยุ่งยากแก่ผู้ดูแลห้อง เครื่องคอมพิวเตอร์ และอาจเกิดการโกง
- (4) แบบทดสอบที่ไม่ดี หรือไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดความกังวลใจแก่ผู้เรียนได้ ทำให้คะแนนที่ได้ไม่ใช่คะแนนที่แท้จริงในการวัดความรู้ของผู้เรียน

**×โปรแกรมที่ใช้สร้างแบบทดสอบในการวิจัยครั้งนี้**

**1. โปรแกรม Siree**

ในการทดสอบโปรแกรมสิรีจะเอาข้อสอบทั้งฉบับเข้าไปเก็บในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ และเสนอโจทย์ทางจอภาพทีละข้อ ผู้สอบจะตอบโดยการกดปุ่มให้ตรงกับตัวเลือกที่ต้องการ โปรแกรมสิรีจะเก็บคำตอบ นั้นไว้ในหน่วยความจำ เมื่อสอบเสร็จโปรแกรมสิรีจะตรวจดูว่า ในแฟ้มคำตอบมีเฉลยหรือไม่ ถ้ามีโปรแกรมสิรีจะตรวจข้อสอบและเสนอผลการสอบให้ทราบทางจอภาพทันที และจะสร้างแฟ้มคำตอบซึ่งบรรจุรายงานผลการสอบเพื่อเป็นหลักฐานต่อไป ในการสอบจะต้องมีผู้รู้คอมพิวเตอร์คอยอำนวยความสะดวกให้การสอบดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย (สุรพล วัฒนวิทย์กิจ. 2537 : 4-5 , 24) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การทำงานของโปรแกรมในการสอบ

การใช้โปรแกรม Siree ในการทดสอบนี้ การกำหนดเวลาจะเป็นรวมทั้งฉบับ ผู้สอบสามารถดูเวลาที่เหลือในการทดสอบจากบรรทัดเวลา โปรแกรมสิริยังมีการเตือนเวลาที่เหลือ 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่ง และครั้งที่สองเมื่อเวลาเหลือ 5 นาที ในกรณีนี้จะมีข้อความเตือนกลางจอภาพประมาณ 15 วินาที และจะหายไปโดยที่ผู้สอบไม่ต้องกดปุ่มใด ๆ ทั้งสิ้น

## 2. โปรแกรม Authorware

เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้กันมาก จุดประสงค์ของโปรแกรมนี้ คือ การนำเสนอผลงานต่าง ๆ ออกทางจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือ Projector ซึ่งเราเรียกลักษณะงานชิ้นนี้ว่า Presentation แต่นอกจากนั้น Authorware ยังสามารถนำเสนอผลงานในรูปแบบที่เรียกว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” (Computer Aid Instruction - CAI) ซึ่งเป็นการสร้างบทเรียนต่าง ๆ เก็บไว้ในแผ่น CD เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเปิดอ่านเพื่อศึกษาบทเรียนต่าง ๆ ด้วยตนเอง สามารถสร้างแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดให้ผู้ใช้ตอบคำถาม และมีเฉลยให้ว่าผิดหรือถูก ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการศึกษาในห้องเรียนเป็นอย่างมาก

Authorware มีความสามารถสร้างงานที่เป็นลักษณะมัลติมีเดีย (Multimedia) ที่การแสดงผลอาจจะเป็นข้อความ รูปภาพ กราฟฟิก การเคลื่อนที่ หรือภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบ และสามารถแสดงผลได้พร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้ยังสามารถสร้างการโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive) ได้อย่างเหมาะสมกับชิ้นส่วน และเนื้อหาของข้อมูล เช่น การแสดงผลการเลือกคำตอบว่าถูกหรือผิด ซึ่งเหมาะสมกับผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ ลักษณะการเป็น “อ็อบเจกต์ออเรียนเต็ด” (Object Oriented) ของ Authorware ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมที่ต้องการสร้างโครงการไม่จำเป็นต้องเรียนรู้การ Coding ในภาษาโปรแกรมมิ่งใดๆ เพียงแต่มีความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์บ้าง เช่น การใช้งานคอมพิวเตอร์ ชนิดของไฟล์ข้อมูล และ Authorware เหมาะอย่างยิ่งสำหรับครู - อาจารย์ หรือนักวิชาการ ในการสร้างงาน เพื่อการเรียนการสอนและการอบรม

การใช้โปรแกรม Authorware ในการทดสอบแบบจำกัดเวลาเป็นการโต้ตอบอัตโนมัติ คือ การตั้งคำถาม และรอให้ผู้สอบตอบ แต่จำกัดเวลาสำหรับคิดหาคำตอบ โดยถ้าไม่ตอบคำถามภายในเวลาที่กำหนด โปรแกรมจะเรียกคำถามต่อไปขึ้นมาทันที (กิตติ ภักดีวิวัฒนะกุล , พีระ ชื่นจิต และ กุลชน รัชชประเทือง. 2541 : 1-5,157)

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบ โดยใช้โปรแกรม Authorware ในการทดสอบแบบกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายชื่อ และใช้โปรแกรม Siree ในการทดสอบแบบกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

ผลงานวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับการจัดเรียงข้อคำถามที่มีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบนั้น ในปี ค.ศ. 1964 เบนเนอร์ (Brenner. 1964 : 98-100) ได้ศึกษาการจัดเรียงลำดับความยากง่ายของข้อคำถาม วิชาจิตวิทยาการศึกษา ข้อคำถามมี 40 ข้อ กลุ่มตัวอย่าง 407 คน ของมหาวิทยาลัย โอไฮโอ (Ohio State University) โดยแบ่งศึกษา 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 จัดเรียงข้อสอบ 3 แบบ คือ เรียงจากง่าย

ไปหายาก จากง่ายไปหาง่าย และแบบสุ่ม ครั้งที่ 2 จัดเรียงข้อสอบ 2 แบบ คือ แบบง่ายไปหายาก 10 ข้อแรก อีก 30 ข้อ เป็นแบบสุ่ม และแบบยากไปหาง่ายใน 10 ข้อแรก อีก 30 ข้อเป็นแบบสุ่ม ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 จัดเรียงข้อสอบจากง่ายไปหายาก และแบบสุ่ม ผลการศึกษาพบว่า การสอบทั้ง 4 ครั้ง ที่มีการจัดเรียงลำดับข้อคำถามต่างกัน มีผลทำให้ค่าความยากง่าย และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าอำนาจจำแนกในการสอบครั้งที่สอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในปี ค.ศ.1968 แฟลนเจอร์ เมลตัน และไมเออร์ส (Flangher, Melton & Myers. 1968 : 813-824) ได้ทำการศึกษาว่า การจัดเรียงข้อสอบ จะมีผลทำให้คะแนนในการสอบเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ข้อสอบที่ใช้ในการวิจัย คือ ข้อสอบด้านภาษา 40 ข้อ และข้อสอบคณิตศาสตร์ 25 ข้อ ข้อสอบทั้ง 2 ชนิดเป็นส่วนหนึ่งของ ซี อี อี บี สกอลาสติค แอปติจูด เทสต์ (C E E B Scholastic Aptitude Test) ซึ่งจัดแบ่งข้อสอบไว้เป็นตอน ๆ ตอนหนึ่งมี 5 ข้อ ข้อสอบที่ใช้ในการวิจัยจัดเรียงเป็น 4 แบบ ดังนี้

1. จัดเรียงแบบมาตรฐานเดิม
2. จัดเรียงข้อภายในแต่ละตอน ซึ่งมีตอนละ 5 ข้อเสียใหม่ ส่วนการเรียงระหว่างตอนยังเหมือนมาตรฐานเดิม
3. จัดเรียงลำดับข้อสอบแต่ละตอนเสียใหม่ ส่วนข้อภายในแต่ละตอนนั้นเรียงเหมือนมาตรฐานเดิม
4. จัดเรียงใหม่ทั้งภายในแต่ละตอนและระหว่างตอน

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการจัดเรียงแบบมาตรฐานเดิมและการจัดเรียงข้อภายในแต่ละตอนแบบมาตรฐานเดิมไม่มีผลทำให้คะแนนในการสอบเปลี่ยนแปลง ส่วนการจัดเรียงลำดับข้อสอบแต่ละตอนเสียใหม่ ข้อภายในแต่ละตอนนั้นเรียงเหมือนมาตรฐานเดิมและการจัดเรียงใหม่ทั้งภายในแต่ละตอนและระหว่างตอนมีผลทำให้คะแนนในการสอบเปลี่ยนแปลงไป

แมคนิคอลล (Flangher, Melton & Myers. 1968 : 813 ; citing Mac Nicol. 1968) ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนวิธีการเรียงข้อคำถามในแบบทดสอบ ซึ่งแต่เดิมเรียงจากง่ายไปหายากเป็นเรียงแบบอื่น 2 ชนิด คือ เรียงแบบสุ่ม (a random arrangement) กับเรียงจากข้อยากไปหาง่าย (a hard-to-easy arrangement) ผลจากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การเรียงข้อสอบจากง่ายไปหาง่าย จะทำให้ข้อสอบยากขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเรียงข้อสอบแบบสุ่มนั้น ไม่มีผลทำให้ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อเปลี่ยนแปลงไปจากการเรียงข้อสอบโดยวิธีเดิม

โมเลนคอฟ (Mollenkopf. 1950 : 291) ได้ศึกษาค้นคว้าถึงผลของการจัดเรียงข้อคำถามในแบบทดสอบเสียใหม่ว่า จะมีผลทำให้ค่าทางสถิติเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และยังสามารถเปรียบเทียบผลที่เกิดจากให้สอบแบบไม่จำกัดเวลา (Power test) กับการให้สอบในเวลาอันจำกัด (speed test) อีกด้วย เขาพบว่า ค่าความยากง่ายของข้อสอบ และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แสดงว่าการจัดเรียงข้อคำถามในแบบทดสอบมีผลทำให้ค่าทางสถิติของแบบทดสอบเปลี่ยนแปลงไป

ต่อมา กลอสเนอร์ และเกลล์แมน (Klosner & Gellman. 1973 : 413-418) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียงแบบทดสอบในชั้นเรียน 3 แบบ คือ เรียงตามหัวเรื่อง เรียงตามลำดับจากง่ายไปยาก และเรียงจากง่ายไปยากในแต่ละหัวเรื่อง ทดลองกับนิสิตที่กำลังเรียนวิชาการวัดผลเบื้องต้น จำนวน 54 คน

ผลจากการทดลองได้ชี้ให้เห็นว่า โดยทั่วไปแล้วการเรียงข้อทดสอบวิธีต่าง ๆ ไม่มีผลต่อคะแนนการสอบของนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง แต่สำหรับในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่ำแล้ว การเรียงข้อคำถามของแบบทดสอบมีผลทำให้คะแนนการสอบเปลี่ยนไปด้วย และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่เรียงตามหัวเรื่องและเรียงลำดับจากง่ายไปยากมีค่าเท่า ๆ กัน ส่วนในการเรียงจากง่ายไปยาก ในแต่ละหัวเรื่องนั้นมีค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่า 2 วิธีแรก

ในปี ค.ศ. 1980 เพลค (Plake, 1980 : 56-58) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดเรียงข้อคำถาม 3 แบบ คือ เรียงจากง่ายไปหายาก เรียงยากง่ายหมุนเวียน (Spiral Cyclical) และแบบสุ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนพยาบาล จำนวน 104 คน พบว่าคะแนนการสอบจากการจัดเรียงทั้ง 3 แบบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

เลนี เจอาร์ และ บลู (Lane, JR & Bull, 1987 : 865-878) ศึกษาผลของความรู้อคติ ความยากเชิงสถิติและความยากเชิงปัญหาที่มีต่อการทำข้อสอบ เครื่องมือที่ใช้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบซึ่งเรียงข้อคำถาม แตกต่างกันตามความยากเชิงสถิติ และเรียงตามความยากเชิงปัญหา คือ จำแนกตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ของบลูม 6 ชั้น แต่เลือกใช้เพียง 3 ชั้น คือ ชั้นความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกประกอบด้วยนักศึกษาจำนวน 155 คน และกลุ่มที่สองประกอบด้วยนักศึกษาจำนวน 247 คน โดยทำการศึกษา 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้แบบทดสอบ 5 ฉบับ ที่เรียงข้อคำถาม แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า คะแนนรวมที่ได้จากแบบทดสอบของเพศชายกับเพศหญิงแตกต่างกัน และข้อสอบแต่ละฉบับจะจัดทำเป็น 2 ชุด ชุดแรกจะมีข้อคำถามบอกระดับความยากเชิงปัญหาอยู่ทางด้านซ้ายมือของข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อให้ผู้สอบใช้เป็นประโยชน์ในการทำข้อสอบ และข้อสอบอีกชุดหนึ่งจะไม่มีข้อความบอกระดับความยากเชิงปัญหา ปรากฏว่า ชุดแรก ไม่มีผลทำให้คะแนนรวมของเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่มีการเขียนข้อความบอกระดับความยากเชิงปัญญากับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่ไม่มีข้อความบอกระดับความยากเชิงปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ ได้มีผู้ศึกษาค้นคว้า ดังนี้

เตือนใจ เศรษฐลักโก (2511 : 45-48) ได้ศึกษาถึงการจัดระเบียบข้อทดสอบด้วยวิธีต่าง ๆ กันที่ส่งผลต่อความสามารถในการสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2510 จากโรงเรียนดาราคาม จำนวน 240 คน ในวิชาภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาไทย ผลปรากฏว่าการเรียงข้อสอบจากฉบับที่ง่ายไปหายาก และภายในแต่ละฉบับเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยาก ทำให้ผลสัมฤทธิ์สูงยกเว้นในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง จะใช้วิธีการเรียงข้อสอบด้วยวิธีใดก็ได้ไม่มีผลแตกต่างกัน ศศิธร สุวรรณสุข (2519 : 72-90) ได้ศึกษาการเรียงลำดับข้อคำถามโดยเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยาก เรียงจากข้อยากไปหาข้อง่าย เรียงตามหัวข้อเนื้อหาวิชา และเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยากในแต่ละหัวข้อเนื้อหาวิชาในวิชาคณิตศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2518 จำนวน 200 คน สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัด ของจังหวัดสมุทรปราการจาก 8 โรงเรียน พบว่าการเรียงลำดับข้อคำถามต่างกัน ทำให้ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา และการ

หาเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าความเชื่อมั่นในแบบทดสอบที่วัดทักษะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบที่วัดการแก้ปัญหา และการหาเหตุผลไม่แตกต่างกัน และพบว่า การเรียงลำดับข้อความต่างกันทำให้คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะและการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนคะแนนจากแบบทดสอบการหาเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปี พ.ศ. 2519 นิโบล นิมกิงรัตน์ (2519 : 54-55) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของการจัดเรียงลำดับข้อความที่จำแนกตามสมรรถภาพสมองต่อคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2518 จำนวน 540 คน ผลการศึกษาปรากฏว่า การเรียงข้อความต่างกันทำให้ค่าความเชื่อมั่น ความยากมาตรฐาน และผลการสอบของนักเรียนในแบบทดสอบภาษาไทยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเที่ยงตรงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน ส่วนแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ การจัดเรียงลำดับข้อความต่าง ๆ กันมีผลทำให้คุณภาพของแบบทดสอบและผลการสอบของนักเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสำหรับแบบทดสอบภาษาไทยชุดที่มีการเรียงลำดับข้อความแบบวัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้หรือสูงกว่าการนำไปใช้ มีความเหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนสูงและต่ำ ส่วนแบบทดสอบคณิตศาสตร์ชุดที่มีการเรียงข้อความแบบวัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ หรือสูงกว่าการนำไปใช้นั้น ข้อคำถามแบบวัดความรู้ความจำมีความเหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนสูงและต่ำ สำหรับกลุ่มนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนปานกลางจะใช้แบบทดสอบที่เรียงด้วยวิธีใดก็ได้

ต่อมาในปี พ.ศ. 2521 แนน้อย เพชรรัตน์ (2521 : 31) ได้ศึกษา การเรียงลำดับข้อความของแบบทดสอบด้วยวิธีต่างกันที่มีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ เรียงจากง่ายไปหายาก เรียงตามลำดับความยากแบบหมุนเวียน และเรียงแบบสุ่ม โดยมีได้คำนึงถึงเนื้อหาของข้อความนั้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2520 ในเขตจังหวัดนครปฐม จำนวน 300 คน ผลการศึกษาพบว่าค่าความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่าย และอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันในแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ยกเว้นในแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การเรียงแบบสุ่มส่งผลต่อค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าการเรียงคำถามแบบอื่น ๆ

ในปีเดียวกัน สิริพร พุ่มแก้ว (2521 : 30-39) ได้ศึกษาการจัดเรียงข้อความต่างกัน 4 แบบ คือ เรียงจากง่ายไปหายาก เรียงจากยากไปหาง่าย เรียงตามเนื้อหา และเรียงแบบสุ่ม วิชาภาษาไทยและคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง 120 คน ผลการศึกษาพบว่า การจัดเรียงทั้ง 4 แบบ มีผลต่อค่าความเที่ยงตรงเล็กน้อย คะแนนการสอบวิชาภาษาไทยที่จัดเรียงตามเนื้อเรื่องแตกต่างจากการจัดเรียงแบบอื่น คะแนนการสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่จัดเรียงจากง่ายไปหายาก แตกต่างจากแบบยากไปหาง่าย และคะแนนการสอบที่จัดเรียงตามเนื้อเรื่อง แตกต่างจากการเรียงแบบสุ่ม

ปราณี ร่วมทอง (2528 : 45) ได้ทำการเปรียบเทียบแบบทดสอบเลือกตอบตัวเลือกธรรมดาและตัวเลือกซ้อนที่ใช้วัดลำดับขั้นการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยต่างกัน โดยทดสอบกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนต่างกัน วัดสมรรถภาพการเรียนรู้ 2 ลำดับชั้น คือ สมรรถภาพการเรียนรู้ชั้นต่ำ ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และสมรรถภาพการเรียนรู้ชั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า พบว่า ในการวัดสมรรถภาพการเรียนรู้ชั้นต่ำ แบบทดสอบเลือกตอบตัวเลือกธรรมดา มีค่าความเชื่อมั่น และค่าอำนาจจำแนก สูงกว่าแบบทดสอบเลือกตอบตัวเลือกข้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการวัดสมรรถภาพการเรียนรู้ชั้นสูงแบบทดสอบทั้ง 2 ชนิด มีค่าความเที่ยงตรง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำตอบแบบทดสอบ เลือกตอบตัวเลือกธรรมดาได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าแบบทดสอบเลือกตอบข้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งต่างประเทศ และในประเทศที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าทั้งรูปแบบการจัดเรียงข้อสอบ และการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบ ล้วนมีผลต่อค่าความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดเรียงข้อสอบต่างกัน คือ การจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก และการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม โดยกำหนดเวลาในการทำข้อสอบต่างกัน คือ การกำหนดเวลาในการทำข้อสอบเป็นรายข้อ และกำหนดเวลาในการทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ จะมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่ทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์อย่างไร รวมทั้งเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาในการทำข้อสอบต่างกัน

### สมมติฐานในการวิจัย

1. แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
2. แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
3. แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
4. แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
5. แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
6. แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
7. แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
8. แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษารูปแบบใดของการจัดเรียงข้อสอบ และการกำหนดเวลาให้สอบ ที่ทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ จะให้ค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งมีวิธีดำเนินการตามรายละเอียดต่อไปนี้

#### ประชากร

ประชากรสำหรับใช้สุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ที่เลือกจากประชากรโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 400 คน ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 100 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware จำนวน 50 ข้อ

กลุ่มที่ 2 ทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree จำนวน 50 ข้อ

กลุ่มที่ 3 ทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware จำนวน 50 ข้อ

กลุ่มที่ 4 ทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree จำนวน 50 ข้อ

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน
กลุ่มที่ 1	100
กลุ่มที่ 2	100
กลุ่มที่ 3	100
กลุ่มที่ 4	100
รวม	400

### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

- นำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดลองใช้แบบทดสอบ (Try out) จำนวน 300 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร
- นำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อแล้ว ไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 400 คน
- นำผลการทดสอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 แบบ ที่ตรวจให้คะแนนแล้วมาคำนวณ
- คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละแบบ โดยใช้สูตร ค่าสัมประสิทธิ์  $r_B$  ของบุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์ (2538: 51)
- คำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ วัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละแบบ โดยใช้สูตรของไฮสและบอร์นสเต็ด (Heise and Bohmstedt.1970 : 109, 111-113)
- ทดสอบสมมติฐาน
  - ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแต่ละแบบ โดยวิธี  $UX_1$  ของ Woodruff & Feldt. (1986 : 393-413)
  - พิจารณาความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละแบบ

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีการจัดเรียง 4 แบบ โดยแบบทดสอบแต่ละแบบจะมีคำถามเหมือนกันทุกข้อ แต่มีการจัดเรียงข้อคำถามและเวลาที่กำหนดให้ทำต่างกัน

แบบที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาที่ใช้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware

แบบที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาที่ใช้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree

แบบที่ 3 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาที่ใช้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware

แบบที่ 4 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาที่ใช้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree

## วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ดำเนินการดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้
  - 1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
  - 1.2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่น
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความถนัด ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ศึกษาแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์เชิงเหตุผล ที่สร้างขึ้นตามแนวความคิดของเทอร์สตัน ประกอบด้วย 4 ประเภท คือ ประเภททักษะ (Skill) , ประเภทความคิดรวบยอด (Concept) , ประเภทโจทย์ปัญหา (Problem Solving) , ประเภทเรียงอันดับ (N-Series)
3. สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ แบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ประกอบด้วย ประเภททักษะ (Skill) จำนวน 25 ข้อ ประเภทความคิดรวบยอด (Concept) จำนวน 25 ข้อ , ประเภทโจทย์ปัญหา(Problem Solving) จำนวน 25 ข้อ และประเภทเรียงอันดับ (N-Series) จำนวน 25 ข้อ
4. นำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจ คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC 0.5 ขึ้นไป ปรากฏว่าได้ 80 ข้อ ประกอบด้วย ประเภททักษะ (Skill) จำนวน 15 ข้อ ประเภทความคิดรวบยอด (Concept) จำนวน 20 ข้อ ประเภทโจทย์ปัญหา (Problem Solving) จำนวน 20 ข้อ และประเภทเรียงอันดับ (N-Series) จำนวน 25 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพมหานครเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองเครื่องมือ จำนวน 300 คน (ทำลงในกระดาษคำตอบ)

6. นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CTIA ซึ่งพัฒนาโดย สุพัฒน์ สุขมลสันต์ (2538) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพที่อยู่ในเกณฑ์ คือ ค่าความยากมีค่าเท่ากับ 0.2 - 0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ได้ข้อสอบที่ต้องการ จำนวน 50 ข้อ ประเภททักษะ (Skill) จำนวน 7 ข้อ , ประเภทความคิดรวบยอด (Concept) จำนวน 12 ข้อ , ประเภทโจทย์ปัญหา (Problem Solving) จำนวน 12 ข้อ , ประเภทเรียงอันดับ (N-Series) จำนวน 19 ข้อ

7. คำนวณหาเวลาเป็นรายข้อ โดยให้ผู้ดำเนินการสอบจำนวน 5 ท่าน สุ่มสังเกตนักเรียนท่านละ 1 คน แล้วจับเวลาการทำข้อสอบแต่ละข้อของนักเรียนแล้วนำเวลาที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อกำหนดเวลาเป็นรายข้อและเวลารวมทั้งฉบับ

8. นำค่าความยากและเวลาที่กำหนดไว้ในการทำข้อสอบมาจัดทำเป็นแบบทดสอบที่มีการจัดเรียง 4 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware จำนวน 50 ข้อ

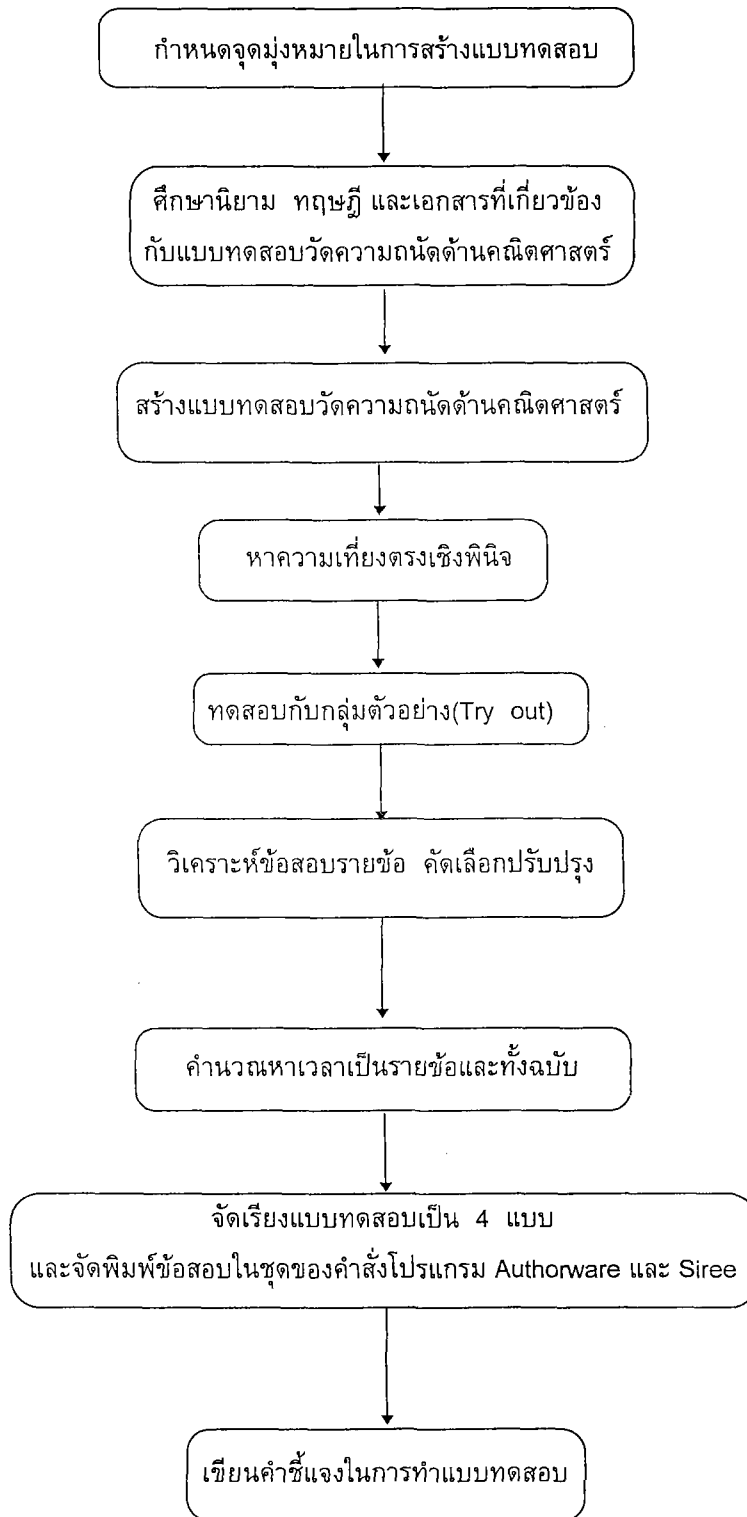
แบบที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree จำนวน 50 ข้อ

แบบที่ 3 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware จำนวน 50 ข้อ

แบบที่ 4 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และ กำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree จำนวน 50 ข้อ

9. เขียนคำชี้แจงและคำอธิบายเกี่ยวกับการทำแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในแต่ละแบบ

### วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์



ภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบ

### ลักษณะของแบบทดสอบ

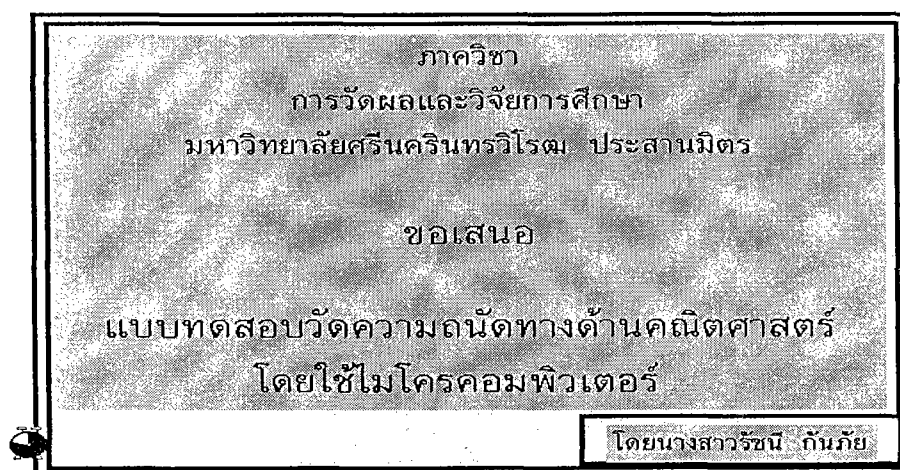
ในการวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 4 แบบ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ดังนี้

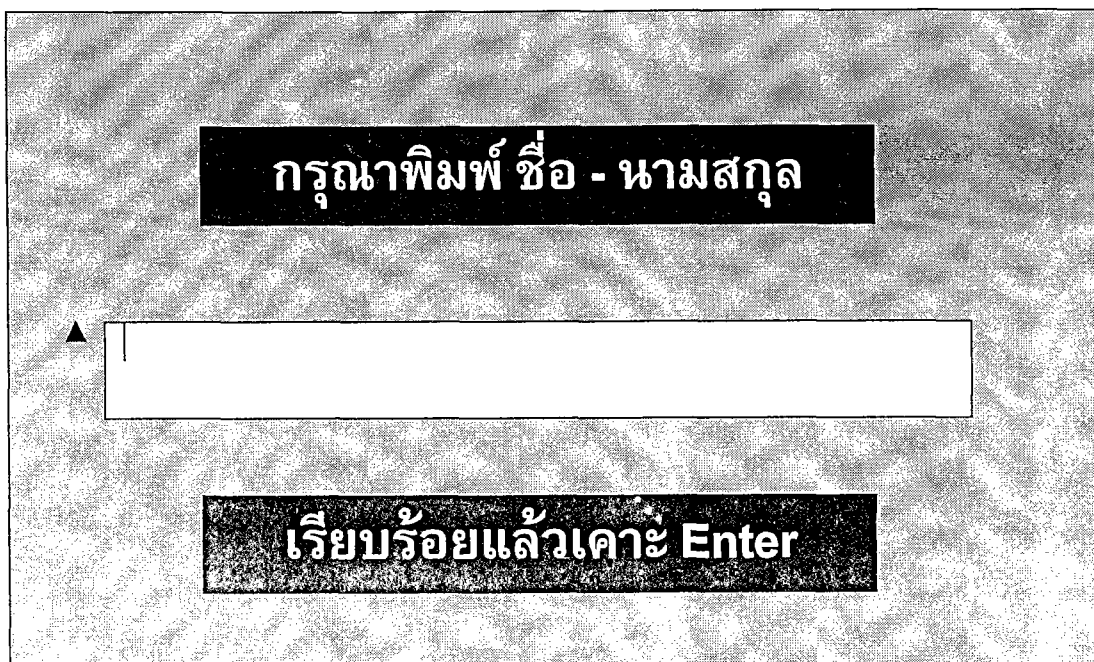
แบบที่ 1 แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ จำนวน 50 ข้อ เขียนขึ้นโดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware

#### คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 50 ข้อ
2. ข้อสอบแต่ละข้อให้เวลาคิดเป็นรายข้อ ถ้าหมดเวลา ข้อสอบจะเปลี่ยนเป็นข้อต่อไปทันที
3. ในแต่ละข้อของข้อสอบจะมีนาฬิกาบอกเวลาในการทำข้อสอบอยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้านขวามือของทุกข้อ
4. วิธีการตอบข้อคำถามแต่ละข้อ ถ้านักเรียนต้องการจะตอบตัวเลือกใด ให้ใช้ตัวชี้เมาส์ไปคลิกที่ตัวเลือกที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้อง
5. ในกรณีที่ยังไม่หมดเวลาในแต่ละข้อ เมื่อเลือกตอบตัวเลือกใด ๆ แล้วให้กดแป้น (ENTER) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะเปลี่ยนเป็นข้อสอบข้อต่อไปโดยอัตโนมัติ
6. ในกรณีที่นักเรียนต้องการเปลี่ยนตัวเลือกที่เลือกแล้ว ให้นักเรียนใช้ตัวชี้เมาส์ไปคลิกที่ตัวใหม่ได้ทันที แต่ต้องอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนดให้ในข้อสอบข้อนั้น
7. ถ้าหมดเวลาในแต่ละข้อแล้วไม่สามารถย้อนกลับมาทำข้อสอบใหม่ได้อีกต่อไป
8. ให้นักเรียนพิจารณาข้อสอบให้ถี่ถ้วนเพราะไม่สามารถย้อนกลับมาทบทวนข้อสอบได้อีก

#### ตัวอย่างแบบทดสอบที่ปรากฏอยู่บนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์





เริ่มทำข้อสอบ

ข้อสอบทั้งหมดมี 50 ข้อ ในแต่ละข้อจับเวลาข้อละ 1 นาที โดยจะแสดงเป็นรูป นาฬิกาสีดำเมื่อเวลาเดินไปเรื่อยๆ รูปนาฬิกาจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นรูปสีขาว เมื่อครบ 1 นาที นาฬิกาจะเป็นรูปสีขาว ข้อสอบก็จะขึ้นข้อถัดไปที่ทันทีโดยที่ผู้เข้าสอบไม่มีสิทธิ์ย้อนกลับไปทำข้อสอบดังกล่าวอีก เพราะฉะนั้น ผู้เข้าสอบต้องทำข้อสอบทุกข้อตามลำดับแต่ละข้อโดยจะกดผ่านไม่ได้ เมื่อหมดข้อสอบ 50 ข้อ เวลา ก็จะหมดทันที และหน้าจอภาพก็จะแสดงคะแนนที่ผู้เข้าสอบทำได้ ถือว่าเสร็จสิ้นการทำทดสอบ

เมื่ออ่านคำอธิบายด้านบนเรียบร้อยแล้ว กรุณาคลิกปุ่ม **เริ่มทำข้อสอบ**  
ด้านบนซ้ายมือ

1. "สามเท่าของเลขจำนวนหนึ่งมากกว่าห้าอยู่แปด"

เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ดังข้อใด

(1)  $3(x-5) = 8$

(2)  $3x-5 = 8$

(3)  $3x = 8-5$

(4)  $3x+8 = 5$

(5)  $3x+5 = 8$



2. ถ้า  $y$  เป็นเลขโดดที่ไม่ใช่ศูนย์  
 $y$  ในข้อใดมีค่ามากที่สุด

(1) 75,43y

(2) 65,y34

(3) 54,6y3

(4) 4y,534

(5) 32,y52



หมดเวลา คิดซ้ำจ้จ

แบบที่ 2 แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ จำนวน 50 ข้อ เขียนขึ้นโดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 50 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
2. ให้นักเรียนนำแผ่นดิสก์เข้าที่ Drive : A จะมีข้อความบนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์ ดังนี้ “สวัสดีค่ะ สิริขอให้กำลังใจและโชคดีนะคะ”
3. ให้นักเรียนกดแป้น ENTER แล้วจะมีข้อความดังต่อไปนี้  
โปรดพิมพ์รหัสสอบไม่เกิน 8 ตัวอักษร แล้วกดแป้น...ENTER (0=เลิก)
4. ให้นักเรียนพิมพ์เลขประจำตัวของนักเรียน แล้วกดแป้น ENTER
5. ลงมือทำข้อสอบ เมื่อพร้อมที่จะตอบให้นักเรียนกดปุ่มตัวเลขที่ตรงกับคำตอบ ตัวเลือกที่นักเรียนเลือกจะกลายเป็นเครื่องหมาย ✕ ที่ตัวเลือกนั้น
6. ในแต่ละข้อจะไม่มีเวลาบังคับ แต่นักเรียนต้องทำข้อสอบทั้งฉบับให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดคือ 50 นาที
7. ในกรณีต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้นักเรียนกดหมายเลขที่ต้องการได้ทันที
8. นักเรียนสามารถย้อนไปทำข้อสอบก่อนหน้า หรือเลื่อนไปทำข้อสอบอื่น ๆ ได้ตลอดเวลา โดยการกดแป้นลูกศร (Arrow Keys) บนคีย์บอร์ด ← ↑ → ↓
9. เมื่อหมดเวลา หรือนักเรียนทำข้อสอบเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนกดเลข 911

### ตัวอย่างแบบทดสอบที่ปรากฏอยู่บนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์

Welcome to SIREE	ความถนัดทางคณิตศาสตร์
สวัสดีค่ะ สิริขอให้กำลังใจและโชคดีนะคะ	
กดปุ่ม ENTER	
พัฒนาโดย สุรพล วัฒนชัยกิจ	ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ V1.0

Welcome to SIREE	ความถนัดทางคณิตศาสตร์
โปรดพิมพ์รหัสผู้สอบไม่เกิน 8 ตัวอักษร      แล้วกด...Enter	
พัฒนาโดย สุรพล วัฒนวิญญูย์กิจ      ภาควิชาคณิตศาสตร์      มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ V1.0	

Welcome to SIREE	ทำโดยหิยะธีธ	ความถนัดทางคณิตศาสตร์	15.58
1. ไม้ 3 ไม้ แลกว่ายได้ 9 ใบ ถ้าซ้าย 2 ใบ แลกว่าได้กี่ฟอง			
(1) 4 ฟอง (2) 6 ฟอง (3) 8 ฟอง (4) 10 ฟอง (5) 12 ฟอง			
ข้อสอบ 50 ข้อ	บนจอภาพคือข้อ 1(*) Good Luck	50 นาที 05	
12345= เลือกร 0=ไม่ 6=ดู -=แอม ↓=Eng=กด ↑=ก่อน →=อื่น 8=เก็บ 9=เสร็จ +=อนับ /=นับ			

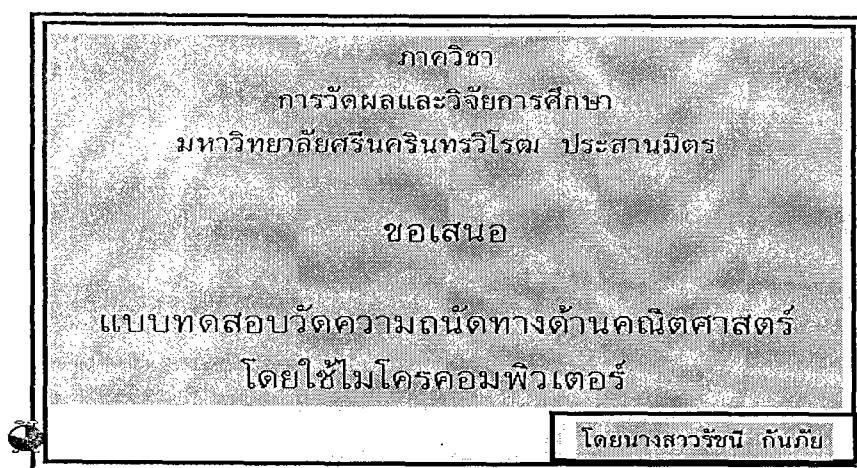
Welcome to SIREE	ทำโดยหิยะธีธ	ความถนัดทางคณิตศาสตร์	15.59
2. อีก 3 ปี ช่างหน้า ในวัยอายุ $y$ ปี เมื่อ 4 ปีที่แล้วในวัยอายุเท่าไร			
(1) 7 ปี (2) $y+4$ ปี (3) $y-3$ ปี (4) $y-4$ ปี (5) $y-7$ ปี			
ข้อสอบ 50 ข้อ	บนจอภาพคือข้อ 2(*) Good Luck	50 นาที 09	
12345= เลือกร 0=ไม่ 6=ดู -=แอม ↓=Eng=กด ↑=ก่อน →=อื่น 8=เก็บ 9=เสร็จ +=อนับ /=นับ			

แบบที่ 3 แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งจัดเรียงข้อสอบสุ่มและกำหนดเวลาที่ทำข้อสอบเป็นรายข้อจำนวน 50 ข้อ เขียนขึ้นโดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware

#### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 50 ข้อ
2. ข้อสอบแต่ละข้อให้เวลาคิดเป็นรายข้อ ถ้าหมดเวลา ข้อสอบจะเปลี่ยนเป็นข้อต่อไปทันที
3. ในแต่ละข้อของข้อสอบจะมีนาฬิกาบอกเวลาในการทำข้อสอบอยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้านขวามือของทุกข้อ
4. วิธีการตอบข้อคำถามแต่ละข้อ ถ้านักเรียนต้องการจะตอบตัวเลือกใด ให้ใช้ตัวชี้เมาส์ไปคลิกที่ตัวเลือกที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้อง
5. ในกรณีที่ยังไม่หมดเวลาในแต่ละข้อ เมื่อเลือกตอบตัวเลือกใด ๆ แล้วให้กดแป้น (ENTER) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะเปลี่ยนเป็นข้อสอบข้อต่อไปโดยอัตโนมัติ
6. ในกรณีที่นักเรียนต้องการเปลี่ยนตัวเลือกที่เลือกแล้ว ให้นักเรียนใช้ตัวชี้เมาส์ไปคลิกที่ตัวใหม่ได้ทันที แต่ต้องอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนดให้ในข้อสอบข้อนั้น
7. ถ้าหมดเวลาในแต่ละข้อแล้วไม่สามารถย้อนกลับมาทำข้อสอบใหม่ได้อีกต่อไป
8. ให้นักเรียนพิจารณาข้อสอบให้ถี่ถ้วนเพราะไม่สามารถย้อนกลับมาทบทวนข้อสอบได้อีก

ตัวอย่างแบบทดสอบที่ปรากฏอยู่บนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์



## กรุณาพิมพ์ ชื่อ - นามสกุล

เรียบร้อยแล้วเคาะ Enter

เริ่มทำข้อสอบ

ข้อสอบทั้งหมดมี 50 ข้อ ในแต่ละข้อจับเวลาข้อละ 1 นาที โดยจะแสดงเป็นรูปนาฬิกาสีดำเมื่อเวลาเดินไปเรื่อยๆ รูปนาฬิกาจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นรูปสีขาว เมื่อครบ 1 นาที นาฬิกาจะเป็นรูปสีขาว ข้อสอบก็จะขึ้นข้อถัดไปที่ทันทีโดยที่ผู้เข้าสอบไม่มีสิทธิ์ย้อนกลับไปทำข้อสอบดังกล่าวอีก เพราะฉะนั้น ผู้เข้าสอบต้องทำข้อสอบทุกข้อตามลำดับแต่ละข้อโดยจะกดผ่านไม่ได้ เมื่อหมดข้อสอบ 50 ข้อ เวลา ก็จะหมดทันที และหน้าจอภาพก็จะแสดงคะแนนที่ผู้เข้าสอบทำได้ ถือว่าเสร็จสิ้นการทำทดสอบ

เมื่ออ่านคำอธิบายด้านบนเรียบร้อยแล้ว กรุณาคลิกปุ่ม **เริ่มทำข้อสอบ**  
ด้านบนซ้ายมือ

1. ดอกกล้วยไม้ 50 ช่อ ราคา 75 บาท ถ้ามีเงิน 126 บาท  
จะซื้อดอกกล้วยไม้ได้กี่ช่อ

(1) 30 ช่อ

(2) 84 ช่อ

(3) 101 ช่อ

(4) 176 ช่อ

(5) 189 ช่อ



2. เลขจำนวนหนึ่งมีสองหลัก เลขหลักหน่วยคือ  $x$  เลขหลักสิบคือ  $y$   
เลขจำนวนนี้มีค่าเป็นอย่างไร

(1)  $10x+y$

(2)  $10y+x$

(3)  $x+y$

(4)  $xy$

(5)  $10xy$



หมดเวลา คิดข้างใจ

แบบที่ 4 แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ จำนวน 50 ข้อ เขียนขึ้นโดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree

#### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 50 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
2. ให้นักเรียนนำแผ่นดิสก์เข้าที่ Drive: A จะมีข้อความบนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์ ดังนี้  
“สวัสดีค่ะ สิริขอให้กำลังใจและโชคดีนะคะ”
3. ให้นักเรียนกดแป้น ENTER แล้วจะมีข้อความดังต่อไปนี้  
โปรดพิมพ์รหัสสอบไม่เกิน 8 ตัวอักษร แล้วกดแป้น...ENTER (0=เลิก)
4. ให้นักเรียนพิมพ์เลขประจำตัวของนักเรียน แล้วกดแป้น ENTER
5. ลงมือทำข้อสอบ เมื่อพร้อมที่จะตอบ ให้นักเรียนกดปุ่มตัวเลขที่ตรงกับคำตอบตัวเลือกที่นักเรียนเลือกจะกลายเป็นเครื่องหมาย ✕ ที่ตัวเลือกนั้น
6. ในแต่ละข้อจะไม่มีเวลาบังคับ แต่นักเรียนต้องทำข้อสอบทั้งฉบับให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดคือ 50 นาที
7. ในกรณีต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้นักเรียนกดหมายเลขที่ต้องการได้ทันที
8. นักเรียนสามารถย้อนไปทำข้อสอบก่อนหน้า หรือเลื่อนไปทำข้อสอบอื่น ๆ ได้ตลอดเวลา โดยการกดแป้นลูกศร (Arrow Keys) บนคีย์บอร์ด ← ↑ → ↓
9. เมื่อหมดเวลา หรือนักเรียนทำข้อสอบเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนกดเลข 911

#### ตัวอย่างแบบทดสอบที่ปรากฏอยู่บนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์

Welcome to SIREE	ความถนัดทางคณิตศาสตร์
สวัสดีค่ะ สิริขอให้กำลังใจและโชคดีนะคะ	
กดปุ่ม ENTER	
พัฒนาโดย สุรพล วัฒนวิญญูกิจ	ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ V1.0

Welcome to SIREE	ความถนัดทางคณิตศาสตร์
โปรดพิมพ์รหัสผู้สอบไม่เกิน 8 ตัวอักษร	
แล้วกด...Enter	
พัฒนาโดย สุรพล วัฒนวิญญูกิจ    ภาควิชาคณิตศาสตร์    มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ V1.0	

Welcome to SIREE	ทำใจหยิ่งใจขี้	ความถนัดทางคณิตศาสตร์	16.03
1. ข้อยมีเดินต่อ 3 ด้าน พี่ให้อีก $\frac{2}{3}$ โผล่ ข้อยมีปากกาทั้งหมดกี่ด้าน			
(1)	5 ด้าน		
(2)	7 ด้าน		
(3)	8 ด้าน		
(4)	11 ด้าน		
(5)	27 ด้าน		
ข้อสอบ 50 ข้อ	บนจอภาพคือข้อ 1[?] Good Luck		50 นาที 05
12345= เลือก 0=ไม่ 6=ดู -=แอม ↓=ถูก↑=ก่อกน →=อื่น 8=เก็บ 9=เสร็จ +=อบบ /=นัด			

Welcome to SIREE	ทำใจหยิ่งใจขี้	ความถนัดทางคณิตศาสตร์	16.09
2. สีเหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีพื้นที่ 49 ตารางเมตร จะมีเส้นรอบรูปยาวกี่เมตร			
(1)	14 เมตร		
(2)	28 เมตร		
(3)	49 เมตร		
(4)	98 เมตร		
(5)	196 เมตร		
ข้อสอบ 50 ข้อ	บนจอภาพคือข้อ 2[?] Good Luck		50 นาที 09
12345= เลือก 0=ไม่ 6=ดู -=แอม ↓=ถูก↑=ก่อกน →=อื่น 8=เก็บ 9=เสร็จ +=อบบ /=นัด			

## วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการระหว่างวันที่ 1 กันยายน 2542 ถึงวันที่ 25 กันยายน 2542 และผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ไปดำเนินการเก็บข้อมูลกับมีนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อขอความร่วมมือเก็บรวบรวมข้อมูลกับโรงเรียนที่ผู้วิจัยเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. เตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบ วางแผนดำเนินการสอบ โดยผู้วิจัย และตัวแทนผู้วิจัย ซึ่งได้รับการอธิบายวิธีดำเนินการสอบอย่างชัดเจนแล้วเป็นผู้ดำเนินการสอบ
3. นำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ สร้างโดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware และ Siree ทั้ง 4 แบบ ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม กลุ่มละ 100 คน โดย
  - 3.1 ผู้ดำเนินการสอบอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
  - 3.2 ผู้ดำเนินการสอบแจกคู่มือการทำแบบทดสอบให้นักเรียนอ่านวิธีการทำข้อสอบให้เข้าใจ และผู้ดำเนินการสอบอธิบายให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจวิธีการทำแบบทดสอบและวิธีการสอบก่อนที่จะให้ทุกคนลงมือทำ
  - 3.3 ผู้ดำเนินการสอบแจกแผ่นดิสก์ที่บรรจุด้วยแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ให้แก่นักเรียนคนละแผ่น
  - 3.4 เมื่อนักเรียนได้แบบทดสอบวัดความถนัดที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แล้วให้นักเรียนนำแผ่นดิสก์ที่ได้ใส่เข้าไปที่ไดร์ฟ A: แล้วเปิดเครื่อง ทำตามคู่มือที่แจกให้อ่าน
  - 3.5 เมื่อนักเรียนอ่านคำชี้แจง และเข้าใจวิธีการทำแบบทดสอบวัดความถนัดที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่ทุกคนได้รับแล้ว ให้นักเรียนลงมือทำแบบทดสอบ
4. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานและสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

## ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองเครื่องมือ (Try Out) ได้ดำเนินการดังนี้
  - 1.1 ตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบ
  - 1.2 หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CTIA ซึ่งพัฒนาโดย สุพัฒน์ สุขมลสันต์ (2538)

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ได้ดำเนินการดังนี้

### 2.1 ตรวจสอบให้คะแนนของแบบทดสอบแต่ละแบบ

### 2.2 หาค่าสถิติพื้นฐาน

#### 2.2.1 คะแนนเฉลี่ย

#### 2.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร การหาค่าสัมประสิทธิ์  $r_B$  (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2538 : 51)

2.4 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวิเคราะห์โดยใช้สูตรการคำนวณความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของไฮซ และบอร์นสเต็ด (Heise and Bohrnstedt.1970 : 109, 111-113)

## 3. การทดสอบสมมติฐาน ดำเนินการดังนี้

3.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ ในสมมติฐานข้อที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตร  $UX_1$

3.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ ในสมมติฐานข้อที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตร  $UX_1$

3.3 ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม ในสมมติฐานข้อที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตร  $UX_1$

3.4 ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม ในสมมติฐานข้อที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตร  $UX_1$

3.5 พิจารณาความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ ในสมมติฐานข้อที่ 5 จากค่าผลต่างของค่าความเที่ยงตรงทั้ง 2 แบบ

3.6 พิจารณาความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ ในสมมติฐานข้อที่ 6 จากค่าผลต่างของค่าความเที่ยงตรงทั้ง 2 แบบ

3.7 พิจารณาความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม ในสมมติฐานข้อที่ 7 จากค่าผลต่างของค่าความเที่ยงตรงทั้ง 2 แบบ

3.8 พิจารณาความแตกต่างของความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม ในสมมติฐานข้อที่ 8 จากค่าผลต่างของค่าความเที่ยงตรงทั้ง 2 แบบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD), สัมประสิทธิ์การกระจาย (CV), ค่าความเบ้ (Sk), และ ค่าความโด่ง (Ku) ของคะแนนในแบบทดสอบ

2. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CTIA ซึ่งพัฒนาโดย สุวัฒน์ สุขมลสันต์ (2538)

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ วิเคราะห์โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์  $r_B$  (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2538 : 51)

$$r_B = \frac{1}{1 - \sum \lambda_i^2} \left( 1 - \frac{\sum P_i (1 - P_i)}{S_x^2} \right)$$

เมื่อ  $r_B$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$P_i$  แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

$S_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$$S_x^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ  $\sum x^2$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

$\sum x$  แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคน

$N$  แทน จำนวนข้อ

ค่า  $\lambda_i$  หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\lambda_1 = [\sum B_{1i} - P_1(\bar{X} - 1)] / S_x^2$$

$$\lambda_2 = [\sum B_{2i} - P_2(\bar{X} - 1)] / S_x^2$$

...

$$\lambda_k = [\sum B_{ki} - P_k(\bar{X} - 1)] / S_x^2$$

$\bar{X}$  แทน ผลรวมของค่าความยากแต่ละข้อ

$B_{ji}$  แทน สัดส่วนจำนวนผู้ตอบข้อสอบสองข้อใด ๆ ถูกทั้งสองข้อ

4. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ วิเคราะห์โดยใช้สูตรการคำนวณความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของไฮเซ และบอร์นสเต็ด (Heise and Bohrnstedt.1970 : 109, 111-113) ดังนี้

$$\rho_{T_k S_k} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot f_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \text{Cov}(x_i, x_j)}}$$

เมื่อ  $\rho_{T_k S_k}$  แทน ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

$S_i$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำถามข้อที่  $i$

$f_{ik}$  แทน น้ำหนักองค์ประกอบของคำถามข้อที่  $i$  จากองค์ประกอบที่  $k$

$\text{COV}(x_i, x_j)$  แทน ค่าความแปรปรวนร่วมกันระหว่างคำถามข้อที่  $i$  กับคำถามข้อที่  $j$

5. สถิติทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละรูปแบบ ซึ่งใช้สูตร  $UX_1$  (บุญเชิด ภิญโญนนพงษ์. 2537 : 57 ; อ้างอิงจาก Woodruff & Feldt. 1986 : 393-413)

$$UX_1 = \sum_{i=1}^m \frac{(u_i - \bar{u})^2}{S_u^2 - C_u}$$

$$\bar{u} = \sum_{i=1}^m \frac{u_i}{m}$$

$$u_i = \frac{1}{(1-r_i)^{\frac{1}{3}}}$$

$$S_u^2 = \frac{2}{9m(N_c - 1)} \sum_{i=1}^m u_i^2$$

$$C_u = \frac{4}{9m(m-1)(N_c - 1)} \sum_{i=2}^m \sum_{j=1}^{i-1} r_{ij}^2 u_i u_j$$

$$N_c = N \left( \frac{\bar{n}_h - 1}{\bar{n}_h + 1} \right)$$

$$\bar{n}_h = \frac{M}{\sum \left[ \frac{1}{n_i} \right]}$$

$UX_1$  แทน สถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบ  $\chi^2$  df = m-1

$r$  แทน ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้

$r_{ij}$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

$S_u^2$  แทน ค่าความแปรปรวนของ  $u_i$

$C_u$  แทน ค่าความแปรปรวนร่วม  $u_i$

$m$  แทน จำนวนค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

$N$	แทน จำนวนนักเรียนที่ทดสอบ
$\bar{u}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{u}_h$	แทน ค่าเฉลี่ยค่าสังเกต

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับ
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งฉบับ
CV	แทน	สัมประสิทธิ์การกระจาย
Sk	แทน	ค่าความเบ้ของข้อมูล
Ku	แทน	ค่าความโด่งของข้อมูล
แบบที่ 1	แทน	แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตาม ค่าความยากและกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware
แบบที่ 2	แทน	แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากและกำหนดเวลาที่ให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree
แบบที่ 3	แทน	แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาที่ให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware
แบบที่ 4	แทน	แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มและกำหนดเวลาที่ให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree
$P_i$	แทน	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
$B_{ji}$	แทน	สัดส่วนจำนวนผู้ตอบข้อสอบสองข้อใด ๆ ถูกทั้งสองข้อ
$\lambda_i$	แทน	สัญลักษณ์ที่นำไปแทนค่าในการคำนวณในสูตร หน้า 56
$\sum p_i$	แทน	ค่าความยากของข้อสอบทั้งฉบับ
$S_x^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
$SE_M$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
$r_B$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$S_i$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำถามข้อที่ i
$f_{ik}$	แทน	น้ำหนักองค์ประกอบของข้อคำถามข้อที่ i จากองค์ประกอบที่ k

$S_{if_{ik}}$	แทน	ผลคูณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับน้ำหนักองค์ประกอบของข้อคำถามข้อที่ $i$ จากองค์ประกอบที่ $k$
$\sum s_{if_{ik}}$	แทน	ผลรวมผลคูณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับน้ำหนักองค์ประกอบของข้อคำถามข้อที่ $i$ จากองค์ประกอบที่ $k$
$\sum \text{Cov}(x_i, x_j)$	แทน	ผลรวมค่าความแปรปรวนร่วมกันระหว่างคำถามข้อที่ $i$ กับคำถามข้อที่ $j$ ของข้อสอบรายข้อ
$\sum \sum \text{Cov}(x_i, x_j)$	แทน	ผลรวมค่าความแปรปรวนร่วมกันระหว่างคำถามข้อที่ $i$ กับคำถามข้อที่ $j$ ของข้อสอบทั้งฉบับ
$\rho_{T_k S_k}$	แทน	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ
$UX_1$	แทน	สถิติทดสอบที่มีการแจกแจงแบบ $\chi^2$

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

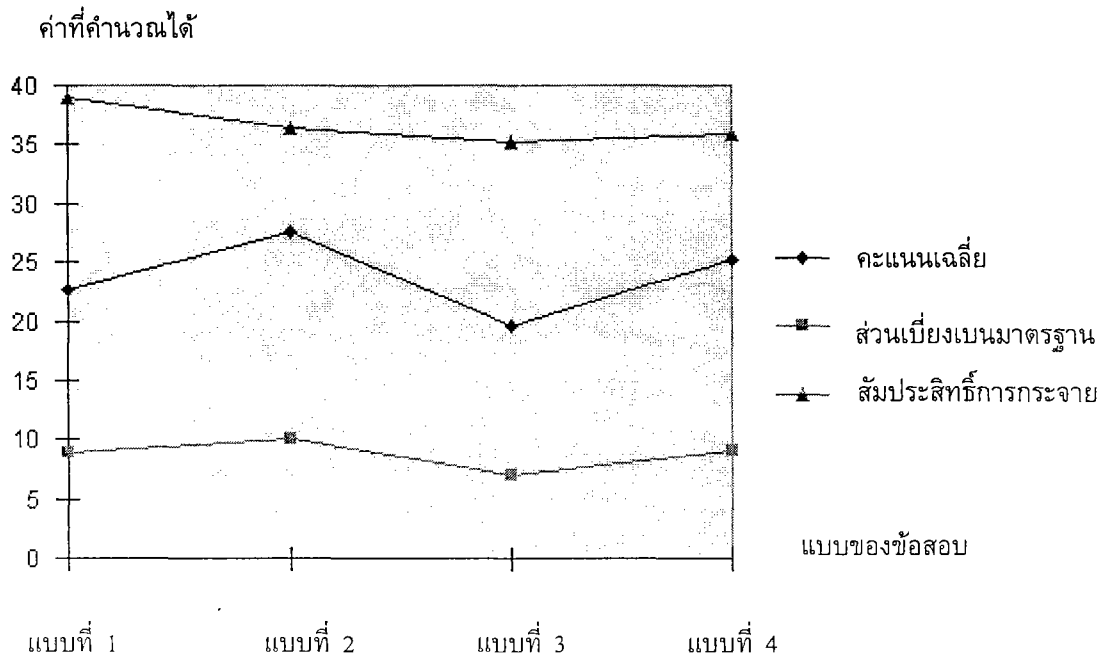
#### ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลในตอนที่ 1 นี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบ 4 แบบ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) ค่าความเบ้ (Sk) และค่าความโด่งของข้อมูล (Ku) ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่จัดเรียงข้อสอบต่างกัน 4 แบบ

แบบ	จำนวนข้อ	$\bar{X}$	S.D.	CV	Sk	Ku
แบบที่ 1	50	22.64	8.83	39.00	0.280	-0.821
แบบที่ 2	50	27.52	10.03	36.44	-0.428	-0.986
แบบที่ 3	50	19.57	6.91	35.31	0.515	-0.452
แบบที่ 4	50	25.12	9.01	35.86	0.028	-0.730

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 2 ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ จำนวน 50 ข้อ ที่จัดเรียงแบบที่ 1, แบบที่ 2, แบบที่ 3, และแบบที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.64, 27.52, 19.57 และ 25.12 คะแนน ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบเท่ากับ 8.83, 10.03, 6.91 และ 9.01 ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 39.00, 36.44, 35.31 และ 35.86 ตามลำดับ ค่าความเบ้ของข้อมูลเท่ากับ 0.280, -0.428, 0.515 และ 0.028 ตามลำดับ และค่าความโด่งของข้อมูลเท่ากับ -0.821, -0.986, -0.452 และ -0.730 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 4 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจายของข้อมูลของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบต่างกัน 4 แบบ

## ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่จัดเรียงข้อสอบต่างกัน 4 แบบ มาหาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ หาสัดส่วนจำนวนผู้ตอบข้อสอบสองข้อใด ๆ ถูกทั้งสองข้อ ค่าความยากทั้งฉบับ ค่าแลมด้า ( $\lambda_i$ ) และค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ โดยใช้โปรแกรม SPSS FOR WINDOWS แล้วนำค่าที่ได้ดังกล่าวไปแทนค่าในสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์  $r_B$  (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2538 : 51) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในแต่ละรูปแบบ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ หาสัดส่วนจำนวนผู้ตอบข้อสอบสองข้อใด ๆ ถูกทั้งสองข้อ  
ค่าความยากทั้งฉบับ และค่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบวัดความถนัดด้าน  
คณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละแบบ

ข้อ	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	$P_i$	$\sum B_{ij}$	$\sum \lambda_i$	$P_i$	$\sum B_{ij}$	$\sum \lambda_i$	$P_i$	$\sum B_{ij}$	$\sum \lambda_i$	$P_i$	$\sum B_{ij}$	$\sum \lambda_i$
1	0.76	18.57	0.0272	0.85	24.39	0.0183	0.37	7.27	0.0076	0.50	13.83	0.0217
2	0.60	15.54	0.0327	0.80	23.55	0.0231	0.52	11.60	0.0375	0.73	20.03	0.0297
3	0.63	15.49	0.0237	0.85	24.17	0.0161	0.32	6.83	0.0171	0.69	18.93	0.0281
4	0.57	14.97	0.0337	0.78	23.24	0.0253	0.34	7.11	0.0153	0.52	14.83	0.0281
5	0.76	17.85	0.0179	0.71	20.35	0.0150	0.71	14.66	0.0284	0.87	22.49	0.0185
6	0.81	18.39	0.0110	0.84	24.08	0.0178	0.44	9.44	0.0245	0.62	16.42	0.0180
7	0.62	14.87	0.0186	0.73	20.39	0.0102	0.23	5.12	0.0164	0.37	10.74	0.0223
8	0.50	12.72	0.0243	0.61	18.55	0.0235	0.57	11.66	0.0207	0.75	19.94	0.0227
9	0.58	14.79	0.0286	0.74	22.37	0.0272	0.42	8.54	0.0142	0.59	16.09	0.0228
10	0.65	15.44	0.0176	0.87	24.46	0.0137	0.77	15.51	0.0233	0.74	19.37	0.0186
11	0.34	9.53	0.0278	0.55	17.74	0.0312	0.31	6.25	0.0094	0.40	11.62	0.0242
12	0.45	11.17	0.0183	0.68	20.60	0.0254	0.71	14.14	0.0183	0.70	19.42	0.0311
13	0.64	16.16	0.0296	0.68	20.43	0.0237	0.47	10.30	0.0303	0.32	7.66	0.0007
14	0.33	8.69	0.0198	0.56	17.33	0.0245	0.41	7.83	0.0041	0.59	15.28	0.0128
15	0.34	8.71	0.0173	0.49	14.64	0.0163	0.19	4.40	0.0168	0.59	16.71	0.0304
16	0.39	9.80	0.0174	0.42	12.96	0.0180	0.55	11.41	0.0230	0.59	17.29	0.0376
17	0.56	13.11	0.0127	0.46	13.51	0.0130	0.12	2.55	0.0062	0.33	9.05	0.0134
18	0.53	12.43	0.0123	0.55	15.31	0.0071	0.63	12.97	0.0245	0.77	20.55	0.0243
19	0.49	13.20	0.0332	0.62	19.07	0.0260	0.12	2.03	0.0038	0.09	2.04	0.0016
20	0.55	13.77	0.0239	0.60	18.25	0.0231	0.44	9.27	0.0212	0.61	16.40	0.0207
21	0.60	15.11	0.0272	0.75	22.12	0.0221	0.40	8.26	0.0160	0.50	13.86	0.0221
22	0.58	15.46	0.0372	0.42	12.49	0.0134	0.38	8.29	0.0238	0.41	10.89	0.0123
23	0.63	15.90	0.0290	0.78	22.46	0.0176	0.34	7.43	0.0215	0.29	8.28	0.0157
24	0.18	4.38	0.0062	0.16	3.86	0.0038	0.24	5.67	0.0234	0.56	15.54	0.0249
25	0.25	7.29	0.0240	0.41	12.89	0.0200	0.30	6.14	0.0109	0.23	6.70	0.0141
26	0.54	13.66	0.0253	0.65	20.18	0.0291	0.45	9.67	0.0253	0.75	21.71	0.0444
27	0.47	12.03	0.0238	0.21	5.92	0.0003	0.22	3.87	0.0042	0.26	5.57	0.0086
28	0.36	8.87	0.0138	0.46	13.71	0.0149	0.44	9.91	0.0336	0.57	16.41	0.0327
29	0.73	17.29	0.0191	0.79	22.97	0.0200	0.53	11.33	0.0287	0.75	19.32	0.0151
30	0.33	8.54	0.0179	0.66	20.41	0.0288	0.38	7.77	0.0137	0.11	2.10	0.0067

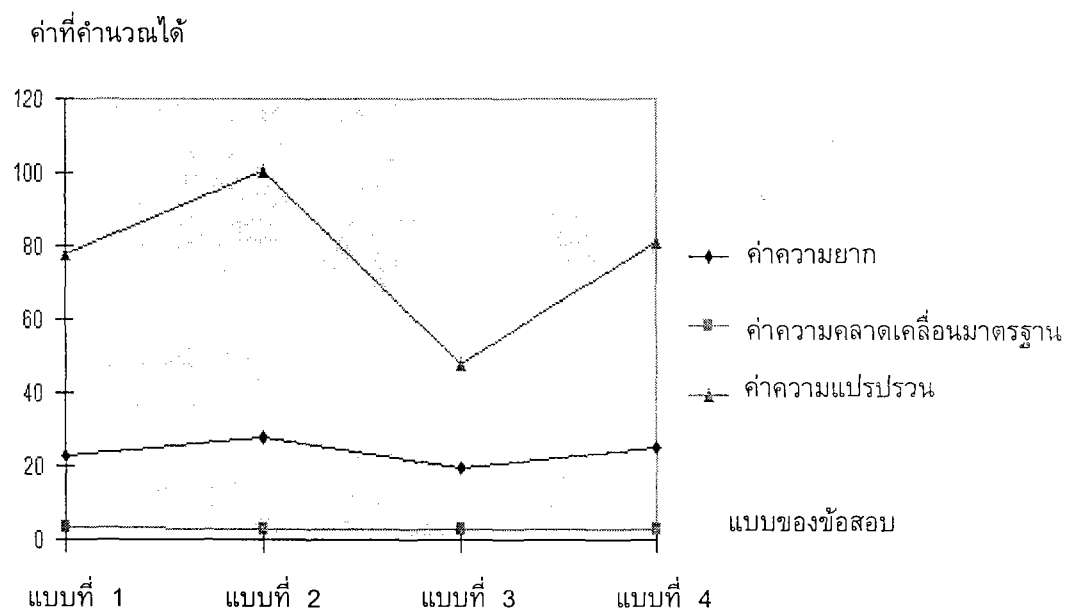
ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อ	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	$P_i$	$\sum B_{ij}$	$\sum \lambda_i$	$P_i$	$\sum B_{ij}$	$\sum \lambda_i$	$P_i$	$\sum B_{ij}$	$\sum \lambda_i$	$P_i$	$\sum B_{ij}$	$\sum \lambda_i$
31	0.36	8.76	0.0124	0.41	11.78	0.0089	0.26	5.86	0.0199	0.46	12.78	0.0207
32	0.17	3.93	0.0032	0.23	6.17	0.0006	0.17	3.89	0.0141	0.28	8.23	0.0181
33	0.18	3.83	0.0008	0.20	4.25	0.0104	0.62	12.91	0.0269	0.58	16.02	0.0249
34	0.29	7.17	0.0114	0.24	7.59	0.0121	0.36	8.26	0.0304	0.58	16.47	0.0304
35	0.37	9.36	0.0173	0.51	15.67	0.0212	0.34	6.72	0.0078	0.53	14.14	0.0166
36	0.39	13.50	0.0648	0.52	16.15	0.0234	0.42	9.57	0.0342	0.66	18.90	0.0363
37	0.34	8.86	0.0192	0.55	17.24	0.0263	0.21	3.79	0.0021	0.32	8.66	0.0115
38	0.49	13.12	0.0322	0.63	19.37	0.0264	0.56	11.60	0.0231	0.63	16.74	0.0189
39	0.31	8.64	0.0247	0.53	16.93	0.0285	0.16	3.23	0.0049	0.29	7.97	0.0119
40	0.50	13.37	0.0326	0.63	19.82	0.0308	0.25	5.32	0.0130	0.38	10.68	0.0186
41	0.49	12.90	0.0294	0.45	13.36	0.0141	0.32	6.40	0.0088	0.35	10.48	0.0250
42	0.49	12.70	0.0268	0.59	18.57	0.0290	0.29	5.48	0.0017	0.28	6.12	0.0077
43	0.33	8.69	0.0198	0.44	12.28	0.0060	0.60	13.44	0.0444	0.66	17.58	0.0204
44	0.27	7.28	0.0184	0.47	15.24	0.0275	0.58	12.24	0.0283	0.63	16.58	0.0170
45	0.25	6.54	0.0144	0.39	12.86	0.0249	0.27	5.78	0.0147	0.41	11.57	0.0206
46	0.32	7.67	0.0095	0.26	7.26	0.0036	0.51	10.71	0.0239	0.59	15.69	0.0179
47	0.37	8.62	0.0078	0.49	14.33	0.0132	0.63	13.02	0.0254	0.73	18.90	0.0158
48	0.30	8.43	0.0248	0.46	14.32	0.0210	0.18	4.20	0.0165	0.29	8.39	0.0171
49	0.34	8.48	0.0143	0.52	16.63	0.0281	0.29	6.21	0.0159	0.41	12.20	0.0284
50	0.31	7.60	0.0114	0.32	9.98	0.0148	0.24	5.26	0.0155	0.26	7.45	0.0144
$\sum p_i$	22.64			27.52			19.57			25.12		
$S_x^2$	78.03			100.79			47.84			81.35		
$r_B$	0.88			0.92			0.81			0.89		
$SE_M$	3.06			2.84			3.01			2.99		

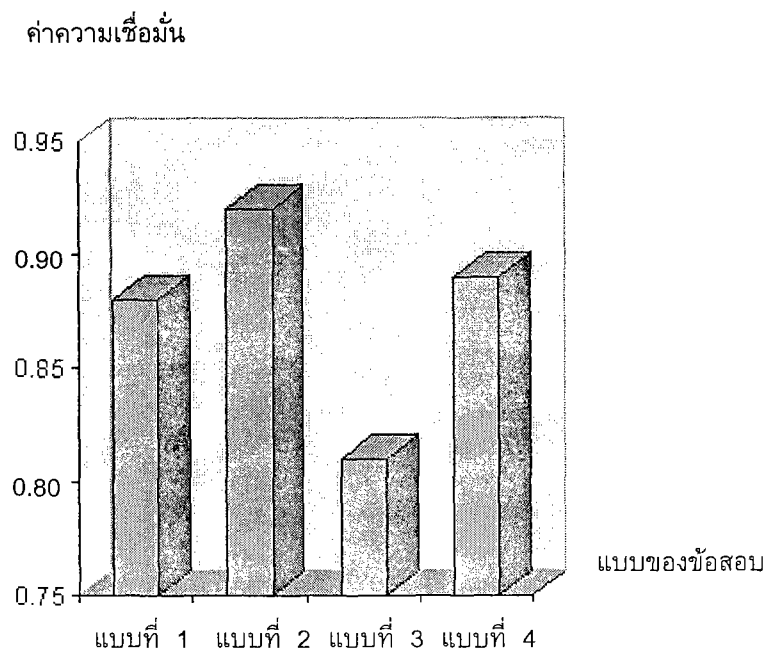
ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 เป็นการนำเสนอค่าความยากของแบบทดสอบแต่ละแบบ และค่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบทั้งฉบับ ปรากฏผลดังนี้ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่จัดเรียงข้อสอบต่างกัน 4 แบบ คือ แบบที่ 1 , แบบที่ 2 , แบบที่ 3 , และ แบบที่ 4 มีค่าความยากของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 22.64 , 27.52 , 19.57 , และ 25.12 ตามลำดับ ค่าความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 78.03 , 100.79 , 47.84 และ 81.35 ตามลำดับ และ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 3.06 , 2.84 , 3.01 และ

2.99 ตามลำดับ เมื่อนำค่า  $\sum p_i$  และ  $S_x^2$  ที่ได้ไปแทนค่าในสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์  $r_B$  ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เท่ากับ 0.88 , 0.92 , 0.81 และ 0.89 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นภาพของการเปรียบเทียบในแต่ละแบบ ผู้วิจัยนำค่าความยาก ค่าความแปรปรวน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด มาลงจุดเป็นเส้นภาพ ดังแสดงในภาพประกอบ 5 และแสดงค่าความเชื่อมั่นเป็นแผนภูมิแท่ง ในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 5 ค่าความยากของข้อสอบทั้งฉบับ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ ในแต่ละแบบ



ภาพประกอบ 6 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ในแต่ละแบบ

### ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรง

การวิเคราะห์ตอนที่ 3 ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ในแต่ละแบบมาหาค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างข้อคำถาม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อ และน้ำหนักองค์ประกอบของข้อคำถามแต่ละข้อจากองค์ประกอบที่  $k$  โดยใช้โปรแกรม SPSS FOR WINDOWS แล้วนำค่าดังกล่าวที่ได้ไปแทนค่าในสูตร  $\rho_{T_k S_k}$  ของไฮเซและบอร์นสเต็ด (Heise and Bohrnstedt, 1970: 109) หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์, ได้ผลวิเคราะห์ตามตาราง 4 และ 5

ตาราง 4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อ ( $s_i$ ) น้ำหนักองค์ประกอบของคำถามแต่ละข้อในองค์ประกอบที่  $k$  ( $f_{ik}$ ) ผลคูณระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อกับน้ำหนักองค์ประกอบของคำถามแต่ละข้อในองค์ประกอบที่  $k$  ( $s_i f_{ik}$ ) ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ข้อ	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	$s_i$	$f_{ik}$	$s_i f_{ik}$	$s_i$	$f_{ik}$	$s_i f_{ik}$	$s_i$	$f_{ik}$	$s_i f_{ik}$	$s_i$	$f_{ik}$	$s_i f_{ik}$
1	0.4292	0.5510	0.2364	0.3589	0.2220	0.0796	0.4852	0.1470	0.0713	0.5025	0.3100	0.1557
2	0.4924	0.6080	0.2993	0.4020	0.2510	0.1009	0.5021	0.6100	0.3062	0.4462	0.6100	0.2721
3	0.4852	0.4180	0.2028	0.3589	0.2210	0.0793	0.4688	0.0277	0.0130	0.4648	0.4880	0.2268
4	0.4976	0.6290	0.3129	0.4163	0.1030	0.0428	0.4761	0.2110	0.1004	0.5021	0.5840	0.2932
5	0.4292	0.3430	0.1472	0.4560	0.1850	0.0843	0.4560	0.3750	0.1710	0.3380	0.4300	0.1453
6	0.3943	0.2230	0.0879	0.3685	0.1150	0.0423	0.4989	0.5400	0.2694	0.4878	0.2400	0.1170
7	0.4878	0.4990	0.2434	0.4462	0.2040	0.0910	0.4230	0.0621	0.0262	0.4852	0.6560	0.3182
8	0.5025	0.3970	0.1994	0.4902	0.0504	0.0247	0.4976	0.0318	0.0158	0.4352	0.4570	0.1988
9	0.4960	0.4540	0.2251	0.4408	0.0504	0.0222	0.4960	0.2190	0.1086	0.4943	0.3730	0.1843
10	0.4794	0.2310	0.1107	0.3380	0.1210	0.0408	0.4230	0.6590	0.2787	0.4408	0.6380	0.2812
11	0.4961	0.2740	0.1304	0.5000	0.0420	0.0210	0.4648	0.2260	0.1050	0.4924	0.0798	0.0393
12	0.5000	0.1790	0.0895	0.4688	0.5870	0.2751	0.4560	0.5980	0.2726	0.4606	0.5980	0.2754
13	0.4824	0.4700	0.2267	0.4688	0.5230	0.2451	0.5016	0.2510	0.1259	0.4688	0.0079	0.0037
14	0.4726	0.1790	0.0845	0.4989	0.4970	0.2479	0.4943	0.1530	0.0756	0.4943	0.2090	0.1033
15	0.4761	0.0897	0.0427	0.5024	0.3140	0.1577	0.3943	0.2350	0.0926	0.4943	0.3690	0.1823
16	0.4902	0.3240	0.1588	0.4960	0.3460	0.1716	0.5000	0.3770	0.1885	0.4943	0.6400	0.3163
17	0.4989	0.3570	0.1781	0.5009	0.2800	0.1402	0.3266	0.0184	0.0060	0.4726	0.3610	0.1706
18	0.5016	0.0078	0.0039	0.5000	0.1050	0.0525	0.4852	0.5760	0.2794	0.4230	0.4990	0.2110
19	0.5024	0.5660	0.2843	0.4878	0.5500	0.2682	0.3266	0.0525	0.0171	0.2876	0.0362	0.0104
20	0.5000	0.4540	0.2270	0.4924	0.4960	0.2444	0.4989	0.3700	0.1845	0.4902	0.2030	0.0995
21	0.4924	0.4520	0.2225	0.4352	0.5700	0.2480	0.4924	0.1400	0.0689	0.5025	0.4580	0.2301
22	0.4960	0.4350	0.2157	0.4960	0.3260	0.1616	0.4878	0.0983	0.0479	0.4943	0.2620	0.1295
23	0.4852	0.4470	0.2168	0.4163	0.4540	0.1890	0.4761	0.1970	0.0937	0.4560	0.3690	0.1682
24	0.3861	0.1230	0.0474	0.3685	0.1660	0.0611	0.4292	0.0652	0.0279	0.4989	0.4340	0.2165
25	0.4352	0.2490	0.1083	0.4943	0.3940	0.1947	0.4606	0.0282	0.0130	0.4230	0.1830	0.0774
26	0.5009	0.5060	0.2534	0.4794	0.6600	0.3164	0.5000	0.4910	0.2455	0.4878	0.5130	0.2502
27	0.5016	0.5250	0.2633	0.4094	0.0357	0.0146	0.4163	0.0031	0.0012	0.4408	0.1510	0.0665
28	0.4824	0.0734	0.0354	0.5009	0.2720	0.1362	0.4989	0.2250	0.1122	0.4976	0.2760	0.1373
29	0.4462	0.3530	0.1575	0.4094	0.5320	0.2178	0.5016	0.5060	0.2538	0.4352	0.0299	0.0130

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อ	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	$s_i$	$f_{ik}$	$s_i f_{ik}$	$s_i$	$f_{ik}$	$s_i f_{ik}$	$s_i$	$f_{ik}$	$s_i f_{ik}$	$s_i$	$f_{ik}$	$s_i f_{ik}$
30	0.4726	0.0762	0.0360	0.4761	0.6410	0.3051	0.4878	0.3690	0.1799	0.3145	0.2750	0.0864
31	0.4824	0.3480	0.1678	0.4943	0.1920	0.0949	0.4408	0.1930	0.0850	0.5009	0.3300	0.1652
32	0.3775	0.0218	0.0082	0.4230	0.0451	0.0190	0.3775	0.0834	0.0315	0.4513	0.1300	0.0586
33	0.3861	0.0500	0.0193	0.4020	0.3530	0.1419	0.4878	0.2810	0.1370	0.4960	0.3220	0.1597
34	0.4560	0.0973	0.0443	0.4292	0.3190	0.1369	0.4824	0.3350	0.1616	0.4960	0.5030	0.2494
35	0.4852	0.0793	0.0384	0.5024	0.4290	0.2155	0.4761	0.1050	0.0499	0.5016	0.3990	0.2001
36	0.4902	0.1130	0.0553	0.5021	0.5350	0.2686	0.4960	0.5570	0.2762	0.4761	0.5960	0.2837
37	0.4761	0.0939	0.0447	0.5000	0.5600	0.2800	0.4094	0.1930	0.0790	0.4688	0.1510	0.0707
38	0.5024	0.4680	0.2351	0.4852	0.5790	0.2809	0.4989	0.1390	0.0693	0.4852	0.2020	0.0980
39	0.4648	0.2590	0.1203	0.5016	0.6200	0.3109	0.3685	0.0973	0.0358	0.4560	0.0006	0.0003
40	0.5025	0.4220	0.2120	0.4852	0.2010	0.0975	0.4352	0.1090	0.0474	0.4878	0.0478	0.0233
41	0.5024	0.3290	0.1652	0.5000	0.2930	0.1465	0.4688	0.0580	0.0272	0.4794	0.0788	0.0377
42	0.5024	0.3100	0.1557	0.4943	0.6400	0.3163	0.4560	0.0348	0.0158	0.4513	0.0145	0.0065
43	0.4726	0.1560	0.0737	0.4989	0.0984	0.0490	0.4924	0.5020	0.2471	0.4761	0.2140	0.1018
44	0.4462	0.0153	0.0068	0.5016	0.5900	0.2959	0.4960	0.4400	0.2182	0.4852	0.3920	0.1901
45	0.4352	0.0007	0.0003	0.4902	0.2460	0.1205	0.4462	0.0323	0.0144	0.4943	0.0323	0.0159
46	0.4688	0.1430	0.0670	0.4408	0.0152	0.0067	0.5024	0.0882	0.0443	0.4943	0.0817	0.0404
47	0.4852	0.2520	0.1222	0.5024	0.2610	0.1311	0.4852	0.2930	0.1421	0.4462	0.2150	0.0959
48	0.4606	0.1610	0.0741	0.5009	0.2030	0.1016	0.3861	0.1020	0.0393	0.4560	0.0463	0.0211
49	0.4761	0.0067	0.0032	0.5021	0.1070	0.0537	0.4560	0.0935	0.0426	0.4943	0.2420	0.1196
50	0.4648	0.0552	0.0256	0.4688	0.2960	0.1387	0.4292	0.0416	0.0178	0.4408	0.0198	0.0087
$\sum s_i f_{ik}$	6.6890			7.4841			5.5358			6.9286		

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 นำเสนอ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อ ( $s_i$ ) และ น้ำหนักองค์ประกอบของคำถามแต่ละข้อในองค์ประกอบที่  $k$  ( $f_{ik}$ ) ผลคูณระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อกับ น้ำหนักองค์ประกอบของคำถามแต่ละข้อในองค์ประกอบที่  $k$  ( $s_i f_{ik}$ ) และ  $\sum s_i f_{ik}$  ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ในแต่ละแบบ คือ แบบที่ 1, แบบที่ 2, แบบที่ 3, และ แบบที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.6890, 7.4841, 5.5358 และ 6.9286 ตามลำดับ แล้วนำค่า  $\sum s_i f_{ik}$  ที่ได้ไปแทนในสูตร

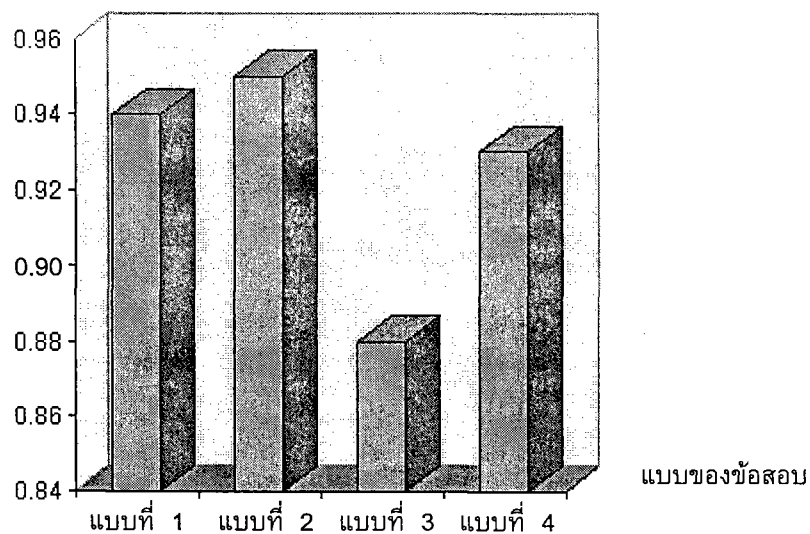
$\rho_{T_k S_k}$  ของไฮซและบอร์นสเต็ด (Heise and Bohrnstedt.1970:109) เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่คำนวณด้วยสูตร  $\rho_{T_k S_k}$  ของไฮซและบอร์นสเต็ด (Heise and Bohrnstedt)

แบบทดสอบ	$\sum s_i f_{ik}$	$\sum \sum Cov(x_i, x_j)$	$\rho_{T_k S_k}$
แบบที่ 1	6.6890	50.3968	0.94
แบบที่ 2	7.4841	62.3367	0.95
แบบที่ 3	5.5358	39.3371	0.88
แบบที่ 4	6.9286	55.3450	0.93

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 ปรากฏว่า เมื่อนำค่า  $\sum s_i f_{ik}$  และ  $\sum \sum Cov(x_i, x_j)$  ที่ได้ไปแทนในสูตร  $\rho_{T_k S_k}$  ของไฮซและบอร์นสเต็ด (Heise and Bohrnstedt.1970.109) เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละแบบ หลังจากคำนวณแล้วได้ค่า  $\rho_{T_k S_k}$  แบบที่ 1, แบบที่ 2, แบบที่ 3, และ แบบที่ 4 เท่ากับ 0.94, 0.95, 0.88, และ 0.93 ตามลำดับ แสดงในรูปของแผนภูมิแท่งได้ดังนี้

ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง



ภาพประกอบ 7 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในแต่ละแบบ

#### ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

4.1 ในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้นำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่ สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่จัดเรียงข้อสอบต่างกัน 4 แบบ มาเปรียบเทียบกันและทดสอบความแตกต่าง โดยใช้สูตร  $UX_1$  ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่ สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ทั้ง 4 แบบ ที่คำนวณด้วยสูตร  $r_b$

สูตร	แบบทดสอบ				$UX_1$
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	
$r_B$	0.88	0.92	0.81	0.89	12.39**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $P < .01$  ,  $df = 3$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่ สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่จัดเรียงข้อสอบต่างกัน 4 แบบ ที่คำนวณด้วยสูตร  $r_b$  มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < .01$ ) แสดงว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอย่างน้อย 1 แบบมีค่าแตกต่างจากแบบทดสอบอีก 3 แบบ ดังนั้น จึงทดสอบความแตกต่างค่าความเชื่อมั่นรายคู่อีกครั้งหนึ่ง ดังนี้

4.1.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน เพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 1 คือ แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ และสมมติฐานในข้อ 2 คือ แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อ มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน

การจัดเรียงข้อสอบ	การกำหนดเวลาให้สอบ		UX <sub>1</sub>
	เป็นรายข้อ	รวมทั้งฉบับ	
เรียงตามค่าความยาก	แบบที่ 1 ( $r_B = 0.88$ )	แบบที่ 2 ( $r_B = 0.92$ )	21.5**
เรียงแบบสุ่ม	แบบที่ 3 ( $r_B = 0.81$ )	แบบที่ 4 ( $r_B = 0.89$ )	7.94**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติ  $P < .01$  ,  $df = 1$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน คือ รายข้อกับรวมทั้งฉบับ (แบบที่ 1 กับแบบที่ 2) และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน คือ รายข้อและรวมทั้งฉบับ (แบบที่ 3 กับ แบบที่ 4) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ  $P < .01$  ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 , 2

4.1.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบต่างกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกัน เพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3 คือ แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และสมมติฐานในข้อ 4 คือ แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบต่างกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกัน

การกำหนดเวลาให้สอบ	การจัดเรียงข้อสอบ		UX <sub>1</sub>
	เรียงตามค่าความยาก	เรียงแบบสุ่ม	
เป็นรายข้อ	แบบที่ 1 ( $r_B = 0.88$ )	แบบที่ 3 ( $r_B = 0.81$ )	9.22**
รวมทั้งฉบับ	แบบที่ 2 ( $r_B = 0.92$ )	แบบที่ 4 ( $r_B = 0.89$ )	3.03

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติ  $P < .01$  ,  $df = 1$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้สอบเป็นรายข้อเหมือนกัน เมื่อมีการจัดเรียงข้อสอบต่างกัน คือ จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากกับจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 1 กับ แบบที่ 3) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ  $P < .01$  ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้สอบทั้งฉบับเหมือนกัน เมื่อมีการจัดเรียงข้อสอบต่างกัน คือ จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากกับจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 2 กับ แบบที่ 4) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ได้นำค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่จัดเรียงข้อสอบและกำหนดเวลาให้ทำต่างกัน 4 แบบ ที่คำนวณจากสูตร  $\rho_{T_k S_k}$  ของไอชและบอร์นสเต็ด มาพิจารณาเปรียบเทียบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ดังนี้

4.2.1 การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ ที่มีการจัดเรียงข้อสอบเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน ในสมมติฐานในข้อ 5 คือ แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ และสมมติฐานในข้อ 6 คือ แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ ปรากฏผลดังตาราง 9

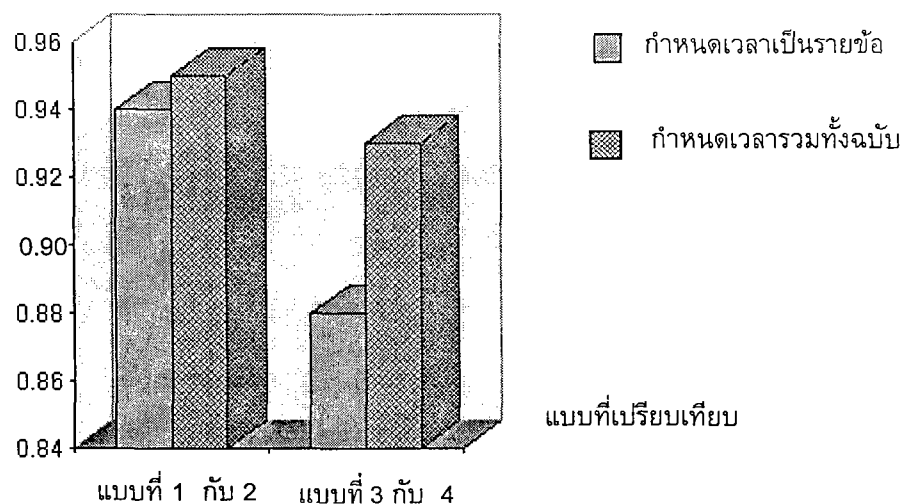
ตาราง 9 การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบเหมือนกันเมื่อ กำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน

การจัดเรียงข้อสอบ	การกำหนดเวลาให้สอบ		ผลต่าง
	เป็นรายข้อ	รวมทั้งฉบับ	
เรียงตามค่าความยาก	แบบที่ 1 ( $\rho_{T_k S_k} = 0.94$ )	แบบที่ 2 ( $\rho_{T_k S_k} = 0.95$ )	0.01
เรียงแบบสุ่ม	แบบที่ 3 ( $\rho_{T_k S_k} = 0.88$ )	แบบที่ 4 ( $\rho_{T_k S_k} = 0.93$ )	0.05

ผลการพิจารณาตามตาราง 9 พบว่า ผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามความยากเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน คือ รายข้อกับรวมทั้งฉบับ (แบบที่ 1 กับ แบบที่ 2) มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย คือ 0.01 และผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่จัดเรียงแบบสุ่มเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน คือ รายข้อและทั้งฉบับ (แบบที่ 3 กับ แบบที่ 4) มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจนกว่า ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 6

เพื่อให้เห็นภาพของการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยนำค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มาสร้างเป็นแผนภูมิแท่ง ดังแสดงในภาพประกอบ 8

ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง



ภาพประกอบ 8 แผนภูมิแท่งแสดงความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบเหมือนกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน ระหว่างแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 และ แบบที่ 3 กับ แบบที่ 4

4.2.2 การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกัน เมื่อมีการจัดเรียงข้อสอบต่างกัน ในสมมติฐานในข้อ 7 คือ แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และสมมติฐานในข้อ 8 คือ แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม ปรากฏผลดังตาราง 10

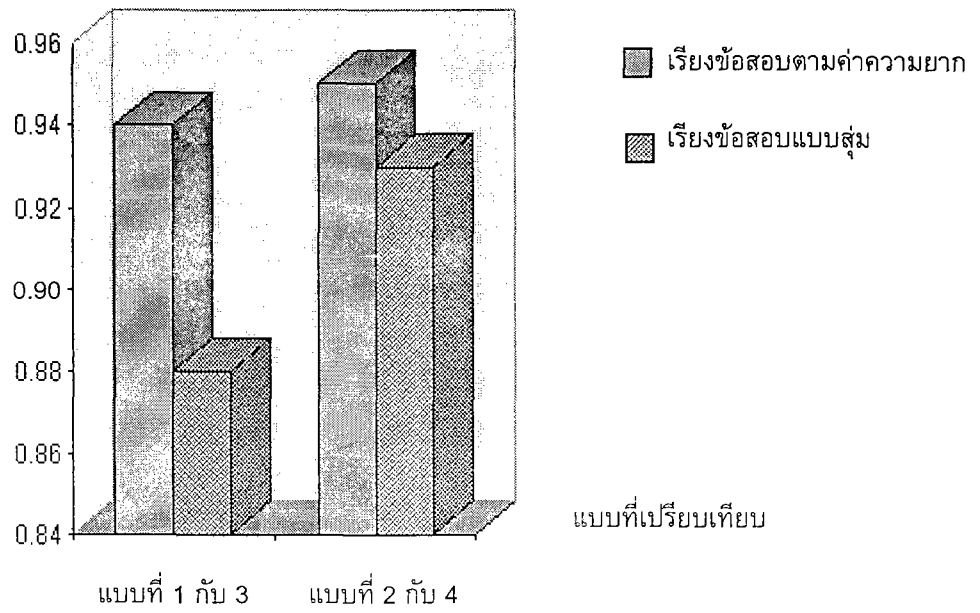
ตาราง 10 การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบต่างกันเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกัน

การกำหนดเวลาให้สอบ	การจัดเรียงข้อสอบ		ผลต่าง
	เรียงตามความยาก	เรียงแบบสุ่ม	
เป็นรายข้อ	แบบที่ 1 ( $\rho_{T_k S_k} = 0.94$ )	แบบที่ 3 ( $\rho_{T_k S_k} = 0.88$ )	0.06
รวมทั้งฉบับ	แบบที่ 2 ( $\rho_{T_k S_k} = 0.95$ )	แบบที่ 4 ( $\rho_{T_k S_k} = 0.93$ )	0.02

ผลการพิจารณาตามตาราง 10 พบว่า ผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อเหมือนกัน เมื่อจัดเรียงข้อสอบต่างกัน คือ จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากกับจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 1 กับ แบบที่ 3) มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจนคือ 0.06 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 7 ส่วนค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับเหมือนกัน เมื่อจัดเรียงข้อสอบต่างกัน คือ จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากกับจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 2 กับ แบบที่ 4) มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย คือ 0.02

เพื่อให้เห็นภาพของการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยนำค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มาสร้างเป็นแผนภูมิแท่ง ดังแสดงในภาพประกอบ 9

ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง



ภาพประกอบ 9 แผนภูมิแท่งแสดงแสดงความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบต่างกัน เมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกัน ระหว่างแบบที่ 1 กับ แบบที่ 3 และ แบบที่ 2 กับ แบบที่ 4

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ว่ารูปแบบของการจัดเรียงข้อสอบ และการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบ จะให้ค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
2. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
3. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
4. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
5. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
6. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
7. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
8. เพื่อเปรียบเทียบว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม

## สมมติฐานในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดสมมติฐาน ดังนี้

1. แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก โดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
2. แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
3. แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
4. แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
5. แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
6. แบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ
7. แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม
8. แบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างจากแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม

## ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 11 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 495 คน

## กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ที่เลือกจากประชากรโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 400 คน ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 100 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware จำนวน 50 ข้อ

กลุ่มที่ 2 ทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree จำนวน 50 ข้อ

กลุ่มที่ 3 ทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware จำนวน 50 ข้อ

กลุ่มที่ 4 ทำแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree จำนวน 50 ข้อ

### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 แบบ ๆ ละ 50 ข้อ โดยแบบทดสอบแต่ละแบบจะมีคำถามเหมือนกันทุกข้อ แต่มีการจัดเรียงข้อคำถามและเวลาที่กำหนดให้ทำต่างกัน

แบบที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงตามค่าความยาก และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware

แบบที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงตามค่าความยาก และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree

แบบที่ 3 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Authorware

แบบที่ 4 เป็นแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรม Siree

### สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะศึกษาว่า ค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบ และกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบที่ทดสอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แบบใดที่มีค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงสูงสุด ผลการวิจัยมีดังนี้

#### ค่าสถิติพื้นฐาน

ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ แบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 22.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.83 สัมประสิทธิ์การกระจาย 39.00 ค่าความเบ้ 0.280 ค่าความโด่ง -0.821 แบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 27.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.03 สัมประสิทธิ์การกระจาย 36.44 ค่าความเบ้ -0.428 ค่าความโด่ง -0.986 แบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 19.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.91 สัมประสิทธิ์การกระจาย 35.31 ค่าความเบ้ 0.515 ค่าความโด่ง -0.450 แบบที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 25.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.01 สัมประสิทธิ์การกระจาย 35.86 ค่าความเบ้ 0.028 ค่าความโด่ง -0.730

### ค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วิเคราะห์โดยใช้สัมประสิทธิ์  $r_B$  ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบ คือ แบบที่ 1 , แบบที่ 2 , แบบที่ 3, และแบบที่ 4 เท่ากับ 0.88 , 0.92 , 0.81 , และ 0.89 ตามลำดับ

ในการเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำค่าความเชื่อมั่นที่ได้ทั้ง 4 แบบ มาเปรียบเทียบ โดยทดสอบความแตกต่างด้วยสูตร  $UX_1$  พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $UX_1 = 12.39$  ,  $P < .01$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายคู่พบว่า

1. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก โดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ (แบบที่ 1) กับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก โดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ (แบบที่ 2) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $UX_1 = 21.5$  ,  $P < .01$ ) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม โดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ (แบบที่ 3) กับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม โดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ (แบบที่ 4) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $UX_1 = 7.94$  ,  $P < .01$ ) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อ เมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก (แบบที่ 1) กับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อ เมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 3) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $UX_1 = 9.22$  ,  $P < .01$ ) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ เมื่อจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก (แบบที่ 2) กับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ เมื่อจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 4) มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $UX_1 = 3.03$ )

### ความเที่ยงตรง

ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ วิเคราะห์โดยใช้สูตรของไฮชและบอร์นสเต็ด ได้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบแบบที่ 1 , แบบที่ 2 , แบบที่ 3 , และ แบบที่ 4 เท่ากับ 0.94 , 0.95 , 0.88 , และ 0.93 ตามลำดับ

ในการเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบทั้ง 4 แบบ โดยพิจารณาจากผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่คำนวณได้ พบว่า

1. ผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลาเป็นรายข้อ (แบบที่ 1) กับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากโดยกำหนดเวลารวมทั้งฉบับ (แบบที่ 2) มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย (ผลต่างเท่ากับ 0.01)

2. ผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม โดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ (แบบที่ 3) กับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ

ที่จัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม โดยกำหนดเวลารวมทั้งฉบับ (แบบที่ 4) มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน (ผลต่างเท่ากับ 0.05) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 6

3. ผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อ เมื่อมีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก (แบบที่ 1) กับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อ เมื่อมีการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 3) มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน (ผลต่างเท่ากับ 0.06) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 7

4. ผลต่างของค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ เมื่อมีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก (แบบที่ 2) กับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ เมื่อมีการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 4) มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย (ผลต่างเท่ากับ 0.02)

## อภิปรายผล

จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า

1. การจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกันทั้ง 4 แบบ มีผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่างกัน จากการศึกษาคพบว่าแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก โดยกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับ (แบบที่ 2) มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด ( $r_B = 0.92$ ) และแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ (แบบที่ 3) มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด ( $r_B = 0.81$ )

2. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกันโดยมีการจัดเรียงข้อสอบเหมือนกัน คือจัดเรียงตามค่าความยากเหมือนกัน หรือจัดเรียงแบบสุ่มเหมือนกัน พบว่า แบบทดสอบที่มีการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบแบบรวมทั้งฉบับ (แบบที่ 2 และ แบบที่ 4) มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่มีการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ (แบบที่ 1 และแบบที่ 3) ไม่ว่าจะมีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากหรือจัดเรียงแบบสุ่ม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการกำหนดเวลาเป็นรายข้อทำให้นักเรียนต้องใช้ความเร็วในการคิดเพื่อแข่งกับเวลาซึ่งเป็นตัวกำหนดเป็นระยะทำให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับเวลา และเวลาที่กำหนดให้ในแต่ละข้ออาจมากหรือน้อยเกินไป ไม่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนที่มีความสามารถในการคิดต่างกัน เวลาที่น้อยไปทำให้เกิดการเดาคำตอบสำหรับนักเรียนที่ทำไม่ทัน หรือเวลาที่มากเกินไปทำให้นักเรียนเก่งและอ่อนทำได้คะแนนเท่ากัน ทำให้การกระจายของคะแนนมีน้อยซึ่งส่งผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้เช่นกัน ตามที่ฮอปกินส์ (สุพัฒน์ สุกมลสันต์. 2538 : 78 อ้างอิงจาก Hopkins. 1964 : 271) ศึกษาเวลาในการสอบที่มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสะกดคำฉบับหนึ่ง พบว่าถ้าให้เวลาพอดีจะมีค่าความเชื่อมั่น 0.91 - 0.92 แต่ถ้าให้เวลามากเกินไปค่าความเชื่อมั่นจะลดลงเป็น 0.71 - 0.85 เท่านั้น

3. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการจัดเรียงข้อสอบต่างกันเมื่อกำหนดเวลาให้ทำเหมือนกัน คือ กำหนดเป็นรายข้อเหมือนกัน หรือกำหนดรวมทั้งฉบับเหมือนกัน พบว่า แบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก (แบบที่ 1 และแบบที่ 2) มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม (แบบที่ 3 และแบบที่ 4) ซึ่งต่างจากการศึกษาของเน่งน้อย เพชรรัตน์ (เน่งน้อย เพชรรัตน์. 2521 : 31) ที่พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการจัดเรียงคำถามแบบสุ่มส่งผล

ต่อค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าการจัดเรียงคำถามแบบง่ายไปหายาก และจัดเรียงตามลำดับความยากแบบหมุนเวียน ทั้งนี้อาจเนื่องจากข้อสอบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.40 ซึ่งจัดเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก เมื่อนำมาจัดเรียงตามค่าความยาก นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางและระดับต่ำ เมื่อพบข้อที่ยากขึ้นเรื่อย ๆ อาจเกิดความท้อใจทำข้อสอบไม่ได้ ทำให้คะแนนมีการกระจายสูงซึ่งส่งผลทำให้ค่าความเชื่อมั่นของการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากสูงกว่าการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มได้

4. เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกันทั้ง 4 แบบ พบว่าการจัดเรียงทั้ง 4 แบบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเที่ยงตรงไม่มากนัก ค่าความเที่ยงตรงทุกแบบอยู่ในเกณฑ์สูง โดยค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุด (แบบที่ 2  $\rho_{T_k S_k} = 0.95$ ) ซึ่งใกล้เคียงกับแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ (แบบที่ 1  $\rho_{T_k S_k} = 0.94$ ) และแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับ (แบบที่ 4  $\rho_{T_k S_k} = 0.93$ ) ส่วนแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างต่ำสุด (แบบที่ 3  $\rho_{T_k S_k} = 0.88$ )

5. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบเหมือนกันเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบต่างกัน พบว่า แบบทดสอบที่มีการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบแบบรวมทั้งฉบับไม่ว่าจะจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยากหรือจัดเรียงแบบสุ่ม จะมีค่าความเที่ยงตรงสูงกว่าแบบทดสอบที่มีการกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเป็นรายข้อ ทั้งนี้เนื่องจากเวลาที่กำหนดให้เป็นรายข้อในแต่ละข้อไม่เหมาะสม บางข้ออาจจะให้เวลามากเกินไปซึ่งมีผลทำให้ค่าความเที่ยงตรงลดลงได้ดังที่ เคนดอลล์ (Kendall, 1964 : 789 - 798) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเวลาในการทดสอบแตกต่างกัน จากน้อยที่สุดไปหามากที่สุดพบว่าข้อสอบที่ให้เวลาในการทำมากที่สุดมีค่าความเที่ยงตรงลดลง อย่างไรก็ตาม ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงทั้ง 4 แบบมีความแตกต่างกันไม่มากนัก ที่เห็นได้ชัดเจน คือแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่มโดยกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบรวมทั้งฉบับจะสูงกว่าแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อ ส่วนแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงตามค่าความยากเมื่อกำหนดเวลาให้ทำต่างกันนั้นมีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

6. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบต่างกันเมื่อกำหนดเวลาให้ทำข้อสอบเหมือนกัน คือกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเหมือนกัน หรือกำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเหมือนกัน พบว่าแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก ไม่ว่าจะกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อหรือรวมทั้งฉบับจะมีค่าความเที่ยงตรงสูงกว่าแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงข้อสอบแบบสุ่ม ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับข้อสังเกตและข้อเสนอแนะในการจัดเรียงข้อสอบที่ดีของชวาล แพร์ตกุล (2518 : 134) นันนาลลี (Nunnally, 1959 : 159) และสแตนเลย์และฮอปกินส์ (Stanley & Hopkins, 1972 : 191) ที่เสนอว่า ถ้ามีการหาคุณภาพของข้อสอบนั้นแล้วควรเรียงลำดับข้อคำถามตามค่าความยาก จากง่ายไปหายากจะทำให้กระตุ้นให้ผู้สอบทำข้อสอบอย่างเต็มประสิทธิภาพ ในด้านความแตกต่างระหว่างค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงทั้ง 4 แบบ พบว่า ผลต่างที่เห็นได้ค่อนข้างชัดเจน คือค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงตามค่าความยาก ( $\rho_{T_k S_k} = 0.94$ ) กับแบบทดสอบที่มีการจัดเรียงแบบสุ่ม ( $\rho_{T_k S_k} = 0.88$ ) เมื่อกำหนดเวลาให้ทำเป็นรายข้อเหมือนกัน ส่วนแบบทดสอบที่

กำหนดเวลาให้ทำรวมทั้งฉบับเหมือนกันแต่จัดเรียงข้อสอบเท่ากัน มีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

## ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการนำไปใช้และในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้
  - 1.1 ในการจัดเรียงข้อสอบควรเลือกใช้แบบทดสอบที่เรียงจากง่ายไปหายาก เพราะทำให้ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบสูงกว่าการจัดเรียงแบบอื่น
  - 1.2 การกำหนดเวลาในการทดสอบควรใช้การกำหนดเวลารวมทั้งฉบับ ซึ่งจะให้ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงสูงกว่าการกำหนดเวลาเป็นรายข้อ
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย
  - 2.1 ควรมีการศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีความยาวของแบบทดสอบต่างกัน และใช้วิธีวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวิธีวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นและความยาวของแบบทดสอบที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม
  - 2.2 ควรขยายขอบเขตของการวิจัยให้กว้างขึ้นโดยทำการศึกษากับนักเรียนที่มีความสามารถหรือระดับสติปัญญาแตกต่างกันเพื่อดูว่าการจัดเรียงข้อสอบและการกำหนดเวลาในการทำข้อสอบแบบใดเหมาะสมกับเด็กกลุ่มดังกล่าว
  - 2.3 ควรสร้างรูปแบบของข้อสอบให้มีลักษณะของสื่อผสม (multimedia) อาจเป็นภาพกราฟิกที่เคลื่อนไหวได้ มีเสียงประกอบ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบความสามารถในการมองเห็นและการฟังได้

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- ก่อ สวัสดิพานิชย์. (2527). "เทคโนโลยีทางการศึกษา," *ประมวลบทความที่เกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กิตติ ภัคดีวัฒนกุล, พีระ ชื่นจิต และ กุลชน รักรัษประเทือง. (2541). *คู่มือการใช้โปรแกรม Authorware 4*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ไทยเจริญการพิมพ์.
- ชาญ วชิรเดช. (2538). *สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของแบบทดสอบการแก้ปัญหาที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพร์ดีกุล. (2516). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนแพร์ดีอนุสรณ์.
- \_\_\_\_\_. (2517). *การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- \_\_\_\_\_. (2518). *เทคนิคการวัดผล*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- เดือนใจ เศรษฐลักโก. (2511). *การศึกษาการจัดระเบียบข้อทดสอบด้วยวิธีต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อความสามารถในการสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- เน่งน้อย เพชรรัตน์. (2521). *ผลของการจัดเรียงข้อคำถามด้วยวิธีต่างกันที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะขบวนการวิทยาศาสตร์*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- นิโลบล นิมกิงรัตน์. (2519). *อิทธิพลของการจัดเรียงลำดับข้อคำถามที่จำแนกตามสมรรถภาพสมองที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบคณิตศาสตร์และภาษาไทยในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญโญนนท์พงษ์. (2521). *การวัดประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 31; พฤษภาคม-สิงหาคม.
- \_\_\_\_\_. (2533). "Congeneric Part Reliability," *การวัดผลการศึกษา*. 12(34): 28-31; พฤษภาคม-สิงหาคม.
- \_\_\_\_\_. (2536). "Congeneric Model," *การวัดผลการศึกษา*. 11(42): 8-20; มกราคม-เมษายน.
- \_\_\_\_\_. (2537). *การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยตามแบบจำลองคะแนนจริงสัมพัทธ์*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2538). "แบบทดสอบคะแนนจริงสัมพันธ์สัมพันธ์  $r_B$ ." วารสาร การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ.
- บุญสืบ พันธุ์ดี. (2537). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ปราณี ร่วมทอง. (2528). การเปรียบเทียบคุณภาพแบบทดสอบเลือกตอบตัวเลือกธรรมดาและ ตัวเลือกซ้อนที่ใช้วัดระดับพุทธิพิสัยต่างกันเมื่อใช้ทดสอบกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิชาเอกการวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ไพรัช รัชชพงษ์. (2541) รายงานการวิจัยประกอบการร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2541 ประเด็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศแห่งชาติเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- รังสรรค์ มณีเล็ก. (2540). ผลของตัวแปรบางตัวต่อความเที่ยงตรงเชิงสภาพและจำนวนข้อสอบที่ใช้ใน การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2527). หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- \_\_\_\_\_. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- \_\_\_\_\_. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศศิธร สุวรรณสุข. (2519). การศึกษาค่าความเที่ยงตรง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่เรียงลำดับ คำถามต่าง ๆ กันในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร พุ่มแก้ว. (2521). ผลของการเรียงลำดับข้อสอบต่อค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิชาเอกการวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุทธิพงษ์ บุญผดุง. (2541). การสร้างแบบทดสอบวัดลักษณะความรับผิดชอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การแสดงผลหลักฐานความเที่ยงตรง ความไม่เที่ยงตรง และความเชื่อมั่น. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุพัฒน์ สุขมลสันต์. (2538). การวิเคราะห์ข้อสอบแนวใหม่ด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- สุรพล วัฒนวิทย์กิจ. (2537). คู่มือการใช้โปรแกรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ.

- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2529). *ทฤษฎีการวัดและการประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สยามศึกษา.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2520). *การวัดความถนัด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- อนันต์ ศรีโสภาก. (2520). *การวัดผลและประเมินผล*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- \_\_\_\_\_. (2524). *การวัดผลและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.
- อรรธรณ ดัชนีเจริญรัตน์. (2517). *การศึกษาวิธีการตอบและการตรวจให้คะแนนแก่ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- อวยพร วิบูลย์กาญจน์. (2526). *การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์แบบสอบอุปมาอุปไมยด้วยคลาสสิกอลโมเดลกับราล์ฟโมเดล*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิชาเอกการวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- Adams, Georgia S. (1964). *Measurement and Evaluation in Education Psychology and Guidance*. New York: Hall, Rinenart and Winston.
- Alessi, Stephen M. & Trollip, Stanley R. (1985). "Tutorials," *Computer-Based Instruction Methods and Development*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Anastasi, Anne. (1968). *Psychological Testing*. 3 rd ed. London: Macmillan.
- Belland, John C. (1985). "Is the Self-Paced Instruction Program, Via Microcomputer-Based Instruction: The Most Effective Method of Addressing Individual Learning Difference," *Educational Communication & Technology*. Fall. 186-189.
- Bennett, George and K. and Doppelt, Jerome E. (1956). "Item Difficult and Speed of Response," *Educational and Psychological Measurement*. London: Sage Publications, Inc. 16:494-496. Winter.
- Brenner, Marshall H. (1964). "Test Difficulty , Reliability , and Discrimination as Functions of Item Difficuty Order," *Journal of Applied Psychology*. Washington: American Psychology Association, Inc. 48:98-100, April.
- Bunderson, C.V. , Inouye, D.K. & Olsen, J.B. (1989). "The Four Generations of Computerized," *Educational Measurement*. 372-375.
- Budescu, David, V. and Nevo, Baruch. (1985). "Option Number of Options : An Investication of the Assumption of Proportionality," *Journal of Educational Measurement*. 22:183-196; Fall.
- Cronbach, Lee J. (1970). *Essentials of Psychological Testing*. 3d ed. New York: Harper & Row.
- Flangher, R. Melton, R. and Myers, C. (1968). "Item Rearrangement Under Typical Test Conditional," *Educational and Psychological Measurement*. London: Sage Publications, Inc. 28, P. 813-824.

- Gronlund, Norman E. (1976). *Measurement and Evaluation in Teaching*. 3rd ed. New York: Macmillan.
- \_\_\_\_\_. (1977). *Constructing Achievement Tests*. 2nd ed. Engwood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Heise, D.R. & G.W. Bohrnstedt. (1974). "Validity, Invalidity and Reliability," *In E.F. Borgatta and G.W. Bohrnstedt(Eds.), Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey Bass.
- John , Prenis. (1977). *Running Press Glossary of Computer Terms*. Philadelphia: Penn.
- Kendall, L.M. (1964). "The Effects of Varying Time Limits on Test Validity," *Educational and Psychological Measurement*. London: Sage Publications, Inc. 24:789-798 ; Winter.
- Klosner, Naomi Certner & Gellman, Estelle Klitnick. (1973). "The Effect of Item Arrangement on Classroom Test Performance: Implication For Content Validity," *Educational and Psychological Measurement*. London: Sage Publications, Inc. 33: 413-418.
- Lane, S. , J.R. , David & Bull , Kay S. (1987). "The Effects of Knowledge of Item Arrangement , Gender , and Statistical and Cognitive Item Difficulty on Test Performance," *Educational and Psychological Measurement*. London: Sage Publications, Inc. 865-879.
- Lindquist, E.F. (1955). *Educational Measurement*. Washington: American Council on Education.
- Lindvall, C.M. & Nitko , Anthony J. (1967). *Measuring Pupil Achievement and Aptitude*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- Lord, Frederic M. & Novick , Melvin R. (1968). *Statistical Theories of Mental Test Scores*. California: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- \_\_\_\_\_. (1980). *Statistical Theories of Mental Test Scores*. Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company.
- Mac Nical, Katherine. (1968). "Effect of Varying Order of Item Difficulty in an Unspeeded Verbal Test," *Research Bulletin*. Educational Testing Service. 813-518.
- Mehrens, W.A. & Lehmann, Irvin J. (1984). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. 3rd ed. Japan: CBS College Publishing.
- Mollenkopf, W. G. (1950). "An Experimental Study of the Effects on Item Analysis Data of Changing Item Placement and Test Time Limit," *Psychometrika*. 291-292.
- Nunnally, Jum C. (1959). *Test and Measurement*. New York : Mcgraw-Hill Book Company, Inc.
- \_\_\_\_\_. (1964). *Educational Measurement and Evaluation*. New York: Mcgraw-Hill Book Company.
- Plake, Barbara S. (1980). "Item Arrangement and Knowledge of Arrangement on Test Scores," *Journal of Experiment Education*. Washington, D.C. : JE & E. 49:56-58; Fall.
- Quereshi, Mohammed Younus. (1959). "Mental test Performance As a Function of Pay off Conditions , Item Difficulty , and Degree of Speeding," *Dissertation Abstracts*. 19: May.
- Remmer, H.L. , N.L. Gage & Fracise , Rummel J. (1965). *A Practical Introduction to Measurement and Evaluation*. New York: Harper and Brothers, Publishers.

- Rimland, Bernard. (1960). "The Effects of Varying Time Limits and Using Right Answer Not Given in Experimental Forms of the U.S. Navy Arithmetic Test," *Educational and Psychological Measurement*. London: Sage Publications, Inc. 20:533-539; Autumn.
- Splittergerber, Fred L. (1979). "Computer-Based Instruction: A Revolution in the Making?" *Education Technology*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Stanley, Julian C. & Hopkins, Kenneth D. (1972). *Educational and Psychological Measurement and Evaluation*. Fifth Edition, Englewood Cliff: Prentice-Hall, Inc.
- Travers, Robert H.W. (1950). *How to Make Achievement Test*. New York: Odyssey Press.
- Tuckman, Bruce W. (1975). *Measurement Education Outcomes: Fundamentals of Testing*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- Woodruff, D.J. & L.S. Feldt. (1986). "Test for Equality of Several Alpha Coefficient When Their Sample Estimate Dependent," *Psychometrika*. Williamsburg, 51:293-413. September.
- Zimmerman, W.S. & Humphreys, L.G. (1953). "Item Reliability as a Function of the Omission of Mislead," *American Psychology*. p.460-461.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ชวนชัย เชื้อสารุชน	ผู้อำนวยการสำนักวิจัย สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกกี๋น เทพรงทอง	ผู้อำนวยการสำนักวางแผนและพัฒนา สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เขาวนา ชวลิตธำรง	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ลักขณา กุลสวัสดิ์	หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนปทุมคงคา

ภาคผนวก ข

ค่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Index of consistency : IOC)

ตาราง ค่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Index of consistency : IOC)

ข้อที่	ค่า IOC	ข้อที่	ค่า IOC	ข้อที่	ค่า IOC
1	1.0	28	1.0	55	1.0
2	0.6	29	1.0	56	1.0
3	0.8	30	1.0	57	1.0
4	1.0	31	0.8	58	1.0
5	1.0	32	1.0	59	1.0
6	1.0	33	1.0	60	0.8
7	1.0	34	1.0	61	1.0
8	1.0	35	1.0	62	0.8
9	0.6	36	1.0	63	1.0
10	0.6	37	1.0	64	1.0
11	1.0	38	1.0	65	1.0
12	1.0	39	1.0	66	1.0
13	0.8	40	1.0	67	1.0
14	1.0	41	1.0	68	1.0
15	1.0	42	1.0	69	0.8
16	0.8	43	1.0	70	1.0
17	0.6	44	1.0	71	1.0
18	0.6	45	1.0	72	0.8
19	1.0	46	1.0	73	1.0
20	1.0	47	1.0	74	1.0
21	1.0	48	1.0	75	1.0
22	1.0	49	1.0	76	0.8
23	1.0	50	1.0	77	0.8
24	1.0	51	1.0	78	0.8
25	1.0	52	1.0	79	0.6
26	1.0	53	1.0	80	0.6
27	1.0	54	1.0		

ภาคผนวก ค

ค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์  
ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 50 ข้อ

ตาราง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์  
ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.506	0.560	26	0.449	0.369
2	0.436	0.524	27	0.548	0.571
3	0.395	0.393	28	0.350	0.464
4	0.478	0.417	29	0.424	0.500
5	0.334	0.476	30	0.545	0.464
6	0.306	0.381	31	0.436	0.714
7	0.468	0.310	32	0.602	0.595
8	0.331	0.238	33	0.615	0.702
9	0.446	0.369	34	0.513	0.476
10	0.468	0.345	35	0.627	0.583
11	0.748	0.429	36	0.487	0.595
12	0.484	0.548	37	0.287	0.381
13	0.217	0.357	38	0.296	0.321
14	0.232	0.405	39	0.236	0.214
15	0.529	0.631	40	0.322	0.238
16	0.366	0.417	41	0.232	0.262
17	0.229	0.274	42	0.201	0.238
18	0.315	0.393	43	0.232	0.286
19	0.389	0.393	44	0.293	0.417
20	0.408	0.524	45	0.220	0.214
21	0.452	0.476	46	0.309	0.310
22	0.373	0.310	47	0.347	0.274
23	0.678	0.690	48	0.360	0.333
24	0.618	0.631	49	0.268	0.238
25	0.459	0.452	50	0.341	0.369

## ภาคผนวก ง

- ค่าความยาก ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และการกำหนดเวลาเป็นรายข้อ และทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่เรียงตามค่าความยาก จำนวน 50 ข้อ
- ค่าความยาก ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และการกำหนดเวลาเป็นรายข้อ และทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่เรียงแบบสุ่มจำนวน 50 ข้อ

ตาราง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และการกำหนดเวลาเป็นรายข้อและทั้งฉบับของ  
แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่เรียงตามค่าความยาก  
จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	กำหนดเวลารายข้อ
1	0.748	0.429	40 วินาที
2	0.678	0.690	60 วินาที
3	0.627	0.583	30 วินาที
4	0.618	0.631	60 วินาที
5	0.615	0.702	40 วินาที
6	0.602	0.595	60 วินาที
7	0.548	0.571	60 วินาที
8	0.545	0.464	40 วินาที
9	0.529	0.631	40 วินาที
10	0.513	0.476	60 วินาที
11	0.506	0.560	60 วินาที
12	0.487	0.595	60 วินาที
13	0.484	0.548	40 วินาที
14	0.478	0.417	90 วินาที
15	0.468	0.345	40 วินาที
16	0.468	0.310	60 วินาที
17	0.459	0.452	60 วินาที
18	0.452	0.476	50 วินาที
19	0.449	0.369	60 วินาที
20	0.446	0.369	60 วินาที
21	0.436	0.714	40 วินาที
22	0.436	0.524	40 วินาที
23	0.424	0.500	60 วินาที
24	0.408	0.524	40 วินาที
25	0.395	0.393	60 วินาที
26	0.389	0.393	50 วินาที
27	0.373	0.310	40 วินาที
28	0.366	0.417	60 วินาที
29	0.360	0.333	60 วินาที
30	0.350	0.464	60 วินาที

ตาราง (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	กำหนดเวลารายข้อ
31	0.347	0.274	60 วินาที
32	0.341	0.369	120 วินาที
33	0.334	0.476	60 วินาที
34	0.331	0.238	50 วินาที
35	0.322	0.238	90 วินาที
36	0.315	0.393	60 วินาที
37	0.309	0.310	60 วินาที
38	0.306	0.381	60 วินาที
39	0.296	0.321	40 วินาที
40	0.293	0.417	60 วินาที
41	0.287	0.381	60 วินาที
42	0.268	0.238	60 วินาที
43	0.236	0.214	90 วินาที
44	0.232	0.405	60 วินาที
45	0.232	0.286	90 วินาที
46	0.232	0.262	100 วินาที
47	0.229	0.274	60 วินาที
48	0.220	0.214	90 วินาที
49	0.217	0.357	40 วินาที
50	0.201	0.238	120 วินาที
กำหนดเวลาทั้งฉบับ			50 นาที

ตาราง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และการกำหนดเวลาเป็นรายข้อและทั้งฉบับ  
 ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่สอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่เรียงแบบสุ่ม  
 จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	กำหนดเวลารายข้อ
1	0.545	0.464	40 วินาที
2	0.615	0.702	40 วินาที
3	0.293	0.417	60 วินาที
4	0.366	0.417	60 วินาที
5	0.748	0.429	40 วินาที
6	0.452	0.476	50 วินาที
7	0.232	0.262	100 วินาที
8	0.513	0.476	60 วินาที
9	0.478	0.417	90 วินาที
10	0.602	0.595	60 วินาที
11	0.468	0.345	40 วินาที
12	0.627	0.583	30 วินาที
13	0.436	0.524	40 วินาที
14	0.459	0.452	60 วินาที
15	0.506	0.560	60 วินาที
16	0.529	0.631	40 วินาที
17	0.217	0.357	40 วินาที
18	0.618	0.631	60 วินาที
19	0.408	0.524	40 วินาที
20	0.389	0.393	50 วินาที
21	0.487	0.595	60 วินาที
22	0.468	0.310	60 วินาที
23	0.315	0.393	90 วินาที
24	0.220	0.214	60 วินาที
25	0.331	0.238	50 วินาที
26	0.446	0.369	60 วินาที
27	0.341	0.369	120 วินาที
28	0.484	0.548	40 วินาที
29	0.449	0.369	60 วินาที
30	0.373	0.310	40 วินาที

ตาราง (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	กำหนดเวลารายข้อ
31	0.350	0.464	60 วินาที
32	0.232	0.405	60 วินาที
33	0.424	0.500	60 วินาที
34	0.268	0.238	60 วินาที
35	0.322	0.238	90 วินาที
36	0.436	0.714	40 วินาที
37	0.229	0.274	60 วินาที
38	0.347	0.274	60 วินาที
39	0.201	0.238	120 วินาที
40	0.309	0.310	60 วินาที
41	0.236	0.214	90 วินาที
42	0.334	0.476	60 วินาที
43	0.678	0.690	60 วินาที
44	0.548	0.571	60 วินาที
45	0.306	0.381	60 วินาที
46	0.287	0.381	60 วินาที
47	0.360	0.333	60 วินาที
48	0.232	0.286	90 วินาที
49	0.296	0.321	40 วินาที
50	0.385	0.393	60 วินาที
กำหนดเวลาทั้งหมด			50 นาที

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่จัดเรียงตามค่าความยากของข้อสอบ  
และจัดเรียงแบบสุ่มแยกตามประเภทของแบบทดสอบในแต่ละข้อ จำนวน 50 ข้อ

ตาราง จำนวนและหมายเลขข้อสอบในแบบทดสอบวัดความถนัดด้านคณิตศาสตร์ที่จัดเรียงตามค่าความยาก  
ของข้อสอบและจัดเรียงแบบสุ่มจำแนกตามประเภทของแบบทดสอบ

ประเภท	จำนวน	หมายเลขข้อสอบในแบบทดสอบที่ จัดเรียงตามค่าความยากของข้อสอบ	หมายเลขข้อสอบใน แบบทดสอบที่จัดเรียงแบบสุ่ม
ทักษะ (Skill)	7 ข้อ	11 , 14 , 16 , 22 , 25 , 33 , 38	9 , 13 , 15 , 22 , 42 , 45 , 50
ความคิดรวบยอด (Concept)	12 ข้อ	1 , 9 , 13 , 15 , 20 , 26 , 28 , 34 , 36 , 44 , 47 , 49	4 , 5 , 11 , 16 , 17 , 20 , 24 , 25 , 26 , 28 , 32 , 37
โจทย์ปัญหา (Problem Solving)	12 ข้อ	29 , 31 , 32 , 35 , 37 , 40 , 42 , 43 , 45 , 45 , 48 , 50	3 , 7 , 24 , 27 , 34 , 35 , 38 , 39 , 40 , 41 , 47 , 48
เรียงอันดับ (N - Series)	19 ข้อ	2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 10 , 12 , 17 , 18 , 19 , 21 , 23 , 24 , 27 , 30 , 39 , 41	1 , 2 , 6 , 8 , 10 , 12 , 14 , 18 , 19 , 21 , 29 , 30 , 31 , 33 , 36 , 43 , 44 , 46 , 49

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวรัชณี กัญภัย	
เกิดวันที่ 17 เดือนพฤษภาคม	พุทธศักราช 2513
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	42 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 65 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบางบำหรุ เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนปทุมคงคา แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2531	มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนลือคำหาญวารินชำราบ
พ.ศ. 2536	ครุศาสตรบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา) วิทยาลัยครูอุบลราชธานี
พ.ศ. 2542	การศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ