

การประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบคู่ขนาน
โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง



นางสาวสุกัญญา คล้ายทอง

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา

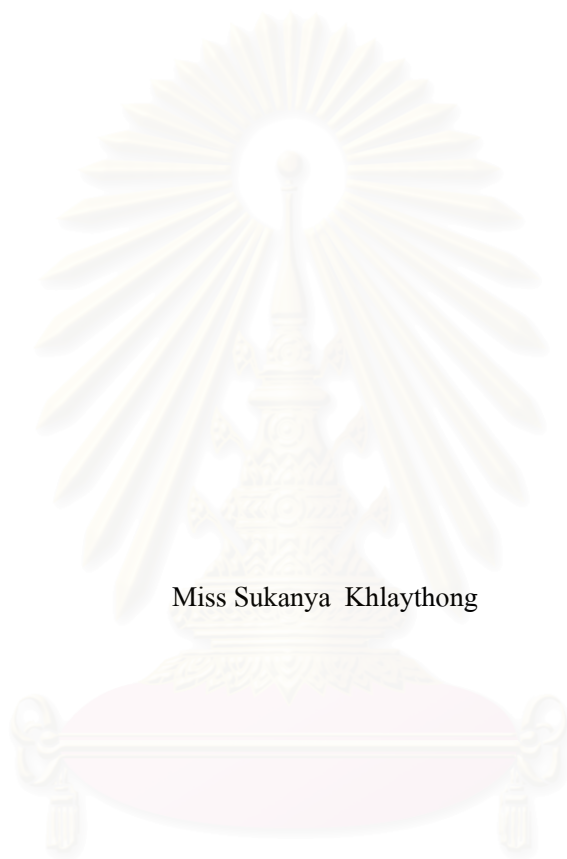
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5484-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ASSESSING CONTENT VALIDITY AND CONTENT EQUIVALENCE IN PARALLEL
TEST FORMS USING STRUCTURAL EQUATION MODELING



Miss Sukanya Khlaythong

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Measurement and Evaluation

Department of Educational Research

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-5484-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาใน แบบสอบคู่ขนาน โดยใช้โมเดลสมการ โครงสร้าง
โดย	นางสาวสุกัญญา คล้ายทอง
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์ สินลารัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วรณีย์ แกมเกต)

สุกัญญา คล้ายทอง : การประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบ
 คู่ขนาน โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (ASSESSING CONTENT VALIDITY AND CONTENT
 EQUIVALENCE IN PARALLEL TEST FORMS USING STRUCTURAL EQUATION
 MODELING) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี, 247 หน้า. ISBN 974-17-5484-1

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ประการ
 แรก เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง และประการที่
 สอง เพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาาระหว่างแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง กลุ่ม
 ตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
 กรุงเทพมหานคร จำนวน 333 คน ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปรภายนอกแฝง 4 ตัว คือ
 (1) เนื้อหาเรื่องเศษส่วน วัดจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้ 3 ตัว ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 1-3 (2) เนื้อหาเรื่องการ
 เปรียบเทียบเศษส่วน วัดจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้ 3 ตัว ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 4-6 (3) เนื้อหาเรื่องการบวก
 และการลบเศษส่วน วัดจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้ 12 ตัว ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 7-18 และ (4) เนื้อหาเรื่อง
 การคูณและการหารเศษส่วน วัดจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้ 12 ตัว ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 19-30 เครื่องมือที่ใช้
 ในการวิจัย คือแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ฉบับ โดยจัดชุด
 ดังนี้ (1) แบบสอบฉบับ A คู่ขนานกับแบบสอบฉบับ B และ (2) แบบสอบฉบับ A และ B ไม่คู่ขนานกับแบบ
 สอบฉบับ C วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย การวิเคราะห์ข้อสอบ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและการวิเคราะห์กลุ่มพหุ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. แบบสอบฉบับ A, B และ C มีความตรงตามเนื้อหาโดยโมเดล โครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง
 เศษส่วนของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการตรวจสอบความสอดคล้อง
 ของฉบับ A ให้ค่า $\chi^2 = 382.267$, $p = .458$, $df = 380$, $GFI = .812$, $AGFI = .770$ และ $RMR = .017$ ฉบับ B
 ให้ค่า $\chi^2 = 388.677$, $p = .481$, $df = 388$, $GFI = .809$, $AGFI = .772$ และ $RMR = .018$ และฉบับ C ให้ค่า $\chi^2 =$
 384.816 , $p = .479$, $df = 384$, $GFI = .810$, $AGFI = .770$ และ $RMR = .016$

2. แบบสอบฉบับ A และ B มีความเท่าเทียมกันของเนื้อหา แต่มีความแตกต่างจากฉบับ C โดยโมเดล
 โครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลระหว่างแบบสอบทั้ง 3
 ฉบับ ซึ่งให้ค่า $\chi^2 = 1170.122$, $df = 1137$, $p = .241$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.029$
 มีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปร
 ภายนอกแฝงของแบบสอบฉบับ A และ B แต่มีความแปรเปลี่ยนกับแบบสอบฉบับ C โดยให้ค่า $\chi^2 =$
 1207.337 , $df = 1163$, $p = .178$, $GFI = .808$, $RMSEA = .019$, $RMR = .016$

ภาควิชา วิทยาลัยการศึกษา.....
 สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา.....
 ปีการศึกษา 2546.....

ลายมือชื่อนิติ.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

448 38262 27: MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEY WORD: CONTENT VALIDITY, CONTENT EQUIVALENCE, PARALLEL TEST

SUKANYA KHLAYTHONG: ASSESSING CONTENT VALIDITY AND CONTENT EQUIVALENCE IN PARALLEL TEST FORMS USING STRUCTURAL EQUATION MODELING. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SIRICHAJ KANJANAWASEE, Ph.D. 247 pp. ISBN 974-17-5484-1

The purposes of this research were 1) to assess content validity of parallel test forms by using structural equation model and 2) to assess content equivalence of parallel test forms by using structural equation model. The research sample consisted of 333 lower secondary schools students under the Educational service area in Bangkok Metropolitan in 2546 academic years. Data consisted of 4 latent variables: content area of fraction were measuring 3 observed variables in item 1-3, content area of comparison of fraction were measuring 3 observed variables in item 4-6, content area of addition and subtraction of fraction were measuring 12 observed variables in item 7-18, and content area of multiplication and dividend were measuring 12 observed variables in item 19-30. Data were collected by three tests of mathematics: parallel test were form A and B, and they were not parallel to form C. Data were analyzed by using descriptive statistics, Pearson's product moment correlation, one-way ANOVA, LISREL confirmatory factor analysis and LISREL multigroup analysis.

The major findings were as follows:

1. The content structure model of mathematics in fraction of tests A, B and C was valid and fit to the empirical data. The model of test A indicated that the Chi-square goodness of fit test was 382.267, $p = .458$, $df = 380$, $GFI = .812$, $AGFI = .770$ and $RMR = .017$. The model of test B indicated that the Chi-square goodness of fit test was 388.677, $p = .481$, $df = 388$, $GFI = .809$, $AGFI = .772$ and $RMR = .018$. And the model of test C indicated that the Chi-square goodness of fit test was 384.816, $p = .479$, $df = 384$, $GFI = .810$, $AGFI = .770$ and $RMR = .016$.

2. Test A and B were content equivalence, but their content differed to test C. The content structure model of mathematics in fraction of 3 tests indicated invariance of model form. The model indicated that the Chi-square goodness of fit test was 1170.122, $df = 1137$, $p = .241$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$ and $RMR = .016$. The model indicated invariance of parameters $\lambda - X$ among tests A and B but not invariant test C. The model indicated that the Chi-square goodness of fit test was 1207.337, $df = 1163$, $p = .178$, $GFI = .808$, $RMSEA = .019$, $RMR = .016$.

Department Education Research..... Student's signature

Field of study Educational Measurement and Evaluation..... Advisor's signature

Academic year 2004..... Co – advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสำเร็จจากรองศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กาญจนวาสิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาดูแลเอาใจใส่ให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่ายิ่ง และสนับสนุนส่งเสริมในทุกด้านแก่ผู้วิจัยตลอดเวลาที่ผ่านมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์พวงแก้ว ปุณยกนก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม ที่ให้ข้อเสนอแนะและคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์จากการเรียนวิชาสัมมนา การวิจัย นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิจัยการศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้วิทยาการต่างๆให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อวยพร เรืองตระกูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ อาจารย์ ดร. เอมอร จังศิริพรปกรณ์ อาจารย์ ดร. ณิชฎฐภรณ์ หลาวทอง รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา เนาว์เย็นผล อาจารย์ปิยะวดี แสงคำสุข อาจารย์ลัดดา คำนววิริยะกุล อาจารย์อุรัญญา ปรีชา อาจารย์อุไรวรรณ อัสวเวकिनกุล ที่กรุณาเสียสละเวลาในการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ ภาควิชาวิจัยการศึกษาทุกคนที่ห่วงใย ถามไถ่ความเป็นไปของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้กำลังใจซึ่งกันและกันเสมอมาโดยเฉพาะคุณสุพจน์ เกิดสุวรรณ คุณกฤษณา กิตติ คุณจิตตานันท์ ดิกุล คุณกุลชติ ตาลช่วง คุณสุมาลี แก้วทงนงค์ คุณบุญชรัสมิ์ เต็มชัย คุณธีรวัฒน์ ฆะราช คุณสุกัญญา แซ่มซ้อย คุณปิยะรัตน์ ประมวลทรัพย์ คุณพุดพงษ์ สุขสว่าง คุณวิรนุช ทองแดง คุณสุพรรณิ สิ้นธ์โพธิ์ คุณรณชิต พฤษกรรม และขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ช่วยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณวชิราภรณ์ บุญศรี คุณกฤษฎาภรณ์ บุญเพลิง และคุณณทริยา ศรีกระจิบ

ขอขอบพระคุณ Scott L. Hershberger, Ph.D. ที่ช่วยเสียสละเวลาให้คำแนะนำและตอบคำถามแก่ผู้วิจัยทาง e-mail มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อมโนัสและคุณแม่บุญเชิญ คล้ายทอง ที่อบรมเลี้ยงดูให้มีความรักความห่วงใยลูกสาวคนนี้เป็นอย่างดีตลอดมา ขอขอบคุณคุณณรงค์รัตน์ คล้ายทอง และโดยเฉพาะคุณสมชาติ บุญศรี รวมถึงญาติพี่น้องและผู้คนรอบข้างที่มีได้กล่าวนามในที่นี้ที่คอยไถ่ถามและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในวันนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ตอนที่ 1 ความตรงตามเนื้อหาและวิธีการตรวจสอบ.....	8
ตอนที่ 2 แบบสอบถามและความเท่าเทียมกันของเนื้อหา.....	12
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการโครงสร้าง.....	17
ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	26
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	28
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	36
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้.....	47
ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานโดยใช้ โมเดลสมการโครงสร้าง.....	62
ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนาน โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง.....	75
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย.....	95
อภิปรายผลการวิจัย.....	101
ข้อเสนอแนะ.....	103
รายการอ้างอิง.....	105
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	109
ภาคผนวก ข ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบสอบ.....	111
ภาคผนวก ค ข้อสอบที่ปรับปรุงจากการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบฉบับ A.....	143
ภาคผนวก ง ข้อสอบที่ปรับปรุงจากการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบฉบับ B.....	148
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ A (60 ข้อ).....	152
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ B (60 ข้อ).....	161
ภาคผนวก ช แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A (30 ข้อ).....	170
ภาคผนวก ซ แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B (30 ข้อ).....	175
ภาคผนวก ฌ แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C (30 ข้อ).....	180
ภาคผนวก ฎ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ A (30 ข้อ).....	185
ภาคผนวก ฏ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ B (30 ข้อ).....	190
ภาคผนวก ฏ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ C (30 ข้อ).....	195
ภาคผนวก ฐ ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A.....	200
ภาคผนวก ท ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B.....	207

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
ภาคผนวก ค	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C.....	214
ภาคผนวก ฉ	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้ พารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ (ไม่กำหนดเงื่อนไข).....	221
ภาคผนวก ช	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้ พารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ (กำหนดเงื่อนไขให้น้ำหนัก องค์ประกอบเท่ากัน).....	226
ภาคผนวก ซ	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B (ไม่กำหนดเงื่อนไข)...	231
ภาคผนวก ฅ	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B (กำหนดเงื่อนไขให้ พารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบเท่ากัน).....	235
ภาคผนวก ฌ	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C (ไม่กำหนดเงื่อนไข)....	239
ภาคผนวก ญ	ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C (ไม่กำหนดเงื่อนไข)...	243
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....		247

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สรุประดับความคู่ขนานและความเท่าเทียมกัน.....	15
3.1 เกณฑ์การแบ่งกลุ่มขนาดของโรงเรียน.....	27
3.2 จำนวนประชากรโรงเรียนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546.....	27
3.3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546.....	28
3.4 แผนผังข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ (ค203) เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	29
3.5 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ A และ B (ฉบับละ 60 ข้อ) จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 184 คน.....	31
3.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ A และ B (ฉบับละ 30 ข้อ) จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 222 คน.....	32
3.7 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ C (ฉบับละ 30 ข้อ) จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 111 คน.....	33
3.8 ผลการทดสอบความเท่ากันระหว่างความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ A, B และ C (ฉบับละ 30 ข้อ).....	34
3.9 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ A, B และ C	35
3.10 ผลการทดสอบความแตกต่างภายหลังของค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ A, B และ C	35
4.1 ค่าสถิติ Bartlett's test และค่าดัชนี Kaiser - Mayer - Olkin ของโมเดลโครงสร้างเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ A, B และ C	47
4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของข้อสอบ ในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A.....	48
4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของข้อสอบ ในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B.....	53
4.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของข้อสอบ ในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C.....	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ฉบับ A	63
4.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ฉบับ B :	67
4.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ฉบับ C :	71
4.8 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้พารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ.....	76
4.9 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C และปล่อยให้พารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ B เป็นอิสระ.....	80
4.10 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C และปล่อยให้พารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ A เป็นอิสระ.....	82
4.11 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B.....	84
4.12 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C.....	88
4.13 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C.....	91

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

แผนภาพที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบสอปคู่ขนาน.....	14
3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาในโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน.....	39
3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน.....	43
3.3 โมเดลสมมติฐานโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเศษส่วน ฉบับ A, B และ C	44
4.1 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A.....	66
4.2 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B.....	70
4.3 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C.....	74
4.4 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A, B และ C (โมเดลไม่กำหนดเงื่อนไขบังคับ).....	78
4.5 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A, B และ C (โมเดลกำหนดเงื่อนไขบังคับให้พารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากันและปล่อยให้พารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบฉบับ C เป็นอิสระ).....	79
4.6 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A และ B (โมเดลไม่กำหนด เงื่อนไขบังคับให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอปฉบับ A และ B เท่ากัน).....	86
4.7 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A และ B (โมเดลกำหนด เงื่อนไขบังคับให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอปฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน).....	87
4.8 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A และ C (โมเดลไม่กำหนด เงื่อนไขบังคับให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอปฉบับ A และ C เท่ากัน).....	90
4.9 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B และ C (โมเดลไม่กำหนด เงื่อนไขบังคับให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอปฉบับ B และ C เท่ากัน).....	93
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์.....	100

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาแบบสอบถามให้มีคุณภาพสูงนั้น ความตรง (validity) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดผลซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมายถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ดังนั้นผู้สร้างแบบสอบถามจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามที่สำคัญหลายประการ คุณภาพที่สำคัญประการแรกก็คือความตรงของแบบสอบถาม ถ้าแบบสอบถามใดมีความตรง (validity) ก็จะทำให้เชื่อถือได้ว่าแบบสอบถามนั้นสามารถชี้วัดในสิ่งที่ผู้สร้างแบบสอบถามต้องการที่จะวัดได้ สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2535) ได้กล่าวไว้ว่าแบบสอบถามที่มีคุณภาพสูงจะต้องเป็นแบบสอบถามที่มีความตรงคือแบบสอบถามนั้นสามารถวัดสิ่งที่มุ่งวัดได้ ความตรงของแบบสอบถามมีหลายประเภทแต่ความตรงที่สำคัญที่สุดของแบบสอบถามวัดผลการเรียนรู้หรือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นคือความตรงตามเนื้อหา (content validity)

การสร้างข้อสอบให้มีคุณภาพดีมีความตรงตามเนื้อหา (content validity) ผู้สร้างข้อสอบหรือนักวัดผลทั้งหลายมักจะสร้างตามกรอบตารางจำแนกเนื้อหาวิชา - จุดมุ่งหมาย (table of specification) เพื่อจะวัดรายละเอียดของเนื้อหาวิชา โดยจะดูว่าจะวัดพฤติกรรมอะไร ครอบคลุมเนื้อหาหรือพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ (อำนาจ เลิศขยันดี, 2532) สิ่งสำคัญในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาคือการเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเนื้อหาที่เป็นตัวแทน (representative sample) ของมวลเนื้อหาที่มุ่งวัด ซึ่งในการตรวจสอบนี้จะใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอิสระจากกันพิจารณาว่ากลุ่มตัวอย่างเนื้อหาในแบบสอบถามขอบเขตที่ครอบคลุมและเป็นตัวแทนมวลเนื้อหาหรือประสบการณ์ที่มุ่งวัดเพียงใด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ในขั้นตอนของการพัฒนาแบบสอบถามจะเน้นเสมอว่าความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามต้องได้รับการตรวจสอบก่อนเป็นอันดับแรกก่อนการตรวจสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ เช่น ความเที่ยงของแบบสอบถาม ซึ่งในขณะนี้การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหานิยมใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเป็นผู้ประเมินความตรง ซึ่งการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหานี้อาจรวมความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่ไม่นำเชื่อถือในการตัดสินใจว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถวัดวัตถุประสงค์นั้นหรือโครงสร้างนั้นได้จริงหรือไม่ (Sireci, 1998 อ้างถึงใน Ding and Hershberger, 2002)

ยูวดี วัฒนานนท์ (2537) กล่าวว่ามียางานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบถามบางฉบับซึ่งไม่แสดงวิธีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามไว้ แต่จะเป็นการสร้างแบบสอบถามตามคู่มือการสร้างแบบสอบถามมาตรฐาน เมื่อสร้างเสร็จแล้วก็ทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามในลักษณะอื่น ๆ ต่อไป เช่น ความเที่ยงของแบบสอบถาม (reliability) ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความไว เป็นต้น มียางานวิจัยบางฉบับได้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาแต่เป็นวิธีการตรวจสอบอย่างรวบรัด คือจะตรวจสอบความตรงตาม

เนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วพบว่า “มีความตรงตามเนื้อหา” ทั้งที่ในตำราทางด้านวัดผลและทางการวิจัยมักจะย้ำเสมอว่าแบบสอบทุกชนิดโดยเฉพาะแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นจะต้องมีความตรงตามเนื้อหา แต่ผู้สร้างข้อสอบก็ไม่เห็นความสำคัญของวิธีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา แม้ว่าความตรงตามเนื้อหานี้จะช่วยให้ผลจากการทดสอบนั้นสามารถบอกได้ว่าผู้สอบมีความรู้ในเนื้อหาสาระอะไรบ้างก็ตาม

ความตรงนั้นแบ่งเป็น 2 ลักษณะหลัก ๆ ที่สำคัญ คือความตรงนั้นจะต้องมีทั้งความเที่ยงและความตรงประเด็น สำหรับแบบสอบที่มีความตรงก็เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการประเมินหรือการตัดสิน ซึ่งการวัดบางสิ่งบางอย่างนั้นจะต้องมีความเที่ยงและบางสิ่งบางอย่างนั้นต้องเป็นตัวอย่างของพฤติกรรมที่เราต้องการจะวัดหรือต้องแสดงให้เห็นถึงความตรงประเด็นในการวัดพฤติกรรมนั้น (Adams and Torgerson, 1964) ซึ่งการรับรองความตรงตามเนื้อหาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการประเมินความตรง ในเรื่องของการอ้างอิงที่ได้มาจากคะแนนของแบบสอบ ความตรงตามเนื้อหามีความสำคัญในด้านต่าง ๆ คือ (ก) ช่วยให้หลักฐานเกี่ยวกับความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือการประเมิน (ข) ช่วยให้พื้นฐานเพื่อสร้างฉบับของข้อสอบสำหรับแบบสอบคู่ขนานในการประเมินขนาดใหญ่ (large-scale assessment) (Ding and Hershberger, 2002) อย่างไรก็ตามการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาที่พบในงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาแบบสอบ ยังมีการระบุขั้นตอนการตรวจสอบความตรงยังไม่ชัดเจน การระบุจำนวนและลักษณะของผู้เชี่ยวชาญแตกต่างกัน ซึ่งทำให้การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาไม่เป็นปรนัย (อารี สารีปา, 2539) การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบส่วนใหญ่เป็นรูปแบบของ “การยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ” ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นอาจไม่ใช่ความตรงตามเนื้อหาตามความหมายที่ควรจะเป็น

อย่างไรก็ดีเราไม่สามารถจะแสดงความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบออกมาเป็นตัวเลขที่ถูกต้องได้มากนัก โดยทั่วไปมักจะใช้การพิจารณาจากข้อสอบต่าง ๆ ในแบบสอบโดยตลอดแล้วก็ประมาณว่ามีความตรงตามเนื้อหาเล็กน้อยเพียงใด แบบสอบที่มีความตรงตามเนื้อหาดีสำหรับครูคนหนึ่ง อาจจะมีความตรงตามเนื้อหาไม่ดีของครูอีกคนหนึ่งก็ได้ ครูทุกคนแม้ว่าจะสอนหัวข้อหรือเนื้อหาวิชาเดียวกัน ในนักเรียนชั้นเดียวกัน อาจจะมีการพิจารณาความตรงตามเนื้อหาแตกต่างกัน เพราะว่าครูแต่ละคนมีกฎเกณฑ์ในการพิจารณาความตรงตามเนื้อหาแตกต่างกัน ดังนั้นในการสร้างแบบสอบมาตรฐานที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (standardized achievement test) จึงจำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชานั้นหลายๆ คนด้วยกัน (อนันต์ ศรีโสภา, 2524)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบที่สำคัญดังนี้ (1) ปัญหาของการยอมรับมวลความรู้/ ประสบการณ์ที่มุ่งวัด เนื่องจากการมองภาพนามธรรมที่ต่างกันอย่างย่อมนำไปสู่ความคิดและนิยามเกี่ยวกับสิ่งนั้นแตกต่างกัน ถ้าสิ่งที่เป็นมวลความรู้/ ประสบการณ์ที่มุ่งวัดมีความเป็นนามธรรมสูงเพียงใด ก็ยิ่งมีปัญหการยอมรับที่สอดคล้องกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญมากขึ้นเท่านั้น (Cronbach and Meehl, 1955 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) (2) ปัญหาความครอบคลุมมวลความรู้/ ประสบการณ์ของข้อสอบ ถ้าแบบสอบมีการตรวจสอบเพียงแต่ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมายก็จะทำให้เกิดปัญหาที่ว่ากำหนัดจุดมุ่งหมายของการสอนนั้นสามารถครอบคลุมและเป็นตัวแทนของมวลความรู้/ ประสบการณ์นั้นหรือไม่ (3) ปัญหาปัจจัยแทรกซ้อนในการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ ถ้า

ผู้เชี่ยวชาญอยู่ในสถานการณ์ที่มีตัวแปรแทรกซ้อนต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา อารมณ์ มนุษยสัมพันธ์ ความเชื่อทัศนคติ เพศ เชื้อชาติ ศาสนา วัฒนธรรม เป็นต้น ก็อาจส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญได้ (4) ปัญหาความเป็นปรนัยของเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความตรงตามเนื้อหา เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านอาจมีเกณฑ์หรือมาตรฐานที่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าผลการตัดสินพบว่าแบบสอบมีความตรงตามเนื้อหาต่ำ อาจจะเป็นเนื่องจากปัญหาความเป็นปรนัยของเกณฑ์ได้

การสร้างแบบสอบคู่ขนานนั้นมีประโยชน์มากมายในการพัฒนาระบบการเรียนการสอน รวมทั้งการสอบ โดยทำให้ครูสามารถสอบนักเรียนได้ที่ละหลายห้องซึ่งใช้ข้อสอบคนละฉบับกัน ช่วยให้นักเรียนไม่สามารถลอกหรือจำข้อสอบออกมาบอกกันได้ ทำให้ครูสามารถพัฒนาข้อสอบเพื่อเก็บเป็นคลังข้อสอบ (item bank) โดยนำไปใช้ในการสอบครั้งต่อไปได้ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาให้เป็นแบบสอบมาตรฐานต่อไปได้

ในการสร้างแบบสอบที่คู่ขนานกันมีสิ่งที่จะต้องระวัง ได้แก่ ความเท่ากันในความหมายของสถิติ ได้แก่ ความเท่ากันของค่าเฉลี่ย (mean) ความเท่ากันของความแปรปรวน (variance) ความเท่ากันของ item intercorrelation แต่ความเท่ากันในด้านเนื้อหา (content) ก็นับว่ามีความสำคัญเหมือนกัน การที่จะสร้างให้แบบสอบทั้ง 2 ฉบับคู่ขนานกันจำเป็นจะต้องสร้าง test blue print ให้เหมือนกัน ความยากของข้อสอบในแต่ละฉบับจะต้องคล้ายกันข้อต่อข้อ ชนิดของข้อสอบจะต้องเหมือนกัน เช่น ถ้าฉบับหนึ่งมีข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ อีกฉบับหนึ่งก็จำเป็นที่จะต้องเป็นแบบเลือกตอบด้วย นอกจากนี้คำสั่งชี้แจง วิธีการให้คะแนน และการกำหนดเวลาในการสอบก็ต้องเหมือนกันด้วย (อนันต์ ศรีโสภณ, 2524)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาเป็นสิ่งสำคัญยิ่งอย่างหนึ่งต่อการพิจารณาถึงคุณภาพของแบบสอบ แต่เนื่องจากที่ผ่านมายังไม่มีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาที่มีความชัดเจนเป็นปรนัย (อารี สาริปา, 2539) และนอกจากนี้การตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหา ก็ยังไม่มีการตรวจสอบที่ชัดเจนที่มีข้อมูลเชิงประจักษ์มายืนยันความถูกต้อง แต่ในปัจจุบันได้มีการนำโมเดลสมการโครงสร้างเข้ามาวิเคราะห์ความตรงตามโครงสร้างของแบบสอบกันอย่างกว้างขวาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำโมเดลสมการโครงสร้าง ซึ่งมีวิธีการศึกษาวิเคราะห์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาและตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาของแบบสอบ

คำถามวิจัย

โมเดลสมการโครงสร้างสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาของแบบสอบได้หรือไม่อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้างสำหรับประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบคู่ขนาน โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง
2. เพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

สมมติฐานของการวิจัย

ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมถือว่าแบบสอบคู่ขนานเป็นแบบสอบที่สร้างครอบคลุมมวลเนื้อหาเดียวกันและมีค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ของทั้ง 2 ฉบับเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ดังนั้นแบบสอบคู่ขนานที่ผ่านการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงน่าจะมีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) สอดคล้องกันและมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหา (Content Equivalent) เมื่อนำโมเดลสมการโครงสร้างมาประยุกต์ใช้โดยการวิเคราะห์แบบสอบคู่ขนานและแบบสอบที่ไม่คู่ขนานกัน ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการวิจัยเป็นดังนี้

1. เมื่อตรวจสอบเนื้อหาของแบบสอบ 2 ฉบับ ที่คู่ขนานกันด้วยโมเดลสมการโครงสร้างน่าจะมีความตรงตามเนื้อหาไม่แตกต่างกัน แต่จะมีความแตกต่างจากแบบสอบที่ไม่เป็นคู่ขนานกัน
2. เมื่อตรวจสอบแบบสอบ 2 ฉบับ คู่ขนานกันด้วยโมเดลสมการโครงสร้างน่าจะมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหา แต่จะมีความแตกต่างจากแบบสอบที่ไม่เป็นคู่ขนานกัน

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างเพื่อประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาไว้ 2 ประการ ดังนี้

1. มวลเนื้อหาทั้งหมดของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ค 203) เรื่องเศษส่วน ถือเป็น “ตัวแปรแฝง” ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหา 4 ส่วน ได้แก่ 1) เศษส่วน 2) การเปรียบเทียบเศษส่วน 3) การบวกและการลบเศษส่วน และ 4) การคูณและการหารเศษส่วน
2. ในกระบวนการสร้างและพัฒนาแบบสอบต้องมีความเป็นมาตรฐานคือมีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านนั้นก่อน จึงเหมาะสมที่จะนำโมเดลสมการโครงสร้างมาใช้เพื่อประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้างได้

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546 จำนวน 57,180 คน
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546 จำนวน 333 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multistage random sampling) คือ (1) สุ่มโรงเรียนแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (2) สุ่มห้องเรียนอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากโรงเรียนที่ได้รับการสุ่มตามขั้นตอนที่ 1
3. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย
 - 3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ โครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ซึ่งจำแนกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) แบบสอบที่มีความเป็นคู่ขนาน และ (2) แบบสอบที่ไม่มีความเป็นคู่ขนาน
 - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ (1) ความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบ (2) ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบ

นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบคู่ขนาน หมายถึงแบบสอบที่มีโครงสร้างเนื้อหาการวัดอันเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ของทั้ง 2 ฉบับเท่ากัน สำหรับการวิจัยนี้ใช้รูปแบบฟาเซทในการสร้างแบบสอบคู่ขนาน โดยมีแบบสอบฉบับ A คู่ขนานกับแบบสอบฉบับ B และแบบสอบทั้ง 2 ฉบับไม่คู่ขนานกับแบบสอบฉบับ C

ความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบ หมายถึงคุณลักษณะของแบบสอบที่สามารถวัดครอบคลุมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวัดได้ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ (χ^2) ดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) และค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง ถ้าโมเดลสอดคล้องกลมกลืนก็แสดงว่าแบบสอบฉบับนั้นมีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) และค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์

ความเท่าเทียมกันของเนื้อหา หมายถึงคุณลักษณะของแบบสอบที่มีข้อสอบซึ่งวัดเนื้อหาเดียวกัน โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) เท่ากันจากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ (χ^2) ค่าไค-สแควร์สัมพันธ์ (χ^2/df) ดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ

(RMSEA) และผลต่างของค่าไค-สแควร์กับผลต่างของค่าองศาอิสระ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาความเท่าเทียมกันของเนื้อหา ดังนี้

พิจารณาจากความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) และค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 แสดงว่าแบบสอบนั้นมีรูปแบบโมเดลเหมือนกัน และพิจารณาจากความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) และค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 และผลต่างของค่าไค-สแควร์กับผลต่างของค่าองศาอิสระไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแบบสอบมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหา (Content Equivalence)

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึงแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้ตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อใช้วัดความรู้ด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ฉบับ โดยมีแบบสอบฉบับ A คู่ขนานกับแบบสอบฉบับ B และแบบสอบทั้ง 2 ฉบับไม่คู่ขนานกับแบบสอบฉบับ C

โมเดลโครงสร้างเนื้อหา หมายถึงโครงสร้างเนื้อหาของข้อสอบที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัยตามทฤษฎีรูปแบบฟาเซทและได้รับการตรวจสอบทางด้านความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตัดสินว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาแล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยมีค่า IOC รายข้อมากกว่าหรือเท่ากับ .50

รูปแบบฟาเซท หมายถึงการนิยามขอบเขตของเนื้อหาในจุดประสงค์หนึ่ง ๆ ให้อยู่ในรูปของส่วนประกอบย่อย ๆ ของเนื้อหาที่เรียกว่าส่วนฟาเซท (Facet) ซึ่งส่วนประกอบย่อย ๆ นี้สามารถอธิบายในทัศน์ (Concept) ของจุดประสงค์นั้นได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน การสร้างรูปแบบฟาเซทประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือส่วนที่คงที่ (Fixed Part) ส่วนฟาเซท (Facet) และสมาชิกของฟาเซท (Facet Element)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

ข้อค้นพบที่ได้จากงานวิจัยนี้ จะทำให้ช่วยยกระดับมาตรฐานการพัฒนาเครื่องมือวัดผลในเรื่องของการสร้างแบบสอบคู่ขนานให้มีคุณภาพน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบคู่ขนาน โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งจะช่วยยืนยันคุณภาพแบบสอบ ผลการตรวจสอบทำให้แบบสอบนั้นมีความน่าเชื่อถือและคุณภาพที่สูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ในเชิงวิชาการ

ทางด้านกรวัดและประเมินผลผู้เรียนเนื่องจากทำให้ได้เทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพของแบบสอบคู่ขนาน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้เสนอสาระแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความตรงตามเนื้อหาและวิธีการตรวจสอบ

ตอนที่ 2 แบบสอบคู่ขนานและความเท่าเทียมกันของเนื้อหา

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการโครงสร้าง

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 ความตรงตามเนื้อหาและวิธีการตรวจสอบ

1. ประเภทของความตรง

ความตรง (validity) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือวัดผลซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมายถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) คุณภาพของแบบสอบที่สำคัญของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ความถนัด เจตคติ และอื่น ๆ ก็คือความตรง (validity) ซึ่งหมายถึงแบบสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัดความตรงในการวัดนี้สามารถจำแนกตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (1) ความตรงตามเนื้อหา (content validity) (2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ (criterion-related validity) (3) ความตรงตามโครงสร้าง (construct validity) (ล้วน และอังคณา สายยศ, 2543)

1. ความตรงตามเนื้อหา (content validity) หมายถึงความเป็นตัวแทนหรือความเพียงพอของเนื้อหาในเครื่องมือวัดจากมวลเนื้อหาทั้งหมด ซึ่งเป็นความตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตัดสินว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา (table of specification)

2. ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ (criterion-related validity) หมายถึงคุณภาพของเครื่องมือที่นำผลการวัดของแบบสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการเพื่อใช้ในการพยากรณ์ ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์นี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ความตรงตามสภาพ (concurrent validity) และความตรงเชิงพยากรณ์ (predictive validity)

2.1 ความตรงตามสภาพ (concurrent validity) หมายถึงความตรงที่นำผลการวัดของแบบสอบที่สร้างขึ้นไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในสภาพปัจจุบัน เช่น คะแนนของแบบสอบที่วัดความรู้เกี่ยวกับการเล่นบาสเกตบอลไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนภาคปฏิบัติของการเล่นบาสเกตบอลในปัจจุบัน ถ้าผลปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันสูงก็แสดงว่าแบบสอบวัดความรู้เกี่ยวกับการเล่นบาสเกตบอลมีความตรงตามสภาพสูง

2.2 *ความตรงเชิงพยากรณ์* (predictive validity) หมายถึงความตรงที่ได้จากการนำผลการวัดของแบบสอบที่สร้างขึ้นไปคำนวณหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในอนาคต เพื่อนำผลการสอบไปพยากรณ์ผลความสำเร็จในอนาคต

3. *ความตรงตามโครงสร้าง* (construct validity) หมายถึงคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบสอบมาตรฐาน การคำนวณค่าความตรงตามโครงสร้างมีวิธีการคำนวณ ดังนี้ (อุทุมพร จามรมาน, 2541)

3.1 *คำนวณจากค่าสหสัมพันธ์* การพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือที่คาดว่าวัดสิ่งเดียวกัน เช่น สร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจต่อการทำงาน 1 ชุด ก็นำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือนี้ไปหาความสัมพันธ์กับเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับว่าวัดความพึงพอใจต่อการทำงาน ถ้าพบว่ามีสหสัมพันธ์กันสูงและเป็นไปในทิศทางเดียวกันก็สรุปได้ว่าเครื่องมือนี้มีความตรงเชิงโครงสร้างแบบเดียวกัน

3.2 *การใช้เมทริกซ์ลักษณะหลากหลาย-วิธีหลาย* (Multitrait-Multimethod Matrix หรือ MTMM) เป็นวิธีการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างที่ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีลักษณะที่วัดหลายชนิด และมีวิธีการวัดหลายวิธี

3.3 *การวิเคราะห์ตัวประกอบ* (Factor Analysis) เป็นวิธีการที่ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อความแล้วระบุลักษณะร่วมของข้อความทั้งหลายเหล่านั้น

3.4 *การวิเคราะห์โดยอาศัยกลุ่มที่มีลักษณะสอดคล้องกับตัวแปรทางจิตวิทยา* (Know Group) เป็นวิธีการหาความตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity)

2. ความตรงตามเนื้อหา

ความตรงตามเนื้อหา หมายถึงเนื้อหาของแบบสอบนั้นเป็นการตัดสินว่ามีความครอบคลุมซึ่งแสดงถึงความเป็นตัวแทนของตัวอย่างพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดหรือไม่ (Anastasi, 1968)

ความตรงตามเนื้อหา หมายถึงระดับที่เป็นองค์ประกอบของเครื่องมือการประเมินซึ่งตรงประเด็นและเป็นตัวแทนของเป้าหมายในโครงสร้างที่จะวัด (Haynes, Richard and Kubany, 1995)

ความตรงตามเนื้อหา หมายถึงความสามารถของข้อสอบที่จะวัดตัวแทนของเนื้อหาที่เรียนและวัดตัวแทนของจุดมุ่งหมายของการสอน ในการวัดผลการเรียนการสอนนั้นความตรงตามเนื้อหาเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะข้อสอบนั้นจะต้องวัดความรู้หรือพฤติกรรมตามเนื้อหาที่เราสอนไปจากนักเรียน ข้อสอบที่มีความตรงตามเนื้อหานั้น เนื้อหาของข้อสอบจะต้องเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่เรียน และเป็นตัวแทนจุดมุ่งหมายของการสอน (เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์และเอนกกุล กรีแสง, 2522)

ความตรงตามเนื้อหา ได้แก่ แบบสอบที่มีข้อความสอดคล้องกับหรือตรงกับเนื้อหาวิชาดังที่กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือตามที่ได้สอนไปและข้อสอบนั้นวัดความรู้ได้จริงตรงตามที่ประสงค์จะวัด (สุภาพ วาดเขียนและอรพินทร์ โภชนดา, 2524)

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ให้คำนิยามของความตรงตามเนื้อหาดังนี้ คือความสามารถของข้อสอบที่สร้างขึ้นมาแล้วสามารถเป็นตัวแทนของมวลเนื้อหาที่จะวัดได้จริง

3. วิธีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

ในการนำเสนอวิธีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอรายละเอียดของวิธีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.1 ดัชนี IOC (Item – Objective - Congruence)

เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยให้คะแนนเป็น + 1 ถ้าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจ และให้คะแนนเป็น - 1 เมื่อข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด แล้วนำผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ล้วนและอังคณา สายยศ, 2543) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	=	ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง - 1 ถึง + 1
	$\sum R$	=	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	=	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จะเห็นว่าค่าดัชนี IOC เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากผลการตัดสินของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นในการพิจารณาค่า IOC นี้จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ . 50 จึงจะถือว่าวัดได้สอดคล้อง

3.2 ดัชนี Aiken (Aiken Index)

เป็นดัชนีที่ได้จากการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเกี่ยวข้องของข้อสอบกับมวลงเนื้อหา ดัชนีนี้อธิบายได้จากจำนวนตัวเลือกที่ใช้ในการตัดสินแต่ละข้อและจากจำนวนผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบนัยสำคัญของค่าดัชนีได้อีกด้วย (Aiken, 1980 cited in Sireci and Geisinger, 1995 อ้างถึงในอารี สาริปา, 2539) สูตรการคำนวณค่าดัชนี Aiken มีดังนี้

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{c-1} in_i}{N(c-1)}$$

เมื่อ	V	=	ดัชนีความตรงตามเนื้อหาของ Aiken
	c	=	จำนวนตัวเลือกของมาตราประมาณค่า
	i	=	น้ำหนักคะแนนที่กำหนดในแต่ละตัวเลือกของมาตราประมาณค่าจากตัวเลือกที่มีค่าน้อยที่สุดไปยังตัวเลือกที่มีค่ามากที่สุด
	n_i	=	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ให้คะแนนตัวเลือกที่ i
	N	=	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

สูตรการทดสอบนัยสำคัญ

$$Z = \frac{N(c-1)(2V-1)-1}{\left[\frac{N(c-1)(c+1)}{3} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

การตัดสินใจสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดพิจารณาจากค่าดัชนี ถ้าค่าดัชนีมีค่ามากและมีนัยสำคัญ แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญตัดสินใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ถ้าค่าดัชนีมีค่าน้อยและมีนัยสำคัญ แสดงว่าผู้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ส่วนดัชนีที่มีค่าระดับกลาง ๆ และไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าผู้ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไม่สอดคล้องกัน ดังนั้นข้อสอบที่มีค่าดัชนี Aiken มากกว่า .50 ขึ้นไปและมีนัยสำคัญถือว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

3.3 วิธีวิเคราะห์พหุมิติและการวิเคราะห์กลุ่ม (MDS - CA)

วิธีวิเคราะห์พหุมิติ (Multidimensional Scaling = MDS) เป็นเทคนิคสำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล เพื่อดูความเป็นตัวแทนเชิงโครงสร้างของข้อมูล การวิเคราะห์จะเริ่มจากการระบุสิ่งเร้าหรือข้อกระทงจำนวนหนึ่งแล้วคำนวณหาค่าความใกล้เคียงกัน อาจเป็นค่าสหสัมพันธ์ ค่าความเกี่ยวข้อง ค่าความคล้ายหรือระยะห่าง (อุทุมพร จามรมาน, 2527; Kruskal and Wish, 1978 อ้างถึงในอารี สาริปา, 2539) การวิเคราะห์สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณ เช่น ALSCAL ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีกระบวนการวิเคราะห์ที่ง่าย ยืดหยุ่น ข้อมูลที่จะวิเคราะห์อาจอยู่ในรูปของเมทริกซ์สี่เหลี่ยมหรือเมทริกซ์ได้แนวทแยงก็ได้ พิจารณาความเหมาะสมของโมเดลการวิเคราะห์ได้จากค่า STRESS (ระยะห่างของข้อมูลกับโมเดลการวิเคราะห์) ค่า RSQ (สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายจากโมเดลการวิเคราะห์) ดังนั้นการวิเคราะห์ครั้งที่มีความเหมาะสมที่สุดจะให้ค่า STRESS ต่ำสุด และค่า RSQ สูงสุด ผลการวิเคราะห์จะได้จุดคู่อันดับและน้ำหนัก ไฟล์ระบบของคู่อันดับและเมทริกซ์ค่าน้ำหนัก เป็นต้น

การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis = CA) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะคล้ายกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยอาศัยเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง หลักการวิเคราะห์ใช้การวัดระยะห่างหรือความคล้ายกันของตัวแปรแต่ละคู่ หลักการที่สำคัญคือ ถ้าวัดระยะห่างได้น้อยและมี ความคล้ายกันมากตัวแปรต่าง ๆ ก็จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันโดยอาศัยพื้นฐานของความใกล้เคียง การคำนวณระยะห่างสามารถทำได้หลายวิธี โดยทั่วไปนิยมใช้การจัดกลุ่มแบบลำดับขั้น ซึ่งมีวิธีการจัดกลุ่มได้ 2 แบบ คือ แบบรวมเข้าและแบบแบ่งออก ผลการวิเคราะห์จะได้ค่าความห่าง จุดย่อยแนวตั้ง จุดย่อยแนวนอน แผนภาพ ตารางแสดงการรวมกลุ่มและค่าสถิติอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาผลการจัดกลุ่ม สามารถวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และกรรณิการ์ สุขเกษม, 2533; Aldenderfer and Blashfield, 1984 อ้างถึงในอารี สาริปา, 2539)

ในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับแบบสอบและจุดประสงค์ในการนำแบบสอบนั้นไปใช้ วิธีการที่ใช้กันมากคือดัชนี IOC ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับดัชนี Aiken แต่ดัชนี Aiken สามารถทดสอบนัยสำคัญได้และมีการประเมินระดับความสอดคล้องของข้อสอบตามตารางโครงสร้างเนื้อหาด้วยทำให้การประเมินมีความละเอียดมากขึ้น

ตอนที่ 2 แบบสอบคู่ขนานและความเท่าเทียมกันของเนื้อหา

1 ความหมายของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

Anastasi ได้กล่าวถึงแบบสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า “แบบสอบผลสัมฤทธิ์สร้างขึ้นเพื่อที่จะวัดผลของโปรแกรมการสอนหรือการฝึกอบรมโดยเฉพาะ... วัดผลการเรียนรู้ภายใต้สภาพการที่ควบคุมได้บางส่วน... โดยทั่วไปแล้วแบบสอบผลสัมฤทธิ์ใช้เพื่อประเมินผลสภาพการของแต่ละบุคคลเป็นครั้งสุดท้าย หลังจากเสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้ว โดยเน้นว่าแต่ละบุคคลสามารถทำอะไรได้บ้าง แบบสอบผลสัมฤทธิ์จะเน้นความตรงตามเนื้อหา (Anastasi อ้างถึงในวรรณกรรมและคณะ, 2525)

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่สร้างขึ้น เพื่อใช้วัดผลของประสบการณ์ทางการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ เช่น ใช้วัดผลโปรแกรมการสอน โปรแกรมการฝึกอบรม รวมทั้งการวิจัยทางการศึกษา อย่างไรก็ตามยังมีแบบสอบผลสัมฤทธิ์บางประเภทที่ได้สร้างขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพทางด้านวิชาชีพด้วย ในประเทศไทยของเราได้มีการนำแบบสอบผลสัมฤทธิ์มาใช้เป็นเวลานานแล้วที่เห็นได้ชัด ก็คือทบวงมหาวิทยาลัยได้ใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือในการสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา นอกจากนั้นหน่วยงานหรือสถาบันต่าง ๆ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชนก็ได้ใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือในการสอบคัดเลือกบุคคลที่เหมาะสมสำหรับให้ทุนไปศึกษาต่อทั้งในและต่างประเทศ อีกทั้งในปัจจุบันยังได้มีการนำแบบสอบผลสัมฤทธิ์มาใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกบุคคลเพื่อบรรจุเข้าทำงานในหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในส่วนของราชการ รัฐวิสาหกิจและเอกชน (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2539)

2 ข้อตกลงเบื้องต้นของแบบสอบคู่ขนาน (Assumptions of Parallelism)

จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้นของแบบสอบคู่ขนานไว้ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544)

1. แบบสอบ 2 ฉบับจะถือว่าเป็นแบบสอบคู่ขนาน (Parallel Tests) เมื่อคะแนนจริงของผู้สอบแต่ละคนมีค่าเท่ากันทั้งสองฉบับและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของประชากรที่ทำแบบสอบทั้งสองฉบับมีค่าเท่ากัน

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือ} \quad T_i &= T_i' \\ \sigma_E^2 &= \sigma_E'^2 \end{aligned}$$

จากข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว ถ้าแบบสอบ 2 ฉบับคู่ขนานกันจริงย่อมจะมีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่สังเกตได้และความแปรปรวนของคะแนนจากแบบสอบทั้ง 2 ฉบับเท่ากัน ตลอดจนมีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่สังเกตได้กับคะแนนเกณฑ์ภายนอกเท่ากัน ($X = X'$, $\sigma_x^2 = \sigma_{x'}^2$ และ $\rho_{xy} = \rho_{x'y'}$)

2. แบบสอบ 2 ฉบับ จะถือว่าเป็นแบบสอบที่ดัดเทียมกัน (T-Equivalent Tests) ดังนี้

$$T_i = T'_i + C$$

$$\sigma_E^2 \neq \sigma_{E'}^2$$

เมื่อ $C =$ ค่าคงที่ (Constant)

แบบสอบที่ดัดเทียมกันใช้ τ (tau) เป็นสัญลักษณ์แทนคะแนนจริง (T) จากข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว แบบสอบ 2 ฉบับมีความดัดเทียมกันเมื่อคะแนนจริงของผู้สอบแต่ละคนที่ทำแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีความแตกต่างเป็นค่าคงที่เชิงบวก (additive constant) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแบบสอบคู่ขนานย่อมจะเป็นแบบสอบที่ดัดเทียมกัน เนื่องจากค่า $C = 0$ ในขณะที่แบบสอบที่ดัดเทียมกันจะไม่เป็นแบบสอบคู่ขนาน เพราะว่า $|C| > 0$

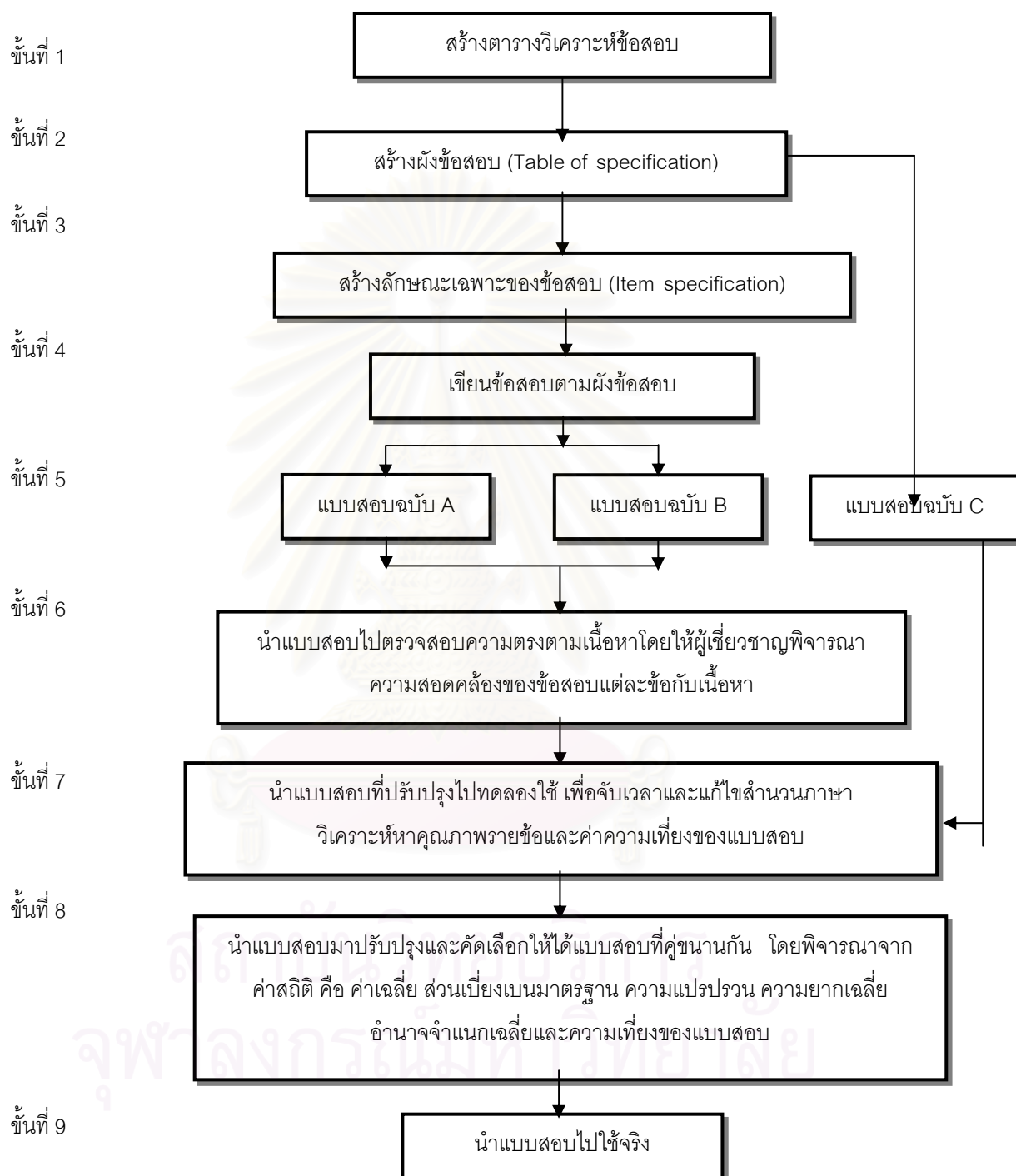
สิ่งที่ต้องระวังในการสร้างแบบสอบคู่ขนานกัน ได้แก่ ความเท่ากันในความหมายของสถิติ ได้แก่ ความเท่ากันของค่าเฉลี่ย (mean) ความเท่ากันของความแปรปรวน (variance) ความเท่ากันของ item intercorrelation แต่ความเท่ากันในด้านเนื้อหา (content) ก็นับว่ามีความสำคัญเหมือนกัน การที่จะสร้างให้แบบสอบทั้ง 2 ฉบับคู่ขนานกันจำเป็นจะต้องสร้าง test blue print ให้เหมือนกัน ความยากของข้อสอบในแต่ละฉบับจะต้องคล้ายกันข้อต่อข้อ ชนิดของข้อสอบจะต้องเหมือนกัน เช่น ถ้าฉบับหนึ่งมีข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ อีกฉบับหนึ่งก็จำเป็นที่จะต้องเป็นแบบเลือกตอบด้วย นอกจากนี้คำสั่งชี้แจง วิธีการให้คะแนน และการกำหนดเวลาในการสอบก็ต้องเหมือนกันด้วย (อนันต์ ศรีโสภณ, 2524)

ในกระบวนการสร้างแบบสอบคู่ขนานนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมวิธีการและขั้นตอนการสร้างดังแผนภาพที่

2.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบคู่ขนาน



ถ้าหากการสร้างแบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกันขึ้นมาอาจจะไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่ามันคู่ขนานกันแบบ Parallel แต่อาจพิสูจน์ได้ว่าแบบทดสอบเหล่านี้คู่ขนานกันแบบ tau – equivalent หรือคู่ขนานแบบ essentially tau – equivalent หรือคู่ขนานแบบ congeneric ก็เป็นได้ ซึ่งความเป็นคู่ขนานที่มีข้อจำกัดน้อยที่สุดก็คือความคู่ขนานแบบ congeneric ต่อไปนี้จะเป็นการนำเสนอระดับความคู่ขนาน 4 ระดับ ดังนี้ (Traub, 1994)

ตารางที่ 2.1 สรุประดับความคู่ขนานและความเท่าเทียมกัน

ระดับความคู่ขนาน	ข้อตกลงเบื้องต้น	ความเท่าเทียมกัน	การแปลผล
1. Parallel Tests	$\tau_{1p} = \tau_{2p} = \tau_{3p} = \dots$ $\sigma_{E1p}^2 = \sigma_{E2p}^2 = \sigma_{E3p}^2$ $= \dots$	$\mu_{x_1} = \mu_{x_2} = \mu_{x_3} = \dots$ $\sigma_{x_1} = \sigma_{x_2} = \sigma_{x_3} = \dots$ $\sigma_{x_1x_2}^2 = \sigma_{x_1x_3}^2 = \sigma_{x_2x_3}^2$ $= \dots$ $\sigma_{x_1y}^2 = \sigma_{x_2y}^2 = \sigma_{x_3y}^2 = \dots$ $\rho_{x_1x_2} = \rho_{x_1x_3} = \rho_{x_2x_3}$ $= \dots$ $\rho_{x_1y} = \rho_{x_3y} = \rho_{x_3y} = \dots$ $\rho_{x_1}^2 = \rho_{x_2}^2 = \rho_{x_3}^2 = \dots$	ค่าคาดหวังของคะแนนสังเกตเท่ากัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสังเกตเท่ากัน ความแปรปรวนร่วมของคะแนนสังเกตในแบบทดสอบแต่ละคู่เท่ากัน ความแปรปรวนร่วมของคะแนนสังเกตในแบบทดสอบแต่ละฉบับกับแบบทดสอบอื่นเท่ากัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับกับแบบทดสอบฉบับอื่นเท่ากัน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากัน
2. Tau – Equivalent Tests	$\tau_{1p} = \tau_{2p} = \tau_{3p} = \dots$ $\sigma_{E1p}^2 \neq \sigma_{E2p}^2 \neq \sigma_{E3p}^2$ $\neq \dots$	$\mu_{x_1} = \mu_{x_2} = \mu_{x_3} = \dots$ $\sigma_{x_1} \neq \sigma_{x_2} \neq \sigma_{x_3} \neq \dots$ $\sigma_{x_1x_2}^2 = \sigma_{x_1x_3}^2 = \sigma_{x_2x_3}^2 = \dots$ $\sigma_{x_1y}^2 = \sigma_{x_2y}^2 = \sigma_{x_3y}^2 = \dots$ $\rho_{x_1x_2} \neq \rho_{x_1x_3} \neq \rho_{x_2x_3} \neq \dots$ $\rho_{x_1y} \neq \rho_{x_3y} \neq \rho_{x_3y} \neq \dots$ $\rho_{x_1}^2 \neq \rho_{x_2}^2 \neq \rho_{x_3}^2 \neq \dots$	ค่าคาดหวังของคะแนนสังเกตเท่ากัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสังเกตต่างกัน ความแปรปรวนร่วมของคะแนนสังเกตในแบบทดสอบแต่ละคู่เท่ากัน ความแปรปรวนร่วมของคะแนนสังเกตในแบบทดสอบแต่ละฉบับกับแบบทดสอบอื่นเท่ากัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่างกัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับกับแบบทดสอบฉบับอื่นต่างกัน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นต่างกัน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ระดับความ คู่ขนาน	ข้อตกลงเบื้องต้น	ความเท่าเทียมกัน	การแปลผล
3. Essentially Tau – Equivalent Tests	$\tau_{ip} = \tau_{ip} + c_{ij}$ $\sigma_{E1p}^2 \neq \sigma_{E2p}^2 \neq \sigma_{E3p}^2$ $\neq \dots$	$\mu_{x1} \neq \mu_{x2} \neq \mu_{x3} \neq \dots$ $\sigma_{x1} \neq \sigma_{x2} \neq \sigma_{x3} \neq \dots$ $\sigma_{x1x2}^2 = \sigma_{x1x3}^2 = \sigma_{x2x3}^2$ $= \dots$ $\sigma_{x1y}^2 = \sigma_{x2y}^2 = \sigma_{x3y}^2 = \dots$ $\rho_{x1x2} \neq \rho_{x1x3} \neq \rho_{x2x3} \neq \dots$ $\rho_{x1y} \neq \rho_{x3y} \neq \rho_{x3y} \neq \dots$ $\rho_{x1}^2 \neq \rho_{x2}^2 \neq \rho_{x3}^2 \neq \dots$	ค่าคาดหวังของคะแนนสังเกต ต่างกัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน สังเกตต่างกัน ความแปรปรวนร่วมของคะแนน สังเกตในแบบสอบแต่ละคู่เท่ากัน ความแปรปรวนร่วมของคะแนน สังเกตในแบบสอบแต่ละฉบับกับ แบบสอบอื่นเท่ากัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่างกัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบ สอบแต่ละฉบับกับแบบสอบฉบับอื่น ต่างกัน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นต่างกัน
4. Congeneric Tests	$\tau_{ip} = a_{ij}\tau_{ip} + b_{ij}$ $\sigma_{E1p}^2 \neq \sigma_{E2p}^2 \neq \sigma_{E3p}^2$ $\neq \dots$	$\mu_{x1} \neq \mu_{x2} \neq \mu_{x3} \neq \dots$ $\sigma_{x1} \neq \sigma_{x2} \neq \sigma_{x3} \neq \dots$ $\sigma_{x1x2}^2 \neq \sigma_{x1x3}^2 \neq \sigma_{x2x3}^2$ $\neq \dots$ $\sigma_{x1y}^2 \neq \sigma_{x2y}^2 \neq \sigma_{x3y}^2 \neq \dots$ $\rho_{x1x2} \neq \rho_{x1x3} \neq \rho_{x2x3} \neq \dots$ $\rho_{x1y} \neq \rho_{x3y} \neq \rho_{x3y} \neq \dots$ $\rho_{x1}^2 \neq \rho_{x2}^2 \neq \rho_{x3}^2 \neq \dots$	ค่าคาดหวังของคะแนนสังเกต ต่างกัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน สังเกตต่างกัน ความแปรปรวนร่วมของคะแนน สังเกตในแบบสอบแต่ละคู่ต่างกัน ความแปรปรวนร่วมของคะแนน สังเกตในแบบสอบแต่ละฉบับกับ แบบสอบอื่นต่างกัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่างกัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบ สอบแต่ละฉบับกับแบบสอบฉบับอื่น ต่างกัน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นต่างกัน

เมื่อ τ_{ip} คือคะแนนจริงของคนที่ p ที่ทำแบบสอบฉบับที่ 1
 σ_{E1p}^2 คือความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนของบุคคลที่ p ที่ทำแบบสอบฉบับที่ 1
 C_{ij} คือค่าคงที่ที่เชื่อมโยงกับค่าคาดหวังของคะแนนจริงของแบบสอบ Essentially
 Tau – Equivalent ฉบับ i และ j ค่าคงที่นี้จะเหมือนกันในทุก ๆ บุคคล p
 a_{ij} และ b_{ij} คือความชันและจุดตัดของการแปลงเป็นเส้นตรงที่เชื่อมโยงกับค่าคาดหวังของ
 คะแนนจริงของแบบทดสอบ Congeneric ฉบับ i และ j การแปลงนี้จะมีค่าเหมือนกันในทุก ๆ บุคคล p

3. ความเท่าเทียมกันของเนื้อหา

นิยามความเท่าเทียมกันของเนื้อหาแบบประเพณีนิยม หมายถึงคุณลักษณะของแบบสอบที่มีข้อสอบ ซึ่งวัดเนื้อหาเดียวกันได้เท่ากันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และค่าความเที่ยงเท่ากัน (Ding and Hershberger, 2002)

Ding and Hershberger, 2002 กล่าวว่า ถ้าเนื้อหาของแบบสอบไม่ได้มาจากการวัดข้อสอบบนพื้นฐานของการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญที่ดีแล้ว แบบสอบคู่นั้นนั้นก็ไม่มีค่าความเท่าเทียมกันเพราะความเท่าเทียมกันของเนื้อหาไม่ได้มาจากการพิสูจน์เชิงปริมาณและวิธีการทางสถิติ ซึ่งอาจจะไม่สามารถรับรองได้ว่าแบบสอบคู่นั้นมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหา ดังนั้นก่อนที่จะสร้างแบบสอบคู่นั้นควรมีการประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบที่คู่นั้นกัน

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการโครงสร้าง

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ในปัจจุบันนักวิจัยเริ่มใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) แทนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) กันมากขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมีรูปแบบวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย และได้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่สอดคล้องกัน นอกจากนี้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจยังมีข้อตกลงเบื้องต้นที่เข้มงวดและไม่ตรงตามความเป็นจริง เช่น ข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่าตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวเป็นผลมาจากองค์ประกอบร่วมทุกตัว ส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนของตัวแปรไม่สัมพันธ์กัน รวมทั้งสเกลองค์ประกอบที่สร้างขึ้นแปลความหมายได้ยาก เพราะในบางครั้งสเกลองค์ประกอบเกิดจากการสุ่มตัวแปรที่ไม่น่าจะมีองค์ประกอบร่วมกัน เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีการปรับปรุงจุดอ่อนของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจได้เกือบทั้งหมด ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมีความสมเหตุสมผลตรงตามความเป็นจริงมากกว่าในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ นักวิจัยต้องมีทฤษฎีสนับสนุนในการกำหนดเงื่อนไขบังคับ (constraints) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักองค์ประกอบและเมื่อได้ผลการวิเคราะห์แล้วยังมีการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างโมเดลตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์อีกด้วย รวมทั้งยังมีการตรวจสอบโครงสร้างของโมเดลว่ามีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ กลุ่มหรือไม่ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

การตรวจสอบความตรงของโมเดลที่เป็นสมมติฐานวิจัย หรือการประเมินผลความถูกต้องหรือการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดล ซึ่งในโปรแกรม LISREL จะให้ค่าสถิติที่จะช่วยตรวจสอบความตรงของโมเดลรวม 5 วิธีดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Standard Errors and Correlation of Estimates) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม LISREL จะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสถิติที และสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ

แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่และโมเดลการวิจัยอาจจะยังไม่ดีพอ ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณมีค่าสูงมากเป็นสัญญาณแสดงว่าโมเดลการวิจัยใกล้จะไม่เป็นบวกแน่นอน (non-positive definite) และเป็นโมเดลที่ไม่ดีพอ

2. สหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple Correlations and Coefficients of Determination) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลจะให้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สำหรับตัวแปรสังเกตได้แยกทีละตัวและรวมทุกตัว รวมทั้งสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของสมการโครงสร้างด้วย ค่าสถิติเหล่านี้ควรมีค่าสูงสุดไม่เกิน 1 และค่าที่สูงแสดงว่าโมเดลมีความตรง

3. ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit Measures) ค่าสถิติในกลุ่มนี้ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดลเป็นภาพรวมทั้งโมเดล ไม่ใช่เป็นการตรวจสอบเฉพาะค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวเหมือนค่าสถิติสองประเภทแรก ในทางปฏิบัตินักวิจัยควรใช้ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนตรวจสอบความตรงของโมเดลทั้งโมเดล แล้วตรวจสอบความตรงของพารามิเตอร์แต่ละตัวโดยพิจารณาจากค่าสถิติสองประเภทแรกด้วย เพราะในบางกรณีแม้ว่าค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนจะแสดงว่าโมเดลกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่อาจจะมีพารามิเตอร์บางค่าไม่มีนัยสำคัญก็ได้ นอกจากนี้ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืนยังใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบโมเดลที่แตกต่างกันสองโมเดลได้ด้วยว่าโมเดลใดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ากัน ค่าสถิติในกลุ่มนี้สำหรับโปรแกรมลิสเรลมี 4 ประเภท ดังนี้

3.1 ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square Statistics) ค่าสถิติไค-สแควร์เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ การคำนวณค่าไค-สแควร์คำนวณจากผลคูณขององศาอิสระกับค่าของฟังก์ชันความกลมกลืน ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์มีค่าสูงมาก แสดงว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ โมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์มีค่าต่ำมากยิ่งมีค่าใกล้ศูนย์มากเท่าไร แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งค่าไค-สแควร์ควรมีค่าเท่ากับองศาอิสระสำหรับโมเดลที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.2 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit Index = GFI) ดัชนี GFI เป็นดัชนีที่ Jöreskog และ Sörbom พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากค่าไค-สแควร์ในการเปรียบเทียบระดับความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดล 2 โมเดล หลักการพัฒนา GFI คือการนำค่าไค-สแควร์มาพิจารณา ถ้าค่าไค-สแควร์มีค่าสูงเมื่อเทียบกับองศาอิสระ นักวิจัยปรับโมเดลใหม่แล้ววิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้ง ค่าไค-สแควร์ที่ได้ใหม่นี้ถ้ามีค่าลดลงมากกว่าค่าแรกแสดงว่าโมเดลใหม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีขึ้น ดัชนี GFI เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างฟังก์ชันความกลมกลืนจากโมเดลก่อนปรับและหลังปรับโมเดลกับฟังก์ชันความกลมกลืนก่อนปรับโมเดล ดัชนี GFI จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 และเป็นค่าที่ไม่ขึ้นกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ลักษณะการแจกแจงขึ้นอยู่กัขนาดของตัวอย่างเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าสูงขึ้นไป ดัชนี GFI ที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index = AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้โดยคำนึงถึงขนาดขององศาอิสระ ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะได้ค่าดัชนี AGFI ซึ่งค่าดัชนี AGFI ที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.4 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (Root Mean Squared Residual = RMR) ดัชนี RMR เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลสองโมเดล เฉพาะกรณีที่เป็นกรณีเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ในขณะที่ดัชนี GFI และ AGFI สามารถใช้เปรียบเทียบได้ทั้งกรณีข้อมูลชุดเดียวกันและข้อมูลต่างชุดกัน ดัชนี RMR บอกขนาดของส่วนที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของโมเดลสองโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และจะใช้ได้ดีเมื่อตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายในสังเกตได้เป็นตัวแปรมาตรฐาน (standardized variable) เพราะค่าของดัชนี RMR ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. การวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multi-sample or multi-group analysis) ด้วยลิสเรล

Jöreskog and Sörbom (1989) กล่าวว่า การวิเคราะห์กลุ่มพหุสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มพร้อมกันได้ โดยที่กลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มประชากรนั้นอาจจะเป็นกลุ่มที่เกิดจากการจัดแบ่งกลุ่มตามตัวแปรจัดประเภท เช่น ตัวแปรเพศ เชื้อชาติ ระดับการศึกษา ช่วงอายุ หรืออาจเป็นกลุ่มประชากรที่มาจากประเทศหรือพื้นที่ที่มีวัฒนธรรมแตกต่างกัน ซึ่งกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์กลุ่มพหุสามารถใช้ได้กับการวิจัยที่มีการแบ่งกลุ่มทุกประเภท ซึ่งมีเงื่อนไขในการแบ่งกลุ่มว่าหน่วยตัวอย่างทุกหน่วยต้องเป็นสมาชิกของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพียงกลุ่มเดียว โดยไม่เป็นสมาชิกร่วมกันในสองกลุ่ม (mutually exclusive) เพื่อตรวจสอบว่าโมเดลลิสเรลที่มาจากกรอบแนวคิดที่นักวิจัยสร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของกลุ่มตัวอย่างหรือไม่ สำหรับการวิเคราะห์กลุ่มพหุเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ผู้วิจัยนำเสนอในสองส่วน คือ หลักการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล และขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลกลุ่มพหุ รายละเอียดดังนี้

2.1 หลักการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล

การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบของโมเดล (model form) และการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดล (parameter values) โดยที่การวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบของโมเดล หมายถึงการทดสอบว่าโมเดลตามสมมติฐานที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในแต่ละกลุ่มนั้นประกอบด้วยจำนวนตัวแปรและรูปแบบลักษณะโครงสร้างแบบเดียวกันทุกกลุ่ม หรืออาจกล่าวได้ว่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์เป็นพารามิเตอร์กำหนด (fixed) อิสระ (free) และบังคับ (constrained) เหมือนกัน โดยไม่จำเป็นต้องมีค่าพารามิเตอร์เท่ากัน

การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดลนั้น เป็นการทดสอบต่อจากการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบของโมเดล เมื่อทราบว่ากลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีรูปแบบโมเดลเดียวกัน แล้วก็ทดสอบ

ต่อว่าพารามิเตอร์ในแต่ละเมทริกซ์มีค่าเท่ากันทุกกลุ่มประชากร หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าพารามิเตอร์ในโมเดลของประชากรทุกกลุ่มมีค่าเท่ากันเมื่อเมทริกซ์พารามิเตอร์ของโมเดลทุกกลุ่มเป็นแบบเดียวกัน มีขนาดเมทริกซ์เท่ากัน และสถานะของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์เป็นพารามิเตอร์กำหนด (fixed) อิสระ (free) และบังคับ (constrained) เหมือนกัน และต้องมีค่าพารามิเตอร์เท่ากันด้วย โดยหลักการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์มีหลายระดับซึ่งเริ่มตั้งแต่ระดับที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุด (least restriction) ไปจนถึงการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์ที่มีความเข้มงวดมากที่สุด (most restriction)

ตัวอย่างการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลจากประชากร 3 กลุ่ม ที่มีตัวเลขในวงเล็บหลังค่าพารามิเตอร์บอกว่าเป็นประชากรกลุ่มใด แบ่งการทดสอบสมมติฐานออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้ คือ

- (1) เป็นสมมติฐานที่เข้มงวดน้อยที่สุด ซึ่งเป็นสมมติฐานเกี่ยวกับน้ำหนักองค์ประกอบ

$$H_0 \text{ สำหรับ } \Lambda : \quad \Lambda X(1) = \Lambda X(2) = \Lambda X(3) \\ \Lambda Y(1) = \Lambda Y(2) = \Lambda Y(3)$$

- (2) เป็นการทดสอบสมมติฐานแรวมกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับเทอมความคลาดเคลื่อนในโมเดลการวัด

$$H_0 \text{ สำหรับ } \Lambda \text{ และ } \Theta : \quad \Lambda X(1) = \Lambda X(2) = \Lambda X(3) \\ \Lambda Y(1) = \Lambda Y(2) = \Lambda Y(3) \\ \Theta X(1) = \Theta X(2) = \Theta X(3) \\ \Theta Y(1) = \Theta Y(2) = \Theta Y(3)$$

- (3) เป็นการทดสอบสมมติฐานที่สองรวมกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ BE และ GA

$$H_0 \text{ สำหรับ } \Lambda, \Theta, \beta \text{ และ } \Gamma : \quad \Lambda X(1) = \Lambda X(2) = \Lambda X(3) \\ \Lambda Y(1) = \Lambda Y(2) = \Lambda Y(3) \\ \Theta X(1) = \Theta X(2) = \Theta X(3) \\ \Theta Y(1) = \Theta Y(2) = \Theta Y(3) \\ \beta(1) = \beta(2) = \beta(3) \\ \Gamma(1) = \Gamma(2) = \Gamma(3)$$

(4) เป็นการทดสอบสมมติฐานที่สามรวมกับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมในเมทริกซ์ PH และ PS

$$H_0 \text{ สำหรับ } \Lambda, \Theta, \beta, \Gamma, \Phi \text{ และ } \Psi: \Lambda X(1) = \Lambda X(2) = \Lambda X(3)$$

$$\Lambda Y(1) = \Lambda Y(2) = \Lambda Y(3)$$

$$\Theta X(1) = \Theta X(2) = \Theta X(3)$$

$$\Theta Y(1) = \Theta Y(2) = \Theta Y(3)$$

$$\beta(1) = \beta(2) = \beta(3)$$

$$\Gamma(1) = \Gamma(2) = \Gamma(3)$$

$$\Phi(1) = \Phi(2) = \Phi(3)$$

$$\Psi(1) = \Psi(2) = \Psi(3)$$

นอกจากนี้ Bryne (1998: 261) เสนอลำดับความสำคัญของการทดสอบที่แตกต่างไปจากการทดสอบข้างต้น โดย Bryne ให้ความสำคัญกับในการทดสอบกับพารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์การถดถอย (factor loading paths, ΛX ; ΛY) เป็นอันดับแรก รองลงมาคือค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง (factor variance-covariance, Φ) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝง (structural regression paths, Γ) และให้ความสำคัญกับพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด (error variance-invariance, disturbance terms: Θ_{δ} ; Θ_{ϵ} ; Ψ) น้อยที่สุด

2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลกลุ่มพหุ

ขั้นตอนในการวิเคราะห์โมเดลกลุ่มพหุโดยลิสเรล ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการวิเคราะห์กลุ่มพหุไม่มีการกำหนดเงื่อนไขบังคับ ขั้นตอนที่สอง เป็นการวิเคราะห์กลุ่มพหุมีการกำหนดเงื่อนไขบังคับ และขั้นตอนสุดท้าย เป็นการวิเคราะห์สรุป (Jöreskog and Sörbom, 1989: 255-259; Jaccard and Wan, 1996: 24-31; Bollen, 1989: 355-369 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

ขั้นตอนแรก การวิเคราะห์กลุ่มพหุไม่มีการกำหนดเงื่อนไขบังคับเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่ม โดยใช้กลยุทธ์กลุ่มพหุในโปรแกรมลิสเรลเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากรแยกกัน และทดสอบว่าโมเดลลิสเรลสำหรับกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มนั้นสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งหากผลการทดสอบพบว่าค่าไค-สแควร์รวมไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าโมเดลแต่ละกลุ่มประชากรสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่ถ้าพบว่าค่าไค-สแควร์รวมมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าประชากรอย่างน้อยหนึ่งกลุ่มไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หากได้ผลเช่นนี้จะต้องทำการปรับโมเดลให้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามที่โปรแกรมลิสเรลรายงานในส่วนของดัชนีดัดแปร (modification indices) หรือปรับแก้ตามข้อสังเกตของนักวิจัยบนพื้นฐานของทฤษฎี จนได้โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วจึงดำเนินการขั้นที่สองต่อไป

ขั้นตอนที่สอง การวิเคราะห์กลุ่มพหุแบบมีการกำหนดเงื่อนไขบังคับ ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดเงื่อนไขบังคับเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลระหว่างประชากรแต่ละกลุ่ม การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จะต้องทำหลายครั้งตามจำนวนสมมติฐานที่ผู้วิจัยต้องการตรวจสอบ

ขั้นตอนสุดท้าย การวิเคราะห์สรุปในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาผลต่างของดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานในขั้นตอนที่สอง ระหว่างคู่ที่มีเงื่อนไขบังคับน้อยกับมีเงื่อนไขบังคับมาก ผลต่างของค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ได้จะนำมาตีความหมายเพื่อสรุปผลการวิเคราะห์โมเดลกลุ่มพหุ

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ding and Hershberger (2002) ได้ศึกษาการประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ 2 สถาบัน โดยวิชาที่ใช้สอบคือ วิชาวิจัยในจิตวิทยาและวิจัยในพยาบาล โดยแต่ละการสอบมีวิธีดำเนินการดังนี้ คือ วิชาวิจัยในจิตวิทยา ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 365 คน แบ่งเนื้อหาการสอบเป็น 7 เนื้อหา แบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดคู่ขนานกันโดยวิธีแบ่งครึ่งแบบสุ่ม (randomly splitting method) และมีจำนวนข้อสอบในแต่ละชุด 120 ข้อ ส่วนวิชาวิจัยในพยาบาลใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 205 คน แบ่งเนื้อหาการสอบเป็น 3 เนื้อหา แบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดคู่ขนานกันโดยวิธีแบ่งครึ่งแบบสุ่ม (randomly splitting method) และมีจำนวนข้อสอบในแต่ละชุด 60 ข้อ ผลการวิจัยพบว่าแบบสอบทั้งสองการสอบไม่มีความตรงตามเนื้อหาเนื่องจากโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนด้านความเท่าเทียมกันของเนื้อหาถ้าดูที่ค่าสถิติบรรยายของทั้งสองการสอบพบว่าแบบสอบทั้งสองการสอบนี้คู่ขนานกันจริง แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์โดยโมเดลสมการโครงสร้างแล้วพบว่าแบบสอบทั้งสองการสอบนี้ไม่คู่ขนานกัน

Crehen (1974 อ้างถึงในชาร์ อินไย, 2532) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความเที่ยงและความตรงของแบบสอบอิงเกณฑ์ โดยการคัดเลือกข้อสอบเพื่อแบ่งเป็นแบบสอบคู่ขนาน 6 วิธี คือ

1. เรียงลำดับข้อสอบตามวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของคอกซ์และวาร์กัส ซึ่งพิจารณาจากสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกในการสอบหลังสอน ลบด้วยสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกในการสอบก่อนสอน
2. เรียงลำดับข้อสอบตามวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของเบรนนอน ซึ่งพิจารณาจากสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกของกลุ่มที่ได้รับการสอนลบด้วยสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกของกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอน
3. เรียงลำดับตามสัดส่วนการตอบถูกของผู้สอบหลังเรียน
4. เรียงลำดับตามการเลือกของครูผู้สร้างแบบสอบ โดยให้ครูพิจารณาว่าจะเลือกข้อสอบข้อใด ถ้าจะนำไปสอนนักเรียน
5. เรียงลำดับตามค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล

6. เรียงแบบสุ่ม

ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 6 วิธี ไม่มีวิธีใดให้ผลต่อค่าความเที่ยงต่างกัน

วรรณภา ปุรณโชติและคณะ (2525) ได้สร้างแบบสอบสัมฤทธิ์ผลมาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้สร้างแบบสอบให้เป็นแบบสอบคู่ขนานกัน 2 ฉบับทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 โดยในการสร้างแบบสอบคู่ขนานนี้ได้รายงานการวิเคราะห์ คุณภาพของแบบสอบแต่เพียงค่าสถิติคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยากและอำนาจจำแนก ซึ่งผลที่ได้คือแบบสอบทั้ง 2 ฉบับที่เป็นคู่ขนานกันจริงในเชิงของค่าสถิติเพราะค่าสถิติที่วิเคราะห์ได้ของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีค่าใกล้เคียงกัน

ปิยนุช ศรีบุญรอด (2541) ศึกษาเรื่องผลของการแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนซ่อมเสริมโดยใช้เอกสารฝึกหัด ได้สร้างแบบสอบอัตนัยจำนวน 2 ฉบับ คือ แบบสอบอัตนัยเพื่อหาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ร้อยละ ให้คู่ขนานกับแบบสอบอัตนัยเพื่อวัดผลการแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละ ซึ่งมีการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบสอบโดยหาค่าความยากง่ายและความเที่ยงของแบบสอบ แต่ไม่มีการหาคุณภาพในด้านความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบ นอกจากนี้ก็ไม่มีการตรวจสอบด้านความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบที่คู่ขนานกัน

วีรวรรณ มณีนวน (2542) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเรียนร่วมมือ สอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แจ้งและสอบแบบเรียนร่วมมือโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แจ้ง โดยได้สร้างแบบสอบย่อยซึ่งเป็นแบบสอบคู่ขนานกันจำนวน 2 ชุด แบบสอบแต่ละชุดจะสร้างจำนวน 20 ข้อ ตามจำนวนหน่วยการเรียนรู้ 5 หน่วย รวมทั้งหมด 10 ชุด ซึ่งแบบสอบที่สร้างขึ้นจะสร้างมาจากลักษณะของข้อสอบเดียวกันแล้วสุ่มแยกเป็น 2 ชุด มีการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรการหาค่าดัชนี B ของเบรนนัน (Brennan)

สมถวิล วิจิตรวรรณ (2543) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงโมเดลพหุระดับและโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้สร้างเครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบคู่ขนานวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 ฉบับ ที่วัด 2 คุณลักษณะ คือการคิดคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 55 ข้อ ซึ่งสร้างจากลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (Item specification) เดียวกันและได้ทำการตรวจสอบความเป็นคู่ขนานกันของแบบสอบโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน ค่าความยากเฉลี่ย อำนาจจำแนกเฉลี่ยและค่าความเที่ยงของแบบสอบ โดยพบว่าแบบสอบทั้งหมดคู่ขนานกันยกเว้นฉบับที่ 4 ซึ่งก็ทำการปรับเทียบให้แบบสอบฉบับที่ 4 คู่ขนานกับฉบับอื่นๆโดยวิธีปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน (Horizontal test equating) เพื่อให้แบบสอบฉบับนี้เป็นคู่ขนานแบบเท่าเทียม (Tau equivalent) กับแบบสอบฉบับอื่น ๆ

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2540) ศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครู ระหว่างบุคลากรครู 2 กลุ่ม โดยประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างชนิดกัลยศัพท์กลุ่มพหุ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูผู้สอน 2,938 คน และหัวหน้าหมวด 1,609 คน ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา โดยมีการสุ่มครูผู้สอน 5-10 คน และหัวหน้าหมวด 5 คน จากโรงเรียนแต่ละโรงเรียนรวม 344 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครูมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างบุคลากรกลุ่มครูผู้สอนและกลุ่มหัวหน้าหมวด สำหรับความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์นั้น ผลการวิเคราะห์พบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ แต่มีความแปรเปลี่ยนของค่าน้ำหนักความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อน

วรรณิ แกมเกตุ (2540) ศึกษาเรื่องการพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู โดยการประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุและโมเดลเอ็มทีเอ็มเอ็มเอ็ม เพื่อตรวจสอบโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูที่มีความแปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดลระหว่างกลุ่มโรงเรียนต่างสังกัด กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครู 10,168 คน จากกลุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานการศึกษาท้องถิ่น สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กรมสามัญศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จำนวน 1,290 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่าโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูทั้งโมเดลที่วัดตัวบ่งชี้ทางตรงและโมเดลที่วัดจากตัวบ่งชี้ทางอ้อมมีรูปแบบเดียวกันทุกสังกัด แต่มีความแปรเปลี่ยนของน้ำหนักองค์ประกอบและความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน ซึ่งแสดงว่าการรวมตัวแปรในการพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู มีข้อกำหนดในการรวมแตกต่างกันระหว่างกลุ่มโรงเรียนต่างสังกัดตามผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุของประสิทธิภาพการใช้ครูที่ไม่มีเงื่อนไขกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลระหว่างกลุ่มโรงเรียนต่างสังกัดมีค่าเท่ากัน และพบว่าโมเดลตามเงื่อนไขนี้เป็นโมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีที่สุดทั้งในกรณีที่เป็นโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูของตัวแปรที่วัดโดยใช้วิธีการทางตรงและทางอ้อม

จิตตานันท์ ติกุล (2545) ศึกษาเรื่องการพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยการวิเคราะห์กลุ่มพหุ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักศึกษา 1,241 คน จากสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ผลการวิจัยพบว่าโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลระหว่างนักศึกษาต่างกลุ่มสาขาวิชา แต่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ทุกค่าที่ทดสอบ

จากการศึกษาวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ข้อสรุปสำคัญ 2 ประการ คือ (1) การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาซึ่งเป็นสิ่งสำคัญยิ่งอย่างหนึ่งต่อการพิจารณาถึงคุณภาพของแบบสอบ แต่จากการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ใช้ค่าดัชนี IOC ในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ซึ่งก็มีจุดอ่อนตรงที่ยังขาดความเป็นปรนัยของเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความตรงตามเนื้อหา เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านอาจมีเกณฑ์หรือมาตรฐานที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังอาจรวมปัจจัยแทรกซ้อนในการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ ถ้าผู้เชี่ยวชาญอยู่ในสถานการณ์ที่มีตัวแปรแทรกซ้อนต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา อารมณ์ มนุษยสัมพันธ์ ความเชื่อ ทศนคติ เพศ เชื้อชาติ

ศาสนา วัฒนธรรม เป็นต้น ก็อาจส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญได้ และ (2) การตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหา นั้น จากการศึกษพบว่าในการสร้างแบบสอบคู่ขนานส่วนใหญ่จะตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบสอบด้วยการทดสอบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้และตรวจสอบความเท่าเทียมกันในเชิงสถิติบรรยาย เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง ค่าความเที่ยง รวมถึงค่าความยากง่ายเฉลี่ยและอำนาจจำแนกเฉลี่ยของข้อสอบ แต่ยังไม่มีการตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาที่มีข้อมูลเชิงประจักษ์มายืนยัน แต่ในปัจจุบันได้มีการนำโมเดลสมการโครงสร้างเข้ามาวิเคราะห์ความตรงตามโครงสร้างกันอย่างกว้างขวาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำโมเดลสมการโครงสร้าง ซึ่งมีวิธีการศึกษาวิเคราะห์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหา และตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาของแบบสอบ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้าง สำหรับประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาของแบบสอบ โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้ 1) เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง 2) เพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหา ระหว่างแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง ดังมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทมมหานคร จำนวน 57,180 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทมมหานคร ปีการศึกษา 2546 ซึ่งได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม ๆ ดังนี้คือ

1. กลุ่มที่ทดลองใช้เครื่องมือ (try out) ผู้วิจัยเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอานวยศิลป์ จำนวน 14 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้และดูเวลาที่นักเรียนใช้ทำแบบสอบ
2. กลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลจริงซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) โดยมีการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างและการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้

2.1 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ใช้ตารางสำเร็จรูปสำหรับกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการวิจัย (ศิริชัย กาญจนวาสี, ดิเรก ศรีสุโข และ ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์, 2540) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 271 คน โดยมีความเชื่อมั่นที่ระดับ 90 % และยอมให้ขนาดความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยเกิดขึ้นได้ไม่เกิน $\pm 10\%$ ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 ปรับขนาดกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลสมการโครงสร้าง (โปรแกรมลิสเรล) ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่พอสมควร Sasris, W.E. และ Stronkhorst, L.H. (1984: 213-214 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) กำหนดว่าข้อมูลในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเป็นตัวแปรที่มี

การแจกแจงพหุนามทุกตัว ควรใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเท่ากับหรือมากกว่า 100 คน และเพื่อให้งานวิจัยมีความแข็งแกร่งของข้อมูลและลดความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้น ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างมากกว่า 271 คน

2.3 วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม. กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) โดยผู้วิจัยสุ่มโรงเรียนแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ตามขนาดของโรงเรียนซึ่งแบ่งเป็น 4 ขนาด โดยใช้เกณฑ์การแบ่งกลุ่มขนาดของโรงเรียนจากจำนวนนักเรียนเป็นเกณฑ์ดังตารางที่ 3.1 และได้จำนวนประชากรโรงเรียนและนักเรียนที่แบ่งตามขนาดของโรงเรียนดังตารางที่ 3.2 จากนั้นผู้วิจัยสุ่มโรงเรียนอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ตามขนาดของโรงเรียนมาขนาดละ 1 โรงเรียน และสุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนที่สุ่มมาได้โรงเรียนละ 2 ห้องเรียน และได้เก็บข้อมูลเพิ่มเติมอีก 1 โรงเรียนดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การแบ่งกลุ่มขนาดของโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	จำนวนนักเรียน
ขนาดเล็ก	< 500
ขนาดกลาง	500 – 1,499
ขนาดใหญ่	1,500 – 2,499
ขนาดใหญ่พิเศษ	> 2,500

ตารางที่ 3.2 จำนวนประชากรโรงเรียนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม. กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546

ขนาดโรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนนักเรียน	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
ขนาดเล็กและกลาง	26	7,125	12.46
ขนาดใหญ่	43	20,403	35.68
ขนาดใหญ่พิเศษ	45	29,652	51.86
รวม	114	57,180	100.00

**หมายเหตุ โรงเรียนขนาดเล็กมีจำนวนน้อยมากจึงนำมารวมกับโรงเรียนขนาดกลาง

ตารางที่ 3.3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546

ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน
1. วัดน้อยนพคุณ	72
2. พุทธจักรวิทยา	57
3. โปธิสารพิทยากร	97
4. บดินทรเดชา สิงห์ สิงหเสนี 2	107
รวม	333

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเศษส่วน แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- 1) แบบสอบคู่ขนานจำนวน 2 ฉบับ คือแบบสอบฉบับ A และแบบสอบฉบับ B (ฉบับละ 30 ข้อ)
- 2) แบบสอบที่ไม่เป็นคู่ขนาน จำนวน 1 ฉบับ คือแบบสอบฉบับ C (ฉบับละ 30 ข้อ)

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอ ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) แบบสอบคู่ขนาน

ขั้นที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่องเศษส่วน

ขั้นที่ 2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเศษส่วน

ขั้นที่ 3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยให้หน้าหน้าจำนวนข้อตามความสำคัญของเนื้อหา ปริมาณเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงที่ทำการสอน ดังตารางที่ 3.4

ขั้นที่ 4 ศึกษาข้อสอบคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหลายแหล่ง เช่น จากข้อสอบโรงเรียนต่าง ๆ จากแบบฝึกหัด จากแบบสอบของครูที่ทำผลงานทางวิชาการวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

ตารางที่ 3.4 แผนผังข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	น้ำหนักรายข้อ		
		คิดเป็น %	จำนวนข้อ	เลขที่ข้อ
1. เศษส่วน	1.บอกเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบและบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้	10	3	1-3
2. การเปรียบเทียบเศษส่วน	2.เปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ว่าเท่ากัน ไม่เท่ากัน มากน้อยกว่ากัน	10	3	4-6
3. การบวกและการลบเศษส่วน	3.หาผลบวกของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	3	7-9
	4.หาผลบวกของจำนวนคละได้อย่างถูกต้อง	10	3	10-12
	5.หาผลลบของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	3	13-15
	6.หาผลบวกและผลลบของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	3	16-18
	7.คูณเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	3	19-21
	8.หาคำตอบของโจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วนใดๆได้อย่างถูกต้อง	10	3	22-24
4. การคูณและการหารเศษส่วน	9.หารเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	3	25-27
	10.หาคำตอบของโจทย์ระคนบวก ลบ คูณ หารและโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	3	28-30
รวม		100	30	

ขั้นที่ 5 จากขอบเขตเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบขึ้นเป็นรูปแบบฟาเซททั้งหมด 11 รูปแบบ โดยในแต่ละรูปแบบสร้างจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมดังตารางที่ 1 และ 2 (ในภาคผนวก ข หน้า 112 - 142) ซึ่งในแต่ละรูปแบบจะประกอบด้วยรูปแบบฟาเซทในส่วนที่ใช้เป็นคำถามและรูปแบบฟาเซทในส่วนที่ใช้เป็นตัวเลือกรูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างข้อคำถามและตัวเลือกรูปแบบฟาเซทที่สร้างขึ้นโดยการนิยามขอบเขตของเนื้อหาในจุดประสงค์หนึ่ง ๆ ให้อยู่ในรูปของส่วนประกอบย่อย ๆ ที่สามารถอธิบายมโนทัศน์ของจุดประสงค์นั้นได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน จำนวนฟาเซททั้งหมดที่เป็นไปได้มีขึ้นขึ้นอยู่กับขอบเขตเนื้อหาในแต่ละจุดประสงค์

ขั้นที่ 6 สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชนิด 4 ตัวเลือก ฉบับละ 60 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามโครงสร้างลักษณะข้อสอบและคูชานานกันจำนวน 2 ฉบับ คือฉบับ A และฉบับ B โดยสร้างจากรูปแบบฟาเซทเดียวกันทั้งฉบับ A และฉบับ B

ขั้นที่ 7 นำข้อสอบทั้ง 2 ฉบับ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการวัดและประเมินผลการศึกษาจำนวน 4 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 5 ท่าน (รายชื่ออยู่ในภาคผนวก ก หน้า 110)

ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมด้านภาษาและ ประเมินว่าข้อสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ค่าดัชนี IOC เมื่อพิจารณาแล้วนำ คะแนนมาหาค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 คะแนนขึ้นไป สรุปได้ว่าข้อสอบข้อนี้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้จริง ถ้าได้คะแนนน้อยกว่า .50 คะแนน นำไปปรับปรุงแก้ไข

จากการตรวจสอบความตรงเนื้อหาของข้อสอบทั้งฉบับ A และ B โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการวัด และประเมินผลการศึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 9 ท่าน สรุปผลการ ตรวจสอบได้ดังนี้

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A พบว่าข้อสอบทุกข้อวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์ ซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง .67 – 1.00 แต่ก็มีบางท่านได้เสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบบางข้อ ซึ่งผู้วิจัยก็ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วดังปรากฏอยู่ในภาคผนวก ค หน้า 144 - 147

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ B พบว่าข้อสอบทุกข้อวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์ ซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง .67 – 1.00 แต่ก็มีบางท่านได้เสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบบางข้อ ซึ่งผู้วิจัยก็ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วดังปรากฏอยู่ในภาคผนวก ง หน้า 149 - 151

ขั้นที่ 8 นำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาแล้วไปใช้กับนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคำตอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติดังนี้ คือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ค่าความแปรปรวน ค่าความเที่ยงของแบบสอบ ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ดังตาราง ที่ 3.5 โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ดังนี้

ความยากง่ายของข้อสอบ

P	ความหมาย
.80 – 1.00	ง่ายมาก
.60 – .79	ค่อนข้างง่าย
.40 – .59	ปานกลาง
.20 – .39	ค่อนข้างยาก
0 – .19	ยากมาก

อำนาจจำแนกของข้อสอบ

r	ความหมาย
.60 – 1.00	ดีมาก
.40 – .59	ดี
.20 – .39	พอใช้ได้ อาจต้องการปรับปรุง
.10 – .19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0 – .09	ต่ำมาก ควรตัดทิ้ง

ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชั้น A และ B (ฉบับละ 60 ข้อ) จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 184 คน

ค่าสถิติ	แบบสอบฉบับ A	แบบสอบฉบับ B
ค่าเฉลี่ย	28.87	27.90
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	12.35	10.02
ความเบ้	.69	.58
ความโด่ง	2.52	3.14
ความยากเฉลี่ย	.48	.47
ความยากเฉลี่ยมาตรฐาน	13.18	13.36
อำนาจจำแนกเฉลี่ย	.50	.41
ความเที่ยงของแบบสอบ KR ₂₀	.93	.88

จากตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์แบบสอบทั้ง 2 ฉบับ จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างฉบับละ 92 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของแบบสอบฉบับ A และ B คือ 28.87 และ 27.90 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 12.35 และ 10.02 โดยที่แบบสอบฉบับ A มีค่าเฉลี่ยของแบบสอบสูงกว่าแบบสอบฉบับ B เมื่อพิจารณาค่าความเบ้ของแบบสอบ (.69 และ .58) พบว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีการแจกแจงในลักษณะเบ้ขวา แสดงว่านักเรียนที่ทำการทดสอบในแบบสอบทั้ง 2 ฉบับส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดและเมื่อพิจารณาค่าความโด่ง (2.52 และ 3.14) พบว่าแบบสอบฉบับ A มีค่าความโด่งต่ำกว่าโค้งปกติ และแบบสอบฉบับ B มีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงของแบบสอบ KR₂₀ ของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าอยู่ในระดับสูง คือ .93 และ .88 ตามลำดับ แสดงว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบที่ได้จากการสอบเมื่อทำการสอบซ้ำ ๆ สูง

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ พบว่าค่าความยากของข้อสอบในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A มีค่าอยู่ระหว่าง .21 - .86 ค่าความยากเฉลี่ยคือ .48 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง -.08 - .88 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยคือ .50 (ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้ออยู่ในภาคผนวก จ หน้า 153 - 160) ค่าความยากของข้อสอบในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ B มีค่าอยู่ระหว่าง .20 - .84 ค่าความยากเฉลี่ย คือ .47 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง -.17 - .71 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยคือ .41 (ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้ออยู่ในภาคผนวก ฉ หน้า 162 - 169) แสดงว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีระดับความยากอยู่ระหว่างค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยากและมีความยากเฉลี่ยของแบบสอบทั้งฉบับระดับปานกลาง รวมทั้งมีอำนาจจำแนกของแบบสอบอยู่ระหว่างต่ำมากจนถึงดีมากและมีอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบสอบทั้งฉบับอยู่ในระดับดี

ขั้นที่ 9 คัดเลือกข้อสอบเพื่อจัดทำเป็นแบบสอบคู่ขนาน โดยพิจารณาจากความครอบคลุมเนื้อหาและค่าสถิติ คือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวน นอกจากนี้ในการคัดเลือกแบบสอบที่คู่ขนานกันจะพิจารณาระดับความยากง่ายและอำนาจจำแนกข้อสอบด้วยโดยจะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกเท่ากันหรือใกล้เคียงกันด้วย ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชั้น A และ B (ฉบับละ 30 ข้อ) จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 222 คน

ค่าสถิติ	แบบสอบฉบับ A	แบบสอบฉบับ B
ค่าเฉลี่ย	12.92	13.05
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5.92	5.48
ความเบ้	.94	.80
ความโด่ง	3.07	3.33
ความยากเฉลี่ย	.43	.44
ความยากเฉลี่ยมาตรฐาน	13.73	13.69
อำนาจจำแนกเฉลี่ย	.48	.44
ความเที่ยงของแบบสอบ KR ₂₀	.84	.79

จากตารางที่ 3.6 ผลการวิเคราะห์แบบสอบทั้ง 2 ฉบับ จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างฉบับละ 111 คน พบว่าค่าเฉลี่ยของแบบสอบฉบับ A และ B คือ 12.92 และ 13.05 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 5.92 และ 5.48 โดยแบบสอบฉบับ B มีค่าเฉลี่ยของแบบสอบสูงกว่าแบบสอบฉบับ A เมื่อพิจารณาค่าความเบ้ของแบบสอบ (.94 และ .80) พบว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีการแจกแจงในลักษณะเบ้ขวา แสดงว่านักเรียนที่ทำการทดสอบในแบบสอบทั้ง 2 ฉบับส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดและเมื่อพิจารณาค่าความโด่ง (3.07 และ 3.33) พบว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าความโด่งสูงกว่าได้ปกติ และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงของแบบสอบ KR₂₀ ของแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่าอยู่ในระดับสูงและค่อนข้างสูง คือ .84 และ .79 ตามลำดับ แสดงว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบที่ได้จากการสอบเมื่อทำการสอบซ้ำ ๆ สูงและค่อนข้างสูง ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ พบว่าค่าความยากของข้อสอบในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A มีค่าอยู่ระหว่าง .21 - .82 ค่าความยากเฉลี่ยคือ .43 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง -.10 - .90 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยคือ .48 (ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้ออยู่ในภาคผนวก ญ หน้า 186 - 189) ค่าความยากของข้อสอบในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ B มีค่าอยู่ระหว่าง .27 - .76 ค่าความยากเฉลี่ย คือ .44 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง .07 - .83 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยคือ .44 (ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้ออยู่ในภาคผนวก ฎ หน้า 191 - 194) แสดงว่าแบบสอบทั้ง 2 ฉบับ มีระดับความยากอยู่ระหว่างค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยากและมีค่าความยากเฉลี่ยของแบบสอบทั้งฉบับระดับปานกลาง รวมทั้งมีอำนาจจำแนกของแบบสอบอยู่ระหว่างต่ำมากจนถึงดีมากและมีอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบสอบทั้งฉบับอยู่ในระดับดี

2) แบบสอบที่ไม่เป็นคู่ขนาน

ขั้นที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่องเศษส่วน

ขั้นที่ 2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเศษส่วน

ขั้นที่ 3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยให้น้ำหนักจำนวนข้อตามความสำคัญของเนื้อหา ปริมาณเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงที่ทำการสอน ดังตารางที่ 3.4

ขั้นที่ 4 คัดเลือกข้อสอบคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหลายแหล่ง เช่น จากข้อสอบโรงเรียนต่าง ๆ จากแบบฝึกหัด จากแบบสอบของครูที่ทำผลงานทางวิชาการวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อจัดทำเป็นแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ C โดยจัดทำเป็นแบบสอบชนิด 4 ตัวเลือก ฉบับละ 30 ข้อ

ขั้นที่ 5 นำแบบสอบฉบับ C ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย แล้วนำคำตอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติดังนี้ คือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวน ค่าความเที่ยงของแบบสอบ ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ C (ฉบับละ 30 ข้อ) จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 111 คน

ค่าสถิติ	แบบสอบฉบับ C
ค่าเฉลี่ย	15.22
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.56
ความเบ้	.12
ความโด่ง	2.00
ความยากเฉลี่ย	.51
ความยากเฉลี่ยมาตรฐาน	12.94
อำนาจจำแนกเฉลี่ย	.55
ความเที่ยงของแบบสอบ KR ₂₀	.87

จากตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์แบบสอบฉบับ C จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 111 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยของแบบสอบฉบับ C คือ 15.22 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 6.56 เมื่อพิจารณาค่าความเบ้ของแบบสอบ (.12) พบว่าแบบสอบฉบับ C มีการแจกแจงในลักษณะเบ้ขวา แสดงว่านักเรียนที่ทำการทดสอบในแบบสอบฉบับ C ส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดและเมื่อพิจารณาค่าความโด่ง (2.00) พบว่าแบบสอบฉบับ C มีค่าความโด่งต่ำกว่าค่าปกติ และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงของแบบสอบ

KR₂₀ ของแบบสอบฉบับ C มีค่าอยู่ในระดับสูง คือ .87 แสดงว่าแบบสอบฉบับ C มีความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบที่ได้จากการสอบเมื่อทำการสอบซ้ำ ๆ สูง

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ พบว่าค่าความยากของข้อสอบในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ C มีค่าอยู่ระหว่าง .13 - .80 ค่าความยากเฉลี่ยคือ .51 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง .00 - .79 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยคือ .55 (ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้ออยู่ในภาคผนวก ฎ หน้า 196 - 199) แสดงว่าแบบสอบฉบับ C มีระดับความยากอยู่ระหว่างค่อนข้างง่ายถึงยากมากและมีความยากเฉลี่ยของแบบสอบทั้งฉบับระดับปานกลาง รวมทั้งมีอำนาจจำแนกของแบบสอบอยู่ระหว่างต่ำมากจนถึงดีมากและมีอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบสอบทั้งฉบับอยู่ในระดับดี

3) การตรวจสอบความเป็นคู่ขนาน

ขั้นที่ 1 ทดสอบความเท่ากันระหว่างความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ A, B และ C โดยการทดสอบ Levene' s Test for Equality of Variances โดยการนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนการวัดรายคนกับคะแนนเฉลี่ยของแต่ละฉบับมาทดสอบด้วยสถิติทดสอบ F ดังตารางที่ 3.8 โดยมีสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

H_0 : ความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A, B และ C มีค่าเท่ากัน

$$\sigma_A^2 = \sigma_B^2 = \sigma_C^2$$

H_1 : ความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน และไม่เท่ากับฉบับ C ($\sigma_A^2 = \sigma_B^2$) $\neq \sigma_C^2$

ตารางที่ 3.8 ผลการทดสอบความเท่ากันระหว่างความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ A, B และ C (ฉบับละ 30 ข้อ)

Levene Statistic	df1	df2	p
3.685 [*]	2	330	.026

^{*} p < .05

จากตารางที่ 3.8 ผลการตรวจสอบความเท่ากันระหว่างความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A และ B ด้วยการทดสอบ Levene' s Test for Equality of Variances โดยการนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนการวัดรายคนกับคะแนนเฉลี่ยของแต่ละฉบับมาทดสอบด้วยสถิติทดสอบ F พบว่าค่าสถิติทดสอบ F ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 3.685, p = .026) จึงปฏิเสธสมมติฐานศูนย์คือความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A, B และ C มีความแตกต่างกัน จากการทดสอบ F เป็นรายคู่ พบว่าค่าสถิติทดสอบ F ของแบบสอบฉบับ A กับ B ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = .376, p = .540) และค่าสถิติทดสอบ F ของแบบสอบฉบับ C กับแบบสอบฉบับ A และ B มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 3.755, p = .050 และ F = 7.143, p = .008 ตามลำดับ) ซึ่งแสดงว่าแบบสอบฉบับ A กับ B มีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากับแบบสอบฉบับ C

ขั้นที่ 2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชั้น A, B และ C ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one – way ANOVA) ดังตารางที่ 3.9 โดยมีสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

H_0 : ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น A, B และ C มีค่าเท่ากัน

$$\mu_A = \mu_B = \mu_C$$

H_1 : ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น A และ B มีค่าเท่ากัน และไม่เท่ากับชั้น C

$$(\mu_A = \mu_B) \neq \mu_C$$

ตารางที่ 3.9 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชั้น A, B และ C

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	368.919	2	184.459	5.124*	.006
ภายในกลุ่ม	11880.757	330	36.002		
รวม	12249.676	332			

* p < .05

จากตารางที่ 3.9 การตรวจสอบความเท่ากันระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น A, B และ C ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one – way ANOVA) พบว่าค่าสถิติทดสอบ F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F = 5.124$, $p = .006$) จึงปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ คือค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น A, B และ C แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขั้นที่ 3 ทดสอบความแตกต่างภายหลัง (Post-hoc Comparison) ของค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น A, B และ C ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ผลการทดสอบความแตกต่างภายหลังของค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น A, B และ C

แบบสอบ	ค่าเฉลี่ย	แบบสอบ		
		A	B	C
A	12.92	-		
B	13.05	.997	-	
C	15.22	.020*	.025*	-

* p < .05

จากตารางที่ 3.10 ผลการทดสอบความแตกต่างภายหลังของค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ชั้น A, B และ C พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 คู่ คือ คู่แรก แบบสอบชั้น A กับแบบสอบชั้น C โดยแบบสอบชั้น A มีค่าเฉลี่ยของ

คะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าแบบสอบฉบับ C ($\bar{X}_A = 12.92$, $\bar{X}_C = 15.22$) และผู้สุดท้าย แบบสอบฉบับ B กับแบบสอบฉบับ C โดยแบบสอบฉบับ B มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าแบบสอบฉบับ C ($\bar{X}_B = 13.05$, $\bar{X}_C = 15.22$) และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 1 คู่ คือ แบบสอบฉบับ A กับแบบสอบฉบับ B แสดงว่าแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เท่ากันและไม่เท่ากับแบบสอบฉบับ C

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. ตรวจสอบรายชื่อโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พร้อมทั้งสถานที่ติดต่อและสอบถามเส้นทางรถโดยสารประจำทาง เพื่อการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง
2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผ่านไปยังสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร เพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล
3. นำหนังสือขอความร่วมมือจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร พร้อมแบบแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ส่งถึงผู้บริหารโรงเรียน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. โทรศัพท์ติดต่อกับทางโรงเรียนเพื่อนัดวันเวลาในการเก็บข้อมูล
5. ไปเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยตนเอง
6. นำแบบสอบที่เก็บมาแล้วตรวจให้คะแนนพร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 3 ฉบับ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ CTIA (สุพัฒน์ สุขมลสันต์, 2534) เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าความเบ้ (skewness) ค่าความโด่ง (kurtosis) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

1.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

โดยที่	x	=	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum x$	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	\bar{x}	=	ค่าเฉลี่ย
	n	=	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

2. วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 3 ฉบับ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ CTIA (สุพัฒน์ สุขมลสันต์, 2534) เพื่อวิเคราะห์ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายในของแบบสอบด้วยสูตร KR20 ของคูเดอริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

2.1 ค่าความยาก (p)

$$p = \frac{P_H + P_L}{2}$$

2.2 อำนาจจำแนก (r)

$$r = P_H - P_L$$

โดยที่	P	=	ค่าความยากของข้อสอบ
	r	=	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	P_H	=	สัดส่วนของคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	=	สัดส่วนของคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

2.3 ความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายในของแบบสอบด้วยสูตร KR₂₀

$$KR_{20} = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_x^2} \right]$$

โดยที่	KR_{20}	=	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบ
	k	=	จำนวนข้อสอบ
	p_i	=	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อที่ i
	q_i	=	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อที่ i ($q_i = 1 - p_i$)
	S_x^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนรวม x

3. ทดสอบความเท่ากันระหว่างความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับ โดยการทดสอบ Levene' s Test for Equality of Variances

4. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one – way ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows version 11.0

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) ระหว่างตัวแปร เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงหรือไม่ (linear relationship) ทิศทาง (direction) ของความสัมพันธ์ เป็นบวกหรือลบ ขนาด (strength) ของความสัมพันธ์มีค่าอยู่ในระดับใด เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและการวิเคราะห์กลุ่มพหุ โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r)

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

โดยที่ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum x$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด x
 $\sum y$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด y

เกณฑ์การพิจารณาว่าตัวแปร 2 ตัวแปรว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และมีความสัมพันธ์กันในระดับใด พิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ซึ่งมีเกณฑ์กว้าง ๆ ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

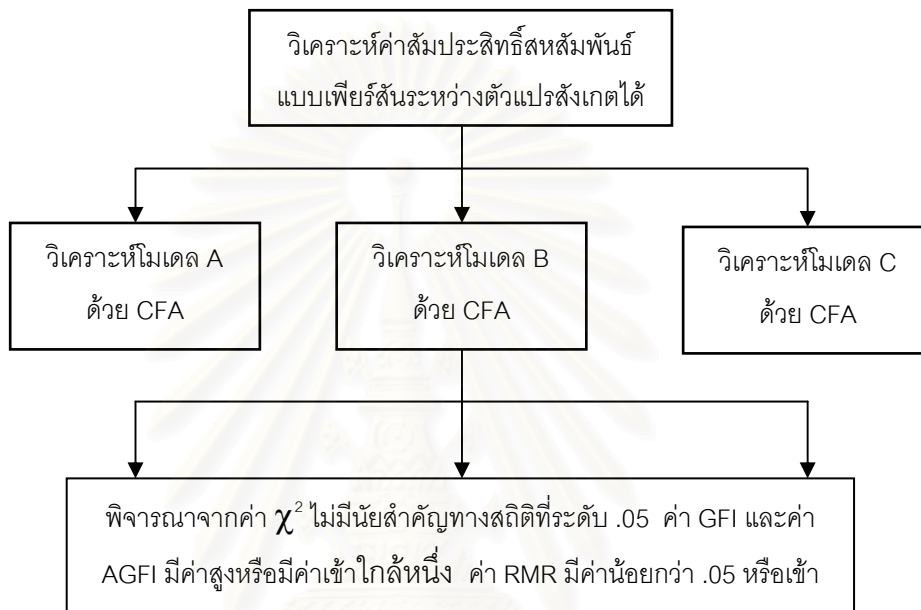
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	ระดับความสัมพันธ์
$r < .8$	สูง
$.6 < r < .8$	ค่อนข้างสูง
$.4 < r < .6$	ปานกลาง
$.2 < r < .4$	ค่อนข้างต่ำ
$r < .2$	ต่ำ

การวิเคราะห์ในส่วนนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows version 11.0

6. ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานทั้ง 3 ฉบับ ว่าสอดคล้องกับโครงสร้างเนื้อหาเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งมีโมเดลสมมติฐานโครงสร้างลักษณะของข้อสอบดังแผนภาพที่ 3.1 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม LISREL for Windows version 8.52 แล้วตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลการวัดเนื้อหาตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยพิจารณาจากค่า χ^2 ดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) และค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) ถ้าโมเดลสอดคล้องกลมกลืนก็แสดงว่าแบบสอบฉบับนั้นมีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) และค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าสูงหรือมีค่า

เข้าใกล้หนึ่ง ค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ ขั้นตอนการวิเคราะห์แสดงดังแผนภาพที่ 3.1

แผนภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาในโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน



7. ตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนานทั้ง 3 ฉบับ โดยมีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ระหว่างแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ด้วยการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multi-group analysis) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม LISREL for Windows version 8.52 แบ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลและความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้รวม 2 สมมติฐาน

ในที่นี้ผู้วิจัยเลือกทดสอบสมมติฐานตามลำดับที่ Bryne (1998: 261) เสนอไว้โดยให้ความสำคัญกับพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้เป็นอันดับแรก โดยผู้วิจัยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน โดยมีลำดับของสมมติฐานที่ทดสอบดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบฉบับ (A = B) ≠ C

(1.1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบกำหนด อิสระ และบังคับในเมทริกซ์เหมือนกัน)

(1.2) H_{Λ_x} : $(\Lambda_x^{(A)} = \Lambda_x^{(B)}) \neq \Lambda_x^{(C)}$

การทดสอบสมมติฐานที่ (1.1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีข้อกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน นั่นคือเป็นการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั่นเอง

การทดสอบสมมติฐานที่ (1.2) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (1.1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบทดสอบบี A และ B มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบทดสอบบี C เป็นอิสระ

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบบี ($A = C$) \neq B

(2.1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบกำหนด อิสระ และบังคับในเมทริกซ์เหมือนกัน)

(2.2) H_{Λ_x} : ($\Lambda_x^{(A)} = \Lambda_x^{(C)} \neq \Lambda_x^{(B)}$)

การทดสอบสมมติฐานที่ (2.1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบทดสอบให้มีค่าเท่ากัน นั่นคือเป็นการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั่นเอง

การทดสอบสมมติฐานที่ (2.2) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (2.1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบทดสอบบี A และ C มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบทดสอบบี B เป็นอิสระ

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบบี ($B = C$) \neq A

(3.1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบกำหนด อิสระ และบังคับในเมทริกซ์เหมือนกัน)

(3.2) H_{Λ_x} : ($\Lambda_x^{(B)} = \Lambda_x^{(C)} \neq \Lambda_x^{(A)}$)

การทดสอบสมมติฐานที่ (3.1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบทดสอบให้มีค่าเท่ากัน นั่นคือเป็นการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั่นเอง

การทดสอบสมมติฐานที่ (3.2) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (3.1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบทดสอบบี B และ C มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบทดสอบบี A เป็นอิสระ

การวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ ตามสมมติฐานข้างต้นแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (การวิเคราะห์โดยไม่มีข้อกำหนดเงื่อนไขให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากัน)

2. ขั้นนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (การวิเคราะห์โดยการกำหนดเงื่อนไขให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากัน)

3. การคำนวณผลต่างของค่าไค-สแควร์ และผลต่างขององศาอิสระที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 การแปลผลการวิเคราะห์ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากร แต่ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากร

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบสมมติฐานรายคู่เพิ่มเติม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 คู่ คือ แบบสอบฉบับ A กับ B แบบสอบฉบับ A กับ C และแบบสอบฉบับ B กับ C โดยมีลำดับสมมติฐานในการทดสอบ ดังนี้

คู่ที่ 1 แบบสอบฉบับ A กับ B

(4.1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์ เป็นแบบกำหนด อิสระ และบังคับในเมทริกซ์เหมือนกัน)

(4.2) H_{Λ_x} : $\Lambda_x^{(A)} = \Lambda_x^{(B)}$

การทดสอบสมมติฐานที่ (4.1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีข้อกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน นั่นคือเป็นการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั่นเอง

การทดสอบสมมติฐานที่ (4.2) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (4.1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน

คู่ที่ 2 แบบสอบฉบับ A กับ C

(5.1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์ เป็นแบบกำหนด อิสระ และบังคับในเมทริกซ์เหมือนกัน)

(5.2) H_{Λ_x} : $\Lambda_x^{(A)} = \Lambda_x^{(C)}$

การทดสอบสมมติฐานที่ (5.1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีข้อกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน นั่นคือเป็นการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั่นเอง

การทดสอบสมมติฐานที่ (5.2) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (5.1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A และ C มีค่าเท่ากัน

คู่ที่ 3 แบบสอบฉบับ B กับ C

(6.1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบกำหนด อิสระ และบังคับในเมทริกซ์เหมือนกัน)

(6.2) H_{Λ_x} : $\Lambda_x^{(B)} = \Lambda_x^{(C)}$

การทดสอบสมมติฐานที่ (6.1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน นั่นคือเป็นการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั่นเอง

การทดสอบสมมติฐานที่ (6.2) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (6.1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ B และ C มีค่าเท่ากัน

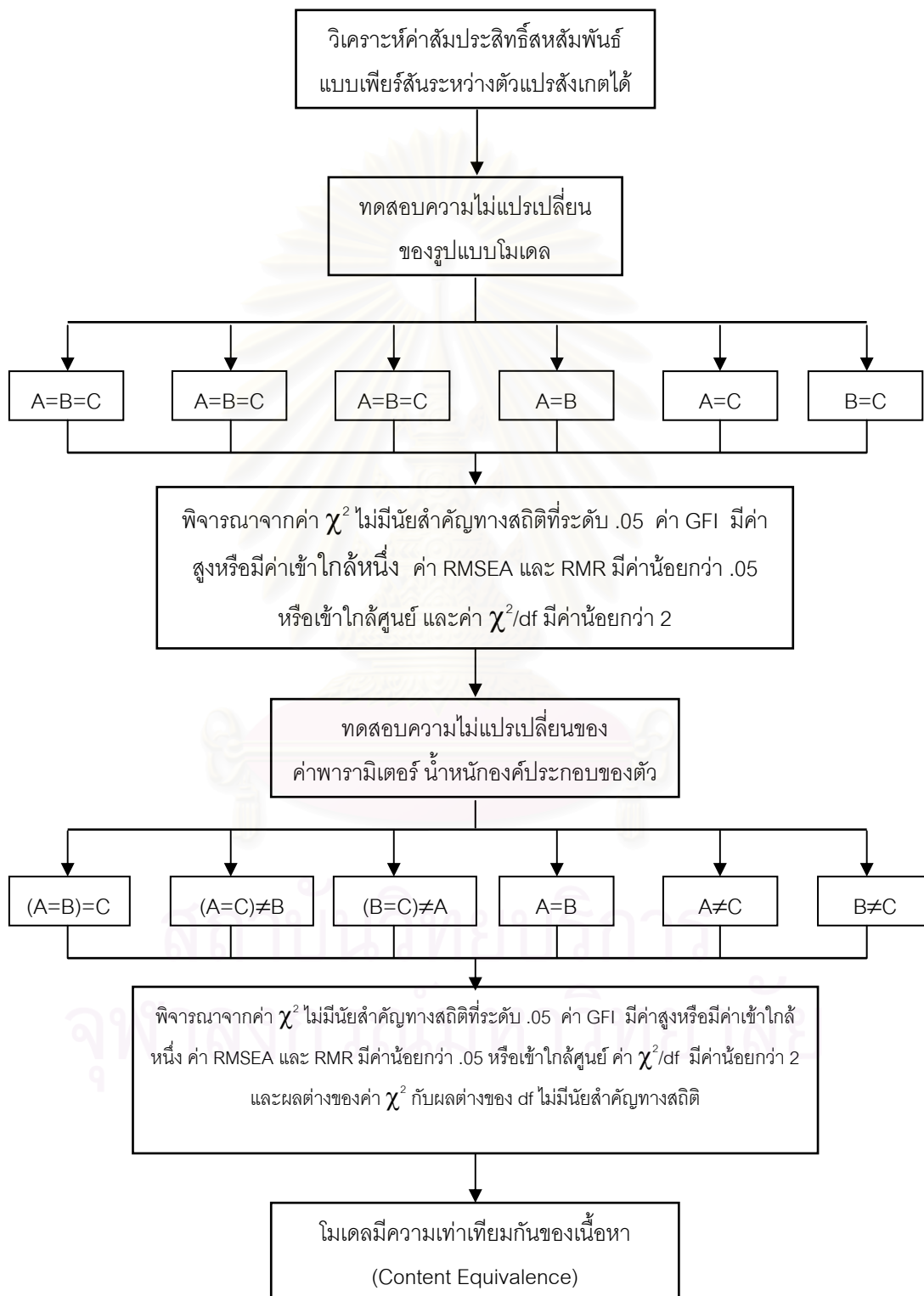
สำหรับเกณฑ์ในการพิจารณาความเท่าเทียมกันของเนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. พิจารณาจากความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) และค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 แสดงว่าแบบสอบนั้นมีรูปแบบโมเดลเหมือนกัน

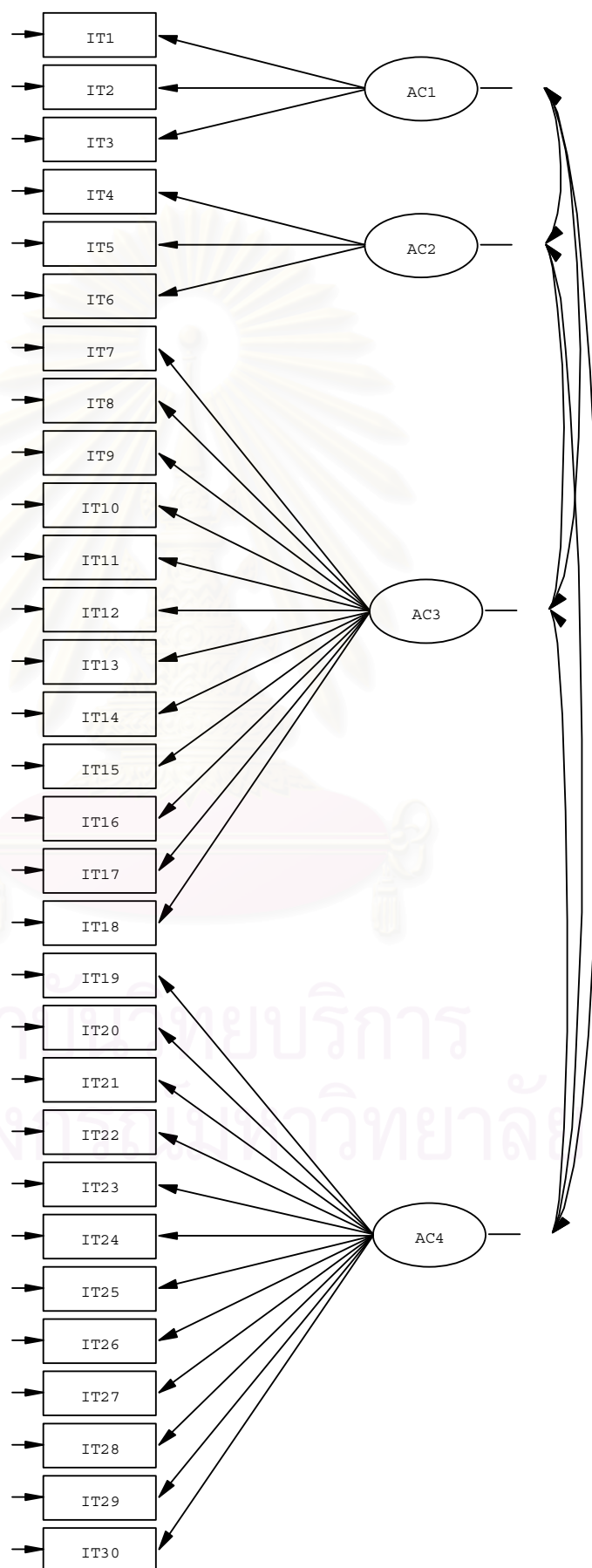
2. พิจารณาจากความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) และค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 และผลต่างของค่าไค-สแควร์กับผลต่างของค่าองศาอิสระไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแบบสอบมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหา (Content Equivalence)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำเสนอผังแผนภาพที่ 3.2

แผนภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเท่าเทียมของเนื้อหาในโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน



แผนภาพที่ 3.3 โมเดลสมมติฐานโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนฉบับ A, B และ C



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้าง สำหรับประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบคู่ขนาน โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้ คือ (1) เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (2) เพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง ผู้วิจัยจึงเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังกล่าว โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสะดวกและมีความเข้าใจเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลมากขึ้น ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติและตัวแปรต่าง ๆ ในการนำเสนอ ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติ

\bar{x} หมายถึง ค่าเฉลี่ย (mean)

SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

χ^2 หมายถึง ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืนประเภทค่าสถิติไค-สแควร์

Λ_x หมายถึง เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง

Φ หมายถึง เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง

Θ_{δ} หมายถึง เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้

R^2 หมายถึง สัมประสิทธิ์การทำนาย (coefficient of determination)

df หมายถึง ค่าองศาอิสระ (degree of freedom)

p หมายถึง ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

GFI หมายถึง ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index)

AGFI หมายถึง ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index)

RMR หมายถึง ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (Root Mean Square Residual)

RMSEA หมายถึง ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (Root Mean Square Error of Approximation)

สัญลักษณ์ที่แทนตัวแปรแฝง

- AC1 หมายถึง เนื้อหาเรื่องเศษส่วน
- AC2 หมายถึง เนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน
- AC3 หมายถึง เนื้อหาเรื่องการบวกและลบเศษส่วน
- AC4 หมายถึง เนื้อหาเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน

สัญลักษณ์ที่แทนตัวแปรสังเกตได้

- IT1 – IT3 หมายถึงข้อสอบข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 3 ที่วัดเนื้อหาเรื่องเศษส่วน
- IT4 – IT6 หมายถึงข้อสอบข้อที่ 4 ถึง ข้อที่ 6 ที่วัดเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน
- IT7 – IT18 หมายถึงข้อสอบข้อที่ 7 ถึง ข้อที่ 18 ที่วัดเนื้อหาเรื่องการบวกและลบเศษส่วน
- IT19 – IT30 หมายถึงข้อสอบข้อที่ 19 ถึง ข้อที่ 30 ที่วัดเนื้อหาเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ มีทิศทางและขนาดของความสัมพันธ์อย่างไร โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation) ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นการทดสอบว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์หรือไม่ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ของแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันนั้น ควรจะมีค่าสหสัมพันธ์แตกต่างจากศูนย์ ถ้าตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันแสดงว่าไม่มีองค์ประกอบร่วมและไม่มีประโยชน์ที่จะนำเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นไปวิเคราะห์ โดยทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) หรือไม่โดยใช้ Bartlett's test of sphericity และทดสอบโดยการคำนวณค่าสถิติดัชนีไกเซอร์-ไมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) ค่าดัชนีไกเซอร์-ไมเยอร์-ออลคินควรจะมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีน้อยและไม่เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

ตารางที่ 4.1 ค่าสถิติ Bartlett's test และค่าดัชนี Kaiser-Mayer-Olkin ของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ฉบับ A, B และ C

โมเดล	Bartlett's test of sphericity	p	Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy
A	999.061	.000	.712
B	771.503	.000	.617
C	1000.344	.000	.785

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) หรือไม่โดยใช้ค่าสถิติ Bartlett's test of sphericity และค่าดัชนี Kaiser-Mayer-Olkin Measure of Sampling Adequacy พบว่าค่าสถิติ Bartlett's test of sphericity ของทั้ง 3 โมเดล มีค่าเท่ากับ 999.061, 771.503 และ 1000.344 ตามลำดับ ซึ่งมีค่า $p < .01$ แสดงให้เห็นว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นี้มีความแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี Kaiser-Mayer-Olkin ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 ทุกค่า แสดงให้เห็นว่าตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันมากและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต่อไป

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 30 ตัวแปร ของแบบ สอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 166 คู่ มีค่าแตกต่าง จากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 95 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 จำนวน 71 คู่ และมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 269 คู่ โดยค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกจำนวน 369 คู่ ความสัมพันธ์ทางลบจำนวน 66 คู่ มีขนาด ของความสัมพันธ์ตั้งแต่ .001 ถึง .479

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่อยู่ในตัวแปรแฝงเดียวกัน พบว่า ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแยกพิจารณาได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

(1) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของ ความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 1 คู่ และปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 2 คู่ โดย ตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 1 กับข้อสอบข้อที่ 3 ($r = .477$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มี ความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 1 กับข้อสอบข้อที่ 2 ($r = .323$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกคู่มิ ติศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัว แปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูงด้วย หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่ง ก็จะมีขนาดต่ำด้วย เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 3 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 3 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น

(2) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ใน กลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 1 คู่ ค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 1 คู่ และ ปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 1 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 5 กับข้อสอบข้อที่ 6 ($r = .420$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 4 กับข้อสอบข้อที่ 6 ($r = .168$) และ ความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกคู่มิ ติศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่า นักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบ ข้อที่ 5 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น

(3) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 33 คู่ ค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 30 คู่ และปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 3 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 8 กับข้อสอบ ข้อที่ 9 ($r = .479$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 11 กับข้อสอบข้อที่ 18 ($r = -.012$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มี ติศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 8 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 9 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำ ข้อสอบข้อที่ 8 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 9 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบ ข้อที่ 11 กับข้อสอบข้อที่ 18 ข้อสอบข้อที่ 12 กับข้อสอบข้อที่ 17 และข้อสอบข้อที่ 14 กับข้อสอบข้อที่ 18 ที่มี ติศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) ($r = -.012, -.049$ และ $-.129$) แสดงว่า ตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่ง

มีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 11 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 18 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 11 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 18 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

(4) ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการคุณและการหารเศษส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 37 คู่ ค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 25 คู่ และปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 4 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 25 กับข้อสอบข้อที่ 26 ($r = .434$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 28 กับข้อสอบข้อที่ 30 ($r = -.037$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 25 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 26 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 25 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 26 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของตัวแปรจำนวน 16 คู่ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 28 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 30 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 28 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 30 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่อยู่ในตัวแปรแฝงต่างกัน แยกพิจารณาได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

(1) ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน พบว่าตัวแปรส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 7 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 2 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 1 กับข้อสอบข้อที่ 5 ($r = .234$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 6 และข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 4 ($r = -.004$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูงด้วย หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำด้วย เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 6 และข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 4 ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) ($r = -.004$) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

(2) ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 31 คู่ และค่อนข้าง

ทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 18 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 18 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

(5) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 26 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 10 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 4 กับข้อสอบข้อที่ 22 ($r = .381$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 4 กับข้อสอบข้อที่ 30 ($r = -.004$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 22 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 22 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของตัวแปรจำนวน 5 คู่ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีความต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีความสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 30 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 30 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

(6) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 94 คู่ ค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 48 คู่ และปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 2 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 9 กับข้อสอบข้อที่ 25 ($r = .432$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 14 กับข้อสอบข้อที่ 28 ($r = .001$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 9 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 25 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 9 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 25 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของตัวแปรจำนวน 14 คู่ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีความต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีความสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 7 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 30 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 7 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 30 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่าในกลุ่มตัวอย่างแบบสอบฉบับ A ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทั้งที่อยู่ในตัวแปรแฝงเดียวกันและตัวแปรแฝงต่างกันความสัมพันธ์ส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติ ขนาดของความสัมพันธ์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) ทิศทางของความสัมพันธ์ส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก)

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บนเพียร์สันของข้อสอบในแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ฉบับ B

ตัวแปร	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	IT19	IT20	IT21	IT22	IT23	IT24	IT25	IT26	IT27	IT28	IT29	IT30
IT1	1.000																													
IT2	.270**	1.000																												
IT3	.290**	.132	1.000																											
IT4	.174	.208	.207	1.000																										
IT5	.227	.226	.173	.320**	1.000																									
IT6	.274**	.069	.045	.046	.138	1.000																								
IT7	.167	.214	-.061	.225	.089	-.076	1.000																							
IT8	.136	.151	.126	.221	.243	.159	.225	1.000																						
IT9	.254**	.206	.029	.368**	.312**	.091	.343**	.464**	1.000																					
IT10	.113	.338**	-.001	.242*	.072	.100	.240	.281**	.387**	1.000																				
IT11	.093	.170	-.057	.160	.179	.187	.001	.291**	.164	.254**	1.000																			
IT12	-.090	-.047	.069	.348**	.030	.003	-.036	.181	.128	.104	.132	1.000																		
IT13	.072	.224	.122	.334**	.390**	.091	.126	.423**	.440**	.277**	.548**	.331**	1.000																	
IT14	.050	.135	.090	-.055	.039	.143	-.005	.114	.060	.077	-.047	.098	.152	1.000																
IT15	-.032	.043	.059	.212	-.031	.025	.205	.122	.144	.193	.113	.113	.204	.188*	1.000															
IT16	.227	.263**	.129	.242	.188	.062	.051	.204	.274**	.188	.067	.217	.165	.114	.044	1.000														
IT17	-	.058	-.143	.023	-.108	.085	-.002	.030	.102	.125	.010	.160	.109	.020	.136	.164	1.000													
	.245**																													
IT18	.029	-.056	-.188	.091	.117	.054	.003	.100	.137	.038	-.107	.084	.033	.095	-.094	.117	.210	1.000												
IT19	-.053	.062	-.057	.085	.179	.113	.110	.144	.164	.067	.059	.023	.115	-.119	.076	.179	.123	.008	1.000											
IT20	.099	.114	-.045	.297**	.243	-.066	.151	.327**	.316**	.204	.218	.071	.239	-.033	.159	.090	-.008	-.054	.181	1.000										
IT21	.139	.117	.268**	.082	.100	.158	.011	.062	.153	.026	.008	.045	.063	-.027	.099	.138	-.143	.007	.045	.209	1.000									
IT22	.106	.114	.149	.096	.158	.016	-.067	.134	.164	.043	.217	-.079	.239	.114	.046	.043	-.212	-.145	.032	.285**	.248**	1.000								
IT23	.210	.151	.126	.106	.243	.121	.002	.215	.057	.204	.181	-.003	.203	.261**	.086	.128	-.008	-.016	.071	.215	.173	.210	1.000							
IT24	.197	.026	.132	.133	.226	.069	.177	.334**	.242	.002	.134	.025	.188	.135	.115	.151	-.167	-.094	.098	.224	.225	.225	.371**	1.000						
IT25	-.026	.191	-.089	.345**	.092	-.117	.064	.156	.154	.211	.140	.217	.166	.000	-.153	.290**	.186	-.027	.255**	.195	.025	.026	.117	.115	1.000					
IT26	.060	.095	.119	.296**	.087	-.068	.150	.068	.102	.281**	.010	.047	.109	.058	.061	.048	.062	.012	.010	.068	.119	.058	.145	.058	.385**	1.000				
IT27	.053	.133	.183	.150	-.020	-.112	-.008	-.001	.069	.057	.235	-.161	.221	.058	.138	.096	.150	.103	-.025	.150	.193	.180	.188	.207	.158	.227	.158	.227	1.000	
IT28	.075	.039	.042	.203	.149	-.052	.203	.281**	.312**	.072	.067	.179	.240	.077	-.069	.149	.164	.038	.104	.052	.026	.043	.052	.226	.330**	.203	.211	.100	1.000	
IT29	.036	.057	.124	.121	.188	.102	.087	.094	.211	.108	-.033	.121	.070	.057	-.059	.068	.041	.027	-.033	.016	.160	-.037	.094	.134	.041	.121	.055	.188	.100	1.000
IT30	-.065	-.024	.014	.093	-.130	-.035	.070	-.048	.083	-.003	-.165	.120	-.054	-.146	.090	.039	.177	.074	.079	.076	-.035	-.192	-.213	-.024	.172	.093	.069	.081	.185	1.000
\bar{X}	.59	.49	.76	.36	.37	.59	.58	.41	.43	.37	.47	.47	.48	.49	.46	.37	.36	.34	.47	.41	.50	.39	.41	.49	.33	.36	.38	.37	.32	.27
SD	.50	.50	.43	.48	.49	.49	.50	.49	.50	.49	.50	.50	.50	.50	.50	.49	.48	.48	.50	.49	.50	.49	.49	.50	.47	.48	.49	.49	.47	.45

** p < .01, * p < .05

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 30 ตัวแปร ของแบบสอบถาม วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 435 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 43 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 69 คู่ และมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 323 คู่ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกจำนวน 367 คู่ ความสัมพันธ์ทางลบจำนวน 68 คู่ มีขนาดของความสัมพัทธ์ตั้งแต่ .000 ถึง .548

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่อยู่ในตัวแปรแฝงเดียวกัน พบว่าส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแยกพิจารณาได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

(1) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 1 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 2 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 1 กับข้อสอบข้อที่ 3 ($r = .290$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 3 ($r = .132$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกคู่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูง ตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูงด้วย หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำด้วย เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 3 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 3 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น

(2) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 2 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 1 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 4 กับข้อสอบข้อที่ 5 ($r = .320$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 4 กับข้อสอบข้อที่ 6 ($r = .046$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกคู่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น

(3) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพัทธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 44 คู่ ค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 15 คู่ และปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 4 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 11 กับข้อสอบข้อที่ 13 ($r = .548$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 7 กับข้อสอบข้อที่ 11 ($r = .001$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 11 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 13 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 11 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 13 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้น ความสัมพันธ์ของข้อสอบจำนวน 6 คู่ ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 7 ได้คะแนนสูงก็จะทำ

ข้อสอบข้อที่ 12 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 7 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 12 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

(4) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 41 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 25 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 8 กับข้อสอบข้อที่ 24 ($r = .334$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 4 กับข้อสอบข้อที่ 25 ($r = .000$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 8 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 24 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 8 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 24 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบจำนวน 27 คู่ ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 7 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 22 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 7 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 22 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่อยู่ในตัวแปรแฝงต่างกัน แยกพิจารณาได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

(1) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน** พบว่าตัวแปรส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 4 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 5 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 1 กับข้อสอบข้อที่ 6 ($r = .274$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 3 กับข้อสอบข้อที่ 6 ($r = .045$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกคู่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูงด้วย หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำด้วย เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น

(2) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 28 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 8 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 10 ($r = .338$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 3 กับข้อสอบข้อที่ 10 ($r = -.001$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 10 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 10 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบจำนวน 9 คู่ ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูง

(6) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 119 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 25 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 8 กับข้อสอบข้อที่ 24 ($r = .334$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 14 กับข้อสอบข้อที่ 25 ($r = .000$) และความสัมพันธ์ของ ตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 8 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 24 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 8 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 24 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้น ความสัมพันธ์ของข้อสอบจำนวน 27 คู่ ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 7 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 22 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 7 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 22 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่าในกลุ่มตัวอย่างแบบสอบฉบับ B ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทั้งที่อยู่ในตัวแปรแฝงเดียวกันและตัวแปรแฝงต่างกันความสัมพันธ์ส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติ ขนาดของความสัมพันธ์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) ทิศทางของความสัมพันธ์ส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 30 ตัวแปร ของแบบ สอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้น C พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 435 คู่ มีค่าแตกต่าง จากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 143 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 จำนวน 70 คู่ และมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 222 คู่ โดยค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวกจำนวน 398 คู่ ความสัมพันธ์ทางลบจำนวน 37 คู่ มีขนาด ของความสัมพันธ์ตั้งแต่ .000 ถึง .541

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่อยู่ในตัวแปรแฝงเดียวกัน พบว่าส่วน ใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแยกพิจารณาได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

(1) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของ ความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 2 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 1 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 1 กับข้อสอบข้อที่ 2 ($r = -.220$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กัน ต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 3 ($r = .064$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มิติทิศทางตรงกัน ข้ามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่ง มีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อ ที่ 1 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนสูง เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบข้อที่ 2 กับ ข้อสอบข้อที่ 3 ($r = .064$) ที่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่าถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 3 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 3 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น

(2) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ใน กลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 2 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 1 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 4 กับข้อสอบข้อที่ 6 ($r = .232$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 5 กับข้อสอบข้อที่ 6 ($r = .129$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกคู่มี ทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้ คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 6 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบ ข้อที่ 6 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น

(3) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 30 คู่ ค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 33 คู่ และปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 3 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 10 กับข้อสอบข้อ ที่ 11 ($r = .515$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 15 กับข้อสอบข้อที่ 17 ($r = .005$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มิติทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 10 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 11 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำ ข้อสอบข้อที่ 10 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 11 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของ

ข้อสอบข้อที่ 8 กับข้อสอบข้อที่ 16 และ 17 ($r = -.078, -.019$) และข้อสอบข้อที่ 12 กับข้อสอบข้อที่ 13 ($r = -.045$) ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้ หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 8 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 16 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 8 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 16 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

(4) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการคุณและการหารเศษส่วน** ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 22 คู่ ค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 31 คู่ และปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 13 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 19 กับข้อสอบข้อที่ 28 ($r = .541$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 23 กับข้อสอบข้อที่ 27 ($r = .019$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 19 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 28 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 19 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 28 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบข้อที่ 23 กับข้อสอบข้อที่ 25 ($r = -.021$) ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 23 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 25 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 23 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 25 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่อยู่ในตัวแปรแฝงต่างกัน แยกพิจารณาได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

(1) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน** พบว่าตัวแปรส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 7 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 2 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 1 กับข้อสอบข้อที่ 4 ($r = .300$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 5 และ 6 ($r = -.066$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูงด้วย หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำด้วย เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 1 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบข้อที่ 2 กับข้อสอบข้อที่ 4, 5 และ 6 ($r = -.088, -.066$ และ $-.066$) และข้อสอบข้อที่ 3 กับข้อสอบข้อที่ 4 ($r = -.076$) ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้หากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดสูงตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดต่ำ หรือหากตัวแปรตัวหนึ่งมีขนาดต่ำตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีขนาดสูง เช่น ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 2 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

(5) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการคูณและการหาร**
เศษส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 18 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 18 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 4 กับข้อสอบข้อที่ 19 ($r = .381$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 5 กับข้อสอบข้อที่ 23 ($r = -.001$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 19 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 4 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 19 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบข้อที่ 5 กับข้อสอบข้อที่ 23 และ 29 ($r = -.001$ และ $-.129$) ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 23 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 5 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 23 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

(6) **ตัวแปรแฝงเนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนกับเนื้อหาเรื่องการคูณและการหาร**
เศษส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มนี้มีขนาดของความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) จำนวน 78 คู่ และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 64 คู่ โดยตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือข้อสอบข้อที่ 14 กับข้อสอบข้อที่ 26 ($r = .414$) ส่วนตัวแปรคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือข้อสอบข้อที่ 15 กับข้อสอบข้อที่ 29 ($r = .002$) และความสัมพันธ์ของตัวแปรส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 14 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 26 ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 14 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 26 ได้คะแนนต่ำด้วย เป็นต้น ยกเว้นความสัมพันธ์ของข้อสอบข้อที่ 29 กับข้อสอบข้อที่ 9, 12 และ 14 ($r = -.051, -.066$ และ $-.073$) ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ) แสดงว่านักเรียนที่ทำข้อสอบข้อที่ 9 ได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบข้อที่ 29 ได้คะแนนต่ำ หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อที่ 9 ได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบข้อที่ 29 ได้คะแนนสูง เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่าในกลุ่มตัวอย่างแบบสอบฉบับ C ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทั้งที่อยู่ในตัวแปรแฝงเดียวกันและตัวแปรแฝงต่างกันความสัมพันธ์ส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติ ขนาดของความสัมพันธ์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ ($r < .2$) และค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) ทิศทางของความสัมพันธ์ส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก)

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง ในการตรวจสอบความสอดคล้องของระหว่างเนื้อหาของแบบสอบกับโครงสร้างเนื้อหาที่ต้องการวัดเรื่องเศษส่วน ฉบับ A, B และ C มีรายละเอียดแสดงดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนฉบับ A
 คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE _b)	t	ความเที่ยง (R ²)
AC1	IT1	.236**	.042	5.631	.375
	IT2	.214**	.042	5.065	.281
	IT3	.319**	.048	6.644	.575
AC2	IT4	.190**	.046	4.183	.162
	IT5	.339**	.047	7.244	.501
	IT6	.275**	.049	5.656	.310
AC3	IT7	.268**	.047	5.693	.288
	IT8	.195**	.048	4.067	.153
	IT9	.305**	.046	6.633	.371
	IT10	.288**	.047	6.190	.332
	IT11	.156**	.046	3.392	.111
	IT12	.200**	.049	4.052	.158
	IT13	.153**	.049	3.140	.098
	IT14	.159**	.043	3.742	.137
	IT15	.266**	.044	6.070	.321
	IT16	.283**	.042	6.767	.381
AC4	IT17	.167**	.050	3.326	.110
	IT18	.131**	.050	2.648	.071
	IT19	.224**	.047	4.718	.204
	IT20	.282**	.045	6.325	.346
	IT21	-.103**	.042	-2.460	.064
	IT22	.273**	.044	6.174	.339
	IT23	.212**	.048	4.442	.187
	IT24	.088	.048	1.848	.035
	IT25	.298**	.041	7.224	.431
	IT26	.257**	.044	5.808	.300
	IT27	.219**	.049	4.503	.192
	IT28	.219**	.048	4.600	.199
	IT29	.165**	.044	3.704	.134
IT30	-.020	.048	-.422	.002	

เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก

ตัวแปรแฝง	AC1	AC2	AC3	AC4
AC1	1.000			
AC2	.399**	1.000		
AC3	.296**	.885**	1.000	
AC4	.244**	.416**	.774**	1.000

ค่าสถิติ $\chi^2 = 382.267$ df = 380 p = .458 GFI = .812 AGFI = .770 RMR = .017

** p < .01

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 382.267$) ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .458 ที่องศาอิสระเท่ากับ (df = 380) นั่นคือค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลการวิจัยสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .812 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .770 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าเท่ากับ .017 ซึ่งมีค่าน้อยมากจนเข้าใกล้ศูนย์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.5 และรายละเอียดของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A ดังแผนภาพที่ 4.1

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทั้ง 30 ตัวแปร พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้น 2 ตัวแปร คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 24 (IT24) และข้อสอบข้อที่ 30 (IT30) โดยแยกพิจารณาตามตัวแปรแฝงได้ดังนี้ 1) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องเศษส่วน (AC1)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 3 (IT3) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .319) 2) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน (AC2)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 5 (IT5) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .339) 3) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน (AC3)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 9 (IT9) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .305) และ 4) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน (AC4)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 25 (IT25) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .298) กล่าวโดยสรุปได้ว่าความรู้เรื่องเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 3 ความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 5 ความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 9 และความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 25 ได้ดีที่สุด

เมื่อพิจารณาเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก พบว่าตัวแปรแฝงมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ($r > .8$) จำนวน 1 คู่ คือความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนกับความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ($r = .885$) มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างสูง ($.6 < r < .8$) จำนวน 1 คู่ คือความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วนกับความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน ($r = .774$) มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 1 คู่ คือความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนกับความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน ($r = .416$) และมีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) จำนวน 3 คู่ คือความรู้เรื่องเศษส่วนกับความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน ($r = .399$) ความรู้เรื่องเศษส่วนกับความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ($r = .296$) และความรู้เรื่องเศษส่วนกับความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน ($r = .244$) โดยความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงทุกคู่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก) แสดงว่าถ้านักเรียนทำข้อสอบเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบเรื่องการ

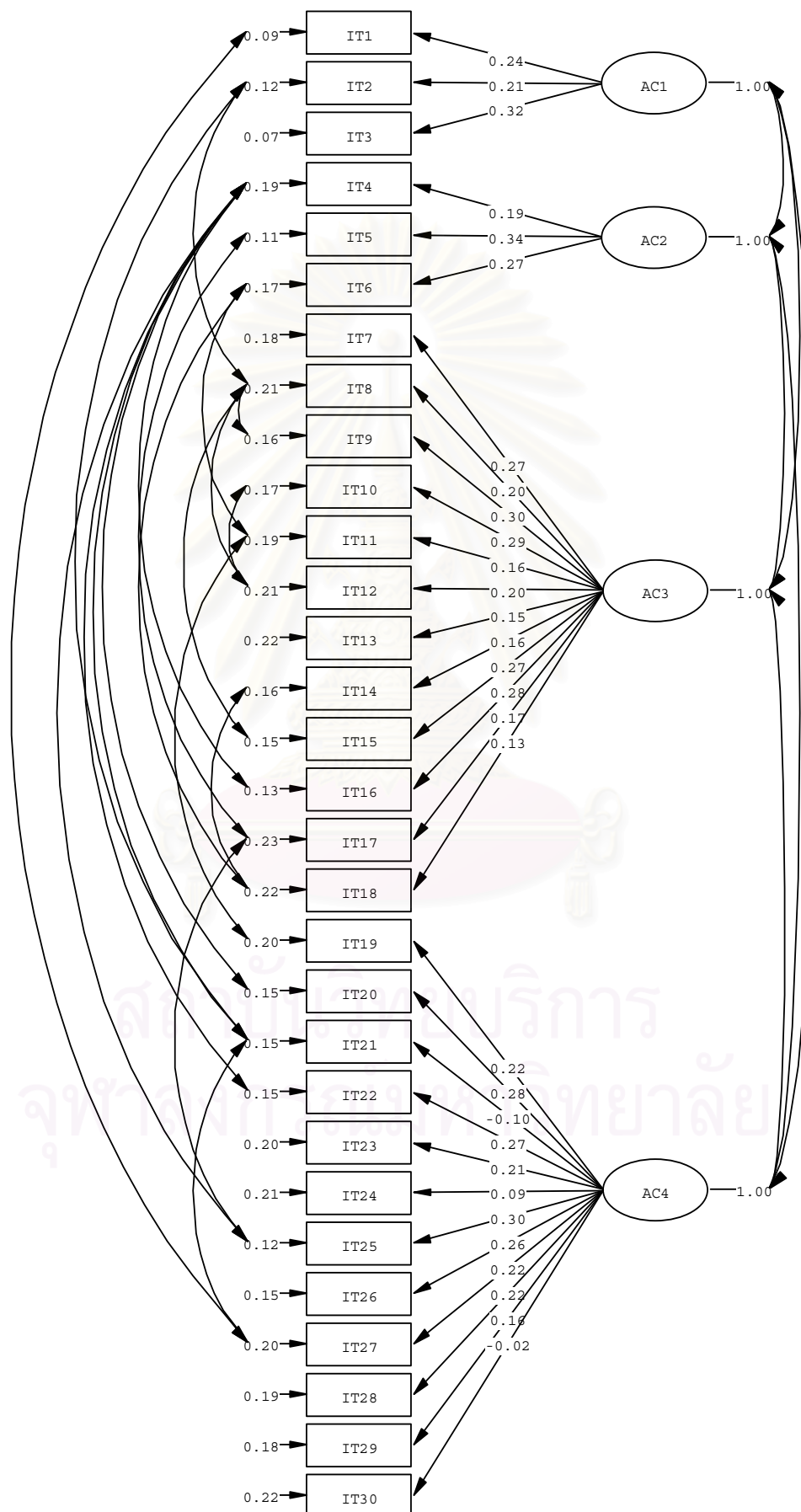
บวกและการลบเศษส่วนได้คะแนนต่ำด้วย และความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงอีก 5 คู่ ก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกัน

กล่าวโดยสรุปจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันได้ค่าค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 382.267$) ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .458 ที่องศาอิสระเท่ากับ ($df = 380$) นั่นคือค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .812 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .770 ซึ่งมีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าเท่ากับ .017 ซึ่งมีค่าน้อยมากจนเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าแบบสอบถาม A วัดเนื้อหาได้ตรงตามโครงสร้างเนื้อหาที่มุ่งวัด จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A มีความตรงตามเนื้อหาตามโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 4.1 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A



ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B
 คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE _b)	t	ความเที่ยง (R ²)
AC1	IT1	.262**	.061	4.319	.275
	IT2	.264**	.061	4.301	.280
	IT3	.157**	.051	3.071	.133
AC2	IT4	.302**	.054	5.615	.389
	IT5	.273**	.053	5.137	.310
	IT6	.080	.055	1.442	.026
AC3	IT7	.182**	.051	3.572	.132
	IT8	.297**	.047	6.371	.367
	IT9	.374**	.045	8.270	.561
	IT10	.242**	.048	5.007	.243
	IT11	.160**	.052	3.083	.102
	IT12	.108**	.052	2.061	.047
	IT13	.305**	.047	6.476	.377
	IT14	.088	.052	1.675	.031
	IT15	.128**	.051	2.483	.065
	IT16	.187**	.050	3.762	.145
AC4	IT17	.060	.049	1.207	.016
	IT18	.061	.050	1.202	.016
	IT19	.126**	.054	2.325	.064
	IT20	.250**	.051	4.926	.261
	IT21	.167**	.053	3.146	.111
	IT22	.166**	.052	3.176	.115
	IT23	.230**	.052	4.463	.223
	IT24	.257**	.052	4.964	.264
	IT25	.181**	.050	3.637	.148
	IT26	.140**	.052	2.685	.085
	IT27	.170**	.053	3.238	.120
	IT28	.190**	.052	3.643	.150
	IT29	.111**	.051	2.177	.056
	IT30	.038	.051	.749	.007

เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก

ตัวแปรแฝง	AC1	AC2	AC3	AC4
AC1	1.000			
AC2	.703**	1.000		
AC3	.570**	.755**	1.000	
AC4	.458**	.667**	.717**	1.000

ค่าสถิติ $\chi^2 = 388.677$ df = 388 p = .481 GFI = .809 AGFI = .772 RMR = .018

**p<.01

ผลการวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 388.677$) ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .481 ที่องศาอิสระเท่ากับ ($df = 388$) นั่นคือค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลการวิจัยสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .809 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .772 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าเท่ากับ .018 ซึ่งมีค่าน้อยมากจนเข้าใกล้ศูนย์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.6 และรายละเอียดของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B ดังแผนภาพที่ 4.2

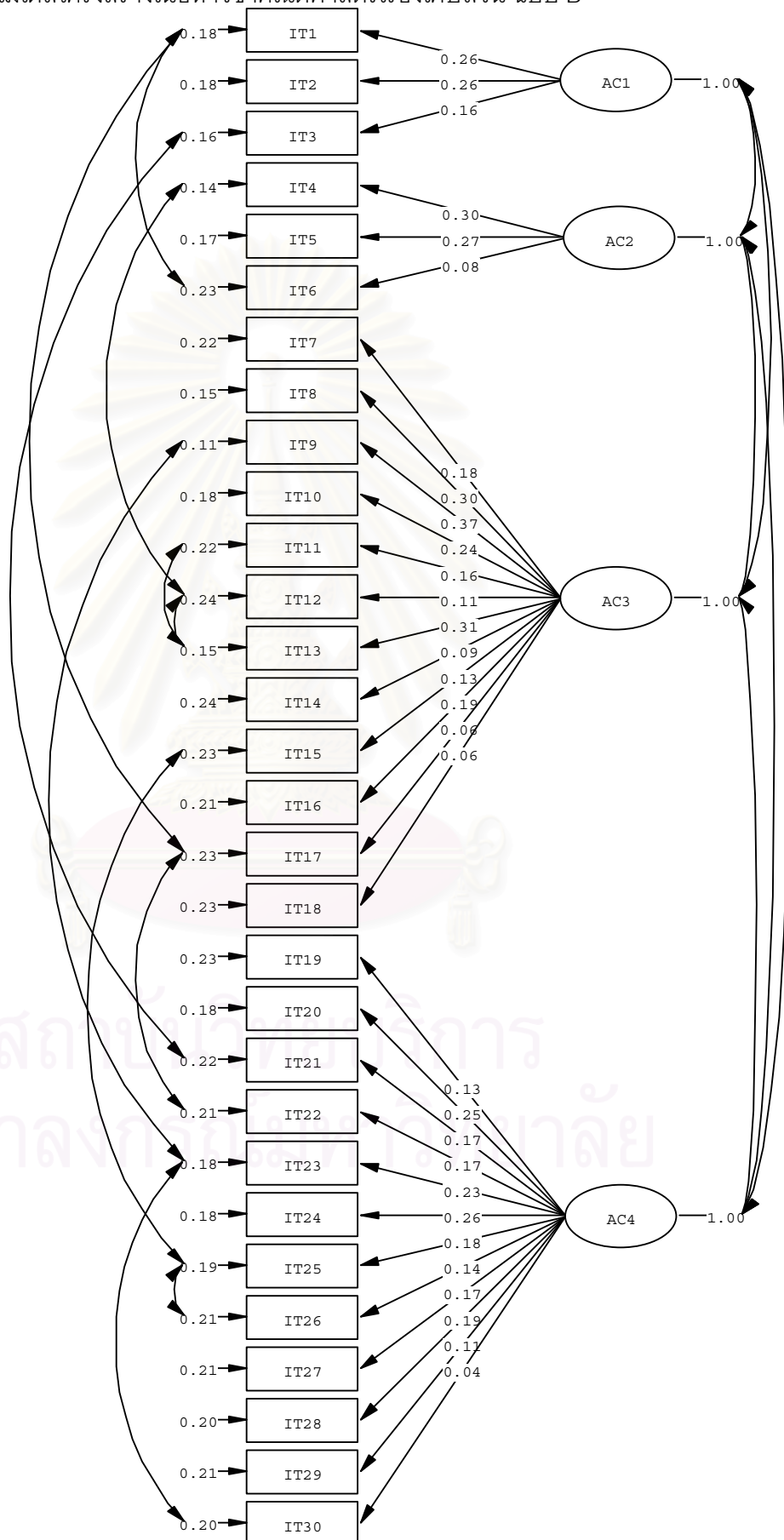
เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบของตัวแปรทั้ง 30 ตัวแปร พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้น 5 ตัวแปรคือข้อสอบข้อที่ 6 (IT6) ข้อสอบข้อที่ 14 (IT14) ข้อสอบข้อที่ 17 (IT17) ข้อสอบข้อที่ 18 (IT18) และข้อสอบข้อที่ 30 (IT30) ที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแยกพิจารณาตามตัวแปรแฝงได้ดังนี้ (1) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องเศษส่วน (AC1)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 2 (IT2) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .264) (2) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน (AC2)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 4 (IT4) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .302) (3) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน (AC3)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 9 (IT9) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .374) และ (4) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน (AC4)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 24 (IT24) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .257) กล่าวโดยสรุปได้ว่าความรู้เรื่องเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 2 ความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 4 ความรู้เรื่องการบวกและการลบสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 9 และความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 24 ได้ดีที่สุด

เมื่อพิจารณาเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก พบว่าตัวแปรแฝงมีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างสูง ($.6 < r < .8$) จำนวน 4 คู่ คือความรู้เรื่องเศษส่วนกับความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน ($r = .703$) ความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนกับความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ($r = .755$) ความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนกับความรู้เรื่องการคูณ

และการหารเศษส่วน ($r = .667$) และความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วนกับความรู้เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน ($r = .717$) มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 2 คู่ คือความรู้เรื่องเศษส่วนกับความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ($r = .570$) และความรู้เรื่อง เศษส่วนกับความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน ($r = .458$) โดยความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝง ทุกตัวคู่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก) แสดงว่าถ้านักเรียนทำข้อสอบ เรื่องการบวกและการลบเศษส่วนได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน ได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนได้คะแนนต่ำก็จะ ทำข้อสอบเรื่องการคูณและการหารเศษส่วนได้คะแนนต่ำด้วย และความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝง อีก 5 คู่ ก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกัน

กล่าวโดยสรุปจากผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันได้ค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 388.677$) ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .481 ที่องศาอิสระเท่ากับ ($df = 388$) นั่นคือค่าไค- สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .809 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .772 ซึ่งมีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้ หนึ่ง และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าเท่ากับ .018 ซึ่งมีค่าน้อยมากจนเข้า ใกล้ศูนย์ แบบสอบฉบับ B วัดเนื้อหาได้ตรงตามโครงสร้างเนื้อหาที่มุ่งวัด จึงสามารถสรุปได้ว่า แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B มีความตรงตามเนื้อหาตามโมเดลโครงสร้าง เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B

แผนภาพที่ 4.2 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้น B



ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C
 คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปรแฝง	ตัวแปรสังเกตได้	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE _b)	t	ความเที่ยง (R ²)
AC1	IT1	.259**	.043	6.041	.401
	IT2	-.068	.041	-1.654	.043
	IT3	-.053	.051	-1.036	.017
AC2	IT4	.240**	.053	4.479	.238
	IT5	.149**	.047	3.160	.110
	IT6	.251**	.054	4.625	.253
AC3	IT7	.221**	.045	4.884	.222
	IT8	.191**	.046	4.166	.173
	IT9	.275**	.047	5.849	.303
	IT10	.252**	.048	5.233	.252
	IT11	.315**	.046	6.862	.396
	IT12	.172**	.050	3.465	.119
	IT13	.152**	.049	3.107	.096
	IT14	.315**	.045	6.994	.413
	IT15	.305**	.045	6.780	.386
	IT16	.120**	.045	2.652	.070
AC4	IT17	.096	.049	1.962	.040
	IT18	.160**	.049	3.276	.107
	IT19	.308**	.046	6.730	.380
	IT20	.276**	.042	6.501	.360
	IT21	.291**	.047	6.245	.338
	IT22	.271**	.041	6.616	.368
	IT23	.118**	.051	2.338	.056
	IT24	.222**	.049	4.490	.196
	IT25	.241**	.048	5.039	.233
	IT26	.321**	.044	7.270	.429
	IT27	.330**	.045	7.322	.436
	IT28	.293**	.046	6.308	.346
	IT29	.084	.051	1.654	.028
	IT30	.217**	.047	4.616	.200

เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก

ตัวแปรแฝง	AC1	AC2	AC3	AC4
AC1	1.000			
AC2	.563**	1.000		
AC3	.571**	.968**	1.000	
AC4	.592**	.868**	.845**	1.000

ค่าสถิติ $\chi^2 = 384.816$ df = 384 p = .479 GFI = .810 AGFI = .770 RMR = .016

** p < .01

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 384.816$) ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .479 ที่องศาอิสระเท่ากับ ($df = 384$) นั่นคือค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลการวิจัยสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .810 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .770 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าเท่ากับ .016 ซึ่งมีค่าน้อยมากจนเข้าใกล้ศูนย์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.7 และรายละเอียดของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C ดังแผนภาพที่ 4.3

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทั้ง 30 ตัวแปร พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้น 4 ตัวแปร คือข้อสอบข้อที่ 2 (IT2) ข้อสอบข้อที่ 3 (IT3) ข้อสอบข้อที่ 17 (IT17) และข้อสอบข้อที่ 29 (IT29) ที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติโดยแยกพิจารณาตามตัวแปรแฝงได้ดังนี้ (1) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องเศษส่วน (AC1)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 1 (IT1) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .259) (2) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน (AC2)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 6 (IT6) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .251) (3) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน (AC3)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 11 (IT11) และข้อสอบข้อที่ 14 (IT14) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .315) และ (4) **ตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน (AC4)** ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือตัวแปรข้อสอบข้อที่ 27 (IT27) (ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ = .330) กล่าวโดยสรุปได้ว่าความรู้เรื่องเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 1 ความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 6 ความรู้เรื่องการบวกและการลบสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 11 และข้อสอบข้อที่ 14 และความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วนสามารถวัดได้โดยข้อสอบข้อที่ 27 ได้ดีที่สุด

เมื่อพิจารณาเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก พบว่าตัวแปรแฝงมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ($r > .8$) จำนวน 3 คู่ คือความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนกับความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ($r = .968$) ความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนกับความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน ($r = .868$) และความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วนกับความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน ($r = .845$) และตัวแปรแฝงที่มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ($.4 < r < .6$) จำนวน 3 คู่ คือความรู้เรื่องเศษส่วนกับความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน ($r = .563$) ความรู้เรื่องเศษส่วนกับความรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน ($r = .571$) และความรู้เรื่องเศษส่วนกับความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน ($r = .592$) โดยความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงทุกคู่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก) แสดงว่าถ้านักเรียนทำข้อสอบเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนได้คะแนนสูงก็จะทำข้อสอบเรื่องการคูณและการหารเศษส่วนได้คะแนนสูงด้วย หรือถ้านักเรียนทำข้อสอบเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วนได้คะแนนต่ำก็จะทำข้อสอบเรื่อง

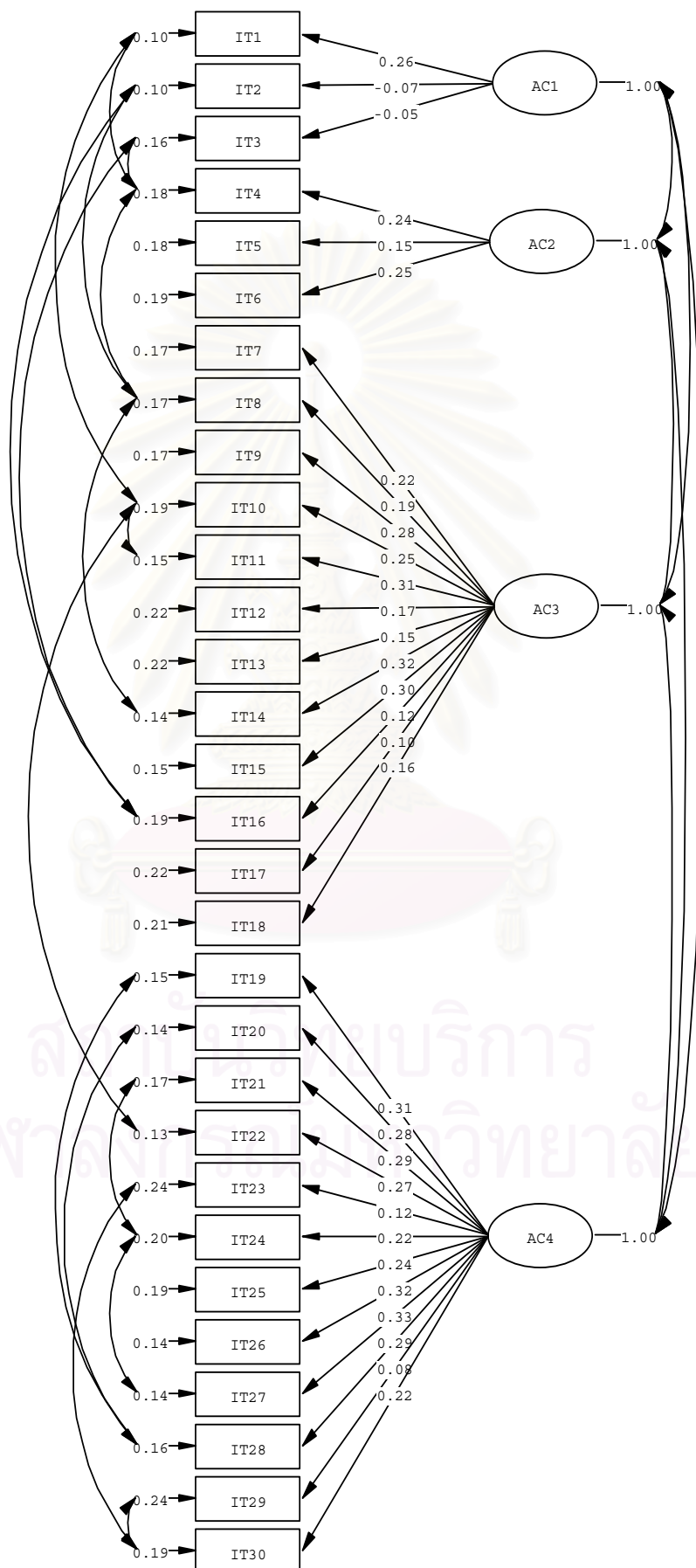
การคูณและการหารเศษส่วนได้คะแนนต่ำด้วยและความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงอีก 5 คู่ ก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกัน

กล่าวโดยสรุป จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันได้ค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 384.816$) ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .479 ที่องค์อิสระเท่ากับ ($df = 384$) นั่นคือค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .810 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .770 ซึ่งมีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าเท่ากับ .016 ซึ่งมีค่าน้อยมากจนเข้าใกล้ศูนย์ แบบสอบถาม C วัดเนื้อหาได้ตรงตามโครงสร้างเนื้อหาที่มุ่งวัด จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C มีความตรงตามเนื้อหาตามโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 4.3 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C



ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (การวิเคราะห์โดยไม่มีข้อกำหนดเงื่อนไขให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากัน)

2. ขั้นนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (การวิเคราะห์โดยการกำหนดเงื่อนไขให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากัน)

3. การคำนวณผลต่างของค่าไค-สแควร์ และผลต่างขององศาอิสระที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 การแปลผลการวิเคราะห์ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากร แต่ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากร

การวิเคราะห์ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 6 ส่วนด้วยกัน ดังนี้

ส่วนที่หนึ่ง การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ประกอบด้วยสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลและความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล โดยมีสมมติฐานในการทดสอบตามลำดับ ดังนี้ การทดสอบสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B = \Sigma_C$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีข้อกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน และ การทดสอบสมมติฐานที่สอง $H_{\Lambda_X} : (\Lambda_X^{(A)} = \Lambda_X^{(B)}) \neq \Lambda_X^{(C)}$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง (Λ_X) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดสอบสมมติฐานดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	p	GFI	RMSEA	RMR
1. H_{form}	1170.122	1137	1.029	.241	.808	.016	.016
2. H_{Λ_x}	1207.337	1163	1.038	.178	.808	.019	.016
		$\Delta\chi^2_{2-1} = 37.215$	$\Delta df_{2-1} = 26$				

p < .05

หมายเหตุ $\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึงผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b
 Δdf_{a-b} หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B = \Sigma_C$ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่า $\chi^2 = 1170.122$, $df = 1137$, $p = .241$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.029$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า p มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ 4.8 และแผนภาพที่ 4.4 จึงยอมรับสมมติฐานศูนย์ที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A, B และ C มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลหรือมีโครงสร้างเนื้อหาเดียวกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 $H_{\Lambda_x} : (\Lambda_x^{(A)} = \Lambda_x^{(B)}) \neq \Lambda_x^{(C)}$ ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ ผลการทดสอบพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่า $\chi^2 = 1207.337$, $df = 1163$, $p = .178$, $GFI = .808$, $RMSEA = .019$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.038$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า p มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน จึงยอมรับสมมติฐานศูนย์ที่ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 37.215, $df = 26$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.8 และแผนภาพที่ 4.5 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าการกำหนดเงื่อนไขให้น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว

ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ ทำให้โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ไม่มีความแปรเปลี่ยนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B แต่มีความแปรเปลี่ยนกับแบบสอบฉบับ C หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ในโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน และไม่เท่ากับแบบสอบฉบับ C

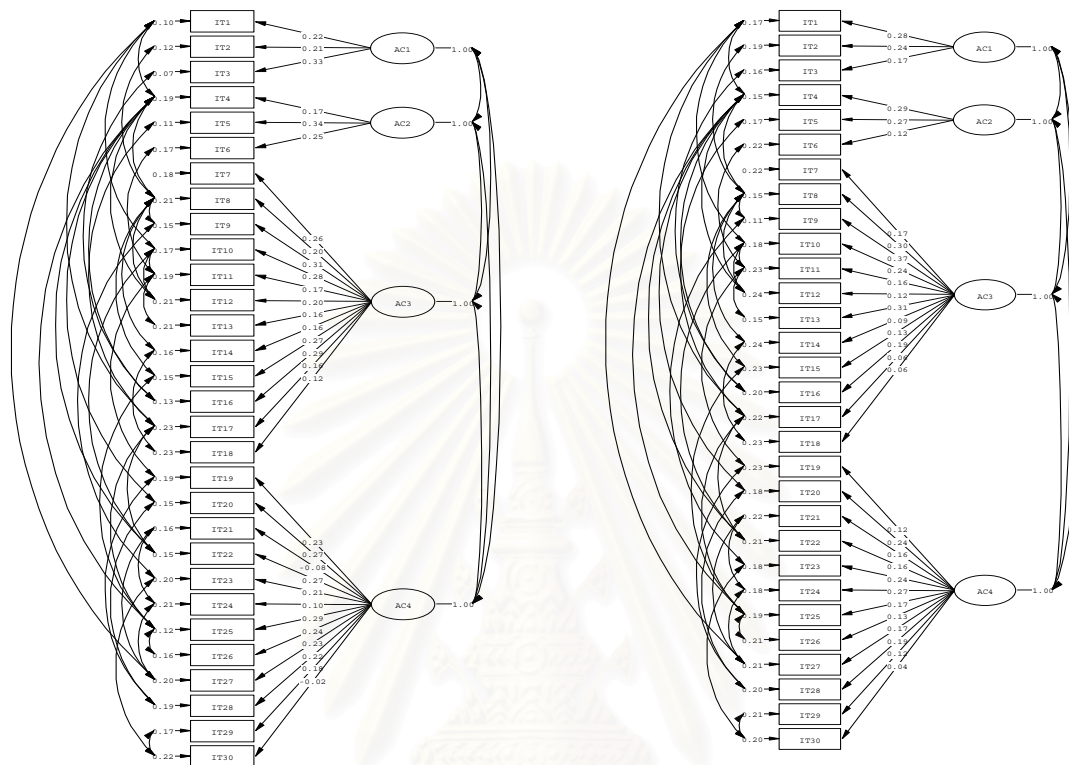
จากผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) สามารถสรุปได้ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของแบบสอบฉบับ A และ B มีเนื้อหาเท่าเทียมกันและไม่เท่ากับฉบับ C

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ผู้วิจัยนำเสนอโมเดลที่มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล หรือโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนมีค่าเท่ากันระหว่างแบบสอบ 3 ฉบับ และโมเดลที่มีเงื่อนไขกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของน้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B เท่ากันและไม่เท่ากับฉบับ C เท่านั้น ดังแผนภาพที่ 4.4 - 4.5



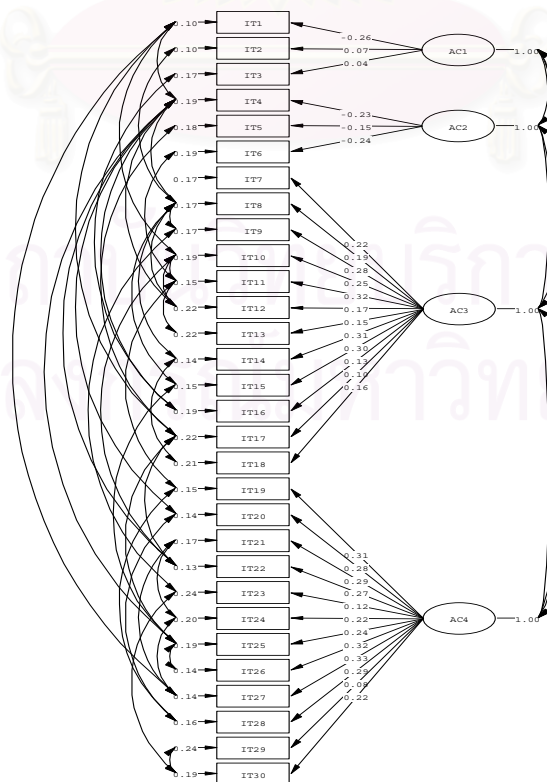
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 4.4 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้น A, B และ C (โมเดลไม่กำหนดเงื่อนไขบังคับ)



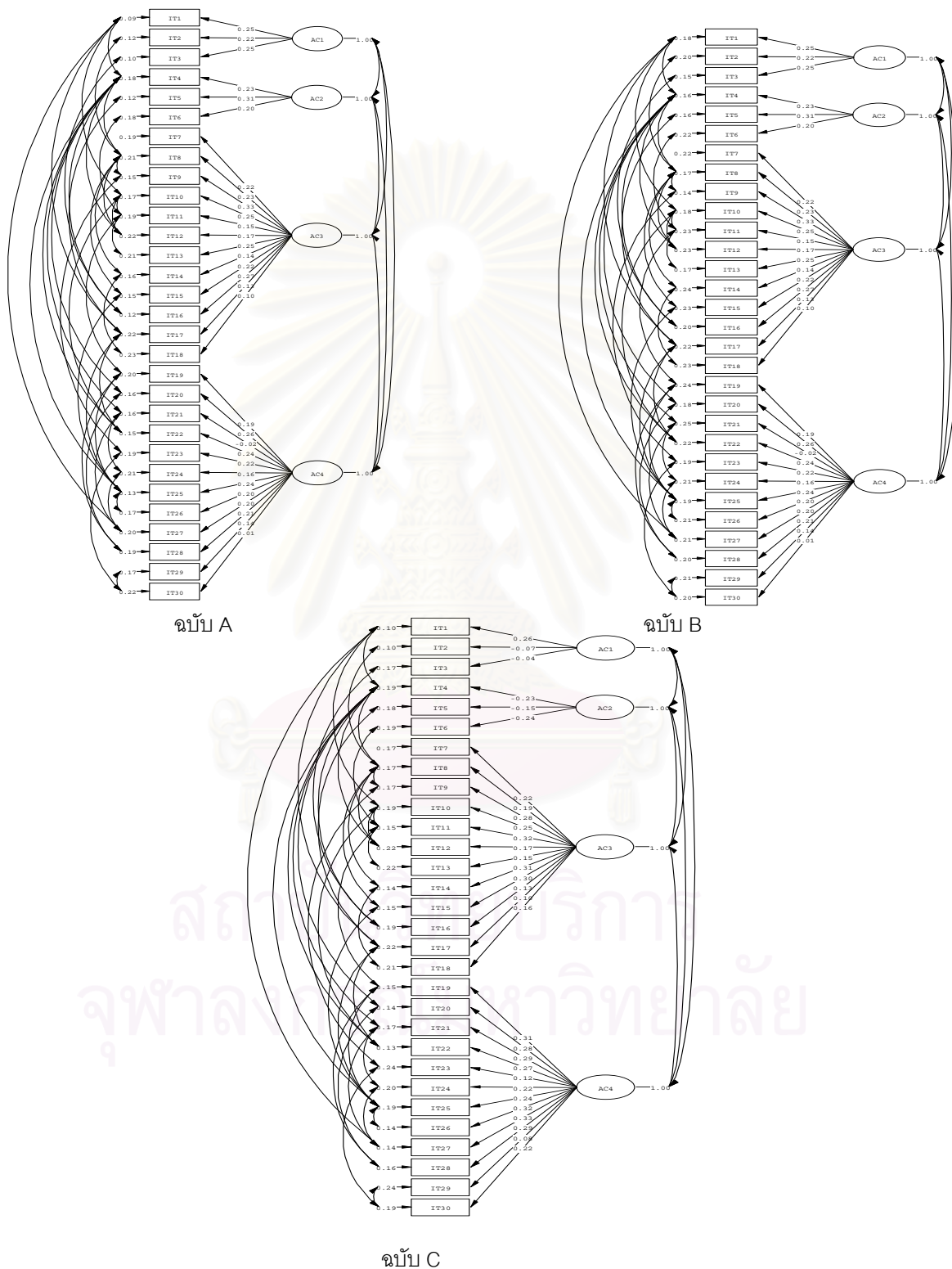
ฉบับ A

ฉบับ B



ฉบับ C

แผนภาพที่ 4.5 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนฉบับ A, B และ C (โมเดลกำหนดเงื่อนไขบังคับให้พารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากันและปล่อยให้พารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบฉบับ C เป็นอิสระ)



ส่วนที่สอง การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ B เป็นอิสระ

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ประกอบด้วยสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลและความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล โดยมีสมมติฐานในการทดสอบตามลำดับดังนี้ การทดสอบสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B = \Sigma_C$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน และ การทดสอบสมมติฐานที่สอง $H_{\Lambda_X} : (\Lambda_X^{(A)} = \Lambda_X^{(C)}) \neq \Lambda_X^{(B)}$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง (Λ_X) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A และ C มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ B เป็นอิสระ ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดสอบสมมติฐานดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ B เป็นอิสระ

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	p	GFI	RMSEA	RMR
1. H_{form}	1170.122	1137	1.029	.241	.808	.016	.016
2. H_{Λ_X}	1292.232	1167	1.107	.006	.789	.031	.023
		$\Delta\chi^2_{2-1} = 122.110$				$\Delta df_{2-1} = 30$	

p < .05

หมายเหตุ $\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึง ผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

Δdf_{a-b} หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนในสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B = \Sigma_C$ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่า $\chi^2 = 1170.122$, $df = 1137$, $p = .241$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.029$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า p มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ 4.9 และแผนภาพที่ 4.4 จึงยอมรับสมมติฐานศูนย์ที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับ

ข้อมูลเชิงประจักษ์หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A, B และ C มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลหรือมีโครงสร้างเนื้อหาเดียวกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 $H_{\Lambda_X} : (\Lambda_X^{(A)} = \Lambda_X^{(C)}) \neq \Lambda_X^{(B)}$ ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง หรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A และ C มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ B เป็นอิสระ ผลการทดสอบพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่า $\chi^2 = 1292.232$, $df = 1167$, $p = .006$, $GFI = .789$, $RMSEA = .031$, $RMR = .023$ และ $\chi^2/df = 1.107$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า $p < .05$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 122.110, $df = 30$ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.9 แสดงว่ามีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบฉบับ A กับ C หรือกล่าวได้ว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบฉบับ A ไม่เท่ากับฉบับ C

จากผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_X) สามารถสรุปได้ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ C มีเนื้อหาไม่เท่าเทียมกัน

ส่วนที่สาม การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ A เป็นอิสระ

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล โครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ประกอบด้วยสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของ รูปแบบโมเดลและความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล โดยมีสมมติฐานในการทดสอบตามลำดับ ดังนี้ การทดสอบสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B = \Sigma_C$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ โมเดลโดยไม่มีกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน และ การทดสอบสมมติฐานที่สอง $H_{\Lambda_X} : (\Lambda_X^{(B)} = \Lambda_X^{(C)}) \neq \Lambda_X^{(A)}$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (1) และเพิ่มการทดสอบความ ไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอก แฝง (Λ_X) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ B และ C มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้ ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A เป็นอิสระ ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดสอบสมมติฐานดังตาราง ที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ A เป็นอิสระ

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	p	GFI	RMSEA	RMR
1. H_{form}	1170.122	1137	1.029	.241	.808	.016	.016
2. H_{Λ_X}	1374.353	1179	1.166	.000	.769	.039	.019
		$\Delta\chi^2_{2-1} = 204.231^*$		$\Delta df_{2-1} = 42$			

* p < .05

หมายเหตุ $\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึง ผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตาม สมมติฐานที่ a และ b

Δdf_{a-b} หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ในสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B = \Sigma_C$ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่า $\chi^2 = 1170.122$, $df = 1137$, $p = .241$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.029$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า p มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ 4.10 และแผนภาพที่ 4.4 จึงยอมรับ สมมติฐานศูนย์ที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับ

ข้อมูลเชิงประจักษ์หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ของแบบสอบฉบับ A, B และ C มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลหรือมีโครงสร้างเนื้อหาเดียวกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 $H_{\Lambda_X} : (\Lambda_X^{(B)} = \Lambda_X^{(C)}) \neq \Lambda_X^{(A)}$ ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ B และ C มีค่าเท่ากัน และปล่อยให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A เป็นอิสระ ผลการทดสอบพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่า $\chi^2 = 1374.353$, $df = 1179$, $p = .000$, $GFI = .769$, $RMSEA = .039$, $RMR = .019$ และ $\chi^2/df = 1.166$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า $p < .05$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 112.379, $df = 30$ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.10 แสดงว่ามีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบฉบับ B กับ C หรือกล่าวได้ว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบฉบับ B ไม่เท่ากับฉบับ C

จากผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_X) สามารถสรุปได้ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ B และ C มีเนื้อหาไม่เท่าเทียมกัน

ส่วนที่ดี การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล โครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ประกอบด้วยสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของ รูปแบบโมเดลและความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล โดยมีสมมติฐานในการทดสอบตามลำดับ ดังนี้ การทดสอบสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดย ไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน และ การทดสอบสมมติฐานที่สอง $H_{\Lambda_X} : \Lambda_X^{(A)} = \Lambda_X^{(B)}$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของ ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง (Λ_X) โดย กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดสอบ สมมติฐานดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	p	GFI	RMSEA	RMR
1. H_{form}	780.071	750	1.040	.217	.808	.019	.019
2. H_{Λ_X}	817.287	776	1.053	.148	.799	.022	.024
$\Delta\chi^2_{2-1} = 37.216$		$\Delta df_{2-1} = 26$					

p < .05

หมายเหตุ $\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึงผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b
 Δdf_{a-b} หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ในสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B$ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่า $\chi^2 = 780.071$, $df = 750$, $p = .217$, $GFI = .808$, $RMSEA = .019$, $RMR = .019$ และ $\chi^2/df = 1.040$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า p มีค่ามากกว่าที่จะไม่ ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ 4.11 และแผนภาพที่ 4.6 จึงยอมรับสมมติฐาน ศูนย์ที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิง ประจักษ์ หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B มีความไม่ แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลหรือมีโครงสร้างเนื้อหาเดียวกัน

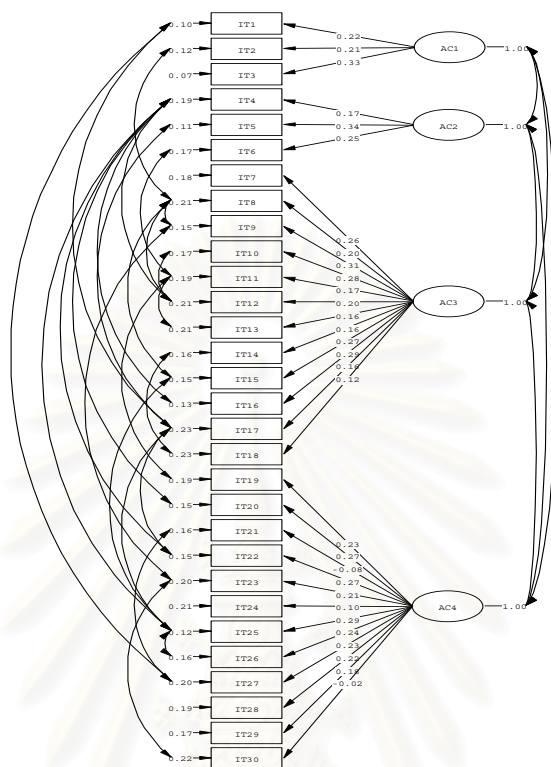
ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 $H_{\Lambda_x} : \Lambda_x^{(A)} = \Lambda_x^{(B)}$ ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง หรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบถาม A และ B มีค่าเท่ากัน ผลการทดสอบพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่า $\chi^2 = 817.287$, $df = 776$, $p = .148$, $GFI = .799$, $RMSEA = .022$, $RMR = .024$ และ $\chi^2/df = 1.053$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า p มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า $RMSEA$ และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน จึงยอมรับสมมติฐานศูนย์ที่ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 37.216, $df = 26$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.11 และแผนภาพที่ 4.7 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าการกำหนดเงื่อนไขให้น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบถาม A และ B มีค่าเท่ากัน ทำให้โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ไม่มีความแปรเปลี่ยนระหว่างแบบสอบถาม A และ B หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ในโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบถาม A และ B มีค่าเท่ากัน

จากผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) สามารถสรุปได้ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบถาม A และ B มีเนื้อหาเท่าเทียมกัน

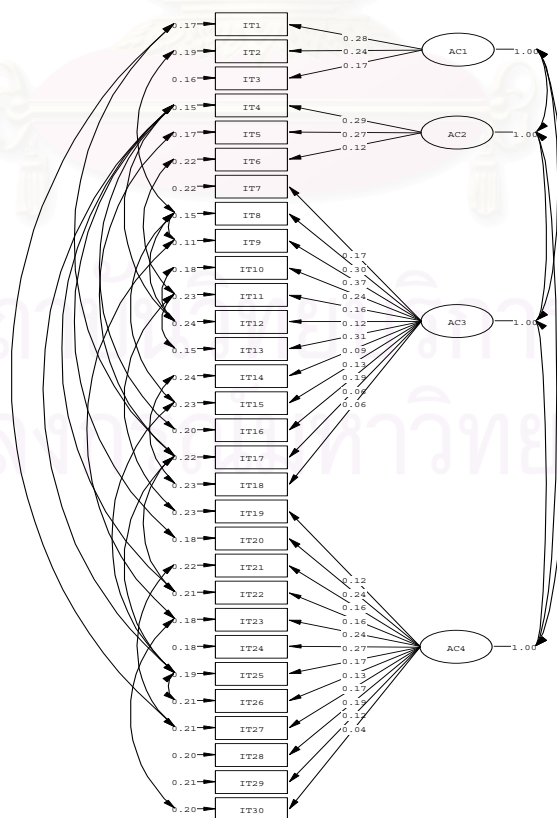
ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ผู้วิจัยนำเสนอโมเดลที่มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล หรือโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนมีค่าเท่ากันระหว่างแบบสอบถาม A และ B และโมเดลที่มีเงื่อนไขกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของน้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบถาม A และ B เท่ากันเท่านั้น ดังแผนภาพที่ 4.6 - 4.7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 4.6 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A และ B (โมเดลไม่กำหนดเงื่อนไขบังคับให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ A และ B เท่ากัน)

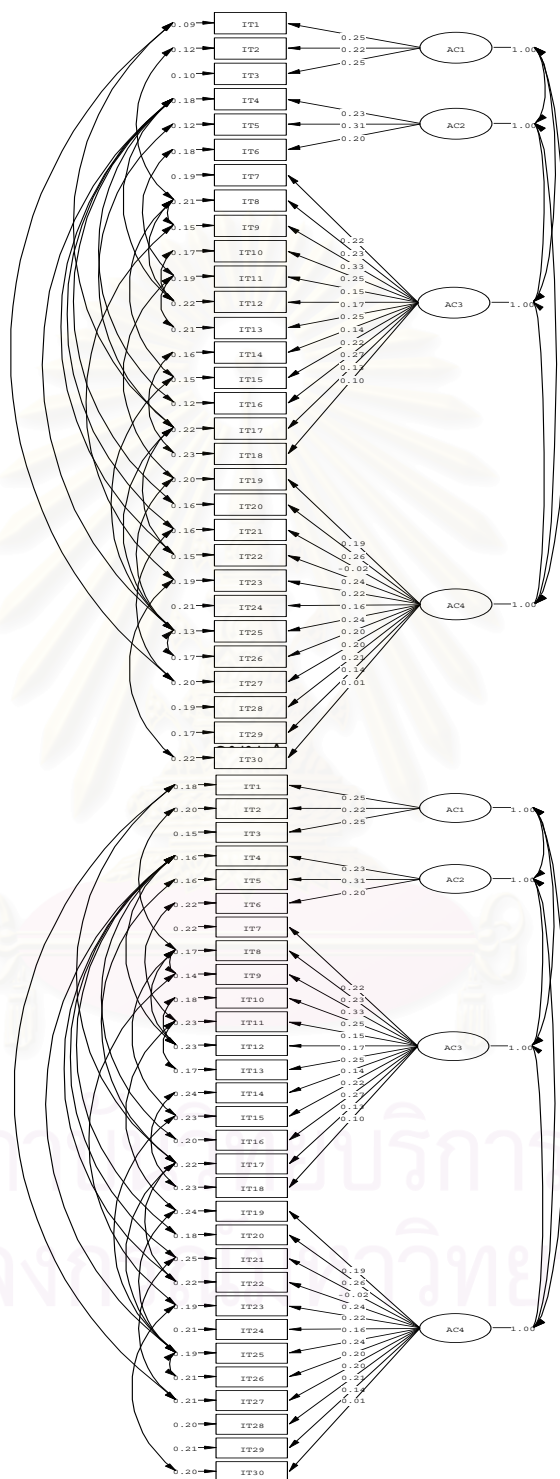


ฉบับ A



ฉบับ B

แผนภาพที่ 4.7 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนฉบับ A และ B (โมเดลกำหนดเงื่อนไขบังคับให้ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน)



ฉบับ B

ส่วนที่ห้า การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล โครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ประกอบด้วยสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของ รูปแบบโมเดลและความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล โดยมีสมมติฐานในการทดสอบตามลำดับ ดังนี้ การทดสอบสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_C$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดย ไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน และ การทดสอบสมมติฐานที่สอง $H_{\Lambda_X} : \Lambda_X^{(A)} = \Lambda_X^{(C)}$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของ ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง (Λ_X) โดย กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ A และ C มีค่าเท่ากัน ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดสอบ สมมติฐานดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	p	GFI	RMSEA	RMR
1. H_{form}	791.095	770	1.027	.291	.808	.016	.016
2. H_{Λ_X}	917.039	800	1.146	.002	.788	.037	.023
		$\Delta\chi^2_{2-1} = 126.628^*$		$\Delta df_{2-1} = 30$			

** p < .01

หมายเหตุ $\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึงผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b
 Δdf_{a-b} หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

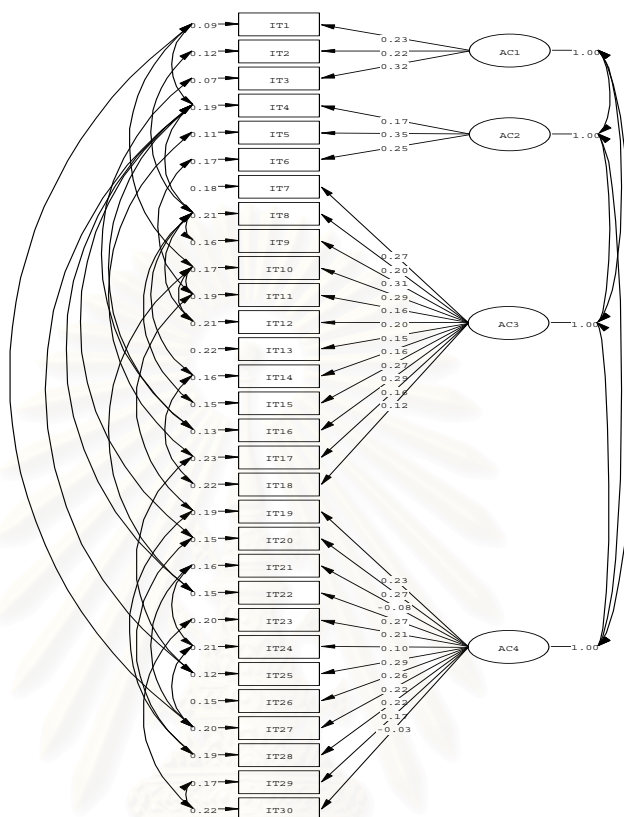
เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ในสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_C$ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่า $\chi^2 = 791.095$, $df = 770$, $p = .291$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.027$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า p มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ 4.12 และแผนภาพที่ 4.8 จึงยอมรับสมมติฐานศูนย์ที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ C มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลหรือมีโครงสร้างเนื้อหาเดียวกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 $H_{\Lambda_X} : \Lambda_X^{(A)} = \Lambda_X^{(C)}$ ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง หรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบถาม A และ C มีค่าเท่ากัน ผลการทดสอบพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่า $\chi^2 = 917.039$, $df = 800$, $p = .002$, $GFI = .788$, $RMSEA = .037$, $RMR = .023$ และ $\chi^2/df = 1.146$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า $p < .05$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 126.628, $df = 30$ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.12 แสดงว่ามีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบถาม A กับ C หรือกล่าวได้ว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบถาม A ไม่เท่ากับแบบ C

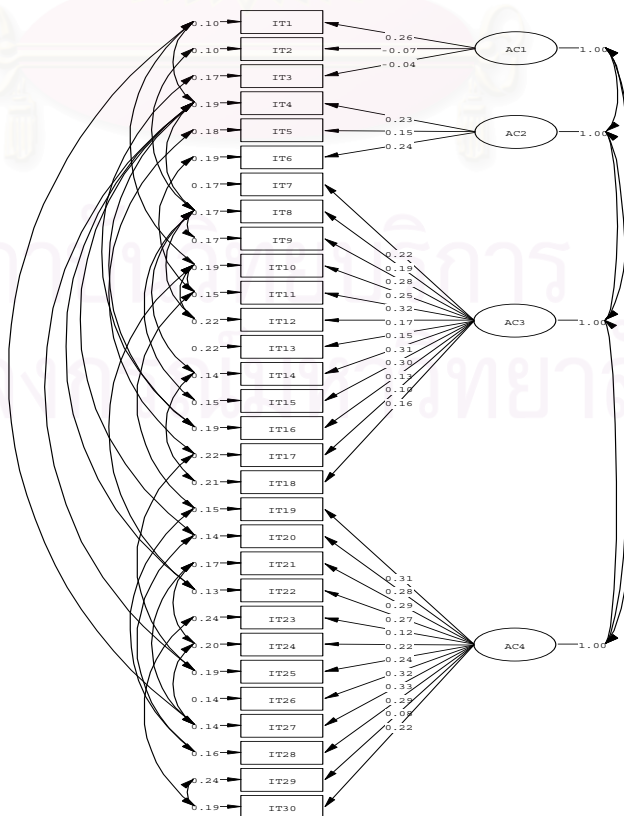
จากผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_X) สามารถสรุปได้ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบถาม A และ C มีเนื้อหาไม่เท่าเทียมกัน

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ผู้วิจัยนำเสนอโมเดลที่มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล หรือโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนมีค่าเท่ากันระหว่างแบบสอบถาม A และ C เท่านั้น ดังแผนภาพที่ 4.8

แผนภาพที่ 4.8 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A และ C (โมเดลไม่กำหนดเงื่อนไขบังคับให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ A และ C เท่ากัน)



ฉบับ A



ฉบับ C

ส่วนที่หก การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ประกอบด้วยสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลและความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล โดยมีสมมติฐานในการทดสอบตามลำดับ ดังนี้ การทดสอบสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_B = \Sigma_C$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างแบบสอบให้มีค่าเท่ากัน และ การทดสอบสมมติฐานที่สอง $H_{\Lambda_X} : \Lambda_X^{(B)} = \Lambda_X^{(C)}$ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ (1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง (Λ_X) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบฉบับ B และ C มีค่าเท่ากัน ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดสอบสมมติฐานดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	p	GFI	RMSEA	RMR
1. H_{form}	802.207	778	1.031	.266	.808	.017	.016
2. H_{Λ_X}	915.365	808	1.133	.005	.793	.035	.022
		$\Delta\chi^2_{2-1} = 113.158$		$\Delta df_{2-1} = 30$			

* $p < .05$

หมายเหตุ $\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึงผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b
 Δdf_{a-b} หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

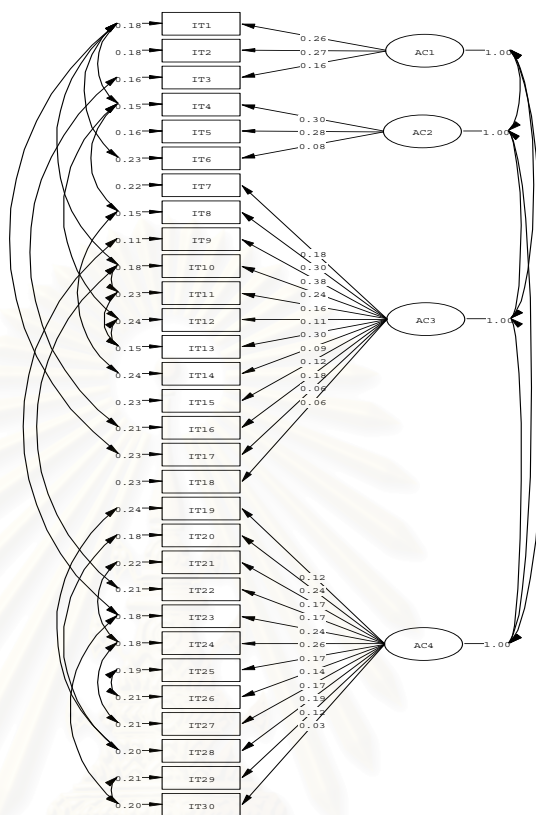
เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ในสมมติฐานแรก $H_0 : \Sigma_B = \Sigma_C$ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่า $\chi^2 = 802.207$, $df = 778$, $p = .266$, $GFI = .808$, $RMSEA = .017$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.031$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า p มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ 4.13 และแผนภาพที่ 4.9 จึงยอมรับสมมติฐานศูนย์ที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ B และ C มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลหรือมีโครงสร้างเนื้อหาเดียวกัน

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 $H_{\Lambda_x} : \Lambda_x^{(B)} = \Lambda_x^{(C)}$ ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝง หรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวของแบบสอบถาม B และ C มีค่าเท่ากัน ผลการทดสอบพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่า $\chi^2 = 915.365$, $df = 808$, $p = .005$, $GFI = .793$, $RMSEA = .035$, $RMR = .022$ และ $\chi^2/df = 1.133$ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า $p < .05$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 113.158, $df = 30$ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.13 แสดงว่ามีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบถาม B กับ C หรือกล่าวได้ว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ของแบบสอบถาม B ไม่เท่ากับแบบ C

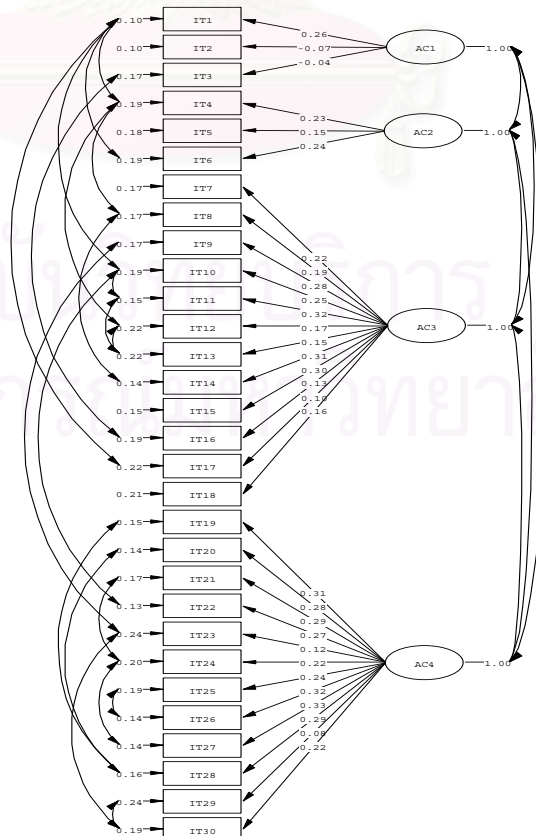
จากผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) สามารถสรุปได้ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบถาม B และ C มีเนื้อหาไม่เท่าเทียมกัน

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ผู้วิจัยนำเสนอโมเดลที่มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล หรือโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนมีค่าเท่ากันระหว่างแบบสอบถาม B และ C เท่านั้น ดังแผนภาพที่ 4.9

แผนภาพที่ 4.9 โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B และ C (โมเดลไม่กำหนดเงื่อนไขบังคับให้ค่าพารามิเตอร์ของแบบสอบฉบับ B และ C มีค่าเท่ากัน)



ฉบับ B



ฉบับ C

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้าง สำหรับประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาของแบบสอบ โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ประการแรก เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง และประการที่สอง เพื่อตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มประชากรที่ศึกษา คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร จำนวน 57,180 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารุงเทพมหานคร จำนวน 333 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 111 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบกับแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A, B และ C ตามลำดับ สุ่มกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปรภายนอกแฝง 4 ตัว คือ (1) เนื้อหาเรื่องเศษส่วน วัดจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้ 3 ตัว ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 1-3 (2) เนื้อหาเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน วัดจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้ 3 ตัว ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 4-6 (3) เนื้อหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วน วัดจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้ 3 ตัว ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 7-18 และ (4) เนื้อหาเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน วัดจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้ 3 ตัว ได้แก่ข้อสอบข้อที่ 19-30 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ฉบับ โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ (1) แบบสอบที่คู่ขนานกันคือแบบสอบฉบับ A และ B (2) แบบสอบที่ไม่คู่ขนานคือแบบสอบฉบับ C

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน *ขั้นตอนแรก* เป็นการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน และการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CTIA *ขั้นตอนที่สอง* เป็นการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ระหว่างความแปรปรวนคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับ โดยการทดสอบ Levene's Test for Equality of Variances *ขั้นตอนที่สาม* เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ *ขั้นตอนที่สี่* เป็นการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ แล้วนำเสนอเป็นเมทริกซ์สหสัมพันธ์ เพื่อศึกษาความแปรผันร่วมกันระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ ในขั้นตอนที่ 2 - 4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 11.0 *ขั้นตอนที่ห้า* เป็นการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานทั้ง 3 ฉบับ ว่าสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และ *ขั้นตอนสุดท้าย* เป็นการตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนานทั้ง 3 ฉบับ โดยมีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ระหว่างแบบ

สอบทั้ง 3 ฉบับ ด้วยการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multi-group analysis) โดย 2 ขั้นตอนหลังนี้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม LISREL for Windows version 8.52

จากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานไว้ 2 ประการ คือ *ประการแรก* เมื่อตรวจสอบเนื้อหาของแบบสอบ 2 ฉบับ ที่คู่ขนานกันด้วยโมเดลสมการโครงสร้างน่าจะมี ความตรงตามเนื้อหาไม่แตกต่างกัน แต่จะมีความแตกต่างจากแบบสอบที่ไม่เป็นคู่ขนานกัน และ *ประการที่ สอง* คือเมื่อตรวจสอบแบบสอบ 2 ฉบับ ที่คู่ขนานกันด้วยโมเดลสมการโครงสร้างน่าจะมีค่าความเท่าเทียมกันของ เนื้อหา แต่จะมีความแตกต่างจากแบบสอบที่ไม่เป็นคู่ขนานกัน

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าความเบ้ (skewness) ค่าความโด่ง (kurtosis) ของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A, B และ C และผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ได้แก่ ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายในของแบบสอบด้วยสูตร KR₂₀ ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) รายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 3 ฉบับ ในแต่ละฉบับมีจำนวนข้อสอบ 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน และมีนักเรียนเข้าสอบฉบับละจำนวน 111 คน แบบสอบฉบับ A, B และ C มีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 12.92, 13.05 และ 15.22 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 5.92, 5.48 และ 6.56 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการแจกแจงแบบสอบทั้งหมดมีลักษณะเบ้ขวา (skewness) เหมือนกันและมีค่าเท่ากับ .94, .80 และ .12 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความโด่งหรือขนาดความสูงของการแจกแจง พบว่าโค้งการแจกแจงของแบบสอบฉบับ A และ B มีลักษณะสูงโด่ง (Leptokurtic) ส่วนแบบสอบฉบับ C มีลักษณะเตี้ยแบน (Platykurtic) โดยมีค่าเท่ากับ 3.07, 3.33 และ 2.00 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์หิวเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A, B และ C พบว่าค่าความยากเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าอยู่ระหว่าง .43 - .51 (ความยากเฉลี่ยมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 12.94 - 13.73) แสดงว่าแบบสอบทั้งหมดมีความยากระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบสอบทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง .44 - .55 ซึ่งสามารถจำแนกผู้สอบได้ดี และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยง KR 20 ของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่า .84 .79 และ .87 ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A, B และ C ด้วยการทดสอบ Levene's Test for Equality of Variances พบว่าความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A, B และ C มีความแตกต่างกัน จากการทดสอบ F เป็นรายคู่ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A กับ B มีค่าเท่ากัน ความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A กับ C มีค่าแตกต่างกันและความแปรปรวนของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ B กับ C มีค่าแตกต่างกัน

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระหว่างแบบสอบฉบับ A, B และ C ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนแบบ สอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับ A และ B แตกต่างจากแบบสอบฉบับ C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ พบว่าตัวแปรสังเกตได้ของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ขนาดของความสัมพันธ์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ค่อนข้างต่ำ ($.2 < r < .4$) ทิศทางของความสัมพันธ์ส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกัน (ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์มี เครื่องหมายเป็นบวก) เมื่อทดสอบสมมติฐานของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ของแบบสอบ ทั้งหมดว่ามีความแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์หรือไม่นั้น (bartlett's test of sphericity) พบว่ามีความ แตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่า ดัชนี Kaiser-Mayer-Olkin ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 นั่นคือตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันและเหมาะสมที่ จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและการวิเคราะห์กลุ่มพหุต่อไป

5. ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ พบว่าผลการทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มี ความตรงตามเนื้อหาโดยฉบับ A ให้ค่า $\chi^2 = 382.267$, $p = .458$, $df = 380$, $GFI = .812$, $AGFI = .770$ และ $RMR = .017$ ฉบับ B ให้ค่า $\chi^2 = 388.677$, $p = .481$, $df = 388$, $GFI = .809$, $AGFI = .772$ และ $RMR = .018$ และฉบับ C ให้ค่า $\chi^2 = 384.816$, $p = .479$, $df = 384$, $GFI = .810$, $AGFI = .770$ และ $RMR = .016$ แสดงว่าแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีความตรงตามเนื้อหาตามโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน โดยมีขั้นตอนการประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้างในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ดังนี้

- 1) วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรสังเกตได้
- 2) วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)
- 3) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยดูจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.05 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) และค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าสูงหรือมีค่าเข้า ใกล้หนึ่ง และค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์

6. ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนาน พบว่า สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ 2 ส่วน คือ ส่วนแรก เป็นการวิเคราะห์ เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และ ส่วนที่สอง เป็นการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่ แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดล โดยการทดสอบทั้งสองจะทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ ในลักษณะของโมเดลสอดแทรก (nested model) หรือสมมติฐานการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของ พารามิเตอร์ในโมเดลแต่ละชั้นจะถูกสอดแทรกอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ปรากฏก่อน โดยแบ่งการทดสอบ สมมติฐานออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

6.1 สมมติฐาน $H_0 : \sum_A = \sum_B = \sum_C$ ผลการทดสอบที่แสดงว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ให้ค่า $\chi^2 = 1170.122$, $df = 1137$, $p =$

.241, GFI = .808, RMSEA = .016, RMR = .016 และ $\chi^2/df = 1.029$ ซึ่งความน่าจะเป็น (p) มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่าค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าโมเดลตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ของแบบสอบฉบับ A, B และ C มีรูปแบบเดียวกัน

6.2 สมมติฐาน $H_{\Lambda_x} : (\Lambda_x^{(A)} = \Lambda_x^{(B)}) \neq \Lambda_x^{(C)}$ ผลการทดสอบที่แสดงว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์เมตริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงของแบบสอบฉบับ A และ B แต่มีความแปรเปลี่ยนกับแบบสอบฉบับ C ให้ค่า $\chi^2 = 1207.337$, $df = 1163$, $p = .178$, GFI = .808, RMSEA = .019, RMR = .016 และ $\chi^2/df = 1.038$ ซึ่งความน่าจะเป็น (p) มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 37.215, $df = 26$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบนี้แสดงว่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ในโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากันและไม่เท่ากับแบบสอบฉบับ C

6.3 สมมติฐาน $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B$ ผลการทดสอบที่แสดงว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ให้ค่า $\chi^2 = 780.071$, $df = 750$, $p = .217$, GFI = .808, RMSEA = .019, RMR = .019 และ $\chi^2/df = 1.040$ ซึ่งความน่าจะเป็น (p) มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B มีรูปแบบเดียวกัน

6.4 สมมติฐาน $H_{\Lambda_x} : \Lambda_x^{(A)} = \Lambda_x^{(B)}$ ผลการทดสอบที่แสดงว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์เมตริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงของแบบสอบฉบับ A และ B ให้ค่า $\chi^2 = 817.287$, $df = 776$, $p = .148$, GFI = .799, RMSEA = .022, RMR = .024 และ $\chi^2/df = 1.053$ ซึ่งความน่าจะเป็น (p) มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 37.216, $df = 26$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบนี้แสดงว่าผลการ

ทดสอบนี้แสดงว่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ในโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B มีค่าเท่ากัน

6.5 สมมติฐาน $H_0 : \Sigma_A = \Sigma_C$ ผลการทดสอบที่แสดงว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ให้ค่า $\chi^2 = 791.095$, $df = 770$, $p = .291$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.027$ ซึ่งค่าความน่าจะเป็น (p) มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ C มีรูปแบบเดียวกัน

6.6 สมมติฐาน $H_0 : \Sigma_B = \Sigma_C$ ผลการทดสอบที่แสดงว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ให้ค่า $\chi^2 = 802.207$, $df = 778$, $p = .266$, $GFI = .808$, $RMSEA = .017$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.031$ ซึ่งค่าความน่าจะเป็น (p) มีค่ามากพอที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA และ RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 โดยทุกค่าให้ผลที่สอดคล้องกัน จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ B และ C มีรูปแบบเดียวกัน

จากการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้างในการตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาและสรุปเป็นแผนภาพได้ดังแผนภาพที่ 5.1 ดังนี้

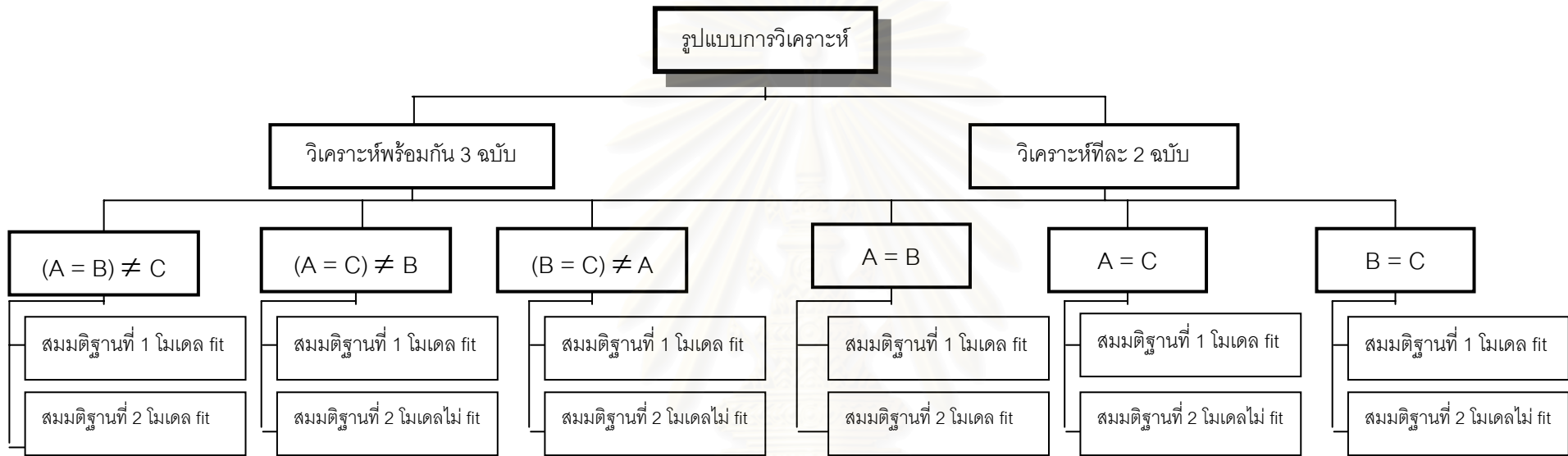
- 1) วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรสังเกตได้
- 2) วิเคราะห์กลุ่มพหุ (Multi-Group Analysis) โดยวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยดูจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) และค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ และค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 แสดงว่าแบบสอบนั้นมีรูปแบบโมเดลเหมือนกัน
- 3) วิเคราะห์กลุ่มพหุ (Multi-Group Analysis) โดยวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ ตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโดยดูจากค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) และค่าดัชนีกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือ

(RMR) มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2 และผลต่างของค่าไค-สแควร์กับผลต่างของค่าองศาอิสระไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์



อภิปรายผลการวิจัย

จากสรุปผลการวิจัยที่น่าเสนอข้างต้น โดยภาพรวมแล้วสอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ แต่อย่างไรก็ตามผลการวิจัยดังกล่าวยังมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1. ผลการประเมินความตรงตามเนื้อหาของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B ผลการทดสอบสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ โดยผลการทดสอบพบว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B ที่เป็นแบบสอบคู่ขนานกันมีความตรงตามเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมที่ว่าแบบสอบคู่ขนานที่ผ่านกระบวนการสร้างที่เป็นมาตรฐานและการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญแล้วน่าจะมีความตรงตามเนื้อหา (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) แต่สำหรับโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ C ผลการทดสอบไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ โดยผลการทดสอบพบว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ C ซึ่งเป็นแบบสอบที่ไม่คู่ขนานกับแบบสอบฉบับ A และ B มีความตรงตามเนื้อหา ดังนั้นผลการทดสอบในส่วนนี้จึงไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 ซึ่งจากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าแบบสอบที่มีความตรงตามเนื้อหาเนื่องจากสร้างได้ครอบคลุมเนื้อหาตามสัดส่วนความสำคัญเดียวกัน แต่อาจจะมีระดับความยากหรือการแจกแจงของคะแนนที่ต่างกันจึงอาจไม่คู่ขนานกัน โดยแบบสอบฉบับ A และ B สร้างมาจากรูปแบบฟาเซตเดียวกัน แต่สำหรับแบบสอบฉบับ C ไม่ได้สร้างจากรูปแบบฟาเซตเดียวกันฉบับ A และ B แต่แบบสอบทั้ง 3 ฉบับ สร้างคลุมเนื้อหาเดียวกันจึงมีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เหมือนกัน แต่แบบสอบฉบับ A และ B มีความยาก, อำนาจจำแนก, ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนต่างจากแบบสอบฉบับ C

2. ผลการประเมินความเท่าเทียมกันของเนื้อหาของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ผลการทดสอบสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ โดยผลการทดสอบแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เมื่อวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนพร้อมกันทั้ง 3 ฉบับ

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล พบว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีความไม่แปรเปลี่ยนในรูปแบบของโมเดล โดยให้ค่า $\chi^2 = 1170.122$, $df = 1137$, $p = .241$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.029$ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ และสอดคล้องกับ Bollen, 1989; Joreskog และ Sorbom, 1989, 1993; Jaccard และ Wan, 1996 อ้างถึงในนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ที่กล่าวว่าหลักในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลควรทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลให้ได้ ก่อนที่จะทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลต่อไป

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล พบว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B ไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์

ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ แต่จะมีความแปรเปลี่ยนกับแบบสอบฉบับ C โดยให้ค่า $\chi^2 = 1207.337$, $df = 1163$, $p = .178$, $GFI = .808$, $RMSEA = .019$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.038$ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ และสอดคล้องกับทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมที่ว่าแบบสอบคู่ขนานที่คู่ขนานกันจะมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ดังนั้นแบบสอบที่คู่ขนานกันจะมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหาและจะมีความแตกต่างจากแบบสอบที่ไม่เป็นคู่ขนานกัน

ส่วนที่ 2 เมื่อวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนพร้อมกันทีละ 2 ฉบับ (A กับ B, A กับ C และ B กับ C)

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลของโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนทั้ง 3 คู่ พบว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบทั้ง 3 คู่ มีความไม่แปรเปลี่ยนในรูปแบบของโมเดล โดยคู่ A กับ B ให้ค่า $\chi^2 = 780.071$, $df = 750$, $p = .217$, $GFI = .808$, $RMSEA = .019$, $RMR = .019$ และ $\chi^2/df = 1.040$ คู่ A กับ C ให้ค่า $\chi^2 = 791.095$, $df = 770$, $p = .291$, $GFI = .808$, $RMSEA = .016$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.027$ และ คู่ B กับ C ให้ค่า $\chi^2 = 802.207$, $df = 778$, $p = .266$, $GFI = .808$, $RMSEA = .017$, $RMR = .016$ และ $\chi^2/df = 1.031$ ซึ่งทั้ง 3 คู่ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ และสอดคล้องกับ Bollen, 1989; Joreskog และ Sorbom, 1989,1993; Jaccard และ Wan, 1996 อ้างถึงในหนังสือ วิรัชชัย, 2542) ที่กล่าวว่าหลักในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลควรทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลให้ได้ ก่อนที่จะทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลต่อไป

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล พบว่าโมเดลโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของแบบสอบฉบับ A และ B ไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรภายนอกแฝงหรือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยให้ค่า $\chi^2 = 817.287$, $df = 776$, $p = .148$, $GFI = .799$, $RMSEA = .022$, $RMR = .024$ และ $\chi^2/df = 1.053$ แต่จะมีความแปรเปลี่ยนกับแบบสอบฉบับ C ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ และสอดคล้องกับทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมที่ว่าแบบสอบคู่ขนานที่คู่ขนานกันจะมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) ดังนั้นแบบสอบที่คู่ขนานกันจะมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหาและจะมีความแตกต่างจากแบบสอบที่ไม่เป็นคู่ขนานกัน

3. จากการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบคู่ขนานทั้ง 3 ฉบับ พบว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบของแบบสอบมีความสัมพันธ์กับค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ดังนี้ (1) ข้อสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดของตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องเศษส่วน มีค่าความยากระดับค่อนข้างง่าย ยกเว้นแบบสอบฉบับ B มีค่าความยากระดับปานกลาง และมีอำนาจจำแนกดี ยกเว้นแบบสอบฉบับ A มีอำนาจจำแนกระดับพอใช้ (2) ข้อสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดของตัวแปรภายนอกแฝง

ความรู้เรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน มีค่าความยากระดับค่อนข้างง่าย ค่อนข้างยาก และปานกลาง ตามลำดับ และมีอำนาจจำแนกดีมากเหมือนกันทั้ง 3 ฉบับ (3) ข้อสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดของตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการบวกและลบเศษส่วน มีค่าความยากระดับปานกลางและมีอำนาจจำแนกดีมากเหมือนกันทั้ง 3 ฉบับ และ (4) ข้อสอบที่มีน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดของตัวแปรภายนอกแฝงความรู้เรื่องการคูณและการหารเศษส่วน มีค่าความยากระดับปานกลาง ยกเว้นแบบสอบฉบับ A มีค่าความยากระดับค่อนข้างยาก และมีอำนาจจำแนกดี ยกเว้นแบบสอบฉบับ C มีอำนาจจำแนกดีมาก แสดงว่าข้อสอบที่สามารถวัดได้เนื้อหาได้ดีที่สุด ส่วนใหญ่จะเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากปานกลางและอำนาจจำแนกดีมาก ซึ่งตรงกับศิริชัย กาญจนวาสี (2544) ที่กล่าวว่าแบบสอบโดยทั่วไปควรมีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 (ค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย) และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ย .50 (ยากปานกลาง) และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

ข้อเสนอแนะ

การนำเสนอในตอนนี้นำผู้วิจัยนำเสนอโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก เป็นการนำเสนอข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และส่วนที่สอง เป็นการนำเสนอข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ตามรายละเอียด ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้าง สามารถนำมาใช้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยมีขั้นตอนการนำโมเดลสมการโครงสร้างมาใช้ดังนี้ 1) สร้างโมเดลตามสมมติฐาน 2) เตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ 3) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Confirmatory Factor Analysis และ 4) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยพิจารณาจากค่า χ^2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่า GFI และค่า AGFI มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่า RMR มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์

2. การประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้าง สามารถนำมาใช้ตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหา (Content Equivalence) โดยมีขั้นตอนการนำโมเดลสมการโครงสร้างมาใช้ดังนี้ 1) สร้างโมเดลตามสมมติฐาน 2) เตรียมเมทริกซ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ 3) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Multigroup Analysis 4) ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล 5) ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยพิจารณาจากค่า χ^2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่า GFI มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่า RMSEA และ RMR มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ และค่า χ^2/df มีค่าน้อยกว่า 2 6) ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ และ 7) ตรวจสอบความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโดยพิจารณาจากค่า χ^2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่า GFI มีค่าสูงหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง ค่า RMSEA และ RMR มีค่าน้อยกว่า .05 หรือเข้าใกล้ศูนย์ ค่า χ^2/df มีค่าน้อยกว่า 2 และผลต่างของค่า χ^2 กับผลต่างของ df ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การศึกษาในครั้งนี้ได้ข้อค้นพบว่าการสร้างแบบคู่ขนานให้มีความตรงตามเนื้อหาและมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหา นั้น ควรสร้างจากตารางวิเคราะห์เนื้อหาเดียวกันและควรคัดเลือกแบบสอบที่มีค่าความยากง่ายระดับปานกลาง และมีอำนาจจำแนกระดับดีจนถึงดีมาก ซึ่งจะทำให้ข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดมากที่สุด และมีความเท่าเทียมกันของเนื้อหาระหว่างแบบสอบคู่ขนานด้วย

4. ในการสร้างข้อสอบให้มีความเป็นคู่ขนานกันนั้น เทคนิควิธีการสร้างแบบสอบคู่ขนานที่ผู้วิจัยใช้ในการสร้างข้อสอบในครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบให้เป็นรูปแบบของฟาเซท ซึ่งประกอบไปด้วยทั้งหมด 11 รูปแบบ โดยในแต่ละรูปแบบสร้างจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งในแต่ละรูปแบบจะประกอบด้วยรูปแบบฟาเซทในส่วนที่ใช้เป็นคำถามและรูปแบบฟาเซทในส่วนที่ใช้เป็นตัวเลือก รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างข้อคำถามและตัวเลือกนี้ สร้างขึ้นโดยการนิยามขอบเขตของเนื้อหาในจุดประสงค์หนึ่ง ๆ ให้อยู่ในรูปของส่วนประกอบย่อย ๆ ที่สามารถอธิบายโมทัศน์ของจุดประสงค์นั้นได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบคู่ขนานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยการประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างนี้ทำให้ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบสอบคู่ขนานนี้มีความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหา

5. ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้างชนิดกลุ่มพหุสามารถตอบคำถามวิจัยได้โดยมีการสรุปอ้างอิงถึงกลุ่มประชากรตามหลักสถิติได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังมีส่วนแสดงผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดตามหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) ซึ่งแสดงผลการทดสอบนัยสำคัญของน้ำหนักองค์ประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์ลักษณะนี้ยังไม่มีการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วย SPSS ทำให้การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลทำได้สะดวกและมีความหมายมากขึ้นกว่าผลการวิเคราะห์แบบเดิม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2540) ดังนั้นในการประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้างมาใช้ประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาทำให้แบบสอบมีคุณภาพน่าเชื่อถือมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยวิธีการประยุกต์โมเดลสมการโครงสร้าง ในการประเมินความเท่าเทียมกันของเนื้อหา (Content Equivalence) โดยการทดสอบความเท่าเทียมกันของแบบสอบคู่ขนานที่ระดับความคู่ขนานต่าง ๆ ทั้ง 4 ระดับ คือ 1) แบบ parallel 2) แบบ tau - equivalent 3) แบบ essentially tau - equivalent และ 4) แบบ congeneric

2. ควรมีการนำเทคนิคการสร้างข้อสอบให้มีความเป็นคู่ขนานในรูปแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากรูปแบบฟาเซทที่ผู้วิจัยใช้ในครั้งนี้ เช่น ใช้ฟอร์มข้อสอบ หรือการใช้เทคนิคการวัดโมทัศน์ เป็นต้น มาสร้างแบบสอบคู่ขนานแล้วใช้โมเดลสมการโครงสร้างตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาเพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของเทคนิคต่าง ๆ ต่อไป

3. ควรมีการศึกษาวิชาการที่ใช้โมเดลสมการโครงสร้างเพื่อประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาของแบบสอบที่สร้างโดยผู้พัฒนาแบบสอบกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มครูผู้สอน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มครูผู้สอนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จิตตานันท์ ติกุล. (2545). การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชาว์ อินใย. (2532). การเปรียบเทียบความตรงและความเที่ยงของแบบสอบถามเชิงทัศนคติศาสตร์ โดยการคัดเลือกข้อกระทงด้วยวิธีหาค่าอำนาจจำแนกที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). โมเดลลิสม์เรล : สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2540). ความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครูระหว่างกลุ่มบุคลากร 2 กลุ่ม: การประยุกต์การสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างชนิดกลุ่มพหุ. รายงานการวิจัย ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยนุช ศรีบูรณ์. (2541). ผลของการแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนซ่อมเสริมโดยใช้เอกสารฝึกหัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ยุวดี วัฒนานนท์. (2537). การศึกษาเงื่อนไขเกี่ยวกับระดับความเชี่ยวชาญ รูปแบบการให้ข้อมูลและจำนวนผู้เชี่ยวชาญ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2539). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณา ปุรณโชติและคณะ. (2525). การสร้างแบบสอบสัมฤทธิ์ผลมาตรฐานวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณี แกมเกตุ. (2540). การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู: การประยุกต์ใช้ในโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุและโมเดลเอ็มทีเอ็มเอ็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วีรวรรณ มณีเนวล. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบเรียนร่วมมือ สอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แจ้งและสอบแบบเรียนร่วมมือโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แจ้ง. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุโข. (2540). การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ: พชรกานต์พับลิเคชั่น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมถวิล วิจิตรวรรณา. (2543). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงโมเดลพหุระดับและโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2535). หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตร Mini M.ED สำหรับอาจารย์โรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน จ.นครปฐม.
- สุพัฒน์ สุกมลสันต์. (2538). การวิเคราะห์ข้อทดสอบแนวใหม่ด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร : นำอักษรการพิมพ์.
- สุภาพ วาดเขียนและอรพินทร์ โภชนดา. (2524). การประเมินผลการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ไทยวัฒนาพานิช.
- เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์และเอนกกุล กรีแสง. (2522). หลักการเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์พิมพ์เนต.
- อนันต์ ศรีโสภา. (2524). การวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.
- อารี สาริปา. (2539). ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบ: การเปรียบเทียบระหว่างวิธีไอเกนและเอ็มดีเอสร่วมกับซีเอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อำนาจ เลิศขยันดี. (2532). การทดสอบ-การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: เอ-พริ้นติ้ง.
- อุทุมพร จามรมาน. (2541). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะผู้เรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ฟันนี่พับบลิชซิง.

ภาษาอังกฤษ

- Adams, G.S. and Torgerson, T.L. (1964). **Measurement and Evaluation in Education, Psychology and guidance**. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Anastasi, A. (1968). **Psychological Testing**. New York: Macmillan.
- Brown, F.G. (1983). **Principles of Education and Psychological Testing**. New York: CBS College Publishing.
- Bryne, B. M. (1998). **Structural equation modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic concepts, applications, and programming**. New York: David Mckay.
- Ding, C.S. and Hershberger, S.L. (2002). Assessing Content Validity and Content Equivalence Using Structural Equation. **Structural Equation Modeling**. 9(2): 283-297.
- Haynes,S.N., Richard,D.C. and Kubany, E.S. (1995). Content Validity in Psychological Assessment: A Functional Approach to Concepts and Methods. **Psychological Assessment**. 7(3): 238-247.
- Joreskog, R.G.; and Sorbom, D. (1989). **LISREL 7: User's reference guide**. Chicago: scientific Software.
- Trub, Ross E. (1994). **Reliability for the Social Science: Theory and Application Volume 3**. California: Sage Publication, Inc.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมีอวัยวะ

1. ผศ.ดร.อวยพร เรือง
ตระกูล อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผศ.ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตร
คุณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อ.ดร.เอมอร จังศิริพร
ปกรณ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. อ.ดร.ณัฐสุภรณ์ หลาว
ทอง อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. รศ.ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล
อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
6. อ.อุไรวรรณ อัสวเวคินกุล
อาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒา
ราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์
7. อ.ลัดดา ด่านวิริยะกุล
อาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนราชวินิต บางแคปาน
ข้า
8. อ.ปิยะวดี แสงคำสุข
อาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนจิตรลดา
9. อ.อุรัญญา ปรีชา
อาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีทุ่งสง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข
ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบสอบ

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง “การประเมินความตรงตามเนื้อหาและความเท่าเทียมกันของเนื้อหาในแบบสอบคู่ขนานโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง” ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่อง เศษส่วน ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1** ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รายวิชาคณิตศาสตร์ ค 203) เรื่อง เศษส่วน
- ขั้นที่ 2** ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เศษส่วน
- ขั้นที่ 3** สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยให้นำหน้าหน้าจำนวนข้อตามความสำคัญของเนื้อหา ปริมาณเนื้อหา และจำนวนชั่วโมงที่ทำการสอน ดังตารางที่ 1
- ขั้นที่ 4** ศึกษาข้อสอบคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหลายแหล่ง เช่น จากข้อสอบโรงเรียนต่าง ๆ จากแบบฝึกหัด จากแบบสอบของครูที่ทำผลงานทางวิชาการวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบ
- ขั้นที่ 5** จากขอบเขตเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบขึ้นเป็นรูปแบบฟาเซททั้งหมด 11 รูปแบบ โดยในแต่ละรูปแบบสร้างจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมดังตารางที่ 2 ซึ่งในแต่ละรูปแบบจะประกอบด้วยรูปแบบฟาเซทในส่วนที่ใช้เป็นคำถามและรูปแบบฟาเซทในส่วนที่ใช้เป็นตัวเลือก รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างข้อคำถามและตัวเลือกนี้ สร้างขึ้นโดยการนิยามขอบเขตของเนื้อหาในจุดประสงค์หนึ่ง ๆ ให้อยู่ในรูปของส่วนประกอบย่อย ๆ ที่สามารถอธิบายในทัศน์ของจุด ประสงค์นั้นได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน จำนวนฟาเซททั้งหมดที่เป็นไปได้ นั้นขึ้นอยู่กับขอบเขตเนื้อหาในแต่ละจุดประสงค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แผนผังข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	น้ำหนักรายข้อ		
		คิดเป็น %	จำนวนข้อ	เลขที่ข้อ
1.เศษส่วน	1. บอกเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบและบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้	10	6	1-6
2. การเปรียบเทียบเศษส่วน	2. เปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ว่าเท่ากัน ไม่เท่ากัน มากน้อยกว่ากัน	10	6	7-12
3.การบวกและการลบเศษส่วน	3. หาผลบวกของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	6	13-18
	4. หาผลบวกของจำนวนคละได้อย่างถูกต้อง	10	6	19-24
	5. หาผลลบของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	6	25-30
4.การคูณและการหารเศษส่วน	6. หาผลบวกและผลลบของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	6	31-36
	7. คูณเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	6	37-42
	8. หาคำตอบของโจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วนใดๆได้อย่างถูกต้อง	10	6	43-48
	9. หารเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	6	49-54
	10.หาคำตอบของโจทย์ระคนบวก ลบ คูณ หารและโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	10	6	55-60
	รวม	100	60	

ตารางที่ 2 รูปแบบการสร้างข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	รูปแบบการสร้างข้อสอบ	
		รูปแบบฟาเซท	เลขที่ข้อ
1. เศษส่วน	1. บอกเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบและบอก	A	1-2
	จำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้	B	3-6
2. การเปรียบเทียบ เศษส่วน	2. เปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ว่า	C	7-8
	เท่ากัน ไม่เท่ากัน มากกว่ากัน	D	9-10
		E	11-12
3. การบวกและการ ลบเศษส่วน	3. หาผลบวกของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	F	13-16
		G	17-18
	4. หาผลบวกของจำนวนคละได้อย่าง	F	19-22
	ถูกต้อง	G	23-24
	5. หาผลลบของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	F	25-28
		G	29-30
4. การคูณและการ หารเศษส่วน	6. หาผลบวกและผลลบของเศษส่วนได้	F	31-34
	อย่างถูกต้อง	H	35-36
	7. คูณเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	I	37-42
	8. หาคำตอบของโจทย์ปัญหาการคูณ	J	43-48
	เศษส่วนใดๆได้อย่างถูกต้อง		
	9. หารเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง	I	49-54
	10. หาคำตอบของโจทย์ระคนบวก ลบ คูณ	K	55-57
	หารและโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้ถูกต้อง	J	58-60

ตารางที่ 3 การกำหนดรูปแบบฟาเซทที่ใช้ในการเขียนข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จุดประสงค์	รูปแบบฟาเซท	ข้อที่	ส่วนที่ใช้สร้างคำถาม	ส่วนที่ใช้สร้างตัวเลือก			
				ก	ข	ค	ง
1	A	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{2}$
		2	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{3}$
	B	3	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{1}{1}$
		4	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{2}{7}$
		5	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{4}$
		6	$\frac{2}{1}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$
2	C	7	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{2}{1}$
		8	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
	D	9	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{3}$
		10	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{2}$
	E	11	$\frac{2}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$
		12	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$
3	F	13	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{2}$
		14	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$
		15	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{2}$
		16	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$
	G	17	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{1}{1}$
		18	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$
4	F	19	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{2}$
		20	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$
		21	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{1}$
		22	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{2}{1}$
	G	23	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}$
		24	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{1}$
5	F	25	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{2}$
		26	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{1}$
		27	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{1}$
		28	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{1}$
	G	29	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{1}$
		30	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{2}{1}$

ตารางที่ 3 (ต่อ)

จุดประสงค์	รูปแบบ พาเซท	ข้อที่	ส่วนที่ใช้ สร้าง คำถาม	ส่วนที่ใช้สร้างตัวเลือก			
				ก	ข	ค	ง
6	F	31	$\Gamma_3\Xi_2\Theta_3\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_4\mathcal{T}_2$
		32	$\Gamma_3\Xi_2\Theta_3\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_4\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1$
		33	$\Gamma_3\Xi_1\Theta_6\Omega_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_4\mathcal{T}_2$
		34	$\Gamma_3\Xi_2\Theta_6\Omega_3$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_7\mathcal{T}_3$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_6\mathcal{T}_3$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_4\mathcal{T}_3$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_3$
	H	35	Γ_5	$\mathcal{A}_3\mathcal{B}_7\Omega_3$	$\mathcal{A}_3\mathcal{B}_2\Omega_3$	$\mathcal{A}_3\mathcal{B}_3\Omega_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_3\Omega_2$
		36	Γ_3	$\mathcal{A}_3\mathcal{B}_6\Omega_3$	$\mathcal{A}_3\mathcal{B}_4\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_2\Omega_2$	$\mathcal{A}_2\mathcal{B}_5\Omega_1$
7	I	37	$\Gamma_1\Xi_1\Theta_5\Omega_3$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$
		38	$\Gamma_1\Xi_1\Theta_3\Omega_3$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$
		39	$\Gamma_1\Xi_1\Theta_6\Omega_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		40	$\Gamma_1\Xi_2\Theta_1\Omega_3$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_1\mathcal{T}_2\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_1\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$
		41	$\Gamma_1\Xi_2\Theta_5\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_3\mathcal{B}_7\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$
		42	$\Gamma_1\Xi_2\Theta_3\Omega_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
8	J	43	$\Gamma_1\Xi_1\Theta_3$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_7\mathcal{T}_8\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_8\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_1\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		44	$\Gamma_1\Xi_1\Theta_2$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_5\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_3\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_7\mathcal{T}_8\mathcal{T}_1$
		45	$\Gamma_1\Xi_1\Theta_4$	$\Omega_2\mathcal{A}_2\mathcal{B}_10\mathcal{T}_3\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_1\mathcal{B}_10\mathcal{T}_3\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_1\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_2\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		46	$\Gamma_1\Xi_1\Theta_3$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_7\mathcal{T}_8\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_4\mathcal{T}_8\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_3\mathcal{T}_1$
		47	$\Gamma_6\Xi_2\Theta_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		48	$\Gamma_1\Xi_2\Theta_3$	$\Omega_2\mathcal{A}_3\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_3\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_1\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
9	I	49	$\Gamma_2\Xi_1\Theta_3\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_5\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_3\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		50	$\Gamma_2\Xi_1\Theta_6\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_5\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_3\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		51	$\Gamma_2\Xi_1\Theta_1\Omega_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_3\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_4\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_3\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1$
		52	$\Gamma_2\Xi_2\Theta_3\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_3\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		53	$\Gamma_2\Xi_2\Theta_5\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_3\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_5\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		54	$\Gamma_2\Xi_2\Theta_2\Omega_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_3\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_6\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_7\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
10	K	55	$\Gamma_3\Xi_2\Theta_6\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1\mathcal{T}_3\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_2\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1\mathcal{T}_3\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_3\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1\mathcal{T}_3\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1\mathcal{T}_3\mathcal{M}_1$
		56	$\Gamma_2\Xi_2\Theta_5\Omega_3$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_5\mathcal{T}_3\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_3\mathcal{T}_3\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_6\mathcal{T}_3\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_4\mathcal{T}_3\mathcal{M}_1$
		57	$\Gamma_6\Xi_2\Theta_3\Omega_2$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_2\mathcal{B}_4\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_4\mathcal{B}_2\mathcal{T}_2\mathcal{T}_1\mathcal{M}_1$	$\mathcal{A}_1\mathcal{B}_1\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1\mathcal{M}_1$
	J	58	$\Gamma_9\Xi_3\Theta_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_2$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_4\mathcal{B}_10\mathcal{T}_1\mathcal{T}_1$
		59	$\Gamma_3\Xi_3\Theta_4$	$\Omega_1\mathcal{A}_1\mathcal{B}_10\mathcal{T}_3\mathcal{T}_2$	$\Omega_1\mathcal{A}_1\mathcal{B}_10\mathcal{T}_3\mathcal{T}_1$	$\Omega_2\mathcal{A}_2\mathcal{B}_10\mathcal{T}_3\mathcal{T}_2$	$\Omega_2\mathcal{A}_3\mathcal{B}_10\mathcal{T}_3\mathcal{T}_2$
		60	$\Gamma_4\Xi_3\Theta_4$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_7\mathcal{T}_8\mathcal{T}_2$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_7\mathcal{T}_8\mathcal{T}_1$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_7\mathcal{T}_8\mathcal{T}_2$	$\Omega_1\mathcal{A}_4\mathcal{B}_4\mathcal{T}_8\mathcal{T}_1$

จุดประสงค์ที่ 1 บอกเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบและบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใด ๆ ได้

เนื้อหา เศษส่วน

A. รูปแบบพหุคูณที่สร้างคำถาม จะเป็นคำถามให้นักเรียนหาค่าของจุดต่าง ๆ บนเส้นจำนวน

พหุคูณ ก : กำหนดความยาวของเส้นจำนวน

- 1. เป็นจำนวนเต็ม
- 2. เป็นเศษส่วน

พหุคูณ ข : กำหนดจุดบนเส้นจำนวน

- 2 จุด
- 2.3 จุด
- 3.4 จุด

รูปแบบพหุคูณที่สร้างตัวเลือก นักเรียนจะเลือกคำตอบถูกของเศษส่วนจากชุดของตัวเลือกซึ่งสร้างขึ้นจาก

พหุคูณ ค : วิธีการหาคำตอบ

- 1. คำนวณถูก / เรียงคำตอบถูก
- 2. คำนวณถูก / เรียงคำตอบผิด
- 3. คำนวณผิด
 - 3.1 ลืมคิดเครื่องหมายลบ
 - 3.2 ลืมนับจำนวนเต็ม
 - 3.3 นับจุดบนเส้นจำนวนผิด

พหุคูณ ง : จำนวนตัวเลือกที่ถูก

- 1. มี 3 ข้อ
- 2. มี 2 ข้อ
- 3. มี 1 ข้อ
- 4. ไม่มีเลย

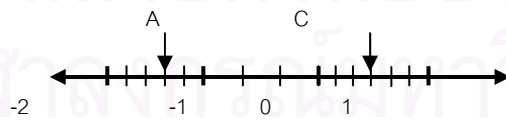
ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพหุคูณที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 1 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่สร้างคำถามมาพหุคูณละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น ก,ข, นั่นคือลักษณะโจทย์ต้องเป็นเส้นจำนวนที่มีความยาวของเส้นจำนวนเป็นจำนวนเต็มและมีจุดบนเส้นจำนวนทั้งหมด 2 จุด ในการสร้างตัวเลือก ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่สร้างตัวเลือกมาพหุคูณละ 1 ตัวเช่นกัน ซึ่งเลือกได้ดังนี้

- ข้อ ก. สร้างจาก $C_{3,3} \times 3_3$ นั่นคือ มีตัวเลือกที่ถูก 1 ข้อ และมีตัวเลือก 1 ตัวที่คำนวณผิด โดยนับจุดบนเส้นจำนวนผิด
- ข้อ ข. สร้างจาก $C_{1,2}$ นั่นคือ มีจำนวนตัวเลือกถูก 2 ข้อ คำนวณถูกและเรียงคำตอบถูก
- ข้อ ค. สร้างจาก $C_{3,3} \times 4_4$ นั่นคือ ไม่มีตัวเลือกที่ถูกเลย โดยนับจุดบนเส้นจำนวนผิด
- ข้อ ง. สร้างจาก $C_{3,2} \times 3_3$ นั่นคือ มีตัวเลือกที่ถูก 1 ข้อ และมีตัวเลือก 1 ตัว ที่คำนวณผิด โดยลืมนับจำนวนเต็ม

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) จากเส้นจำนวนจุด A, B และ C แทนค่าอะไร



- ก. $-1\frac{2}{5}$, $-\frac{2}{6}$ (ข) $-\frac{2}{5}$, $\frac{4}{6}$ ค. $2\frac{3}{5}$, $\frac{2}{6}$ ง. $-\frac{2}{5}$, $\frac{4}{6}$

ข้อสังเกต จากตัวอย่างที่สร้างจะพบว่า การสร้างข้อสอบโดยวิธีนี้ทำให้ทราบที่มาของข้อคำถาม

ตัวเลือกและตัวลวง โดยเฉพาะตัวลวงสามารถใช้นิพจน์ข้อบกพร่องของผู้เรียนได้ เช่น ตัวลวงข้อ ง. สร้างจาก $C_{3,2} \times 3_3$ ต่างจากตัวเลือกข้อ ข. ที่สร้างจาก $C_{1,2}$ จะใช้นิพจน์ได้ว่านักเรียนบกพร่องเพราะลืมนับจำนวนเต็ม อันเป็นแนวทางในการสอนซ่อมเสริมได้ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างข้อสอบรูปแบบอื่น ๆ ได้ ถ้ากำหนดรูปแบบพหุคูณที่ต่างกัน

B. รูปแบบพหุคูณที่สร้างคำถาม เป็นคำถามเพื่อให้หาจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนที่กำหนดให้

พหุคูณ ก : ลักษณะของจำนวน

1. เป็นจำนวนบวก
2. เป็นจำนวนลบ

พหุคูณ ข : ลักษณะของเศษส่วน

1. เศษส่วนอย่างต่ำ
2. เศษส่วนเกิน
3. จำนวนคละ

รูปแบบพหุคูณที่สร้างตัวเลือก

พหุคูณ ค : วิธีการหาคำตอบ

1. คำนวณถูก (โดยการเติมเครื่องหมายลบหน้าจำนวนที่โจทย์กำหนดให้)
2. คำนวณผิด
 - 2.1 ลืมคิดเครื่องหมายลบ
 - 2.2 ทำโดยการกลับเศษเป็นส่วนและกลับส่วนเป็นเศษ แล้วเติมเครื่องหมายลบ
 - 2.3 ทำโดยการกลับเศษเป็นส่วนและกลับส่วนเป็นเศษ แล้วไม่เติมเครื่องหมายลบ
 - 2.4 การทำเศษเกินเป็นจำนวนคละผิด แล้วเติมเครื่องหมายลบ
 - 2.5 การทำเศษเกินเป็นจำนวนคละผิด แล้วไม่เติมเครื่องหมายลบ
 - 2.6 การทำจำนวนคละเป็นเศษเกินผิด แล้วเติมเครื่องหมายลบ
 - 2.7 การทำจำนวนคละเป็นเศษเกินผิด แล้วไม่เติมเครื่องหมายลบ
 - 2.8 ตอบจำนวนที่โจทย์กำหนดให้

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพหุคูณที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 1 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่สร้างคำถามมาพหุคูณละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น ก, ข, นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการหาจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนซึ่งโจทย์เป็นเศษส่วนอย่างต่ำที่เป็นจำนวนบวกและเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $c_{2,2}$ นั่นคือ คำนวณผิดโดยกลับเศษเป็นส่วนและกลับส่วนเป็นเศษ แล้วเติมเครื่องหมายลบ

ข้อ ข. สร้างจาก $c_{2,3}$ นั่นคือ คำนวณผิดโดยกลับเศษเป็นส่วนและกลับส่วนเป็นเศษแล้วไม่เติมเครื่องหมายลบ

ข้อ ค. สร้างจาก $c_{2,8}$ นั่นคือ ตอบจำนวนที่โจทย์กำหนดให้

ข้อ ง. สร้างจาก c_1 นั่นคือ คำนวณถูก โดยการเติมเครื่องหมายลบหน้าจำนวนที่โจทย์กำหนดให้

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) จำนวนตรงข้ามของ $\frac{4}{7}$ คือข้อใด

- | | | | |
|-------------------|------------------|------------------|--------------------|
| ก. $-\frac{7}{4}$ | ข. $\frac{7}{4}$ | ค. $\frac{4}{7}$ | (ง) $-\frac{4}{7}$ |
|-------------------|------------------|------------------|--------------------|

จุดประสงค์ที่ 2 เปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ว่าเท่ากัน ไม่เท่ากัน มากน้อยกว่ากัน

เนื้อหา

การเปรียบเทียบเศษส่วน

C. รูปแบบพหุคูณที่สร้างคำถาม เป็นคำถามเพื่อให้ให้นักเรียนเรียงลำดับเศษส่วน

พหุคูณ ก : รูปแบบการเรียงลำดับ

1. จากมากไปน้อย
2. จากน้อยไปมาก

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ ข : ชนิดของเศษส่วนที่เป็นตัวเลือก

1. เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
2. เป็นเศษเกิน
3. เป็นจำนวนคละ
4. ชนิดของเศษส่วนคละกัน

พหุคูณ ค : วิธีการคำนวณ

1. คำนวณคูณ
2. คำนวณผิตรี
- 2.1 เรียงโดยดูจากส่วนเป็นหลัก
- 2.2 เรียงโดยดูจากเศษเป็นหลัก
- 2.3 เรียงโดยลึ้มคิดเครื่องหมายลบ

พหุคูณ ง : จำนวนตัวเลือกที่เรียงลำดับถูกต้อง

1. มี 3 ข้อ
2. มี 2 ข้อ
3. มี 1 ข้อ
4. ไม่มีเลย

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพหุคูณที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 2 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่ใช้สร้างคำถามมาพหุคูณละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น n_2 นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการเรียงลำดับเศษส่วนจากน้อยไปมาก และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

- ข้อ ก. สร้างจาก $x_{1,2,3,4}$ นั่นคือ ตัวเลือกเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ คำนวณผิตรีเรียงเศษส่วนโดยดูจากส่วนเป็นหลัก และไม่มีตัวเลือกที่เรียงลำดับถูกต้องเลย
- ข้อ ข. สร้างจาก $x_{4,1,3,1}$ นั่นคือ ตัวเลือกมีชนิดของเศษส่วนคละกัน คำนวณคูณ และมีตัวเลือกที่เรียงลำดับถูกต้องทั้งหมด
- ข้อ ค. สร้างจาก $x_{4,2,3,2}$ นั่นคือ ตัวเลือกมีชนิดของเศษส่วนคละกัน คำนวณผิตรี เรียงเศษส่วนโดยลึ้มคิดเครื่องหมายลบและมีตัวเลือกที่เรียงลำดับถูกต้อง 2 ตัว
- ข้อ ง. สร้างจาก $x_{4,2,3,4}$ นั่นคือ ตัวเลือกมีชนิดของเศษส่วนคละกัน คำนวณผิตรี เรียงเศษส่วนโดยลึ้มคิดเครื่องหมายลบ และไม่มีตัวเลือกที่เรียงลำดับถูกต้องเลย

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรียงเศษส่วนจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

- ก. $\frac{3}{4}, \frac{3}{5}, \frac{3}{7}$ (ข) $1\frac{1}{3}, \frac{5}{3}, 1\frac{4}{5}$
- ค. $-\frac{3}{4}, -\frac{5}{8}, -1\frac{2}{3}$ ง. $-1\frac{1}{3}, -\frac{5}{3}, -1\frac{4}{5}$

D. รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างคำถาม เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบเศษส่วน

พหุคูณ ก : ลักษณะคำถามที่ให้เปรียบเทียบ

1. เท่ากัน
2. ไม่เท่ากัน
3. มากกว่า
4. น้อยกว่า

พหุคูณ ข : ชนิดของเศษส่วนที่กำหนดให้

1. เศษส่วนอย่างต่ำ
2. เศษส่วนเกิน
3. จำนวนคละ
4. ไม่มี

พหุคูณ ค : กำหนดลักษณะจำนวน

1. จำนวนบวก
2. จำนวนลบ
3. ไม่มี

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ ก : ชนิดของเศษส่วนที่เป็นตัวเลือก

- 1. เศษส่วนอย่างต่ำ
- 2. เศษส่วนเกิน
- 3. จำนวนคละ
- 4. ชนิดของเศษส่วนคละกัน

พหุคูณ จ : การคำนวณ

- 1. คำนวณถูก
- 2. คำนวณผิด
 - 2.1 ทำเศษเกินเป็นจำนวนคละผิด
 - 2.2 ทำจำนวนคละเป็นเศษส่วนเกินผิด
 - 2.3 ไม่คิดเครื่องหมายลบ
 - 2.4 คิดตัวเศษหรือตัวส่วนผิด
 - 2.5 ตอบจำนวนที่โจทย์กำหนดให้

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพหุคูณที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 2 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่ใช้สร้างคำถามมาพหุคูณละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น ก, ข, ค, ง นั้นคือลักษณะโจทย์เป็นการเปรียบเทียบเศษส่วนที่เท่ากัน และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

- ข้อ ก. สร้างจาก $g_4 c_{2.4}$ นั่นคือ ตัวเลือกเป็นเศษส่วนคละกัน คำนวณผิด โดยคิดตัวเศษหรือตัวส่วนผิด
- ข้อ ข. สร้างจาก $g_4 c_{2.1}$ นั่นคือ ตัวเลือกเป็นเศษส่วนคละกัน คำนวณผิด โดยทำเศษเกินเป็นจำนวนคละผิด
- ข้อ ค. สร้างจาก $g_4 c_1$ นั่นคือ ตัวเลือกเป็นเศษส่วนคละกัน คำนวณถูก
- ข้อ ง. สร้างจาก $g_4 c_{2.3}$ นั่นคือ ตัวเลือกเป็นเศษส่วนคละกัน คำนวณผิด โดยไม่คิดเครื่องหมายลบ

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) เศษส่วนคู่ใดมีค่าเท่ากัน

- ก. $\frac{3}{4}$ และ $\frac{36}{54}$
- ข. $\frac{35}{11}$ และ $3\frac{4}{11}$
- (ค) $\frac{5}{7}$ และ $\frac{20}{28}$
- ง. $\frac{7}{8}$ และ $\frac{21}{24}$

E. รูปแบบพหุคูณส่วนที่ใช้สร้างคำถาม เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบราคาสินค้า

พหุคูณ ก : จำนวนที่เปรียบเทียบ

- 1. 2 จำนวน
- 2. 3 จำนวน
- 3. 4 จำนวน

พหุคูณ ข : ลักษณะคำถาม

- 1. ราคาถูกที่สุด
- 2. ราคาแพงที่สุด

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ ค : การคำนวณ

- 1. คำนวณถูก (นำราคาสินค้าหารด้วยจำนวนสินค้า)
- 2. คำนวณผิด (ไม่ได้คิดเทียบราคาในหน่วยเดียวกัน/ คิดเทียบราคาไม่ครบทุกตัว)

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

พาเซท ฉ : วิธีการหาคำตอบ

1. ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่หลัง)
2. นำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (จำนวนคละ)
3. บวก/ ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
4. นำตัวส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)
5. นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
6. นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
7. นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
8. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
9. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

พาเซท ช : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 3 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาพาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น ก, ข, ค, ง นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการคำนวณหาผลบวกของเศษส่วน 2 จำนวนคือ เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $\frac{5}{9}$ และ $\frac{4}{9}$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ข. สร้างจาก $\frac{1}{9}$ และ $\frac{2}{9}$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ค. สร้างจาก $\frac{1}{9}$ และ $\frac{2}{9}$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ /ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ง. สร้างจาก $\frac{1}{9}$ และ $\frac{2}{9}$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม/ ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) \quad \frac{5}{9} + \left(-\frac{4}{9} \right) \text{ มีค่าเท่าใด}$$

$$\text{ก. } \frac{1}{9} \qquad \text{ข. } \frac{2}{9} \qquad \text{ค. } \frac{4}{9} \qquad \text{ง. } \frac{8}{9}$$

G. รูปแบบพาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม จะเป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคำนวณหาค่าของเศษส่วน แล้วใส่คำตอบลงในจุดของเส้นจำนวน

พาเซท ก : ลักษณะการคำนวณ

1. ผลบวก
2. ผลลบ
3. ผลบวกและผลลบ

พาเซท ข : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้ค่านวน

1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ
2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ
4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ
6. จำนวนคละกับจำนวนคละ

พาเซท ค : จำนวนเศษส่วน

1. 2 จำนวน
2. 3 จำนวน
3. 4 จำนวน

พาเซท ง : กำหนดจุดบนเส้นจำนวน

1. จำนวนเต็มบวก
2. จำนวนเต็มลบ
3. จำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ

รูปแบบพาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก

พาเซท จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

1.
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
2.
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
3.
$$\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$$
4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / จำนวนคละ)

พาเซท ฉ : วิธีการหาคำตอบ

1. ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่หลัง)
2. นำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (จำนวนคละ)
3. บวก/ ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
4. นำตัวส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)
5. นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
6. นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
7. นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
8. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
9. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

พาเซท ช : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 3 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาพาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น ก, ข, ค, ง, นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการคำนวณหาผลบวกของเศษส่วน 2 จำนวนคือ เศษส่วน

อย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน โดยกำหนดจุดบนเส้นจำนวนให้เป็นจำนวนเต็มบวก และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $a_4 a_5 a_3$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบกัน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

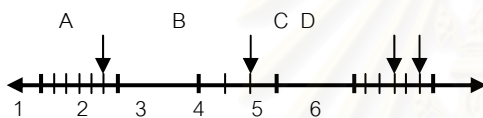
ข้อ ข. สร้างจาก $a_4 a_4 a_3$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน)/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ข้อ ค. สร้างจาก $a_4 a_6 a_3$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ข้อ ง. สร้างจาก $a_4 a_4 a_3$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่หลัง)/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) $\frac{31}{6} + \frac{2}{3}$ มีค่าอยู่ที่จุดใดบนเส้นจำนวน



- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

จุดประสงค์ที่ 4 หาผลบวกของจำนวนคละได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว
เนื้อหา การบวกและการลบเศษส่วน

I. รูปแบบฟาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคำนวณหาค่าของเศษส่วน

ฟาเซท ก : ลักษณะการคำนวณ

- 1. ผลบวก
- 2. ผลลบ
- 3. ผลบวกและลบ

ฟาเซท ข : จำนวนเศษส่วนที่ให้คำนวณ

- 1. 2 จำนวน
- 2. 3 จำนวน
- 3. 4 จำนวน

ฟาเซท ค : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้คำนวณ

- 1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ
- 2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
- 3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ
- 4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
- 5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ
- 6. จำนวนคละกับจำนวนคละ

ฟาเซท ง : ลักษณะของจำนวนที่ให้คำนวณร่วมด้วย

- 1. มีจำนวนเต็มบวก
- 2. มีจำนวนเต็มลบ
- 3. ไม่มีจำนวนเต็มบวก/ลบ

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก

ฟาเซท จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

- 1. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
- 2. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$

3. $\frac{\text{ใช้ตัวเลข} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$
4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / จำนวนคละ)

ฟาเซท ฉ : วิธีการหาคำตอบ

1. ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่หลัง)
2. นำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (จำนวนคละ)
3. บวก/ ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
4. นำตัวส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)
5. นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
6. นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
7. นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
8. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
9. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ฟาเซท ช : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 4 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น ก,ข,ค,ง, นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการคำนวณหามลบวกของจำนวนคละ 2 จำนวน และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $จ_๑,๑,๑$ นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินก่อนโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวเลข} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัวเศษมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ข. สร้างจาก $จ_๑,๑,๒$ นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินก่อนโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวเลข} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัวเศษมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม/ ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ค. สร้างจาก $จ_๑,๑,๑$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวเศษมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ง. สร้างจาก $จ_๑,๑,๒$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวเศษมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม/ ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(๐) \quad 4\frac{3}{5} + \left(-1\frac{1}{5}\right) \text{ มีค่าเท่าใด}$$

- ก. $\frac{11}{5}$ ข. $\frac{23}{5}$ (ค) $3\frac{2}{5}$ ง. $5\frac{4}{5}$

G. รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างคำถาม จะเป็นคำถามให้นักเรียนคำนวณหาค่าของเศษส่วน แล้วใส่คำตอบบนจุดของเส้นจำนวน

พหุคูณ ก : ลักษณะการคำนวณ

1. ผลบวก
2. ผลลบ
3. ผลบวกและผลลบ

พหุคูณ ข : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้คำนวณ

1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ
2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ
4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ
6. จำนวนคละกับจำนวนคละ

พหุคูณ ค : จำนวนเศษส่วน

1. 2 จำนวน
2. 3 จำนวน
3. 4 จำนวน

พหุคูณ ง : กำหนดจุดบนเส้นจำนวน

1. จำนวนเต็มบวก
2. จำนวนเต็มลบ
3. จำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

1.
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
2.
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
3.
$$\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$$
4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / จำนวนคละ)

พหุคูณ ฉ : วิธีการหาคำตอบ

1. ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่หลัง)
2. นำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน (จำนวนคละ)
3. บวก/ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
4. นำตัวส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน)
5. นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบกัน
6. นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ลบกัน
7. นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ลบกัน
8. นำตัวเศษมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
9. นำตัวเศษมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

พหุคูณ ช : การคำนวณเครื่องหมาย

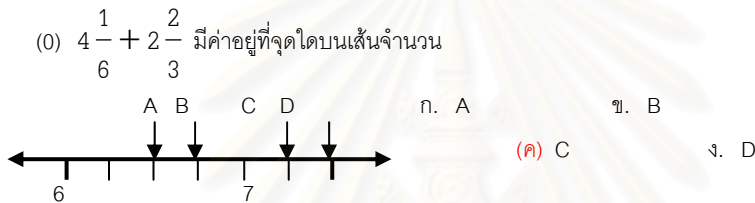
1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 4 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น ก, ข, ค, ง, นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการคำนวณหาผลบวกของจำนวนคละ 2 จำนวน โดยกำหนดจุดบนเส้นจำนวนให้เป็นจำนวนเต็มบวก และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

- ข้อ ก. สร้างจาก $จ_๑ด_๓$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ (ในกรณีที่ให้มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน
- ข้อ ข. สร้างจาก $จ_๑ด_๓$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ลบกัน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน
- ข้อ ค. สร้างจาก $จ_๑ด_๓$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน (จำนวนคละ)/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน
- ข้อ ง. สร้างจาก $จ_๑ด_๓$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ลบกัน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างข้อสอบ



จุดประสงค์ที่ 5 หาผลลบของเศษส่วนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว

เนื้อหา การบวกและการลบเศษส่วน

F. รูปแบบฟาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคำนวณหาค่าของเศษส่วน

ฟาเซท ก : ลักษณะการคำนวณ

- 1. ผลบวก
- 2. ผลลบ
- 3. ผลบวกและลบ

ฟาเซท ข : จำนวนเศษส่วนที่ให้คำนวณ

- 1. 2 จำนวน
- 2. 3 จำนวน
- 3. 4 จำนวน

ฟาเซท ค : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้คำนวณ

- 1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ
- 2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
- 3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ
- 4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
- 5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ
- 6. จำนวนคละกับจำนวนคละ

ฟาเซท ง : ลักษณะของจำนวนที่ให้คำนวณร่วมด้วย

- 1. มีจำนวนเต็มบวก
- 2. มีจำนวนเต็มลบ
- 3. ไม่มีจำนวนเต็มบวก/ลบ

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก

ฟาเซท จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

- 1. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
- 2. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
- 3. $\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$

4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / จำนวนคละ)

ฟาเซท ฉ : วิธีการหาคำตอบ

1. ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่หลัง)
2. นำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (จำนวนคละ)
3. บวก/ ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
4. นำตัวส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)
5. นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
6. นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
7. นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
8. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
9. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ฟาเซท ช : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 5 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น $ก_2, ข_1, ค_3$ นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการคำนวณหาผลลบของเศษส่วน 2 จำนวน คือ เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $จ_4, ฉ_2$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน)/ ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ข. สร้างจาก $จ_4, ฉ_2$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่หลัง)/ ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ค. สร้างจาก $จ_4, ฉ_1$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำตัวส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน)/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ง. สร้างจาก $จ_4, ฉ_1$ นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่หลัง)/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) \quad \frac{3}{8} - \left(-\frac{1}{5} \right) \text{ มีค่าเท่าใด}$$

ก. $\frac{2}{3}$	ข. $\frac{7}{40}$	ค. $\frac{4}{13}$	(ง) $\frac{23}{40}$
------------------	-------------------	-------------------	---------------------

G. รูปแบบฟาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม จะเป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคำนวณหาค่าของเศษส่วน แล้วใส่คำตอบลงบนจุดของเส้นจำนวน

ฟาเซท ก : ลักษณะการคำนวณ

1. ผลบวก 2. ผลลบ 3. ผลบวกและผลลบ

พหุคูณ ข : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้ค่านวณ

1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ 2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ 4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ 6. จำนวนคละกับจำนวนคละ

พหุคูณ ค : จำนวนเศษส่วน

1. 2 จำนวน 2. 3 จำนวน 3. 4 จำนวน

พหุคูณ ง : กำหนดจุดบนเส้นจำนวน

1. จำนวนเต็มบวก 2. จำนวนเต็มลบ
3. จำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

1. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
2. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
3. $\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$
4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / เป็นจำนวนคละ)

พหุคูณ ฉ : วิธีการหาคำตอบ

1. ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่เหลือ)
2. นำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (จำนวนคละ)
3. บวก/ ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
4. นำตัวส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)
5. นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
6. นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
7. นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
8. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
9. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

พหุคูณ ช : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพหุคูณที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 5 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่ใช้สร้างคำถามมาพหุคูณละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น g_2, x_3, c_4, g_5 นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการคำนวณหาผลลบของเศษส่วน 2 จำนวน คือ เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ โดยกำหนดจุดบนเส้นจำนวนให้เป็นจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก a, b, c นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / ทำส่วน

ให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่เหลือ) / ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ข. สร้างจาก a, b, c นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัว

ส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน) / ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ค. สร้างจาก a, b, c นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัว

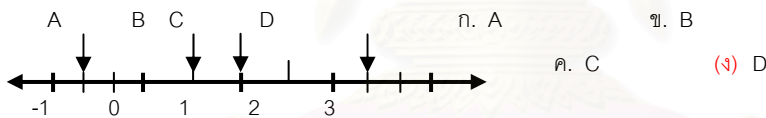
ส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน) / คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ง. สร้างจาก a, b, c นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / ทำส่วน

ให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่เหลือ) / คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) $\frac{5}{6} - \left(-1\frac{1}{2}\right)$ มีค่าอยู่ที่จุดใดบนเส้นจำนวน



จุดประสงค์ที่ 6 หาผลบวกและผลลบของเศษส่วนได้

เนื้อหา การบวกและการลบเศษส่วน

F. รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างคำถาม เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคำนวณหาค่าของเศษส่วน

พหุคูณ ก : ลักษณะการคำนวณ

1. ผลบวก
2. ผลลบ
3. ผลบวกและลบ

พหุคูณ ข : จำนวนเศษส่วนที่ให้คำนวณ

1. 2 จำนวน
2. 3 จำนวน
3. 4 จำนวน

พหุคูณ ค : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้คำนวณ

1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ
2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ
4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ
6. จำนวนคละกับจำนวนคละ

พหุคูณ ง : ลักษณะของจำนวนที่ให้คำนวณร่วมด้วย

1. มีจำนวนเต็มบวก
2. มีจำนวนเต็มลบ
3. ไม่มีจำนวนเต็มบวก/ลบ

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

1. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$

2.
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
3.
$$\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$$
4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / เป็นจำนวนคละ)

ฟาเซท ข : วิธีการหาคำตอบ

1. ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่หลัง)
2. นำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (จำนวนคละ)
3. บวก/ ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
4. นำตัวส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)
5. นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
6. นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
7. นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
8. นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
9. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ฟาเซท ซ : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 6 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น a_1, a_2, a_3 นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการคำนวณหาผลบวกและผลลบของเศษส่วน 3 จำนวน คือเศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก a_1, a_2 นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}} / \text{ทำส่วน}$$

ให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่หลัง)/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ข. สร้างจาก a_1, a_2 นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}} / \text{ทำส่วน}$$

ให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่หลัง)/ ไม่คิดเครื่องหมายในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ค. สร้างจาก a_1, a_2 นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}} / \text{นำตัว}$$

ส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ลบกัน/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ข้อ ง. สร้างจาก a_1, a_2 นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}} / \text{นำตัว}$$

ส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน)/ ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) \left\{ \frac{2}{9} + \left(-\frac{1}{6} \right) \right\} - 3\frac{1}{3} \text{ มีค่าเท่าใด}$$

(ก) $-3\frac{5}{18}$ ข. -3 ค. -1 ง. $-\frac{7}{12}$

H. รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างคำถาม เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนหาวิธีคำนวณของคำตอบที่กำหนดให้

พหุคูณ ก : ลักษณะคำตอบที่กำหนดให้

1. จำนวนเต็มบวก
2. จำนวนเต็มลบ
3. เศษส่วนอย่างต่ำ
4. เศษส่วนเกิน
5. จำนวนคละ

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ ข : ลักษณะวิธีการคำนวณของตัวเลือก

1. หาผลบวก
2. หาผลลบ
3. หาผลบวกและลบ

พหุคูณ ค : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้คำนวณ

1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ
2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ
4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ
6. จำนวนคละกับจำนวนคละ
7. ชนิดของเศษส่วนคละกัน

พหุคูณ ง : ลักษณะจำนวนของที่ให้คำนวณร่วมด้วย

1. มีจำนวนเต็มบวก
2. มีจำนวนเต็มลบ
3. ไม่มีจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพหุคูณที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 6 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่ใช้สร้างคำถามมาพหุคูณละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น g_5 นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการหาวิธีคำนวณของคำตอบที่กำหนดให้ซึ่งเป็นจำนวนคละ และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $ข_3, ค_3, ง_3$ นั่นคือ หาผลบวกและลบ/ เศษส่วนที่คำนวณเป็นเศษส่วนคละกันทั้งเศษส่วนอย่างต่ำ เศษส่วนเกินและจำนวนคละ/ ไม่มีจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบคำนวณด้วย

ข้อ ข. สร้างจาก $ข_3, ค_2, ง_3$ นั่นคือ หาผลบวกและลบ/ เศษส่วนที่คำนวณเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ กับเศษส่วนเกิน/ ไม่มีจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบคำนวณด้วย

ข้อ ค. สร้างจาก $ข_3, ค_3, ง_1$ นั่นคือ หาผลบวกและลบ/ เศษส่วนที่คำนวณเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ กับจำนวนคละ/ มีจำนวนเต็มบวกคำนวณด้วย

ข้อ ง. สร้างจาก $ข_1, ค_3, ง_2$ นั่นคือ หาผลบวก/ เศษส่วนที่คำนวณเป็นเศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ/ มีจำนวนเต็มลบคำนวณด้วย

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) -2\frac{1}{8} \text{ เป็นคำตอบของข้อใด}$$

$$\begin{array}{ll} \text{ก. } \left(\frac{17}{8} - \frac{3}{4} \right) + 2\frac{5}{8} & \text{ข. } \left(-\frac{3}{8} - \frac{5}{4} \right) + \frac{15}{8} \\ \text{(ค) } \left\{ \left(-\frac{3}{8} \right) + 2\frac{1}{4} \right\} - 4 & \text{ง. } \left\{ \frac{5}{8} + 1\frac{1}{2} \right\} + (-3) \end{array}$$

จุดประสงค์ที่ 7 คุณเศษส่วนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว

เนื้อหา การคูณและการหารเศษส่วน

I. รูปแบบพหุคูณที่ผู้สร้างคำถาม

พหุคูณ ก : เป็นคำถามให้นักเรียนคำนวณหา

1. ผลคูณ
2. ผลหาร

พหุคูณ ข : จำนวนเศษส่วนที่ให้คำนวณ

1. 2 จำนวน
2. 3 จำนวน
3. 4 จำนวน

พหุคูณ ค : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้คำนวณ

1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ
2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ
4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ
6. จำนวนคละกับจำนวนคละ

พหุคูณ ง : ลักษณะจำนวนของที่ให้คำนวณร่วมด้วย

1. มีจำนวนเต็มบวก
2. มีจำนวนเต็มลบ
3. ไม่มีจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ

รูปแบบพหุคูณที่ผู้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

1. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
2. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
3. $\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$
4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / เป็นจำนวนคละ)

พหุคูณ ฉ : หลักในการคูณและการหาร

1. นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
2. นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
3. กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
4. ไม่กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
5. กลับเศษส่วนของตัวตั้งและตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
6. กลับเศษส่วนของตัวตั้ง แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
7. กลับเศษส่วนของตัวหารทุกตัว (โดยไม่คิดเรื่องวงเล็บ)

พหุคูณ ช : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

พหุคูณ ซ : ลักษณะการคำนวณ

1. จำนวนครบทุกตัว

2. จำนวนไม่ครบทุกตัว

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 7 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น a_1, a_2, a_3 นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการหาผลคูณของเศษส่วน 2 จำนวน คือ เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก a_1, a_2, a_3 นั่นคือ ทำให้เป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัว

เศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ/ จำนวนครบทุกตัว

ข้อ ข. สร้างจาก a_1, a_2, a_3 นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ/ จำนวนครบทุกตัว

ข้อ ค. สร้างจาก a_1, a_2, a_3 นั่นคือ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ/ จำนวนครบทุกตัว

ข้อ ง. สร้างจาก a_1, a_2, a_3 นั่นคือ ทำให้เป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัว

เศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ ไม่คิดเครื่องหมายในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ/ จำนวนครบทุกตัว

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) \quad \frac{32}{5} \times \left(-4 \frac{1}{6} \right) \text{ มีค่าเท่าใด}$$

$$(ก) \quad -26 \frac{2}{3}$$

$$ข. \quad -5 \frac{1}{15}$$

$$ค. \quad 5 \frac{1}{15}$$

$$ง. \quad 26 \frac{2}{3}$$

จุดประสงค์ที่ 8 หาคำตอบของโจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วนใดๆได้

เนื้อหา การคูณและการหารเศษส่วน

J. รูปแบบฟาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม

ฟาเซท ก : เป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ

1. การคูณ

2. การหาร

3. การคูณและการหาร

4. การบวกและการลบ

5. การบวกและการคูณ

6. การลบและการคูณ

7. การบวกและการหาร

8. การลบและการหาร

9. การบวก ลบ คูณ หาร ระคนกัน

ฟาเซท ข : ลักษณะโจทย์

1. คิดตอนเดียว

2. คิด 2 ตอน

3. คิด 3 ตอน

4. คิด 4 ตอน

ฟาเซท ค : ชนิดของเศษส่วนในโจทย์

1. เศษส่วนอย่างต่ำ

2. เศษส่วนเกิน

3. จำนวนคละ

4. ชนิดเศษส่วนคละกัน

รูปแบบฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก

ฟาเซท ง : การแปลความหมายโจทย์

1. การแปลความหมายโจทย์ถูก

2. การแปลความหมายโจทย์ผิด

ฟาเซท จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

1.
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
2.
$$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
3.
$$\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$$
4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / เป็นจำนวนคละ)

ฟาเซท ข : หลักในการบวกและลบ

1. ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่หลัง)
2. นำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (จำนวนคละ)
3. บวก/ ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
4. นำตัวส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)
5. นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
6. นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
7. นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
8. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
9. นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน
10. โจทย์ปัญหาไม่มีการบวกและลบ

ฟาเซท ซ : หลักในการคูณและการหาร

1. นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
2. นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
3. กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
4. ไม่กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
5. กลับเศษส่วนของตัวตั้งและตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
6. กลับเศษส่วนของตัวตั้ง แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
7. กลับเศษส่วนของตัวหารทุกตัว (โดยไม่คิดเรื่องวงเล็บ)
8. โจทย์ปัญหาไม่มีการคูณและการหาร

ฟาเซท ซ : ลักษณะการคำนวณ

1. คำนวณครบทุกตัว
2. คำนวณไม่ครบทุกตัว

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบฟาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 8 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาฟาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น ก, ข, ค, นั่นคือลักษณะคำถามเป็นโจทย์ปัญหาการคูณของจำนวนคละที่คิดคนเดียว และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ ฟาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $2\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ นั่นคือ การแปลความหมายโจทย์ผิด/ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ บวก/ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม/ โจทย์ปัญหาไม่มีการคูณและการหาร/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ข. สร้างจาก $\frac{2}{3} \times 4 + 2$ นั่นคือ การแปลความหมายโจทย์ผิด/ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็ม

บวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่หลัง)/ โจทย์ปัญหาไม่มีการคูณและหาร/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ค. สร้างจาก $\frac{2}{3} \times 4 + 2$ นั่นคือ การแปลความหมายโจทย์ถูก/ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ โจทย์ปัญหาไม่มีการบวกและลบ/ นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ง. สร้างจาก $\frac{2}{3} \times 4 + 2$ นั่นคือ การแปลความหมายโจทย์ถูก/ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ นำตัวเศษ

คูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คำนวณครบทุกตัว

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) บ้านของพีใช้กระแสไฟฟ้าเดือนมีนาคม $41\frac{2}{3}$ หน่วย เสียค่าไฟฟ้าหน่วยละ $2\frac{2}{5}$ บาท เขาจะต้องจ่ายค่า

ไฟฟ้าทั้งหมดเท่าไร

- ก. 43 บาท ข. $44\frac{1}{15}$ บาท ค. $82\frac{4}{15}$ บาท (ง) 100 บาท

จุดประสงค์ที่ 9 ทหารเศษส่วนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว

เนื้อหา การคูณและการหารเศษส่วน

I. รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างคำถาม

พหุคูณ ก : เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคำนวณหา

1. ผลคูณ 2. ผลหาร

พหุคูณ ข : จำนวนเศษส่วนที่ให้คำนวณ

1. 2 จำนวน 2. 3 จำนวน 3. 4 จำนวน

พหุคูณ ค : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้คำนวณ

1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ 2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน
3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ 4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน
5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ 6. จำนวนคละกับจำนวนคละ

พหุคูณ ง : ลักษณะจำนวนของที่ให้คำนวณร่วมด้วย

1. มีจำนวนเต็มบวก 2. มีจำนวนเต็มลบ
3. ไม่มีจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

1. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
2. $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$
3. $\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$
4. ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / เป็นจำนวนคละ)

พหุคูณ ฉ : หลักในการคูณและการหาร

1. นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน

2. นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
3. กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
4. ไม่กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
5. กลับเศษส่วนของตัวตั้งและตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
6. กลับเศษส่วนของตัวตั้ง แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
7. กลับเศษส่วนของตัวหารทุกตัว (โดยไม่คิดเรื่องวงเล็บ)

พาเซท ซ : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบนำหน้าเศษส่วน

พาเซท ซ : ลักษณะการคำนวณ

1. คำนวณครบทุกตัว
2. คำนวณไม่ครบทุกตัว

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 9 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาพาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น g_2, x, c_3, g_3 นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการหาผลหารของเศษส่วน 2 จำนวน คือ เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก g_1, c_3, x_2, x_1 นั่นคือ ทำให้เป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / กลับเศษส่วนของตัวตั้ง แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ข. สร้างจาก g_1, c_3, x_2, x_1 นั่นคือ ทำให้เป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / ไม่กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ค. สร้างจาก g_1, c_3, x_2, x_1 นั่นคือ ทำให้เป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / กลับเศษส่วนของตัวตั้งและตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ง. สร้างจาก g_1, c_3, x_2, x_1 นั่นคือ ทำให้เป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ/ คำนวณครบทุกตัว

ตัวอย่างข้อสอบ

$$(0) \frac{7}{8} \div \left(-3\frac{1}{4} \right) \text{ มีค่าเท่าใด}$$

- | | | | |
|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| ก. $-3\frac{5}{7}$ | ข. $-2\frac{27}{32}$ | ค. $-\frac{32}{91}$ | (ง) $-\frac{7}{26}$ |
|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|

จุดประสงค์ที่ 10 หากคำตอบของโจทย์ระคนบวก ลบ คูณ หาร และโจทย์ปัญหาเศษส่วนได้

เนื้อหา การคูณและการหารเศษส่วน

K. รูปแบบพาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม

พาเซท ก : เป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคำนวณหา

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. ผลบวกและผลคูณ | 2. ผลบวกและผลหาร |
| 3. ผลลบและผลคูณ | 4. ผลลบและผลหาร |
| 5. ผลคูณและผลหาร | 6. ผลบวก ลบ คูณ หาร ระคนกัน |

พาเซท ข : จำนวนเศษส่วนที่ให้ค่านวน

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1. 2 จำนวน | 2. 3 จำนวน | 3. 4 จำนวน |
|------------|------------|------------|

พาเซท ค : ลักษณะของเศษส่วนที่ให้ค่านวน

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนอย่างต่ำ | 2. เศษส่วนอย่างต่ำกับเศษส่วนเกิน |
| 3. เศษส่วนอย่างต่ำกับจำนวนคละ | 4. เศษส่วนเกินกับเศษส่วนเกิน |
| 5. เศษส่วนเกินกับจำนวนคละ | 6. จำนวนคละกับจำนวนคละ |

พาเซท ง : ลักษณะจำนวนของที่ให้ค่านวนร่วมด้วย

- | | |
|------------------------------------|------------------|
| 1. มีจำนวนเต็มบวก | 2. มีจำนวนเต็มลบ |
| 3. ไม่มีจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ | |

รูปแบบพาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือก

พาเซท จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

- $$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
- $$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
- $$\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$$
- ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / เป็นจำนวนคละ)

พาเซท ฉ : หลักในการบวกและลบ

- ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่เหลือ)
- นำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ ลบกัน (จำนวนคละ)
- บวก/ ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
- นำตัวส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)
- นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
- นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
- นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน
- นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
- นำตัวเศษมาบวก/ ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

พาเซท ช : หลักในการคูณและการหาร

- นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- ไม่กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- กลับเศษส่วนของตัวตั้งและตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- กลับเศษส่วนของตัวตั้ง แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน

7. กลับเศษส่วนของตัวหารทุกตัว (โดยไม่คิดเรื่องวงเล็บ)

พาเซท ซ : การคำนวณเครื่องหมาย

1. คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
2. ไม่คิดเครื่องหมาย ในเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบ
3. ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน

พาเซท ฉ : ลักษณะการคำนวณ

1. คำนวณครบทุกตัว
2. คำนวณไม่ครบทุกตัว

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 10 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาพาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น $\frac{a_1x_1 + a_2x_2}{a_3}$ นั่นคือลักษณะโจทย์เป็นการคำนวณหามลบวกและผลหารของจำนวนคละ 3 จำนวน และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก $\frac{a_1x_1 + a_2x_2}{a_3}$ นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / ทำส่วน

ให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกับเศษส่วนที่หลัง)/ นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ข. สร้างจาก $\frac{a_1x_1 + a_2x_2}{a_3}$ นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัว

ส่วนมาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)/ นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ค. สร้างจาก $\frac{a_1x_1 + a_2x_2}{a_3}$ นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัวส่วน

มาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน)/ นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ง. สร้างจาก $\frac{a_1x_1 + a_2x_2}{a_3}$ นั่นคือ ทำเป็นเศษเกินโดยใช้สูตร คือ $\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$ / นำตัวส่วน

มาบวก/ ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ ลบกัน)/ นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ ไม่มีเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน/ คำนวณครบทุกตัว

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) $\left(\frac{2}{4} - 3\frac{2}{3} \right) \times 2\frac{2}{9}$ มีค่าเท่าใด

- | | | | |
|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| ก. $\frac{39}{18}$ | ข. $\frac{26}{9}$ | (ค) $1\frac{17}{27}$ | ง. $2\frac{1}{9}$ |
|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|

J. รูปแบบพาเซทส่วนที่ใช้สร้างคำถาม

พาเซท ก : เป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ

1. การคูณ
2. การหาร
3. การคูณและการหาร
4. การบวกและการลบ

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| 5. การบวกและการคูณ | 6. การลบและการคูณ |
| 7. การบวกและการหาร | 8. การลบและการหาร |
| 9. การบวก ลบ คูณ หาร ระคนกัน | |

พหุคูณ ข : ลักษณะโจทย์

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. คิดตอนเดียว | 2. คิด 2 ตอน |
| 3. คิด 3 ตอน | 4. คิด 4 ตอน |

พหุคูณ ค : ชนิดของเศษส่วนในโจทย์

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. เศษส่วนอย่างต่ำ | 2. เศษส่วนเกิน |
| 3. จำนวนคละ | 4. ชนิดเศษส่วนคละกัน |

รูปแบบพหุคูณที่ใช้สร้างตัวเลือก

พหุคูณ ง : การแปลความหมายโจทย์

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. การแปลความหมายโจทย์ถูก | 2. การแปลความหมายโจทย์ผิด |
|---------------------------|---------------------------|

พหุคูณ จ : การทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

- $$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
- $$\frac{\text{ใช้ตัวส่วน} + \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวเศษ}}{\text{ตัวส่วน}}$$
- $$\frac{\text{ใช้ตัวเศษ} \times \text{จำนวนเต็ม} + \text{ตัวส่วน}}{\text{ตัวส่วน}}$$
- ไม่ทำเป็นเศษเกิน (เศษส่วนอย่างต่ำ / เป็นจำนวนคละ)

พหุคูณ ฉ : หลักในการบวกและลบ

- ทำส่วนให้เท่ากันแล้วเอาตัวเศษมาบวก/ลบกัน โดยส่วนเท่าเดิม (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบด้วย จะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกับเศษส่วนที่หลัง)
- นำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน นำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน (จำนวนคละ)
- บวก/ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม
- นำตัวส่วนมาบวก/ลบตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบตัวเศษ (ในกรณีที่มีจำนวนเต็มด้วยจะนำจำนวนเต็มมาบวก/ลบกัน)
- นำตัวส่วนคูณตัวส่วน และนำตัวเศษมาบวก/ลบกัน
- นำตัวส่วนตัวมากมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน
- นำตัวส่วนตัวน้อยมาเป็นตัวส่วนของผลลัพธ์ และนำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน
- นำเศษส่วนมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม
- นำตัวเศษมาบวก/ลบกัน (ส่วนเท่ากันแล้ว) โดยส่วนเท่าเดิม แล้วเติมเครื่องหมายลบหน้าเศษส่วน
- โจทย์ปัญหาไม่มีการบวกและลบ

พหุคูณ ช : หลักในการคูณและการหาร

- นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- นำจำนวนเต็มมาคูณกัน และนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- ไม่กลับเศษส่วนของตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- กลับเศษส่วนของตัวตั้งและตัวหาร แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน
- กลับเศษส่วนของตัวตั้ง แล้วนำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน

7. กลับเศษส่วนของตัวหารทุกตัว (โดยไม่คิดเรื่องวงเล็บ)
8. โจทย์ปัญหาไม่มีการคูณและหาร

พาเซท ซ : ลักษณะการคำนวณ

1. คำนวณครบทุกตัว
2. คำนวณไม่ครบทุกตัว

ตัวอย่างวิธีการสร้างข้อสอบ

จากรูปแบบพาเซทที่กำหนดในวัตถุประสงค์ข้อ 10 ผู้วิจัยทำการสุ่มสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างคำถามมาพาเซทละ 1 ตัว ได้ข้อสอบที่มีคำถามเป็น g_2, x_3, c_1 นั่นคือลักษณะคำถามเป็นโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนอย่างต่ำที่คิด 4 ตอน และเลือกสมาชิกจากทุก ๆ พาเซทที่ใช้สร้างตัวเลือกได้ดังนี้

ข้อ ก. สร้างจาก g_2, a_{10}, x_1, x_1 นั่นคือ การแปลความหมายโจทย์ผิด/ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ บวก/ลบ เฉพาะส่วนที่เป็นเศษส่วน โดยไม่สนใจจำนวนเต็ม/ โจทย์ปัญหาไม่มีการคูณและหาร/ คำนวณครบทุกตัว

ข้อ ข. สร้างจาก g_1, a_{10}, x_1, x_2 นั่นคือ การแปลความหมายโจทย์ถูก/ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ โจทย์ปัญหาไม่มีการบวกและลบ/ นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คำนวณไม่ครบทุกตัว

ข้อ ค. สร้างจาก g_2, a_{10}, x_1, x_2 นั่นคือ การแปลความหมายโจทย์ผิด/ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ โจทย์ปัญหาไม่มีการบวกและลบ/ นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คำนวณไม่ครบทุกตัว

ข้อ ง. สร้างจาก g_1, a_{10}, x_1, x_1 นั่นคือ การแปลความหมายโจทย์ถูก/ ไม่ทำเป็นเศษเกิน/ โจทย์ปัญหาไม่มีการบวกและลบ/ นำตัวเศษคูณกับตัวเศษ ตัวส่วนคูณกับตัวส่วน/ คำนวณครบทุกตัว

ตัวอย่างข้อสอบ

(0) ปัจจุบันบิดามีอายุ 61 ปี เมื่อ 4 ปีที่แล้ว บุตรมีอายุเป็น $\frac{1}{3}$ ของอายุบิดา ปัจจุบันบุตรมีอายุเท่าใด

- ก. 19 ปี ข. $21\frac{2}{3}$ ปี (ค) 23 ปี ง. $25\frac{2}{3}$ ปี

ขั้นที่ 6 สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามโครงสร้างลักษณะข้อสอบ และคู่ขนานกันจำนวน 2 ฉบับ คือฉบับ A และฉบับ B โดยสร้างจากรูปแบบพาเซทเดียวกันทั้งฉบับ A และฉบับ B

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



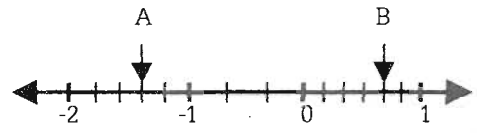
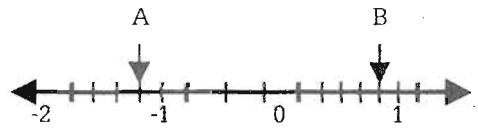
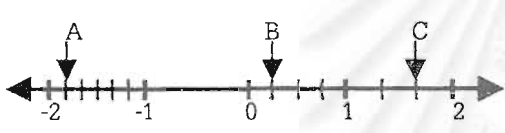
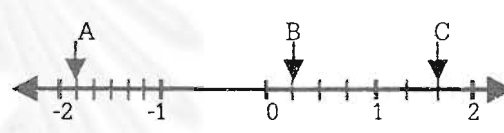
ภาคผนวก ค

ข้อสอบที่ปรับปรุงจากการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบฉบับ A

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ผลการปรับปรุงข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ฉบับ A)

จุดประสงค์ที่ 1 บอกเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบและบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
<p>1. จากเส้นจำนวน จุด A และ B แทนค่าอะไร</p>  <p>ก. $-1\frac{2}{5}$, $-\frac{2}{6}$ ข. $-1\frac{2}{5}$, $\frac{4}{6}$</p> <p>ค. $1\frac{2}{5}$, $\frac{4}{6}$ ง. $-\frac{2}{5}$, $\frac{4}{6}$</p>	<p>1. จากเส้นจำนวน จุด A และ B แทนจำนวนใดตามลำดับ</p>  <p>ก. $-1\frac{2}{5}$, $-\frac{2}{6}$ ข. $-1\frac{2}{5}$, $\frac{4}{6}$</p> <p>ค. $-2\frac{3}{5}$, $\frac{2}{6}$ ง. $-\frac{2}{5}$, $\frac{4}{6}$</p>
<p>2. จากเส้นจำนวน จงบอกจำนวนที่แทนด้วยจุด A, B และ C ตามลำดับ</p>  <p>ก. $-2\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ข. $-1\frac{1}{6}$, $1\frac{2}{3}$, $\frac{1}{4}$</p> <p>ค. $-1\frac{5}{6}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ง. $-\frac{5}{6}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$</p>	<p>2. จากเส้นจำนวน จุด A, B และ C แทนจำนวนใดตามลำดับ</p>  <p>ก. $-2\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ข. $-1\frac{1}{6}$, $1\frac{2}{3}$, $\frac{1}{4}$</p> <p>ค. $-1\frac{5}{6}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ง. $-\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $1\frac{2}{3}$</p>
<p>4. จำนวนตรงข้ามของ $\left(-3\frac{1}{5}\right)$ คือข้อใด</p> <p>ก. $-\left(-3\frac{1}{5}\right)$ ข. $-3\frac{1}{5}$ ค. $-\left(\frac{5}{16}\right)$ ง. $-\frac{5}{16}$</p>	<p>4. จำนวนตรงข้ามของ $\left(-3\frac{1}{5}\right)$ คือข้อใด</p> <p>ก. $3\frac{1}{5}$ ข. $-3\frac{1}{5}$ ค. $\frac{5}{16}$ ง. $-\frac{5}{16}$</p>
<p>5. จำนวนตรงข้ามของ $\left(-\frac{46}{7}\right)$ คือข้อใด</p> <p>ก. $-6\frac{4}{7}$ ข. $-7\frac{3}{7}$ ค. $6\frac{4}{7}$ ง. $7\frac{3}{7}$</p>	<p>5. จำนวนตรงข้ามของ $\left(-\frac{46}{7}\right)$ คือข้อใด</p> <p>ก. $-6\frac{4}{7}$ ข. $-6\frac{7}{4}$ ค. $6\frac{4}{7}$ ง. $6\frac{7}{4}$</p>

จุดประสงค์ที่ 2 เปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ว่าเท่ากัน ไม่เท่ากัน มากน้อยกว่ากัน

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
<p>8. ข้อใดต่อไปนี้เรียงเศษส่วนจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง</p> <p>ข. $\frac{2}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{2}{7}$ ข. $1\frac{1}{3}$, $\frac{5}{3}$, $1\frac{4}{5}$</p> <p>ค. $-\frac{3}{4}$, $-\frac{5}{8}$, $-1\frac{2}{3}$ ง. $-1\frac{1}{3}$, $-\frac{5}{3}$, $-1\frac{4}{5}$</p>	<p>8. ข้อใดต่อไปนี้เรียงเศษส่วนจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง</p> <p>ก. $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{3}{7}$ ข. $1\frac{1}{3}$, $\frac{5}{3}$, $1\frac{4}{5}$</p> <p>ค. $-\frac{3}{4}$, $-\frac{5}{8}$, $-1\frac{2}{3}$ ง. $-1\frac{1}{3}$, $-\frac{5}{3}$, $-1\frac{4}{5}$</p>

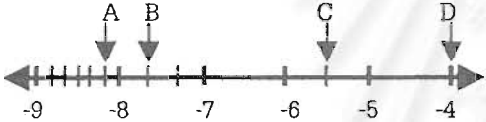
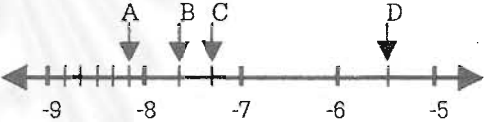
ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
10. เศษส่วนจำนวนได้น้อยกว่า $\left(-3\frac{7}{9}\right)$ ก. $-\frac{35}{9}$ ข. $-\frac{33}{9}$ ค. $-\frac{29}{9}$ ง. $-3\frac{5}{9}$	10. เศษส่วนจำนวนได้น้อยกว่า $\left(-3\frac{7}{9}\right)$ ก. $-\frac{35}{9}$ ข. $-\frac{34}{9}$ ค. $-\frac{33}{9}$ ง. $-\frac{29}{9}$
11. แม่ค้าขายฝรั่งกิโลกรัมละ 25 บาท แต่ถ้าซื้อ 3 กิโลกรัม คิดราคา 60 บาท ถ้าซื้อ 5 กิโลกรัม คิดราคา 90 บาท ซื้อฝรั่งกี่กิโลกรัมจึงจะได้ราคาถูกที่สุด ก. 1 กิโลกรัม ข. 3 กิโลกรัม ค. 5 กิโลกรัม ง. ราคาพอๆกัน	11. แม่ค้าขายฝรั่งกิโลกรัมละ 25 บาท แต่ถ้าซื้อ 3 กิโลกรัม คิดราคา 60 บาท และถ้าซื้อ 5 กิโลกรัม คิดราคา 90 บาท ซื้อฝรั่งกี่กิโลกรัมจึงจะได้ราคาถูกที่สุด ก. 1 กิโลกรัม ข. 3 กิโลกรัม ค. 5 กิโลกรัม ง. ราคาใกล้เคียงกัน
12. ร้านค้าแห่งหนึ่งติดราคาขายสมุดไว้เล่มละ 10 บาท แต่ถ้าซื้อ ครึ่งโหลคิดราคา 48 บาท และถ้าซื้อ 1 โหล คิดราคา 72 บาท ซื้อสมุดแบบใดราคาต่อเล่มแพงที่สุด ก. 1 เล่ม ข. ครึ่งโหล ค. 1 โหล ง. ราคาพอๆกัน	12. ร้านค้าแห่งหนึ่งติดราคาขายสมุดไว้เล่มละ 10 บาท แต่ถ้าซื้อครึ่งโหลคิดราคา 54 บาท และถ้าซื้อ 1 โหล คิดราคา 96 บาท ซื้อสมุดแบบใดราคาต่อเล่มแพงที่สุด ก. 1 เล่ม ข. ครึ่งโหล ค. 1 โหล ง. ราคาใกล้เคียงกัน

จุดประสงค์ที่ 3 หาผลบวกของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
14. $\frac{5}{9} + \left(-\frac{3}{9}\right)$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{1}{9}$ ข. $\frac{2}{9}$ ค. $\frac{4}{9}$ ง. $\frac{8}{9}$	14. $\frac{5}{9} + \left(-\frac{3}{9}\right)$ มีค่าเท่าใด ก. $-\frac{8}{9}$ ข. $-\frac{2}{9}$ ค. $\frac{2}{9}$ ง. $\frac{8}{9}$
16. $\frac{14}{9} + \frac{9}{15}$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{23}{125}$ ข. $\frac{23}{24}$ ค. $1\frac{8}{15}$ ง. $2\frac{7}{45}$	16. $\frac{14}{9} + \frac{9}{15}$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{23}{135}$ ข. $\frac{23}{24}$ ค. $1\frac{8}{15}$ ง. $2\frac{7}{45}$

จุดประสงค์ที่ 4 หาผลบวกของจำนวนคละได้อย่างถูกต้อง

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
19. $4\frac{3}{5} + \left(-1\frac{1}{5}\right)$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{11}{5}$ ข. $\frac{65}{5}$ ค. $3\frac{2}{5}$ ง. $5\frac{4}{5}$	19. $4\frac{3}{5} + \left(-1\frac{1}{5}\right)$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{11}{5}$ ข. $\frac{23}{5}$ ค. $3\frac{2}{5}$ ง. $5\frac{4}{5}$

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
20. $5\frac{1}{4} + 3\frac{2}{7}$ มีค่าเท่าใด ก. $8\frac{15}{28}$ ข. $\frac{115}{28}$ ค. $8\frac{3}{11}$ ง. $\frac{118}{28}$	20. $5\frac{1}{4} + 3\frac{2}{7}$ มีค่าเท่าใด ก. $8\frac{3}{28}$ ข. $8\frac{15}{28}$ ค. $8\frac{3}{11}$ ง. $8\frac{3}{7}$
21. $\left(-6\frac{2}{5}\right) + \left(-1\frac{3}{4}\right)$ มีค่าเท่าใด ก. $-4\frac{1}{3}$ ข. $-2\frac{2}{3}$ ค. $-4\frac{3}{5}$ ง. $-8\frac{3}{20}$	21. $\left(-6\frac{2}{5}\right) + \left(-1\frac{3}{4}\right)$ มีค่าเท่าใด ก. $-8\frac{3}{20}$ ข. -8 ค. $-7\frac{5}{9}$ ง. $-7\frac{5}{20}$
22. $\left\{\left(-5\frac{3}{4}\right) + 7\frac{1}{3}\right\} + \left(-3\frac{1}{12}\right)$ มีค่าเท่าใด ก. $1\frac{1}{2}$ ข. $-\frac{2}{3}$ ค. $-2\frac{2}{3}$ ง. $-1\frac{3}{11}$	22. $\left\{\left(-5\frac{3}{4}\right) + 7\frac{1}{3}\right\} + \left(-3\frac{1}{12}\right)$ มีค่าเท่าใด ก. $-1\frac{1}{2}$ ข. $-1\frac{5}{12}$ ค. $-1\frac{5}{19}$ ง. $-1\frac{3}{11}$
24. $\left(-5\frac{1}{3}\right) + \left(-2\frac{5}{6}\right)$ มีค่าอยู่ที่จุดใดบนเส้นจำนวน  ก. A ข. B ค. C ง. D	24. $\left(-5\frac{1}{3}\right) + \left(-2\frac{5}{6}\right)$ มีค่าอยู่ที่จุดใดบนเส้นจำนวน  ก. A ข. B ค. C ง. D

จุดประสงค์ที่ 5 ทหาผลลบของเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
28. ข้อใดเป็นค่าของ $(-6) - \left\{\left(-4\frac{3}{4}\right) - 1\frac{7}{8}\right\}$ ก. $-11\frac{10}{12}$ ข. $\frac{5}{8}$ ค. $-12\frac{5}{8}$ ง. $-1\frac{10}{12}$	28. ข้อใดเป็นค่าของ $(-6) - \left\{\left(-4\frac{3}{4}\right) - 1\frac{7}{8}\right\}$ ก. $-12\frac{5}{8}$ ข. $-11\frac{10}{12}$ ค. $-1\frac{10}{12}$ ง. $\frac{5}{8}$

จุดประสงค์ที่ 9 ทหารเศษส่วนได้อย่างถูกต้อง

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
52. $\left(-5\frac{1}{3}\right) \div \left\{\left(-4\frac{1}{2}\right) \div \frac{1}{2}\right\}$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{1}{48}$ ข. $\frac{1}{12}$ ค. $\frac{16}{27}$ ง. 12	52. $\left(-5\frac{1}{3}\right) \div \left\{\left(-4\frac{1}{2}\right) \div \frac{1}{2}\right\}$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{1}{48}$ ข. $\frac{16}{27}$ ค. 12 ง. 48

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
54. $\left\{ \left(-\frac{2}{5} \right) \div \left(-\frac{4}{15} \right) \right\} \div \left(3 \div \frac{6}{5} \right)$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{8}{75}$ ข. $\frac{3}{5}$ ค. $\frac{2}{3}$ ง. $9\frac{3}{8}$	54. $\left\{ \left(-\frac{2}{5} \right) \div \left(-\frac{4}{15} \right) \right\} \div \left(3 \div \frac{6}{5} \right)$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{8}{75}$ ข. $\frac{3}{5}$ ค. $\frac{2}{3}$ ง. $\frac{5}{12}$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

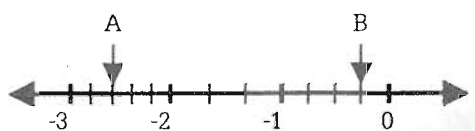

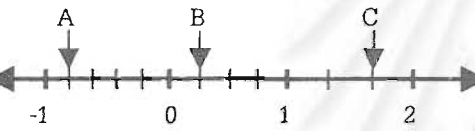
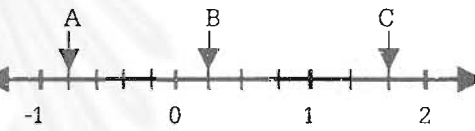
ข้อสอบที่ปรับปรุงจากการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบฉบับ B



สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ผลการปรับปรุงข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ฉบับ B)

จุดประสงค์ที่ 1 บอกเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบและบอกจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนใดๆได้

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
<p>1. จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้ ข้อใดแทนค่า จุด A และ B ได้ถูกต้อง</p>  <p>ก. $-3\frac{2}{5}$, $-\frac{1}{4}$ ข. $-2\frac{3}{5}$, $-\frac{1}{4}$ ค. $-2\frac{3}{5}$, $-\frac{1}{4}$ ง. $-\frac{3}{5}$, $-\frac{1}{4}$</p>	<p>1. จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้ ข้อใดแทนค่า จุด A และ B ได้ถูกต้อง ตามลำดับ</p>  <p>ก. $-3\frac{2}{5}$, $-\frac{1}{4}$ ข. $-2\frac{3}{5}$, $-\frac{1}{4}$ ค. $-3\frac{2}{5}$, $-\frac{3}{4}$ ง. $-\frac{3}{5}$, $-\frac{1}{4}$</p>
<p>2. จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้ ข้อใดแทนค่าจุด A, B และ C ได้ถูกต้อง</p>  <p>ก. $-\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ข. $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{4}$, $-\frac{4}{5}$ ค. $-\frac{4}{5}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ง. $\frac{4}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{3}$</p>	<p>2. จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้ ข้อใดแทนค่าจุด A, B และ C ได้ถูกต้องตามลำดับ</p>  <p>ก. $-\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ข. $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{4}$, $-\frac{4}{5}$ ค. $-\frac{4}{5}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ง. $\frac{4}{5}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$</p>

จุดประสงค์ที่ 2 เปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดให้ได้ว่าเท่ากัน ไม่เท่ากัน มากน้อยกว่ากัน

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
<p>7. ข้อใดต่อไปนี้เรียงเศษส่วนจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง</p> <p>ค. $\frac{3}{5}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{3}{8}$ ข. $1\frac{3}{4}$, $1\frac{2}{5}$, $\frac{5}{4}$ ค. $-\frac{5}{7}$, $-\frac{4}{9}$, $-1\frac{1}{2}$ ง. $-2\frac{1}{3}$, $-\frac{8}{3}$, $-2\frac{4}{5}$</p>	<p>7. ข้อใดต่อไปนี้เรียงเศษส่วนจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง</p> <p>ก. $\frac{3}{5}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{3}{8}$ ข. $\frac{5}{4}$, $1\frac{2}{5}$, $1\frac{3}{4}$ ค. $-\frac{5}{7}$, $-\frac{4}{9}$, $-1\frac{1}{2}$ ง. $-2\frac{1}{3}$, $-\frac{8}{3}$, $-2\frac{4}{5}$</p>
<p>11. พ่อค้าขายส้มกิโลกรัมละ 45 บาท แต่ถ้าซื้อ 3 กิโลกรัม คิดราคา 120 บาท ถ้าซื้อ 5 กิโลกรัม คิดราคา 175 บาท ซื้อส้มกี่กิโลกรัมจึงจะได้ราคาถูกที่สุด</p> <p>ข. 1 กิโลกรัม ข. 3 กิโลกรัม ค. 5 กิโลกรัม ง. ราคาพอๆกัน</p>	<p>11. พ่อค้าขายส้มกิโลกรัมละ 45 บาท แต่ถ้าซื้อ 3 กิโลกรัม คิดราคา 120 บาท ถ้าซื้อ 5 กิโลกรัม คิดราคา 175 บาท ซื้อส้มกี่กิโลกรัมจึงจะได้ราคาถูกที่สุด</p> <p>ก. 1 กิโลกรัม ข. 3 กิโลกรัม ค. 5 กิโลกรัม ง. ราคาใกล้เคียงกัน</p>

ข้อสอบก่อนปรับปรุง	ข้อสอบหลังปรับปรุง
54. $\left\{ \left(-\frac{3}{11} \right) \div \left(-\frac{9}{22} \right) \right\} \div \left(12 \div \frac{9}{2} \right)$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{27}{242}$ ข. $\frac{1}{4}$ ค. $1\frac{1}{2}$ ง. $8\frac{26}{27}$	54. $\left\{ \left(-\frac{3}{11} \right) \div \left(-\frac{9}{22} \right) \right\} \div \left(12 \div \frac{9}{2} \right)$ มีค่าเท่าใด ก. $\frac{27}{242}$ ข. $\frac{1}{4}$ ค. $1\frac{1}{2}$ ง. $\frac{1}{81}$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ A (60 ข้อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับทดลอง A (60 ข้อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
1	ก	1	7	8	.11	.25	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	20	8	28	.61	.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ค	3	8	11	.26	.21	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	1	1	.02	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
2	ก	2	12	14	.32	.42	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	4	5	.09	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	21	8	29	.60	.54	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ง	0	0	0	.00	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
3	ก	2	4	6	.08	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	1	2	3	.04	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	0	1	1	.02	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	21	17	38	.86	.17	ข้อสอบง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
4	(ก)	20	11	31	.75	.38	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ข	1	2	3	.04	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	1	7	8	.12	.25	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	4	6	.09	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
5	ก	0	12	12	.21	.50	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	0	2	.02	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	21	12	33	.74	.38	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ง	1	0	1	.03	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
6	ก	0	4	4	.04	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	2	3	.08	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	2	5	7	.10	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	21	13	34	.78	.33	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
7	ก	5	2	7	.15	-.13	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ข)	16	4	20	.40	.50	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	3	8	11	.24	.21	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	10	10	.21	.42	ตัวลวงที่ดี
8	ก	5	8	13	.37	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	16	4	20	.33	.50	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ค	1	9	10	.20	.33	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	3	5	.11	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
9	ก	0	2	2	.03	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	0	10	10	.14	.42	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	24	8	32	.73	.67	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	0	4	4	.10	.17	ตัวลวงที่ดี
10	(ก)	17	7	24	.59	.42	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	2	1	3	.08	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	2	5	7	.12	.13	ตัวลวงที่ดี
	ง	3	11	14	.22	.33	ตัวลวงที่ดี
11	ก	1	4	5	.07	.13	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	6	8	.14	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	21	10	31	.70	.46	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ง	0	4	4	.10	.17	ตัวลวงที่ดี
12	(ก)	20	7	27	.63	.54	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ข	0	5	5	.10	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	3	10	13	.24	.29	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	2	3	.03	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
13	ก	0	9	9	.17	.38	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	4	5	.17	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	23	7	30	.61	.67	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	0	4	4	.04	.17	ตัวลวงที่ดี
14	ก	0	4	4	.13	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	13	13	.27	.54	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	2	2	.08	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ง)	24	5	29	.52	.79	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
15	ก	0	9	9	.16	.38	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	7	7	.21	.29	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	23	4	27	.47	.79	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	1	4	5	.16	.13	ตัวลวงที่ดี
16	ก	0	4	4	.09	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	12	13	.27	.46	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	6	8	.19	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	21	2	23	.46	.79	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
17	(ก)	22	13	35	.60	.38	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้ ตัวลวงที่ใช้ได้ ตัวลวงที่ดี ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	1	3	4	.14	.08	
	ค	1	7	8	.20	.25	
	ง	0	1	1	.07	.04	
18	ก	0	7	7	.11	.29	ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	4	4	.13	.17	
	ค	1	8	9	.20	.29	
	(ง)	23	5	28	.57	.75	
19	ก	0	4	4	.05	.17	ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก ตัวลวงที่ดี
	ข	0	6	6	.08	.25	
	(ค)	24	5	29	.69	.79	
	ง	0	9	9	.19	.38	
20	ก	0	4	4	.14	.17	ตัวลวงที่ดี ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี
	(ข)	24	10	34	.62	.58	
	ค	0	5	5	.15	.21	
	ง	0	5	5	.09	.21	
21	(ก)	22	5	27	.57	.71	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี
	ข	0	8	8	.13	.33	
	ค	0	6	6	.15	.25	
	ง	2	5	7	.15	.13	
22	(ก)	17	7	24	.35	.42	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี ตัวลวงควรปรับปรุง ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี
	ข	5	6	11	.39	.04	
	ค	0	5	5	.15	.21	
	ง	2	6	8	.11	.17	
23	ก	0	3	3	.11	.13	ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี ตัวลวงที่ดี
	ข	1	7	8	.22	.25	
	(ค)	22	9	31	.58	.54	
	ง	1	5	6	.10	.17	
24	(ก)	19	9	28	.55	.42	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี ตัวลวงควรปรับปรุง ตัวลวงที่ดี ตัวลวงที่ดี
	ข	5	6	11	.23	.04	
	ค	0	6	6	.15	.25	
	ง	0	3	3	.07	.13	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
25	ก	0	5	5	.16	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	3	3	6	.12	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	21	9	30	.59	.50	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	0	7	7	.13	.29	ตัวลวงที่ดี
26	ก	1	9	10	.20	.33	ตัวลวงที่ดี
	ข	4	5	9	.30	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	18	7	25	.41	.46	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	1	3	4	.09	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
27	ก	6	4	10	.23	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ข)	16	6	22	.41	.42	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	0	6	6	.17	.25	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	8	10	.19	.25	ตัวลวงที่ดี
28	ก	10	6	16	.30	-.17	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	1	9	10	.21	.33	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	5	6	.21	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	12	4	16	.28	.33	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้ได้
29	ก	3	7	10	.29	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	6	7	.15	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	7	8	.19	.25	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	19	4	23	.37	.63	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
30	ก	0	6	6	.11	.25	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	8	8	.23	.33	ตัวลวงที่ดี
	ค	6	5	11	.27	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	18	5	23	.39	.54	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
31	(ก)	20	6	26	.50	.58	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	3	10	13	.28	.29	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	4	5	.11	.13	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	4	4	.11	.17	ตัวลวงที่ดี
32	ก	0	8	8	.20	.33	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	23	9	32	.58	.58	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	1	3	4	.14	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	0	4	4	.09	.17	ตัวลวงที่ดี

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
33	ก	6	6	12	.25	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ข)	18	5	23	.47	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	0	7	7	.17	.29	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	6	6	.11	.25	ตัวลวงที่ดี
34	ก	0	5	5	.13	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	5	5	.25	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	12	13	.27	.46	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	23	2	25	.35	.88	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
35	ก	1	5	6	.20	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	7	9	.17	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	20	7	27	.47	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	1	5	6	.16	.17	ตัวลวงที่ดี
36	ก	5	9	14	.29	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	13	5	18	.38	.33	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ค	2	4	6	.16	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	4	6	10	.16	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
37	(ก)	19	5	24	.36	.58	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	3	6	9	.24	.13	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	6	6	.21	.25	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	7	9	.20	.21	ตัวลวงที่ดี
38	ก	1	7	8	.25	.25	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	21	6	27	.48	.63	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ค	2	8	10	.21	.25	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	3	3	.07	.13	ตัวลวงที่ดี
39	ก	2	6	8	.20	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	3	7	10	.24	.17	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	7	8	.17	.25	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	18	4	22	.39	.58	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
40	ก	2	6	8	.16	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	3	4	7	.16	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	18	5	23	.50	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	1	9	10	.17	.33	ตัวลวงที่ดี

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
41	(ก)	18	7	25	.38	.46	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	1	10	11	.37	.38	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	5	6	.13	.17	ตัวลวงที่ดี
	ง	4	2	6	.12	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง
42	ก	2	7	9	.24	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	3	7	10	.23	.17	ตัวลวงที่ดี
	ค	16	5	21	.33	.46	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	3	5	8	.21	-.08	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก
43	ก	0	3	3	.10	.13	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	7	8	.20	.25	ตัวลวงที่ดี
	ค	5	12	17	.36	.29	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	18	2	20	.35	.67	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
44	ก	1	2	3	.09	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	0	5	5	.15	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	8	9	.24	.29	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	22	9	31	.52	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
45	ก	0	5	5	.21	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	9	11	.24	.29	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	19	6	25	.39	.54	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ง	3	4	7	.16	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
46	(ก)	23	14	37	.60	.38	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ข	0	3	3	.15	.13	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	6	6	.16	.25	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	1	2	.09	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
47	(ก)	12	6	18	.36	.25	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ข	1	8	9	.22	.29	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	7	9	.20	.21	ตัวลวงที่ดี
	ง	9	3	12	.23	-.25	ตัวลวงควรปรับปรุง
48	ก	2	7	9	.19	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	10	11	.25	.38	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	6	7	.17	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	20	1	21	.39	.79	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
49	ก	2	4	6	.20	.08	ตัวลงที่ใช้ได้
	ข	1	6	7	.21	.21	ตัวลงที่ดี
	ค	2	7	9	.26	.21	ตัวลงที่ดี
	(ง)	19	7	26	.34	.50	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
50	ก	1	6	7	.17	.21	ตัวลงที่ดี
	ข	3	10	13	.36	.29	ตัวลงที่ดี
	(ค)	17	3	20	.34	.58	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ง	3	5	8	.13	.08	ตัวลงที่ใช้ได้
51	(ก)	15	3	18	.37	.50	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	3	7	10	.20	.17	ตัวลงที่ดี
	ค	3	11	14	.30	.33	ตัวลงที่ดี
	ง	3	3	6	.13	.00	ตัวลงควรปรับปรุง
52	ก	1	9	10	.20	.33	ตัวลงที่ดี
	(ข)	18	5	23	.42	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	1	7	8	.21	.25	ตัวลงที่ดี
	ง	4	3	7	.17	-.04	ตัวลงควรปรับปรุง
53	(ก)	21	5	26	.42	.67	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	1	7	8	.21	.25	ตัวลงที่ดี
	ค	0	6	6	.20	.25	ตัวลงที่ดี
	ง	2	6	8	.17	.17	ตัวลงที่ดี
54	ก	1	9	10	.19	.33	ตัวลงที่ดี
	(ข)	19	8	27	.48	.46	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	3	4	7	.19	.04	ตัวลงควรปรับปรุง
	ง	1	3	4	.15	.08	ตัวลงที่ใช้ได้
55	(ก)	16	5	21	.39	.46	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	3	8	11	.22	.21	ตัวลงที่ดี
	ค	4	7	11	.28	.13	ตัวลงที่ดี
	ง	1	4	5	.11	.13	ตัวลงที่ดี
56	ก	2	5	7	.20	.13	ตัวลงที่ดี
	(ข)	16	6	22	.35	.42	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ค	5	7	12	.28	.08	ตัวลงที่ใช้ได้
	ง	1	6	7	.17	.28	ตัวลงที่ดี

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
57	ก	2	9	11	.22	.29	ตัวลวงที่ดี
	ข	3	4	7	.22	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	4	6	10	.25	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ง)	15	5	20	.32	.42	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
58	ก	3	5	8	.21	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	3	6	9	.23	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	15	9	24	.36	.25	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ง	3	4	7	.21	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
59	ก	10	3	13	.28	-.29	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ข)	9	11	20	.30	.08	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก
	ค	4	6	10	.25	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	1	4	5	.16	.13	ตัวลวงที่ดี
60	ก	1	7	8	.17	.25	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	14	6	20	.39	.33	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ค	6	10	16	.29	.17	ตัวลวงที่ดี
	ง	3	1	4	.14	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .20 - .40 คือ ข้อ 7, 8, 22, 28, 29, 30, 34, 36, 37, 39, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 55, 56, 57, 58, 59, 60 คิดเป็น 41.67 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .41 - .60 คือ ข้อ 2, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 38, 40, 44, 46, 52, 53, 54 คิดเป็น 40.00 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .61 - .80 คือ ข้อ 1, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 19, 20 คิดเป็น 16.67 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .81 ขึ้นไป คือ ข้อ 3 คิดเป็น 1.67 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ B (60 ข้อ)

สถาบันวิทยบริการ
วาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับทดลอง B (60 ข้อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
1	ก	0	9	9	.17	.38	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	6	11	.19	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	18	8	26	.60	.42	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ง	1	1	2	.04	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
2	ก	4	13	17	.40	.38	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	19	6	25	.50	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	1	4	5	.09	.13	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	1	1	.01	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
3	ก	1	3	4	.10	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	0	5	5	.07	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	2	3	.07	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	22	14	36	.77	.33	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
4	ก	1	0	1	.04	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	1	3	4	.07	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	1	6	7	.10	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	21	15	36	.79	.25	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
5	ก	1	2	3	.10	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	0	5	5	.08	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	23	14	37	.79	.38	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ง	0	3	3	.03	.13	ตัวลวงที่ดี
6	ก	0	4	4	.04	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	23	16	39	.84	.29	ข้อสอบง่ายมาก อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ค	0	0	0	.03	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	1	4	4	.09	.13	ตัวลวงที่ดี
7	(ก)	18	3	21	.41	.63	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	11	11	.21	.46	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	4	6	.14	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	4	6	10	.24	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
8	ก	1	13	14	.29	.50	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	18	4	22	.41	.58	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	1	5	6	.15	.17	ตัวลวงที่ดี
	ง	4	2	6	.14	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
9	ก	0	6	6	.10	.25	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	1	1	.04	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	23	11	34	.73	.50	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ง	1	6	7	.13	.21	ตัวลวงที่ดี
10	(ก)	22	5	27	.63	.71	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	2	2	.02	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	1	5	6	.11	.17	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	12	13	.24	.46	ตัวลวงที่ดี
11	ก	0	4	4	.07	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	4	6	.08	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ค)	22	12	34	.76	.42	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ง	0	4	4	.10	.17	ตัวลวงที่ดี
12	(ก)	17	12	29	.62	.21	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ข	4	6	10	.20	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	3	6	9	.19	.13	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	0	0	.00	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
13	ก	3	9	12	.23	.25	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	19	7	26	.59	.50	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	1	4	5	.12	.13	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	4	5	.07	.13	ตัวลวงที่ดี
14	ก	0	5	5	.09	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	10	11	.26	.38	ตัวลวงที่ดี
	ค	4	6	10	.19	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ง)	19	3	22	.47	.67	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
15	(ก)	23	3	26	.50	.83	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	1	7	8	.17	.25	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	10	10	.17	.42	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	4	4	.15	.17	ตัวลวงที่ดี
16	ก	0	5	5	.13	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	13	15	.27	.46	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	3	5	.16	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	20	3	23	.44	.71	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
17	(ก)	18	5	23	.41	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	1	7	8	.19	.25	ตัวลวงที่ดี
	ค	3	8	11	.14	.21	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	4	6	.26	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
18	ก	2	4	6	.14	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	2	5	7	.11	.13	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	4	4	.14	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	20	11	31	.61	.38	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
19	ก	1	4	5	.07	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	20	13	33	.66	.29	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ค	3	7	10	.24	.17	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	0	0	.03	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
20	ก	0	6	6	.12	.25	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	6	6	.14	.25	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	23	8	31	.62	.63	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	1	4	5	.12	.13	ตัวลวงที่ดี
21	(ก)	23	10	33	.65	.54	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ข	1	4	5	.13	.13	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	7	7	.11	.29	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	3	3	.11	.13	ตัวลวงที่ดี
22	ก	1	7	8	.26	.25	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	5	5	.12	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	6	8	.20	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	21	6	27	.42	.63	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
23	ก	1	6	7	.17	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	7	12	.23	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ค)	18	6	24	.52	.50	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	0	5	5	.08	.21	ตัวลวงที่ดี
24	(ก)	17	8	25	.49	.38	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ข	0	5	5	.17	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	5	4	9	.19	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	2	7	9	.15	.21	ตัวลวงที่ดี

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
25	ก	0	7	7	.12	.29	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	7	7	.15	.29	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	4	5	.16	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	23	6	29	.57	.71	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
26	ก	0	5	5	.15	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	7	9	16	.26	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ค)	17	7	24	.49	.42	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	0	3	3	.10	.13	ตัวลวงที่ดี
27	ก	2	4	6	.14	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ข)	16	8	24	.47	.33	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ค	1	6	7	.23	.21	ตัวลวงที่ดี
	ง	5	6	11	.16	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
28	ก	1	8	9	.17	.29	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	2	6	8	.22	-.17	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ค	3	5	8	.17	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	18	5	23	.44	-.54	ตัวลวงควรปรับปรุง
29	ก	6	10	16	.29	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	4	5	.13	.13	ตัวลวงที่ดี
	ค	4	7	11	.21	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	13	3	16	.37	.42	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
30	ก	1	2	3	.15	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	4	11	15	.30	.29	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	8	10	.22	.25	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	17	3	20	.33	.58	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
31	(ก)	16	8	24	.37	.33	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	6	4	10	.30	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	1	4	5	.16	.13	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	8	9	.16	.29	ตัวลวงที่ดี
32	(ก)	3	4	7	.20	-.04	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ข	19	10	29	.49	-.38	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	0	6	6	.20	.25	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	4	6	.12	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
33	ก	1	5	6	.16	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	4	7	11	.21	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	17	7	24	.42	.42	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	2	5	7	.21	.13	ตัวลวงที่ดี
34	ก	4	7	11	.16	.13	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	7	12	.28	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	2	7	9	.25	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	13	3	16	.30	.42	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
35	ก	7	7	14	.23	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	3	5	8	.27	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ค)	12	9	21	.38	.13	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ง	2	3	5	.12	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
36	ก	2	9	11	.26	.29	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	11	7	18	.37	.17	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ค	6	5	11	.20	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	5	3	8	.17	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง
37	(ก)	16	3	19	.35	.54	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	2	11	13	.27	.38	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	3	4	.14	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	5	7	12	.24	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
38	ก	2	3	5	.13	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ข)	16	11	27	.50	.21	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ค	6	8	14	.28	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	0	2	2	.09	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
39	ก	1	3	4	.11	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	0	5	5	.20	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	4	12	16	.30	.33	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	19	4	23	.39	.63	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
40	ก	2	4	6	.15	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	2	7	9	.21	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	20	6	26	.45	.58	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	0	7	7	.20	.29	ตัวลวงที่ดี

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
41	(ก)	20	7	27	.49	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	2	6	8	.22	.17	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	9	9	.12	.38	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	2	4	.17	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
42	ก	1	8	9	.19	.29	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	2	4	.16	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	21	5	26	.45	.67	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	0	9	9	.21	.38	ตัวลวงที่ดี
43	ก	1	3	4	.11	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	3	11	14	.27	.33	ตัวลวงที่ดี
	ค	3	6	9	.25	.13	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	17	4	21	.37	.54	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
44	ก	0	4	4	.11	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	6	7	.16	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	8	9	.24	.29	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	22	6	28	.49	.67	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
45	ก	2	4	6	.19	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	3	7	10	.22	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	18	5	23	.45	.54	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	1	8	9	.15	.29	ตัวลวงที่ดี
46	(ก)	20	6	26	.51	.58	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	2	7	9	.22	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	8	9	.20	.29	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	3	4	.08	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
47	(ก)	10	6	16	.30	.17	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ข	5	4	9	.26	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	6	11	17	.29	.21	ตัวลวงที่ดี
	ง	3	3	6	.14	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
48	ก	6	5	11	.20	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	5	13	18	.33	.33	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	4	6	.19	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ง)	11	2	13	.29	.38	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
49	ก	5	8	13	.25	.13	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	7	9	.21	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	2	4	.17	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	15	7	22	.37	.33	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
50	ก	4	7	11	.20	.13	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	7	9	.26	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	16	6	22	.39	.42	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ง	2	4	6	.15	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
51	(ก)	15	4	19	.30	.46	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	2	4	6	.17	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	5	11	16	.33	.25	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	5	7	.20	.13	ตัวลวงที่ดี
52	ก	3	5	8	.17	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ข)	16	5	21	.40	.46	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	2	3	5	.17	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	3	11	14	.25	.33	ตัวลวงที่ดี
53	ก	0	7	7	.15	.29	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	11	13	.23	.38	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	19	4	23	.46	.63	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีดีมาก
	ง	3	2	5	.16	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
54	ก	8	4	12	.22	-.17	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	2	7	9	.22	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	11	7	18	.44	.17	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ง	3	6	9	.13	.13	ตัวลวงที่ดี
55	(ก)	1	7	8	.22	.25	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ข	5	7	12	.30	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	18	6	24	.37	-.50	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	0	4	4	.11	.17	ตัวลวงที่ดี
56	ก	4	8	12	.16	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	15	6	21	.41	.38	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ค	3	6	9	.25	.13	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	4	6	.17	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
57	(ก)	4	10	14	.25	.25	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้ได้
	ข	7	8	15	.30	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	6	3	9	.21	-.13	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	7	3	10	.24	.17	ตัวลวงที่ดี
58	ก	6	9	15	.30	.13	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	4	9	.22	-.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	12	4	16	.34	.33	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ง	1	7	8	.14	.25	ตัวลวงที่ดี
59	ก	8	6	14	.27	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ข)	6	8	14	.29	-.08	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก
	ค	6	8	14	.29	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	4	2	6	.14	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง
60	(ก)	8	7	15	.29	.04	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก
	ข	5	6	11	.24	.04	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	5	7	12	.23	.08	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	6	4	10	.24	-.08	ตัวลวงควรปรับปรุง

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .20 - .40 คือ ข้อ 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 58, 59, 60 คิดเป็น 36.67 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .41 - .60 คือ ข้อ 1, 2, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 33, 38, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 53, 54, 56 คิดเป็น 43.33 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .61 - .80 คือ ข้อ 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 21 คิดเป็น 18.33%
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .81 ขึ้นไป คือ ข้อ 6 คิดเป็น 1.67 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ช
แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A (30 ข้อ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. จำนวนตรงข้ามของ $\frac{4}{7}$ คือข้อใด

ก. $-\frac{7}{4}$ ข. $\frac{7}{4}$

ค. $\frac{4}{7}$ ง. $-\frac{4}{7}$

2. จำนวนตรงข้ามของ $\left(-3\frac{1}{5}\right)$ คือข้อใด

ก. $3\frac{1}{5}$ ข. $-3\frac{1}{5}$

ค. $\frac{5}{16}$ ง. $-\frac{5}{16}$

3. จำนวนตรงข้ามของ $\left(-\frac{6}{11}\right)$ คือข้อใด

ก. $-\frac{11}{6}$ ข. $-\frac{6}{11}$

ค. $\frac{11}{6}$ ง. $\frac{6}{11}$

4. ข้อใดต่อไปนี้เรียงเศษส่วนจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

ก. $\frac{3}{4}, \frac{3}{5}, \frac{3}{7}$

ข. $1\frac{1}{3}, \frac{5}{3}, 1\frac{4}{5}$

ค. $-\frac{3}{4}, -\frac{5}{8}, -1\frac{2}{3}$

ง. $-1\frac{1}{3}, -\frac{5}{3}, -1\frac{4}{5}$

5. เศษส่วนคู่ใดมีค่าเท่ากัน

ก. $\frac{3}{4}$ และ $\frac{36}{54}$ ข. $\frac{35}{11}$ และ $3\frac{4}{11}$

ค. $-\frac{5}{7}$ และ $-\frac{20}{28}$ ง. $-\frac{7}{8}$ และ $\frac{21}{24}$

6. แม่ค้าขายฝรั่ง กิโลกรัมละ 25 บาท แต่ถ้าซื้อ 3 กิโลกรัม คิดราคา 60 บาท และถ้าซื้อ 5 กิโลกรัม คิดราคา 90 บาท ซื้อฝรั่งกี่กิโลกรัม จึงจะได้ราคาถูกที่สุด

ก. 1 กิโลกรัม ข. 3 กิโลกรัม

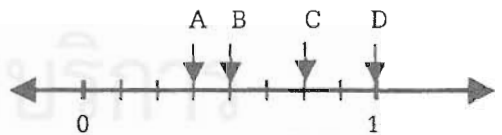
ค. 5 กิโลกรัม ง. ราคาใกล้เคียงกัน

7. $\frac{5}{9} + \left(-\frac{3}{9}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $-\frac{8}{9}$ ข. $-\frac{2}{9}$

ค. $\frac{2}{9}$ ง. $\frac{8}{9}$

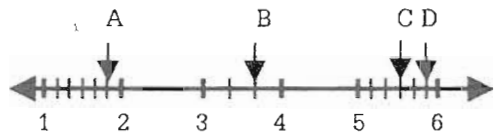
8. $\frac{5}{8} + \left(-\frac{1}{4}\right)$ มีค่าอยู่ที่จุดใดบนเส้นจำนวน



ก. A ข. B

ค. C ง. D

9. $\frac{31}{6} + \frac{2}{3}$ มีค่าอยู่ที่จุดใดบนเส้นจำนวน



ก. A ข. B

ค. C ง. D

10. $\left(-6\frac{2}{5}\right) + \left(-1\frac{3}{4}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $-8\frac{3}{20}$ ข. -8

ค. $-7\frac{5}{9}$ ง. $-7\frac{5}{20}$

11. $\left\{\left(-5\frac{3}{4}\right) + 7\frac{1}{3}\right\} + \left(-3\frac{1}{12}\right)$

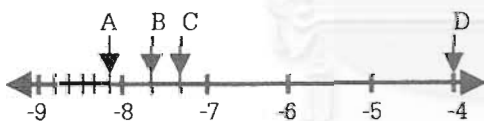
มีค่าเท่าใด

ก. $-1\frac{1}{2}$ ข. $-1\frac{5}{12}$

ค. $-1\frac{5}{19}$ ง. $-1\frac{3}{11}$

12. $\left(-5\frac{1}{3}\right) + \left(-2\frac{5}{6}\right)$ มีค่าอยู่ที่จุดใด

บนเส้นจำนวน



ก. A ข. B

ค. C ง. D

13. $4 - \left(\frac{1}{4} - \frac{5}{8}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. 3 ข. $3\frac{5}{8}$

ค. $4\frac{3}{8}$ ง. 5

14. ข้อใดเป็นค่าของ

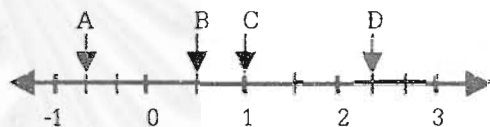
$$(-6) - \left\{\left(-4\frac{3}{4}\right) - 1\frac{7}{8}\right\}$$

ก. $-12\frac{5}{8}$ ข. $-11\frac{10}{12}$

ค. $-1\frac{10}{12}$ ง. $\frac{5}{8}$

15. $\frac{5}{6} - \left(-1\frac{1}{2}\right)$ มีค่าอยู่ที่จุดใดบนเส้น

จำนวน



ก. A ข. B

ค. C ง. D

16. $5\frac{7}{10} - 3\frac{2}{5} + 2\frac{8}{15}$ มีค่าเท่าใด

ก. $4\frac{13}{5}$ ข. $4\frac{13}{15}$

ค. $4\frac{13}{20}$ ง. $4\frac{5}{6}$

17. $-2\frac{1}{8}$ เป็นคำตอบของข้อใด

ก. $\left(\frac{17}{8} - \frac{3}{4}\right) + 2\frac{5}{8}$

ข. $\left(-\frac{3}{8} - \frac{5}{4}\right) + \frac{15}{8}$

ค. $\left\{\left(-\frac{3}{8}\right) + 2\frac{1}{4}\right\} - 4$

ง. $\left\{\frac{5}{8} + 1\frac{1}{2}\right\} + (-3)$

18. $\frac{2}{5}$ เป็นคำตอบของข้อใด

ก. $\left(2\frac{1}{5} + 1\frac{3}{5}\right) - 2\frac{2}{5}$

ข. $\left(\frac{7}{20} + \frac{3}{10}\right) - \frac{1}{4}$

ค. $(-2) + \left(\frac{5}{2} + \frac{4}{5}\right)$

ง. $\left(3\frac{3}{10} - \frac{12}{5}\right) - 1$

19. $\frac{3}{11} \times \left(-4\frac{5}{7}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $-4\frac{15}{77}$ ข. $-1\frac{2}{7}$

ค. $1\frac{2}{7}$ ง. $4\frac{15}{77}$

20. $3 \times \left(-1\frac{2}{5}\right) \times \left(-2\frac{1}{7}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $-3\frac{2}{5}$ ข. 3

ค. $6\frac{2}{35}$ ง. 9

21. $\left\{4 \times \left(-1\frac{11}{15}\right)\right\} \times \left\{\frac{2}{3} \times \left(-\frac{9}{10}\right)\right\}$

มีค่าเท่าใด

ก. $-4\frac{11}{15}$ ข. $-\frac{3}{5}$

ค. $4\frac{4}{25}$ ง. $4\frac{11}{25}$

22. บ้านของพีทใช้กระแสไฟฟ้าเดือนมีนาคม

$41\frac{2}{3}$ หน่วย เสียค่าไฟฟ้าหน่วยละ $2\frac{2}{5}$

บาท เขาจะต้องจ่ายค่าไฟฟ้าทั้งหมดเท่าไร

ก. 43 บาท ข. $44\frac{1}{15}$ บาท

ค. $82\frac{4}{15}$ บาท ง. 100 บาท

23. แพรวหนัก $\frac{91}{2}$ กิโลกรัม หวังหนักเป็น $1\frac{2}{7}$

เท่าของน้ำหนักแพรว อยากทราบว่าหวัง

หนักกี่กิโลกรัม

ก. $31\frac{17}{20}$ กิโลกรัม ข. $35\frac{7}{18}$ กิโลกรัม

ค. $58\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ง. 65 กิโลกรัม

24. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนหญิง $\frac{19}{35}$ ของนักเรียนทั้งหมด ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนทั้งหมด 4,200 คน จะมีนักเรียนชายทั้งหมดกี่คน
- ก. 1,920 คน ข. 2,400 คน
ค. 2,160 คน ง. 2,280 คน

25. $\left(-3\frac{2}{3}\right) \div \left(-1\frac{4}{5}\right)$ มีค่าเท่าใด
- ก. $\frac{5}{33}$ ข. $\frac{27}{55}$
ค. $2\frac{1}{27}$ ง. $6\frac{3}{5}$

26. $\left\{3 \div \left(-\frac{4}{5}\right)\right\} \div \frac{2}{3}$ มีค่าเท่าใด
- ก. $-5\frac{5}{8}$ ข. $-1\frac{3}{5}$
ค. $1\frac{3}{5}$ ง. $5\frac{5}{8}$

27. $\left(-5\frac{1}{3}\right) \div \left\{\left(-4\frac{1}{2}\right) \div \frac{1}{2}\right\}$ มีค่าเท่าใด
- ก. $\frac{1}{48}$ ข. $\frac{16}{27}$
ค. 12 ง. 48

28. $\left(4\frac{2}{5} - 3\frac{2}{3}\right) \times 2\frac{2}{9}$ มีค่าเท่าใด

- ก. $1\frac{17}{27}$ ข. $2\frac{1}{6}$
ค. $2\frac{8}{9}$ ง. $4\frac{8}{9}$

29. ข้อใดเป็นคำตอบของ

$$\left\{\left(-\frac{3}{5}\right) - \left(-2\frac{7}{10}\right)\right\} \times \left\{(-3) + \frac{5}{7}\right\}$$

- ก. $-37\frac{5}{9}$ ข. $-9\frac{3}{7}$
ค. $-6\frac{1}{14}$ ง. $-4\frac{4}{5}$


30. บ้านของกระต่ายอยู่ห่างจากโรงเรียน $\frac{21}{8}$

กิโลเมตร ถ้าโดยเฉลี่ยกระต่ายเดินได้

ชั่วโมงละ $4\frac{2}{3}$ กิโลเมตร อยากทราบว่า

วันหนึ่ง ๆ กระต่ายใช้เวลาเดินทางไปและกลับทั้งหมดกี่นาที

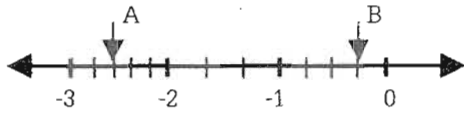
- ก. $33\frac{3}{4}$ นาที ข. $67\frac{1}{2}$ นาที
ค. $52\frac{1}{2}$ นาที ง. $42\frac{21}{22}$ นาที



ภาคผนวก ซ
แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B (30 ข้อ)

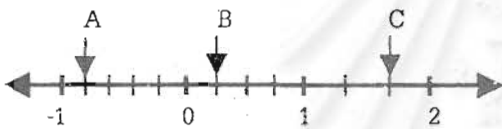
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้ ข้อใดแทนค่าจุด A และ B ได้ถูกต้อง ตามลำดับ



- ก. $-3\frac{2}{5}$, $-\frac{1}{4}$ ข. $-3\frac{2}{5}$, $-\frac{3}{4}$
 ค. $-2\frac{3}{5}$, $-\frac{1}{4}$ ง. $-\frac{3}{5}$, $-\frac{1}{4}$

2. จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้ ข้อใดแทนค่าจุด A, B และ C ได้ถูกต้อง ตามลำดับ



- ก. $-\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$ ข. $-\frac{4}{5}$, $\frac{1}{4}$, $1\frac{2}{3}$
 ค. $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{4}$, $-\frac{4}{5}$ ง. $\frac{4}{5}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$

3. จำนวนตรงข้ามของ $\frac{5}{8}$ คือข้อใด

- ก. $-\frac{8}{5}$ ข. $\frac{8}{5}$
 ค. $\frac{5}{8}$ ง. $-\frac{5}{8}$

4. ข้อใดต่อไปนี้เรียงเศษส่วนจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

- ก. $\frac{3}{5}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{3}{8}$

ข. $\frac{4}{11}$, $\frac{4}{9}$, $\frac{4}{7}$

ค. $-\frac{2}{5}$, $-\frac{2}{7}$, $-\frac{2}{9}$

ง. $-1\frac{4}{5}$, $-1\frac{3}{5}$, $-1\frac{2}{5}$

5. ข้อใดต่อไปนี้เรียงเศษส่วนจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

ก. $\frac{3}{5}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{3}{8}$

ข. $\frac{5}{4}$, $1\frac{2}{5}$, $1\frac{3}{4}$

ค. $-\frac{5}{7}$, $-\frac{4}{9}$, $-1\frac{1}{2}$

ง. $-2\frac{1}{3}$, $-\frac{8}{3}$, $-2\frac{4}{5}$

6. ร้านค้าแห่งหนึ่งติดราคาขายปากกาด้ามละ 12 บาท แต่ถ้าซื้อเป็นแพ็ค ๆ ละ 6 ด้าม ราคา 60 บาท และถ้าซื้อเป็นแพ็ค ๆ ละ 12 ด้าม ราคา 96 บาท ซื้อปากกาแบบใดราคาต่อด้ามแพงที่สุด

- ก. 1 ด้าม ข. 6 ด้าม
 ค. 12 ด้าม ง. ราคาใกล้เคียงกัน

7. $\frac{3}{8} + \left(-\frac{5}{8}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. -1 ข. $-\frac{1}{4}$

ค. $\frac{1}{4}$ ง. 1

8. $\frac{51}{9} + \frac{13}{15}$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{64}{135}$ ข. $\frac{64}{24}$

ค. $4\frac{4}{15}$ ง. $6\frac{8}{15}$

9. $\left(\frac{21}{5} + \frac{3}{10}\right) + \left(-\frac{11}{3}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{5}{6}$ ข. $1\frac{17}{18}$

ค. $1\frac{1}{12}$ ง. $\frac{1}{6}$

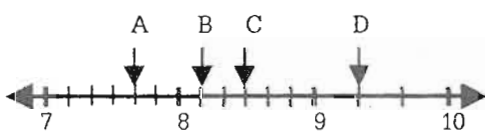
10. $\left\{\left(-4\frac{2}{5}\right) + 10\frac{1}{2}\right\} + \left(-6\frac{3}{10}\right)$ มี

ค่าเท่าใด

ก. $-\frac{6}{10}$ ข. $-\frac{5}{17}$

ค. $-\frac{2}{7}$ ง. $-\frac{1}{5}$

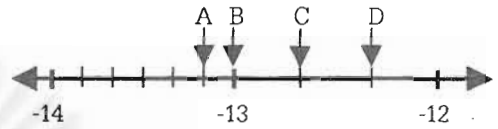
11. $4\frac{2}{3} + 3\frac{5}{6}$ มีค่าอยู่ที่จุดใดบนเส้นจำนวน



ก. A ข. B
ค. C ง. D

12. $\left(-9\frac{5}{6}\right) + \left(-3\frac{1}{3}\right)$ มีค่าอยู่ที่จุดใด

บนเส้นจำนวน



ก. A ข. B
ค. C ง. D

13. $\frac{4}{9} - \left(-\frac{1}{5}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{3}{14}$ ข. $\frac{5}{14}$

ค. $\frac{11}{45}$ ง. $\frac{29}{45}$

14. $5 - \left(\frac{2}{5} - \frac{7}{10}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. 4 ข. $4\frac{7}{10}$

ค. $5\frac{3}{10}$ ง. 6

15. $\left\{\left(-\frac{4}{5}\right) - \left(3 - 2\frac{1}{2}\right) - \left(-\frac{1}{2}\right)\right\}$

มีค่าเท่าใด

ก. $-1\frac{4}{6}$ ข. $-\frac{4}{5}$

ค. $-\frac{2}{5}$ ง. $-\frac{1}{5}$

$$16. \left\{ 5\frac{2}{15} - \left(-3\frac{3}{10} \right) \right\} + (-2) \text{ มีค่า}$$

เท่าใด

ก. $\frac{1}{5}$

ข. $6\frac{1}{5}$

ค. $6\frac{13}{30}$

ง. $9\frac{5}{6}$

$$17. 1\frac{17}{18} \text{ เป็นคำตอบของข้อใด}$$

ก. $\left(2\frac{7}{9} - 1\frac{11}{18} \right) - \frac{4}{9}$

ข. $\left(\frac{13}{9} + 1\frac{3}{18} \right) - 2$

ค. $\left(\frac{13}{3} - \frac{5}{6} \right) + \left(-\frac{14}{9} \right)$

ง. $(-3) + \left(\frac{11}{3} + \frac{13}{9} \right)$

$$18. \frac{7}{9} \text{ เป็นคำตอบของข้อใด}$$

ก. $\left\{ \frac{31}{9} + \left(-2\frac{1}{3} \right) \right\} + 1$

ข. $\left\{ 4\frac{4}{9} - 5\frac{2}{3} \right\} + 2$

ค. $\left\{ \left(-\frac{4}{9} \right) - \left(\frac{7}{9} \right) \right\} - \left(-\frac{8}{3} \right)$

ง. $\left(\frac{5}{18} + 1\frac{2}{9} \right) - \frac{4}{9}$

$$19. \frac{3}{4} \times \left(-3\frac{2}{5} \right) \text{ มีค่าเท่าใด}$$

ก. $-3\frac{3}{10}$

ข. $-2\frac{11}{20}$

ค. $2\frac{11}{20}$

ง. $3\frac{3}{10}$

$$20. \left(-\frac{2}{7} \right) \times \left(-\frac{3}{5} \right) \times \frac{7}{12} \text{ มีค่าเท่าใด}$$

ก. $-\frac{7}{20}$

ข. $-\frac{1}{10}$

ค. $\frac{1}{10}$

ง. $\frac{6}{35}$

$$21. \left(\frac{30}{17} \right) \times \left(-2\frac{5}{6} \right) \times \frac{28}{15} \text{ มีค่าเท่าใด}$$

ก. $-9\frac{1}{3}$

ข. -5

ค. $3\frac{5}{17}$

ง. $8\frac{10}{17}$

$$22. \text{ บ้านเช่าของหนุ่มใช้น้ำเดือนเมษายน } 8\frac{3}{4}$$

หน่วย เสียค่าน้ำหน่วยละ $15\frac{1}{5}$ บาท

เขาจะต้องจ่ายค่าน้ำทั้งหมดเท่าไร

ก. 23 บาท ข. $23\frac{19}{20}$ บาท

ค. $120\frac{3}{20}$ บาท ง. 133 บาท

23. ตะวันหนัก $\frac{85}{2}$ กิโลกรัม เปรมหนักเป็น

$1\frac{3}{5}$ เท่าของน้ำหนักตะวัน อยากทราบว่า

เปรมหนักกี่กิโลกรัม

ก. $23\frac{11}{18}$ กิโลกรัม ข. $36\frac{9}{16}$ กิโลกรัม

ค. 68 กิโลกรัม ง. $76\frac{1}{2}$ กิโลกรัม

24. หนังสือเล่มหนึ่งมี 215 หน้า สัมอ่านหนังสือ

ได้ $\frac{7}{10}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด สัมอ่าน

หนังสือไปแล้วกี่หน้า

ก. $150\frac{1}{2}$ หน้า ข. $214\frac{3}{10}$ หน้า

ค. $215\frac{7}{10}$ หน้า ง. $307\frac{1}{7}$ หน้า

25. $\frac{7}{9} \div \left(-4\frac{2}{3}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. -6 ข. $-3\frac{17}{27}$

ค. $-\frac{27}{98}$ ง. $-\frac{1}{6}$

26. $\left(-4\frac{2}{7}\right) \div \left(-1\frac{2}{3}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{7}{50}$ ข. $\frac{7}{18}$

ค. $2\frac{4}{7}$ ง. $7\frac{1}{7}$

27. $\left(-1\frac{1}{9}\right) \div \left\{\left(-3\frac{3}{4}\right) \div \frac{1}{4}\right\}$ มีค่าเท่า

ใด

ก. $\frac{3}{50}$ ข. $\frac{2}{27}$

ค. $1\frac{1}{24}$ ง. $1\frac{5}{27}$

28. $2\frac{3}{4} \div \left(\frac{10}{3} + 1\frac{1}{2}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{24}{319}$ ข. $\frac{33}{58}$

ค. $1\frac{25}{33}$ ง. $13\frac{7}{249}$

29. เมื่อสามปีก่อนสมรภักมีอายุเป็น $\frac{1}{6}$ เท่าของ

อายุสมหญิง ปัจจุบันนี้สมหญิงมีอายุ 57 ปี

ขณะนี้สมรภักจะมีอายุเท่าไร

ก. 9 ปี ข. 10 ปี

ค. 12 ปี ง. 13 ปี

30. บ้านของมูทิตาอยู่ห่างจากโรงเรียน $\frac{21}{14}$

กิโลเมตร ถ้าโดยเฉลี่ยมูทิตาเดินได้ชั่วโมง

ละ $5\frac{1}{4}$ กิโลเมตร อยากทราบว่าวันหนึ่ง ๆ

มูทิตาใช้เวลาเดินทางไปและกลับทั้งหมดกี่

นาที

ก. $17\frac{1}{7}$ นาที ข. $34\frac{2}{7}$ นาที

ค. 36 นาที ง. 40 นาที

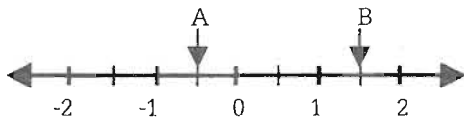


ภาคผนวก ฉ

แบบสอบวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C (30 ข้อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. จากภาพจุด A และ B แทนจำนวนที่มีค่าเท่าไร



ก. $-\frac{1}{2}, -\frac{3}{2}$ ข. $\frac{1}{2}, -\frac{3}{2}$

ค. $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}$ ง. $-\frac{1}{2}, \frac{3}{2}$

2. ความหมายของ $-2\frac{1}{3}$ ตรงกับข้อใด

ก. $-2 - \frac{1}{3}$ ข. $-2 + \frac{1}{3}$

ค. $-2 \times \frac{1}{3}$ ง. $-2 \div \frac{1}{3}$

3. ข้อความใดไม่ถูกต้อง

ก. เศษส่วนทุกจำนวน มีจำนวนตรงข้าม

ข. เศษส่วนที่เป็นจำนวนตรงข้าม บวกกันได้ศูนย์เสมอ

ค. เศษส่วนทุกจำนวน สามารถแทนได้ด้วยจุดบนเส้นจำนวน

ง. จุดทุกจุดบนเส้นจำนวน แทนได้ด้วยเศษส่วน

4. เศษส่วนข้อใดมีค่าไม่เท่ากับเศษส่วนในข้ออื่น

ก. $\frac{30}{45}$ ข. $\frac{36}{48}$

ค. $\frac{54}{72}$ ง. $\frac{132}{176}$

5. เศษส่วนข้อใดเรียงจากน้อยไปหามาก

ก. $-\frac{6}{7}, -\frac{4}{7}, -\frac{2}{7}$

ข. $-\frac{1}{7}, -\frac{4}{7}, -\frac{5}{7}$

ค. $-\frac{1}{7}, -\frac{5}{7}, -\frac{2}{7}$

ง. $-\frac{5}{7}, -\frac{1}{7}, -\frac{4}{7}$

6. ข้อใดสรุปถูกต้อง

ก. $\frac{5}{6} > 1\frac{1}{2}$ ข. $\frac{8}{9} > 1\frac{4}{5}$

ค. $2\frac{1}{2} > 1\frac{9}{10}$ ง. $\frac{9}{10} > \frac{8}{7}$

7. ผลบวกของ $\frac{a}{b}$ กับ $\frac{c}{d}$ เท่ากับข้อใด

ก. $\frac{a+c}{b+d}$ ข. $\frac{a+c}{bd}$

ค. $\frac{ad+bc}{bd}$ ง. $\frac{ad+bc}{b+d}$

8. $(-3) + \left(-\frac{2}{5}\right)$ มีคำตอบเท่าใด

ก. $-3\frac{2}{5}$ ข. $-\frac{2}{5}$

ค. $-\frac{5}{2}$ ง. $-\frac{5}{12}$

9. $\left(-2 + \frac{5}{6}\right) + \frac{2}{3}$ มีคำตอบเท่าใด

ก. -2 ข. -1

ค. $-\frac{1}{3}$ ง. $-\frac{1}{2}$

10. $5\frac{1}{7} + \left(-2\frac{2}{5}\right)$ มีคำตอบเท่าใด

ก. $\frac{24}{35}$ ข. $2\frac{24}{35}$

ค. $2\frac{26}{35}$ ง. $3\frac{26}{35}$

11. $5\frac{6}{7} + 1\frac{1}{4}$ มีคำตอบเท่าใด

ก. $6\frac{7}{11}$ ข. $6\frac{3}{28}$

ค. $7\frac{3}{28}$ ง. $7\frac{31}{28}$

12. $(-4) + \left(-5\frac{1}{6}\right) + \left(-1\frac{1}{4}\right)$

มีคำตอบเท่าใด

ก. $-9\frac{5}{12}$ ข. $-9\frac{1}{12}$

ค. $-10\frac{5}{12}$ ง. $-10\frac{1}{12}$

13. $\left(-\frac{10}{12}\right) - \left(-\frac{7}{8}\right)$ เท่ากับจำนวนใด

ก. $-\frac{43}{24}$ ข. $-\frac{1}{24}$

ค. $\frac{43}{24}$ ง. $\frac{1}{24}$

14. $1\frac{1}{6} - \frac{3}{4}$ มีคำตอบเท่าใด

ก. -1 ข. $\frac{1}{12}$

ค. $\frac{5}{12}$ ง. 1

15. ผลลบของ $4 - \frac{1}{3}$ มีคำตอบเท่าใด

ก. $3\frac{1}{3}$ ข. $3\frac{2}{3}$

ค. $3\frac{1}{4}$ ง. $2\frac{2}{3}$

16. $\left(-2\frac{3}{4}\right) - \left(-\frac{1}{6}\right) - \left(-4\frac{1}{3}\right)$

มีคำตอบเท่าใด

ก. $-7\frac{1}{4}$ ข. $-\frac{3}{4}$

ค. $1\frac{3}{4}$ ง. $7\frac{1}{4}$

17. จงทำให้เป็นผลสำเร็จ

$\left[21\frac{3}{4} + \left(-5\frac{2}{5}\right)\right] - \left(-18\frac{4}{5}\right)$

ก. $28\frac{7}{20}$ ข. $35\frac{3}{20}$

ค. $43\frac{9}{20}$ ง. $51\frac{1}{20}$

18. $\left(-\frac{7}{15}\right) - 5\frac{1}{5} - \frac{3}{5}$ มีคำตอบเท่าใด

ก. $-6\frac{4}{15}$ ข. $-6\frac{1}{15}$

ค. $-6\frac{4}{5}$ ง. $-6\frac{1}{5}$

19. $\left(-\frac{7}{3}\right) \times \frac{9}{4}$ มีคำตอบเท่าใด

ก. $-5\frac{1}{4}$ ข. $5\frac{1}{4}$

ค. $-\frac{27}{28}$ ง. $\frac{27}{28}$

20. ผลลัพธ์ของ $\frac{3}{5} \times (-15)$ มีคำตอบเท่าใด

ก. -10 ข. -9

ค. 9 ง. 10

21. ค่าของ a ที่ทำให้ $\frac{3}{5} \times a = 1$ คือค่าใด

ก. $-\frac{3}{5}$ ข. $\frac{3}{5}$

ค. $\frac{5}{3}$ ง. $-\frac{5}{3}$

22. วิไลมีน้ำหนักเป็น $\frac{2}{3}$ ของน้ำหนักของอารี

ถ้าอารีหนัก 54 กิโลกรัม วิไลหนักกี่กิโลกรัม

ก. 36 กิโลกรัม ข. 38 กิโลกรัม

ค. 40 กิโลกรัม ง. 44 กิโลกรัม

23. ดำมีเงินอยู่ 120 บาท ใช้จ่าย $\frac{2}{3}$ ของเงินที่

เขามีอยู่ ดำยังมีเงินเหลือกี่บาท

ก. 20 บาท ข. 40 บาท

ค. 60 บาท ง. 80 บาท

24. $\frac{3}{4}$ ของเงิน 5,400 บาท มีค่ามากกว่าหรือ

น้อยกว่า $\frac{2}{5}$ ของเงิน 9,800 บาท อยู่เท่าไร

ก. มากกว่าอยู่ 150 บาท

ข. มากกว่าอยู่ 130 บาท

ค. น้อยกว่าอยู่ 150 บาท

ง. น้อยกว่าอยู่ 130 บาท

25. $\left(-\frac{4}{5}\right) \div 2\frac{1}{2}$ มีคำตอบเท่าใด

ก. -1 ข. $-\frac{8}{25}$

ค. $-\frac{6}{7}$ ง. 2

26. ผลหารของ $\left(-\frac{3}{7}\right) \div \left(-\frac{1}{14}\right)$

มีคำตอบเท่าใด

ก. 6 ข. 4

ค. 3 ง. 2

27. $3\frac{1}{7} \div \left(-\frac{1}{7}\right)$ เท่ากับจำนวนใด

ก. -3 ข. -22

ค. $-\frac{3}{7}$ ง. $-\frac{22}{7}$



ภาคผนวก ญ

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ A (30 ข้อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ A (30 ข้อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
1	ก	2	6	8	.07	.14	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	6	7	.09	.17	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	1	2	.02	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	25	16	41	.82	.31	ข้อสอบง่ายมาก อำนาจจำแนกพอใช้
2	(ก)	25	20	45	.78	.17	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ข	0	2	2	.05	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	2	4	6	.10	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	2	3	5	.07	.04	ตัวลวงที่ใช้ได้
3	ก	0	5	5	.05	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	2	2	.06	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	3	5	8	.11	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ง)	26	17	43	.78	.31	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้
4	ก	7	14	21	.43	.24	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	18	6	24	.29	.41	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ค	2	5	7	.18	.10	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	4	6	.10	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
5	ก	0	5	5	.07	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	8	8	.17	.28	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	29	10	39	.64	.66	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	0	6	6	.12	.21	ตัวลวงที่ดี
6	ก	1	4	5	.07	.10	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	3	9	12	.17	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	25	9	34	.62	.55	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ง	0	7	7	.14	.24	ตัวลวงที่ดี
7	ก	0	7	7	.17	.24	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	8	10	.19	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	27	7	34	.55	.69	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	0	7	7	.09	.24	ตัวลวงที่ดี
8	(ก)	28	8	36	.51	.69	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	10	10	.22	.35	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	10	11	.19	.31	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	1	1	.08	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
9	ก	0	8	8	.12	.28	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	6	6	.16	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	13	14	.23	.41	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	28	2	30	.49	.90	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
10	(ก)	27	5	32	.54	.76	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	9	9	.14	.31	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	8	8	.17	.28	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	7	9	.17	.17	ตัวลวงที่ดี
11	(ก)	18	6	24	.32	.41	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	9	9	18	.41	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	0	9	9	.18	.31	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	5	7	.09	.10	ตัวลวงที่ดี
12	(ก)	25	8	33	.48	.59	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	4	6	10	.20	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	0	11	11	.23	.38	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	4	4	.10	.14	ตัวลวงที่ดี
13	ก	1	9	10	.20	.28	ตัวลวงที่ดี
	ข	6	7	13	.30	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	21	7	28	.41	.48	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	1	6	7	.10	.17	ตัวลวงที่ดี
14	ก	12	7	19	.28	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	13	15	.25	.38	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	6	7	.23	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	14	3	17	.24	.38	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
15	ก	3	8	11	.31	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	9	9	.16	.31	ตัวลวงที่ดี
	ค	3	9	12	.21	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	23	3	26	.32	.69	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
16	ก	1	5	6	.13	.14	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	12	14	.31	.35	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	8	10	.26	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	24	4	28	.31	.69	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
17	ก	4	6	10	.19	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	3	10	13	.20	.24	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	20	6	26	.46	.48	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	2	7	9	.15	.17	ตัวลวงที่ดี
18	ก	6	11	17	.30	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	16	4	20	.37	.41	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ค	4	6	10	.17	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	3	8	11	.16	.17	ตัวลวงที่ดี
19	ก	3	8	11	.28	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	22	5	27	.43	.59	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	3	14	17	.23	.38	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	2	3	.06	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
20	ก	3	7	10	.22	.14	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	11	16	.24	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	6	7	.20	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	20	5	25	.34	.52	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
21	ก	4	9	13	.23	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	4	7	11	.26	.10	ตัวลวงที่ดี
	ค	17	6	23	.30	-.38	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	4	7	11	.21	-.10	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกเป็นลบ
22	ก	3	4	7	.13	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	1	9	10	.20	.28	ตัวลวงที่ดี
	ค	5	14	19	.36	.31	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	20	2	22	.32	.62	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
23	ก	2	10	12	.22	.28	ตัวลวงที่ดี
	ข	4	9	13	.25	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	19	6	25	.39	.45	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ง	4	4	8	.14	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
24	(ก)	16	6	22	.33	.35	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
	ข	2	11	13	.26	.31	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	9	11	.19	.24	ตัวลวงที่ดี
	ง	9	3	12	.22	-.21	ตัวลวงควรปรับปรุง

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
25	ก	3	8	11	.23	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	12	17	.34	.24	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	18	2	20	.30	.55	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	3	7	10	.14	.14	ตัวลวงที่ดี
26	(ก)	17	4	21	.32	.45	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	3	5	8	.22	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	6	13	19	.31	.24	ตัวลวงที่ดี
	ง	3	7	10	.15	.14	ตัวลวงที่ดี
27	ก	1	10	11	.17	.31	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	20	8	28	.42	.41	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	2	5	7	.23	.10	ตัวลวงที่ดี
	ง	6	6	12	.18	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
28	(ก)	19	5	24	.37	.48	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	3	8	11	.22	.17	ตัวลวงที่ดี
	ค	6	9	15	.28	.10	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	7	8	.14	.21	ตัวลวงที่ดี
29	ก	4	9	13	.24	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	10	12	.24	.28	ตัวลวงที่ดี
	ค	7	7	14	.24	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	16	3	19	.27	.45	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
30	ก	12	7	19	.28	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	9	10	19	.32	.03	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก
	ค	5	7	12	.23	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	3	5	8	.18	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .20 - .40 คือข้อ 4, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30 คิดเป็น 53.33 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .41 - .60 คือข้อ 7, 8, 9, 10, 12, 13, 17, 19, 27 คิดเป็น 33.00%
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .61 - .80 คือข้อ 2, 3, 5, 6 คิดเป็น 13.33 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .80 - 1.00 คือข้อ 1 คิดเป็น 3.33 %



ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับ B (30 ข้อ)

สถาบันนวัตกรรมการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับจริง B

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
1	ก	0	12	12	.18	.41	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	4	9	.19	-.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	23	11	34	.59	.41	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	2	2	4	.05	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
2	ก	5	16	21	.42	.38	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	23	7	30	.49	.55	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	1	5	6	.07	.14	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	1	1	.02	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
3	ก	2	5	7	.10	.10	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	6	6	.08	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	3	4	.06	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ง)	26	15	41	.76	.38	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้
4	(ก)	21	2	23	.36	.66	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	17	17	.27	.59	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	5	7	.15	.10	ตัวลวงที่ดี
	ง	6	5	11	.22	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
5	ก	2	18	20	.34	.55	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	20	5	25	.37	.52	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	2	4	6	.14	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	5	2	7	.14	-.10	ตัวลวงควรปรับปรุง
6	(ก)	20	12	32	.60	.28	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้
	ข	5	7	12	.19	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ค	4	8	12	.20	.14	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	2	2	.02	.07	ตัวลวงควรปรับปรุง
7	ก	3	6	9	.20	.10	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	22	12	34	.58	.35	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้
	ค	2	5	7	.14	.10	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	6	8	.08	.14	ตัวลวงที่ดี
8	ก	0	5	5	.09	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	15	17	.34	.45	ตัวลวงที่ดี
	ค	4	7	11	.16	.10	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	23	2	25	.41	.72	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
9	(ก)	26	3	29	.43	.79	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	1	9	10	.19	.28	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	11	11	.23	.38	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	6	8	.15	.14	ตัวลวงที่ดี
10	ก	2	7	9	.27	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	9	10	.18	.28	ตัวลวงที่ดี
	ค	3	5	8	.18	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ง)	23	8	31	.37	.52	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
11	ก	1	8	9	.20	.24	ตัวลวงที่ดี
	ข	6	9	15	.23	.10	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	22	6	28	.47	.55	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	0	6	6	.10	.21	ตัวลวงที่ดี
12	(ก)	19	8	27	.47	.38	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้
	ข	2	8	10	.19	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	5	4	9	.17	-.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	3	9	12	.17	.21	ตัวลวงที่ดี
13	ก	0	11	11	.18	.38	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	12	12	.20	.41	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	2	3	.14	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	28	4	32	.48	.83	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
14	ก	1	5	6	.14	.14	ตัวลวงที่ดี
	ข	8	8	16	.24	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	20	11	31	.51	.31	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้
	ง	0	5	5	.11	.17	ตัวลวงที่ดี
15	ก	2	8	10	.18	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	20	7	27	.44	.45	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	2	6	8	.22	.14	ตัวลวงที่ดี
	ง	5	8	13	.16	.10	ตัวลวงที่ดี
16	ก	2	6	8	.18	.14	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	10	15	.25	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	19	7	26	.37	.41	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ง	3	6	9	.20	.10	ตัวลวงที่ดี

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
17	ก	7	7	14	.23	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	5	7	12	.28	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ค)	14	9	23	.36	.17	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ง	3	6	9	.13	.10	ตัวลวงที่ดี
18	ก	3	9	12	.26	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	12	9	21	.34	.10	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
	ค	8	9	17	.23	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	6	2	8	.17	-.14	ตัวลวงควรปรับปรุง
19	ก	5	9	14	.17	.14	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	18	10	28	.47	.28	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้
	ค	6	6	12	.25	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	0	4	4	.11	.14	ตัวลวงที่ดี
20	ก	2	6	8	.14	.14	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	5	7	.23	.10	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	25	7	32	.41	.62	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	0	11	11	.22	.38	ตัวลวงที่ดี
21	(ก)	21	9	30	.50	.41	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	3	7	10	.19	.14	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	7	7	.12	.24	ตัวลวงที่ดี
	ง	5	6	11	.20	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
22	ก	2	3	5	.09	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	4	10	14	.28	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	5	9	14	.24	.14	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	18	7	25	.39	.38	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้
23	ก	4	9	13	.21	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	4	10	14	.24	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	20	5	25	.41	.52	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	1	5	6	.14	.14	ตัวลวงที่ดี
24	(ก)	23	7	30	.49	.55	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ข	3	8	11	.23	.17	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	12	14	.23	.35	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	2	3	.06	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
25	ก	5	8	13	.26	.10	ตัวลวงที่ดี
	ข	4	8	12	.21	.14	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	5	7	.20	.10	ตัวลวงที่ดี
	ง	18	8	26	.33	.35	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
26	ก	5	7	12	.19	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ข	3	9	12	.29	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	18	7	25	.36	.38	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
	ง	3	6	9	.16	.10	ตัวลวงที่ดี
27	ก	5	5	10	.17	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	18	5	23	.38	.45	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ค	3	7	10	.20	.14	ตัวลวงที่ดี
	ง	3	12	15	.25	.31	ตัวลวงที่ดี
28	ก	4	10	14	.18	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	18	3	21	.37	.52	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ค	3	7	10	.24	.14	ตัวลวงที่ดี
	ง	4	9	13	.21	.17	ตัวลวงที่ดี
29	ก	6	9	15	.28	.10	ตัวลวงที่ดี
	ข	7	8	15	.24	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	15	4	19	.32	.38	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
	ง	1	8	9	.15	.24	ตัวลวงที่ดี
30	ก	10	6	16	.24	-.14	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ข	8	6	14	.27	.07	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก
	ค	7	12	19	.32	.17	ตัวลวงที่ดี
	ง	4	5	9	.16	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .20 - .40 คือ ข้อ 4, 5, 10, 16, 17, 18, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30 คิดเป็น 43.33 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .41 - .60 คือ ข้อ 1, 2, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 23, 24 คิดเป็น 53.33 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .61 - .80 คือ ข้อ 3 คิดเป็น 3.33 %



ภาคผนวก ฎ

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น C (30 ข้อ)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับจริง C

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
1	ก	0	4	4	.05	.14	ตัวลวงที่ดี
	ข	0	6	6	.08	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	4	4	.06	.14	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	29	15	44	.80	.48	ข้อสอบง่ายมาก อำนาจจำแนกดี
2	(ก)	5	5	10	.13	.00	ข้อสอบยากมาก อำนาจจำแนกต่ำมาก
	ข	9	5	14	.24	-.14	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	15	15	30	.59	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	0	4	4	.05	.14	ตัวลวงที่ดี
3	ก	3	6	9	.16	.10	ตัวลวงที่ดี
	ข	13	14	27	.43	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	7	4	11	.19	-.10	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	6	5	11	.22	.03	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก
4	(ก)	26	7	33	.61	.66	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	6	6	.12	.21	ตัวลวงที่ดี
	ค	2	6	8	.09	.14	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	10	11	.18	.31	ตัวลวงที่ดี
5	(ก)	25	13	38	.72	.41	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ข	3	12	15	.21	.31	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	3	4	.05	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	0	1	1	.03	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
6	ก	0	8	8	.16	.28	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	8	9	.17	.24	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	27	7	34	.59	.69	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	1	6	7	.08	.17	ตัวลวงที่ดี
7	ก	4	12	16	.28	.28	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	7	12	.30	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ค)	20	3	23	.32	.59	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ง	0	7	7	.11	.24	ตัวลวงที่ดี
8	(ก)	28	14	42	.71	.48	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
	ข	0	5	5	.06	.17	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	5	6	.16	.17	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	4	4	.06	.14	ตัวลวงที่ดี

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
9	ก	1	4	5	.10	.10	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	12	13	.17	.38	ตัวลวงที่ดี
	ค	4	9	13	.29	.17	ตัวลวงที่ดี
	(ง)	23	4	27	.44	.66	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
10	ก	1	11	12	.28	.35	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	2	3	.07	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ค)	24	7	31	.45	.59	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	3	9	12	.20	.21	ตัวลวงที่ดี
11	ก	0	14	14	.20	.48	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	8	9	.19	.24	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	27	4	31	.50	.79	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	1	3	4	.12	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
12	ก	2	6	8	.14	.14	ตัวลวงที่ดี
	ข	2	4	6	.17	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	(ค)	24	10	34	.47	.48	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ง	1	9	10	.22	.28	ตัวลวงที่ดี
13	ก	0	8	8	.09	.28	ตัวลวงที่ดี
	ข	7	10	17	.32	.10	ตัวลวงที่ดี
	ค	4	4	8	.22	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ง)	18	7	25	.37	.38	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้
14	ก	0	5	5	.10	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	29	10	39	.17	.35	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	0	6	6	.60	.79	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	0	8	8	.13	.28	ตัวลวงที่ดี
15	ก	0	6	6	.13	.21	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	29	7	36	.62	.76	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ค	0	11	11	.17	.38	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	5	5	.08	.17	ตัวลวงที่ดี
16	ก	5	11	16	.29	.21	ตัวลวงที่ดี
	ข	5	7	12	.27	.07	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	17	4	21	.29	.45	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ง	2	7	9	.15	.17	ตัวลวงที่ดี

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
17	ก	4	5	9	.23	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ข)	16	7	23	.36	.31	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
	ค	7	5	12	.25	-.07	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ง	2	12	14	.16	.35	ตัวลวงที่ดี
18	(ก)	20	7	27	.38	.45	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	ข	7	8	15	.25	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	ค	2	11	13	.28	.31	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	3	3	.09	.10	ตัวลวงที่ดี
19	(ก)	26	3	29	.50	.79	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	2	9	11	.20	.24	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	14	15	.23	.45	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	3	3	.07	.10	ตัวลวงที่ดี
20	ก	0	11	11	.15	.38	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	28	9	37	.70	.66	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ค	1	4	5	.06	.10	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	5	5	.08	.17	ตัวลวงที่ดี
21	ก	2	7	9	.12	.17	ตัวลวงที่ดี
	ข	1	14	15	.24	.45	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	25	5	30	.58	.69	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	1	3	4	.06	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
22	(ก)	29	9	38	.72	.69	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	8	8	.11	.28	ตัวลวงที่ดี
	ค	0	10	10	.14	.35	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	2	2	.04	.07	ตัวลวงควรปรับปรุง
23	ก	0	7	7	.09	.24	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	21	8	29	.45	.45	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	0	6	6	.11	.21	ตัวลวงที่ดี
	ง	8	8	16	.35	.00	ตัวลวงควรปรับปรุง
24	ก	0	7	7	.17	.24	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	26	10	36	.56	.55	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	1	3	4	.13	.07	ตัวลวงที่ใช้ได้
	ง	2	9	11	.14	.24	ตัวลวงที่ดี

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	P	r	การแปลความหมาย
25	ก	0	9	9	.18	.31	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	28	11	39	.53	.59	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดี
	ค	1	4	5	.13	.10	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	5	5	.16	.17	ตัวลวงที่ดี
26	(ก)	28	4	32	.61	.83	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	ข	0	9	9	.15	.31	ตัวลวงที่ดี
	ค	1	12	13	.19	.38	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	4	4	.05	.14	ตัวลวงที่ดี
27	ก	0	7	7	.12	.24	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	28	6	34	.55	.76	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ค	0	7	7	.17	.24	ตัวลวงที่ดี
	ง	1	9	10	.16	.28	ตัวลวงที่ดี
28	ก	1	12	13	.18	.38	ตัวลวงที่ดี
	(ข)	26	4	30	.59	.76	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
	ค	2	9	11	.15	.24	ตัวลวงที่ดี
	ง	0	4	4	.08	.14	ตัวลวงที่ดี
29	ก	2	3	5	.14	.03	ตัวลวงควรปรับปรุง
	(ข)	19	13	32	.48	.21	ข้อสอบยากปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้
	ค	6	8	14	.24	.07	ตัวลวงที่ดี
	ง	2	5	7	.14	.10	ตัวลวงที่ดี
30	ก	1	4	5	.09	.10	ตัวลวงที่ดี
	ข	3	15	18	.41	.41	ตัวลวงที่ดี
	(ค)	24	6	30	.39	.62	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
	ง	1	4	5	.11	.10	ตัวลวงที่ดี

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .00 - .20 คือ ข้อ 2 คิดเป็น 3.33 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .20 - .40 คือ ข้อ 3, 7, 13, 16, 17, 18, 30 คิดเป็น 23.33 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .41 - .60 คือ ข้อ 6, 9, 10, 11, 12, 14, 19, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29 คิดเป็น 46.67 %
- ข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) .61 - .80 คือ ข้อ 1, 4, 5, 8, 15, 20, 22, 26, 28 คิดเป็น 30.00 %

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ A



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ฉบับ A

DATE: 3/ 15/2004

TIME: 20:48

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jreskog & Dag S'rbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\A301.LS8:

CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (A)

DA NG=1 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D:KA.DAT

ME

.82 .78 .77 .29 .64 .62 .55 .51 .49 .51 .32 .48 .41 .24 .32

.31 .46 .37 .43 .34 .21 .32 .39 .33 .30 .32 .42 .37 .27 .32

SD

.39 .41 .42 .46 .48 .49 .50 .50 .50 .50 .47 .50 .49 .43 .47

.46 .50 .49 .50 .48 .41 .47 .49 .47 .46 .47 .50 .49 .45 .47

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=FU,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3) LX(18,3)

FR LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4) LX(26,4) LX(27,4)
 FR LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4) TD 1 1 TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7
 FR TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10 TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16
 FR TD 17 17 TD 18 18 TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24
 FR TD 25 25 TD 26 26 TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 21 27 TD 11 19
 FR TD 10 12 TD 2 8 TD 8 9 TD 22 4 TD 16 4 TD 20 4 TD 25 17 TD 12 8 TD 15 8
 FR TD 25 4 TD 17 5 TD 11 6 TD 27 1 TD 18 14 TD 18 6 TD 21 4 TD 21 2
 PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (A)

Number of Iterations = 18

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

	LAMBDA-X			
	AC1	AC2	AC3	AC4
IT1	0.236 (0.042) 5.631	--	--	--
IT2	0.214 (0.042) 5.065	--	--	--
IT3	0.319 (0.048) 6.644	--	--	--
IT4	-- (0.046) 4.183	0.190	--	--
IT5	-- (0.047) 7.244	0.339	--	--
IT6	-- (0.049) 5.656	0.275	--	--
IT7	--	-- (0.047) 5.693	0.268	--
IT8	--	-- (0.048)	0.195	--

			4.067	
IT9	--	--	0.305	--
			(0.046)	
			6.633	
IT10	--	--	0.288	--
			(0.047)	
			6.190	
IT11	--	--	0.156	--
			(0.046)	
			3.392	
IT12	--	--	0.200	--
			(0.049)	
			4.052	
IT13	--	--	0.153	--
			(0.049)	
			3.140	
IT14	--	--	0.159	--
			(0.043)	
			3.742	
IT15	--	--	0.266	--
			(0.044)	
			6.070	
IT16	--	--	0.283	--
			(0.042)	
			6.767	
IT17	--	--	0.167	--
			(0.050)	
			3.326	
IT18	--	--	0.131	--
			(0.050)	
			2.648	
IT19	--	--	0.224	--
			(0.047)	
			4.718	
IT20	--	--	0.282	--
			(0.045)	
			6.325	
IT21	--	--	-0.103	--

				(0.042)
				-2.460
IT22	--	--	--	0.273
				(0.044)
				6.174
IT23	--	--	--	0.212
				(0.048)
				4.442
IT24	--	--	--	0.088
				(0.048)
				1.848
IT25	--	--	--	0.298
				(0.041)
				7.224
IT26	--	--	--	0.257
				(0.044)
				5.808
IT27	--	--	--	0.219
				(0.049)
				4.503
IT28	--	--	--	0.219
				(0.048)
				4.600
IT29	--	--	--	0.165
				(0.044)
				3.704
IT30	--	--	--	-0.020
				(0.048)
				-0.422

PHI

	AC1	AC2	AC3	AC4
AC1	1.000			
AC2	0.399	1.000		
	(0.128)			
	3.125			
AC3	0.296	0.885	1.000	
	(0.122)	(0.080)		

	2.433	11.072		
AC4	0.244	0.416	0.774	1.000
	(0.121)	(0.114)	(0.068)	
	2.022	3.640	11.395	

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6
0.375	0.281	0.575	0.162	0.501	0.310

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
0.288	0.153	0.371	0.332	0.111	0.158

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
0.098	0.137	0.321	0.381	0.110	0.071

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT19	IT20	IT21	IT22	IT23	IT24
0.204	0.346	0.064	0.339	0.187	0.035

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT25	IT26	IT27	IT28	IT29	IT30
0.431	0.300	0.192	0.199	0.134	0.002

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 380

Minimum Fit Function Chi-Square = 443.074 (P = 0.0140)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 382.267 (P = 0.458)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 2.267

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 52.171)

Minimum Fit Function Value = 4.028

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0206

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.474)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.00736

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0353)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.999

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 5.021

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (5.000 ; 5.474)

ECVI for Saturated Model = 8.455

ECVI for Independence Model = 18.030

Chi-Square for Independence Model with 435 Degrees of Freedom = 1923.339

Independence AIC = 1983.339

Model AIC = 552.267

Saturated AIC = 930.000

Independence CAIC = 2094.625

Model CAIC = 867.577

Saturated CAIC = 2654.932

Normed Fit Index (NFI) = 0.770

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.951

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.672

Comparative Fit Index (CFI) = 0.958

Incremental Fit Index (IFI) = 0.959

Relative Fit Index (RFI) = 0.736

Critical N (CN) = 111.989

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0172


Standardized RMR = 0.0785

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.812

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.770

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.663

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ๓
ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา

วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ B

DATE: 3/ 8/2004

TIME: 0:03

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jreskog & Dag Srbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\B303.LS8:

CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (B)

DA NG=1 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D:\KB.DAT

ME

.59 .49 .76 .36 .37 .59 .58 .41 .43 .37 .47 .47 .48 .49 .46

.37 .36 .34 .47 .41 .50 .39 .41 .49 .33 .36 .38 .37 .32 .27

SD

.50 .50 .43 .48 .49 .49 .50 .49 .50 .49 .50 .50 .50 .50 .50

.49 .48 .48 .50 .49 .50 .49 .49 .50 .47 .48 .49 .49 .47 .45

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=FU,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3) LX(18,3)

FR LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4) LX(26,4) LX(27,4)
 FR LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4) TD 1 1 TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7
 FR TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10 TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16
 FR TD 17 17 TD 18 18 TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24
 FR TD 25 25 TD 26 26 TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 11 13 TD 4 12
 FR TD 25 26 TD 23 9 TD 17 1 TD 6 1 TD 13 12 TD 30 23 TD 22 17 TD 25 15 TD 21 3
 PD
 OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (B)

Number of Iterations = 20

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

	LAMBDA-X			
	AC1	AC2	AC3	AC4
IT1	0.262	--	--	--
	(0.061)			
	4.319			
IT2	0.264	--	--	--
	(0.061)			
	4.301			
IT3	0.157	--	--	--
	(0.051)			
	3.071			
IT4	--	0.302	--	--
		(0.054)		
		5.615		
IT5	--	0.273	--	--
		(0.053)		
		5.137		
IT6	--	0.080	--	--
		(0.055)		
		1.442		
IT7	--	--	0.182	--
			(0.051)	
			3.572	
IT8	--	--	0.297	--
			(0.047)	

			6.371	
IT9	--	--	0.374	--
			(0.045)	
			8.270	
IT10	--	--	0.242	--
			(0.048)	
			5.007	
IT11	--	--	0.160	--
			(0.052)	
			3.083	
IT12	--	--	0.108	--
			(0.052)	
			2.061	
IT13	--	--	0.305	--
			(0.047)	
			6.476	
IT14	--	--	0.088	--
			(0.052)	
			1.675	
IT15	--	--	0.128	--
			(0.051)	
			2.483	
IT16	--	--	0.187	--
			(0.050)	
			3.762	
IT17	--	--	0.060	--
			(0.049)	
			1.207	
IT18	--	--	0.061	--
			(0.050)	
			1.202	
IT19	--	--	--	0.126
			(0.054)	
			2.325	
IT20	--	--	--	0.250
			(0.051)	
			4.926	
IT21	--	--	--	0.167

				(0.053)
				3.146
IT22	--	--	--	0.166
				(0.052)
				3.176
IT23	--	--	--	0.230
				(0.052)
				4.463
IT24	--	--	--	0.257
				(0.052)
				4.964
IT25	--	--	--	0.181
				(0.050)
				3.637
IT26	--	--	--	0.140
				(0.052)
				2.685
IT27	--	--	--	0.170
				(0.053)
				3.238
IT28	--	--	--	0.190
				(0.052)
				3.643
IT29	--	--	--	0.111
				(0.051)
				2.177
IT30	--	--	--	0.038
				(0.051)
				0.749

PHI

AC1 AC2 AC3 AC4

AC1 1.000

AC2 0.703 1.000

(0.156)

4.509

AC3 0.570 0.755 1.000

(0.133) (0.112)

	4.282	6.744		
AC4	0.458	0.667	0.717	1.000
	(0.151)	(0.130)	(0.094)	
	3.035	5.134	7.618	

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6
0.275	0.280	0.133	0.389	0.310	0.026

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
0.132	0.367	0.561	0.243	0.102	0.047

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
0.377	0.031	0.065	0.145	0.016	0.016

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT19	IT20	IT21	IT22	IT23	IT24
0.064	0.261	0.111	0.115	0.223	0.264

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT25	IT26	IT27	IT28	IT29	IT30
0.148	0.085	0.120	0.150	0.056	0.007

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 388

Minimum Fit Function Chi-Square = 423.231 (P = 0.105)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 388.677 (P = 0.481)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.677

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 50.870)

Minimum Fit Function Value = 3.848

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.00615

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.462)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.00398

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0345)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.999

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 4.933

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (4.927 ; 5.390)

ECVI for Saturated Model = 8.455

ECVI for Independence Model = 11.655

Chi-Square for Independence Model with 435 Degrees of Freedom = 1222.055

Independence AIC = 1282.055

Model AIC = 542.677

Saturated AIC = 930.000

Independence CAIC = 1393.341

Model CAIC = 828.311

Saturated CAIC = 2654.932

Normed Fit Index (NFI) = 0.654

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.950

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.583

Comparative Fit Index (CFI) = 0.955

Incremental Fit Index (IFI) = 0.958

Relative Fit Index (RFI) = 0.612

Critical N (CN) = 119.447

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0184


Standardized RMR = 0.0780

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.809

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.772

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.675

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ๘
ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา

วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ฉบับ C

DATE: 3/ 8/2004

TIME: 20:42

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\C303.LS8:

CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (C)

DA NG=1 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D:\KC.DAT

ME

.80 .13 .22 .61 .72 .59 .32 .71 .44 .45 .50 .47 .37 .60 .62

.29 .36 .38 .50 .70 .58 .72 .45 .56 .53 .61 .55 .59 .48 .39

SD

.40 .33 .41 .49 .45 .50 .47 .46 .50 .50 .50 .49 .49 .49

.46 .48 .49 .50 .46 .50 .45 .50 .50 .49 .50 .50 .50 .49

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=FU,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3) LX(18,3)

FR LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4) LX(26,4) LX(27,4)

FR LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4)

FR TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 29 30 TD 21 24 TD 24 27 TD 8 14

FR TD 22 10 TD 16 3 TD 30 23 TD 10 11 TD 28 19 TD 28 20 TD 10 1 TD 8 4

FR TD 1 4 TD 8 2 TD 3 4 TD 16 2

ST .1 TD 1 1

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (C)

Number of Iterations = 15

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

	LAMBDA-X			
	AC1	AC2	AC3	AC4
IT1	0.259	--	--	--
	(0.043)			
	6.041			
IT2	-0.068	--	--	--
	(0.041)			
	-1.654			
IT3	-0.053	--	--	--
	(0.051)			
	-1.036			
IT4	--	0.240	--	--
		(0.053)		
		4.479		
IT5	--	0.149	--	--
		(0.047)		
		3.160		
IT6	--	0.251	--	--
		(0.054)		
		4.625		
IT7	--	--	0.221	--
			(0.045)	

			4.884	
IT8	--	--	0.191	--
			(0.046)	
			4.166	
IT9	--	--	0.275	--
			(0.047)	
			5.849	
IT10	--	--	0.252	--
			(0.048)	
			5.233	
IT11	--	--	0.315	--
			(0.046)	
			6.862	
IT12	--	--	0.172	--
			(0.050)	
			3.465	
IT13	--	--	0.152	--
			(0.049)	
			3.107	
IT14	--	--	0.315	--
			(0.045)	
			6.994	
IT15	--	--	0.305	--
			(0.045)	
			6.780	
IT16	--	--	0.120	--
			(0.045)	
			2.652	
IT17	--	--	0.096	--
			(0.049)	
			1.962	
IT18	--	--	0.160	--
			(0.049)	
			3.276	
IT19	--	--	0.308	--
			(0.046)	
			6.730	

IT20	--	--	--	0.276 (0.042) 6.501
IT21	--	--	--	0.291 (0.047) 6.245
IT22	--	--	--	0.271 (0.041) 6.616
IT23	--	--	--	0.118 (0.051) 2.338
IT24	--	--	--	0.222 (0.049) 4.490
IT25	--	--	--	0.241 (0.048) 5.039
IT26	--	--	--	0.321 (0.044) 7.270
IT27	--	--	--	0.330 (0.045) 7.322
IT28	--	--	--	0.293 (0.046) 6.308
IT29	--	--	--	0.084 (0.051) 1.654
IT30	--	--	--	0.217 (0.047) 4.616

PHI

	AC1	AC2	AC3	AC4
--	-----	-----	-----	-----

AC1	1.000			
-----	-------	--	--	--

AC2	0.563	1.000		
-----	-------	-------	--	--

(0.228)

2.466

AC3 0.571 0.968 1.000

(0.142) (0.128)

4.023 7.575

AC4 0.592 0.868 0.845 1.000

(0.136) (0.124) (0.054)

4.357 6.984 15.668

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6

0.401 0.043 0.017 0.238 0.110 0.253

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12

0.222 0.173 0.303 0.252 0.396 0.119

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT13 IT14 IT15 IT16 IT17 IT18

0.096 0.413 0.386 0.070 0.040 0.107

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24

0.380 0.360 0.338 0.368 0.056 0.196

Squared Multiple Correlations for X - Variables

IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

0.233 0.429 0.436 0.346 0.028 0.200

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 384

Minimum Fit Function Chi-Square = 422.534 (P = 0.0853)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 384.816 (P = 0.479)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.816

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 50.789)

Minimum Fit Function Value = 3.841

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.00742

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.462)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.00440

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0347)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.999

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 4.971

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (4.964 ; 5.425)

ECVI for Saturated Model = 8.455

ECVI for Independence Model = 21.914

Chi-Square for Independence Model with 435 Degrees of Freedom = 2350.517

Independence AIC = 2410.517

Model AIC = 546.816

Saturated AIC = 930.000

Independence CAIC = 2521.803

Model CAIC = 847.288

Saturated CAIC = 2654.932

Normed Fit Index (NFI) = 0.820

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.977

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.724

Comparative Fit Index (CFI) = 0.980

Incremental Fit Index (IFI) = 0.980

Relative Fit Index (RFI) = 0.796

Critical N (CN) = 118.514

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0163

Standardized RMR = 0.0725

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.810

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.770

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.669

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ณ

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้พารามิเตอร์
ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ (ไม่กำหนดเงื่อนไข)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
 วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้พารามิเตอร์
 ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ (ไม่กำหนดเงื่อนไข)

DATE: 5/ 2/2004

TIME: 22:52

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Joreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\OABCNEW.LS8:

MULTI-GROUP

GROUP 1

DA NG=3 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\KA.DAT

ME

.82 .78 .77 .29 .64 .62 .55 .51 .49 .51 .32 .48 .41 .24 .32

.31 .46 .37 .43 .34 .21 .32 .39 .33 .30 .32 .42 .37 .27 .32

SD

.39 .41 .42 .46 .48 .49 .50 .50 .50 .50 .47 .50 .49 .43 .47

.46 .50 .49 .50 .48 .41 .47 .49 .47 .46 .47 .50 .49 .45 .47

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=SY,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3)

FR LX(18,3) LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4)

FR LX(26,4) LX(27,4) LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4)

FR TD 1 1 TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 21 27 TD 11 19 TD 10 12 TD 2 8

FR TD 8 9 TD 22 4 TD 16 4 TD 20 4 TD 25 17 TD 12 8 TD 15 8 TD 25 4 TD 17 5

FR TD 11 6 TD 27 1 TD 18 14 TD 25 15 TD 11 13 TD 4 12 TD 30 23 TD 26 25

FR TD 17 1 TD 22 17 TD 23 9

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

GROUP 2

DA NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\KB.DAT

ME

.59 .49 .76 .36 .37 .59 .58 .41 .43 .37 .47 .47 .48 .49 .46

.37 .36 .34 .47 .41 .50 .39 .41 .49 .33 .36 .38 .37 .32 .27

SD

.50 .50 .43 .48 .49 .49 .50 .49 .50 .49 .50 .50 .50 .50 .50

.49 .48 .48 .50 .49 .50 .49 .49 .50 .47 .48 .49 .49 .47 .45

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=PS PH=SP TD=PS

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

GROUP 3

DA NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\AKC.DAT

ME

.80 .13 .22 .61 .72 .59 .32 .71 .44 .45 .50 .47 .37 .60 .62

.29 .36 .38 .50 .70 .58 .72 .45 .56 .53 .61 .55 .59 .48 .39

SD

.40 .33 .41 .49 .45 .50 .47 .46 .50 .50 .50 .50 .49 .49 .49

.46 .48 .49 .50 .46 .50 .45 .50 .50 .50 .49 .50 .50 .50 .49

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=PS PH=PS TD=FU,FI

FR TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 29 30 TD 21 24 TD 24 27 TD 8 14

FR TD 22 10 TD 16 3 TD 30 23 TD 10 11 TD 28 19 TD 28 20 TD 10 1 TD 8 4

FR TD 1 4

ST .1 TD 1 1

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

Global Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 1137

Minimum Fit Function Chi-Square = 1293.254 (P = 0.000812)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 1170.122 (P = 0.241)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 33.122

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 118.067)

Minimum Fit Function Value = 3.919

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.100

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.358)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0163

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0307)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.000

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 5.109

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (5.009 ; 5.367)

ECVI for Saturated Model = 2.818

ECVI for Independence Model = 16.836

Chi-Square for Independence Model with 1305 Degrees of Freedom = 5495.910

Independence AIC = 5675.910

Model AIC = 1686.122

Saturated AIC = 2790.000

Independence CAIC = 6108.643

Model CAIC = 2926.622

Saturated CAIC = 9497.359

Normed Fit Index (NFI) = 0.765

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.957

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.666

Comparative Fit Index (CFI) = 0.963

Incremental Fit Index (IFI) = 0.964

Relative Fit Index (RFI) = 0.730

Critical N (CN) = 320.187

Group Goodness of Fit Statistics

Contribution to Chi-Square = 425.207

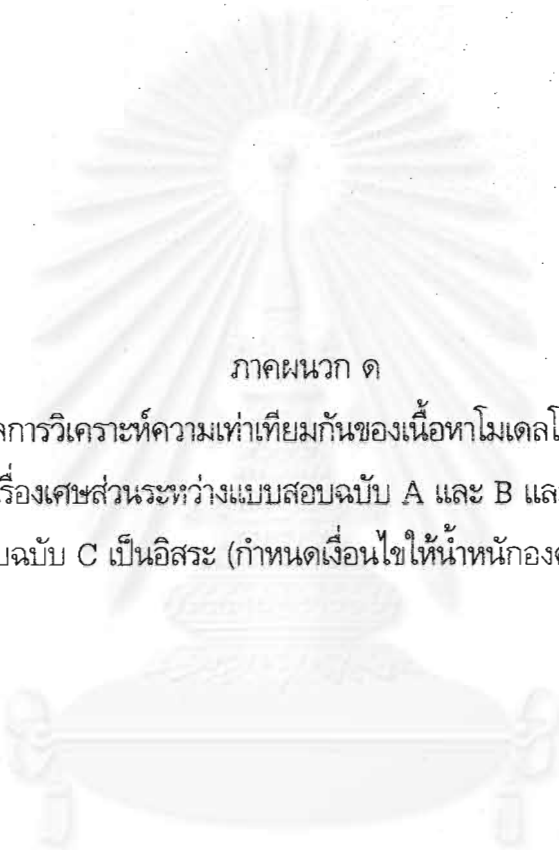
Percentage Contribution to Chi-Square = 32.879

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0163

Standardized RMR = 0.0725

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.808

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ด

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้พารามิเตอร์
ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ (กำหนดเงื่อนไขให้น้ำหนักองค์ประกอบเท่ากัน)

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
 วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B และปล่อยให้พารามิเตอร์
 ของแบบสอบฉบับ C เป็นอิสระ (กำหนดเงื่อนไขให้นำหนักองค์ประกอบเท่ากัน)

DATE: 5/ 2/2004

TIME: 23:18

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\OABCNEW1.LS8:

MULTI-GROUP

GROUP 1

DA NG=3 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\KA.DAT

ME

.82 .78 .77 .29 .64 .62 .55 .51 .49 .51 .32 .48 .41 .24 .32

.31 .46 .37 .43 .34 .21 .32 .39 .33 .30 .32 .42 .37 .27 .32

SD

.39 .41 .42 .46 .48 .49 .50 .50 .50 .50 .47 .50 .49 .43 .47

.46 .50 .49 .50 .48 .41 .47 .49 .47 .46 .47 .50 .49 .45 .47

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=SY,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3)

FR LX(18,3) LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4)

FR LX(26,4) LX(27,4) LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4)

FR TD 1 1 TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 21 27 TD 11 19 TD 10 12 TD 2 8

FR TD 8 9 TD 22 4 TD 16 4 TD 20 4 TD 25 17 TD 12 8 TD 15 8 TD 25 4 TD 17 5

FR TD 11 6 TD 27 1 TD 18 14 TD 25 15 TD 11 13 TD 4 12 TD 30 23 TD 26 25

FR TD 17 1 TD 22 17 TD 23 9 TD 21 4 TD 25 19

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

GROUP 2

DA NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\KB.DAT

ME

.59 .49 .76 .36 .37 .59 .58 .41 .43 .37 .47 .47 .48 .49 .46

.37 .36 .34 .47 .41 .50 .39 .41 .49 .33 .36 .38 .37 .32 .27

SD

.50 .50 .43 .48 .49 .49 .50 .49 .50 .49 .50 .50 .50 .50 .50

.49 .48 .48 .50 .49 .50 .49 .49 .50 .47 .48 .49 .49 .47 .45

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=IN PH=SP TD=PS

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

GROUP 3

DA NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D:\KC.DAT

ME

.80 .13 .22 .61 .72 .59 .32 .71 .44 .45 .50 .47 .37 .60 .62
 .29 .36 .38 .50 .70 .58 .72 .45 .56 .53 .61 .55 .59 .48 .39

SD

.40 .33 .41 .49 .45 .50 .47 .46 .50 .50 .50 .50 .49 .49 .49
 .46 .48 .49 .50 .46 .50 .45 .50 .50 .50 .49 .50 .50 .50 .49

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=SP TD=FU,FI

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3)

FR LX(18,3) LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4)

FR LX(26,4) LX(27,4) LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4)

FR TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 29 30 TD 21 24 TD 24 27 TD 8 14

FR TD 22 10 TD 16 3 TD 30 23 TD 10 11 TD 28 19 TD 28 20 TD 10 1 TD 8 4

FR TD 1 4

ST .1 TD 1 1

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

Global Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 1163

Minimum Fit Function Chi-Square = 1351.699 (P = 0.000)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 1207.337 (P = 0.178)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 44.337

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 130.882)

Minimum Fit Function Value = 4.096

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.134

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.397)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0186

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0320)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.000

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 5.065
90 Percent Confidence Interval for ECVI = (4.930 ; 5.327)
ECVI for Saturated Model = 2.818
ECVI for Independence Model = 16.836
Chi-Square for Independence Model with 1305 Degrees of Freedom = 5495.910
Independence AIC = 5675.910
Model AIC = 1671.337
Saturated AIC = 2790.000
Independence CAIC = 6108.643
Model CAIC = 2786.826
Saturated CAIC = 9497.359
Normed Fit Index (NFI) = 0.754
Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.949
Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.672
Comparative Fit Index (CFI) = 0.955
Incremental Fit Index (IFI) = 0.956
Relative Fit Index (RFI) = 0.724
Critical N (CN) = 313.039
Group Goodness of Fit Statistics
Contribution to Chi-Square = 425.207
Percentage Contribution to Chi-Square = 31.457
Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0163
Standardized RMR = 0.0725
Goodness of Fit Index (GFI) = 0.808

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B (ไม่กำหนดเงื่อนไข)



สถาบันวิทยบริการ
วาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
 วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B (ไม่กำหนดเงื่อนไข)

DATE: 5/ 3/2004

TIME: 8:50

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jreskog & Dag Srbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\ABNEW.LS8:

MULTI-GROUP

GROUP 1

DA NG=2 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\KA.DAT

ME

.82 .78 .77 .29 .64 .62 .55 .51 .49 .51 .32 .48 .41 .24 .32

.31 .46 .37 .43 .34 .21 .32 .39 .33 .30 .32 .42 .37 .27 .32

SD

.39 .41 .42 .46 .48 .49 .50 .50 .50 .50 .47 .50 .49 .43 .47

.46 .50 .49 .50 .48 .41 .47 .49 .47 .46 .47 .50 .49 .45 .47

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=SY,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3)

FR LX(18,3) LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4)

FR LX(26,4) LX(27,4) LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4)

FR TD 1 1 TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 21 27 TD 11 19 TD 10 12 TD 2 8

FR TD 8 9 TD 22 4 TD 16 4 TD 20 4 TD 25 17 TD 12 8 TD 15 8 TD 25 4 TD 17 5

FR TD 11 6 TD 27 1 TD 18 14 TD 25 15 TD 11 13 TD 4 12 TD 30 23 TD 26 25

FR TD 17 1 TD 22 17 TD 23 9

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

GROUP 2

DA NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D:AKB.DAT

ME

.59 .49 .76 .36 .37 .59 .58 .41 .43 .37 .47 .47 .48 .49 .46

.37 .36 .34 .47 .41 .50 .39 .41 .49 .33 .36 .38 .37 .32 .27

SD

.50 .50 .43 .48 .49 .49 .50 .49 .50 .49 .50 .50 .50 .50 .50

.49 .48 .48 .50 .49 .50 .49 .49 .50 .47 .48 .49 .49 .47 .45

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=PS PH=SP TD=PS

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

Global Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 750

Minimum Fit Function Chi-Square = 868.047 (P = 0.00176)

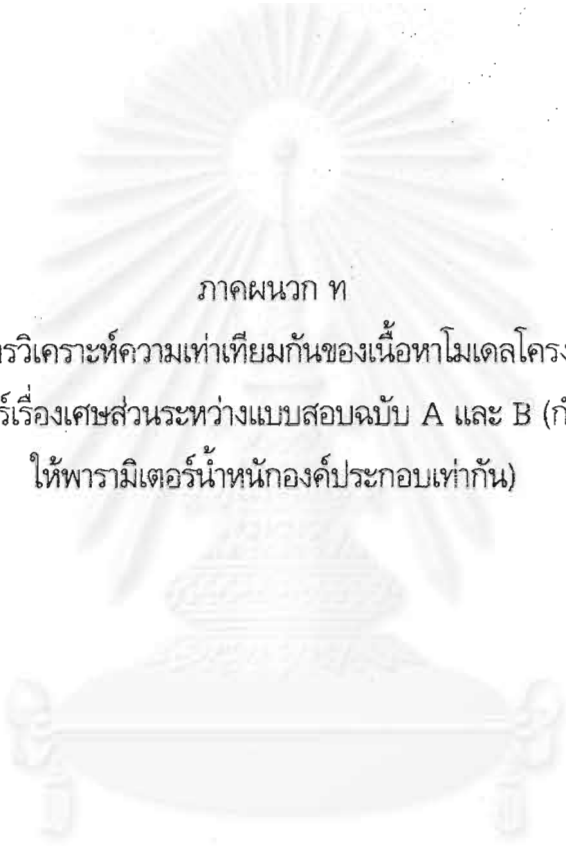
Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 780.071 (P = 0.217)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 30.071

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 100.530)

Minimum Fit Function Value = 3.946

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.137
 90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.457)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0191
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0349)
 P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00
 Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 5.182
 90 Percent Confidence Interval for ECVI = (5.045 ; 5.502)
 ECVI for Saturated Model = 4.227
 ECVI for Independence Model = 14.570
 Chi-Square for Independence Model with 870 Degrees of Freedom = 3145.393
 Independence AIC = 3265.393
 Model AIC = 1140.071
 Saturated AIC = 1860.000
 Independence CAIC = 3529.554
 Model CAIC = 1932.553
 Saturated CAIC = 5954.490
 Normed Fit Index (NFI) = 0.724
 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.940
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.624
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.948
 Incremental Fit Index (IFI) = 0.951
 Relative Fit Index (RFI) = 0.680
 Critical N (CN) = 214.662
 Group Goodness of Fit Statistics
 Contribution to Chi-Square = 425.125
 Percentage Contribution to Chi-Square = 48.975
 Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0186
 Standardized RMR = 0.0786
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.808



ภาคผนวก ท

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B (กำหนดเงื่อนไข
ให้พารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบเท่ากัน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
 วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ B (กำหนดเงื่อนไขให้พารามิเตอร์
 น้ำหนักองค์ประกอบเท่ากัน)

DATE: 5/ 3/2004

TIME: 9:04

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jreskog & Dag S'rbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\ABNEW1.LS8:

MULTI-GROUP

GROUP 1

DA NG=2 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D:KA.DAT

ME

.82 .78 .77 .29 .64 .62 .55 .51 .49 .51 .32 .48 .41 .24 .32

.31 .46 .37 .43 .34 .21 .32 .39 .33 .30 .32 .42 .37 .27 .32

SD

.39 .41 .42 .46 .48 .49 .50 .50 .50 .50 .47 .50 .49 .43 .47

.46 .50 .49 .50 .48 .41 .47 .49 .47 .46 .47 .50 .49 .45 .47

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=SY,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)
 FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3)
 FR LX(18,3) LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4)
 FR LX(26,4) LX(27,4) LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4)
 FR TD 1 1 TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10
 FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18
 FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26
 FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 21 27 TD 11 19 TD 10 12 TD 2 8
 FR TD 8 9 TD 22 4 TD 16 4 TD 20 4 TD 25 17 TD 12 8 TD 15 8 TD 25 4 TD 17 5
 FR TD 11 6 TD 27 1 TD 18 14 TD 25 15 TD 11 13 TD 4 12 TD 30 23 TD 26 25
 FR TD 17 1 TD 22 17 TD 23 9 TD 21 4 TD 25 19

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

GROUP 2

DA NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\KB.DAT

ME

.59 .49 .76 .36 .37 .59 .58 .41 .43 .37 .47 .47 .48 .49 .46

.37 .36 .34 .47 .41 .50 .39 .41 .49 .33 .36 .38 .37 .32 .27

SD

.50 .50 .43 .48 .49 .49 .50 .49 .50 .49 .50 .50 .50 .50 .50

.49 .48 .48 .50 .49 .50 .49 .49 .50 .47 .48 .49 .49 .47 .45

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=IN PH=SP TD=PS

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

Global Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 776

Minimum Fit Function Chi-Square = 926.492 (P = 0.000151)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 817.287 (P = 0.148)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 41.287

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 113.683)
Minimum Fit Function Value = 4.211
Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.188
90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.517)
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0220
90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0365)
P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00
Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 5.115
90 Percent Confidence Interval for ECVI = (4.927 ; 5.444)
ECVI for Saturated Model = 4.227
ECVI for Independence Model = 14.570
Chi-Square for Independence Model with 870 Degrees of Freedom = 3145.393
Independence AIC = 3265.393
Model AIC = 1125.287
Saturated AIC = 1860.000
Independence CAIC = 3529.554
Model CAIC = 1803.299
Saturated CAIC = 5954.490
Normed Fit Index (NFI) = 0.705
Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.926
Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.629
Comparative Fit Index (CFI) = 0.934
Incremental Fit Index (IFI) = 0.936
Relative Fit Index (RFI) = 0.670
Critical N (CN) = 207.725
Group Goodness of Fit Statistics
Contribution to Chi-Square = 465.230
Percentage Contribution to Chi-Square = 50.214
Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0236
Standardized RMR = 0.0955
Goodness of Fit Index (GFI) = 0.799

ภาคผนวก ๕

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C (ไม่กำหนดเงื่อนไข)



สถาบันวิทยบริการ
วาลงกรณ์มหาวิทาลัย

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
 วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ A และ C (ไม่กำหนดเงื่อนไข)

DATE: 5/ 3/2004

TIME: 9:18

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jreskog & Dag Srbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\ACNEW.LS8:

MULTI-GROUP

GROUP 1

DA NG=2 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D:KA.DAT

ME

.82 .78 .77 .29 .64 .62 .55 .51 .49 .51 .32 .48 .41 .24 .32

.31 .46 .37 .43 .34 .21 .32 .39 .33 .30 .32 .42 .37 .27 .32

SD

.39 .41 .42 .46 .48 .49 .50 .50 .50 .50 .47 .50 .49 .43 .47

.46 .50 .49 .50 .48 .41 .47 .49 .47 .46 .47 .50 .49 .45 .47

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=FU,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3)

FR LX(18,3) LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4)

FR LX(26,4) LX(27,4) LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4)

FR TD 1 1 TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 21 27 TD 11 19 TD 10 12 TD 2 8

FR TD 8 9 TD 22 4 TD 16 4 TD 20 4 TD 25 17 TD 12 8 TD 15 8 TD 25 4 TD 17 5

FR TD 11 6 TD 27 1 TD 18 14

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

GROUP 3

DA NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D:KC.DAT

ME

.80 .13 .22 .61 .72 .59 .32 .71 .44 .45 .50 .47 .37 .60 .62

.29 .36 .38 .50 .70 .58 .72 .45 .56 .53 .61 .55 .59 .48 .39

SD

.40 .33 .41 .49 .45 .50 .47 .46 .50 .50 .50 .50 .49 .49 .49

.46 .48 .49 .50 .46 .50 .45 .50 .50 .50 .49 .50 .50 .50 .49

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=PS PH=PS TD=FU,FI

FR TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 29 30 TD 21 24 TD 24 27 TD 8 14

FR TD 22 10 TD 16 3 TD 30 23 TD 10 11 TD 28 19 TD 28 20 TD 10 1 TD 8 4

FR TD 1 4

ST .1 TD 1 1

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

Global Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 770

Minimum Fit Function Chi-Square = 883.090 (P = 0.00282)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 791.095 (P = 0.291)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 21.095

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 91.649)

Minimum Fit Function Value = 4.014

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0959

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.417)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0158

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0329)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 5.050

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (4.955 ; 5.371)

ECVI for Saturated Model = 4.227

ECVI for Independence Model = 19.699

Chi-Square for Independence Model with 870 Degrees of Freedom = 4273.855

Independence AIC = 4393.855

Model AIC = 1111.095

Saturated AIC = 1860.000

Independence CAIC = 4658.016

Model CAIC = 1815.523

Saturated CAIC = 5954.490

Normed Fit Index (NFI) = 0.793

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.962

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.702

Comparative Fit Index (CFI) = 0.967

Incremental Fit Index (IFI) = 0.968

Relative Fit Index (RFI) = 0.767

Critical N (CN) = 216.302

Group Goodness of Fit Statistics

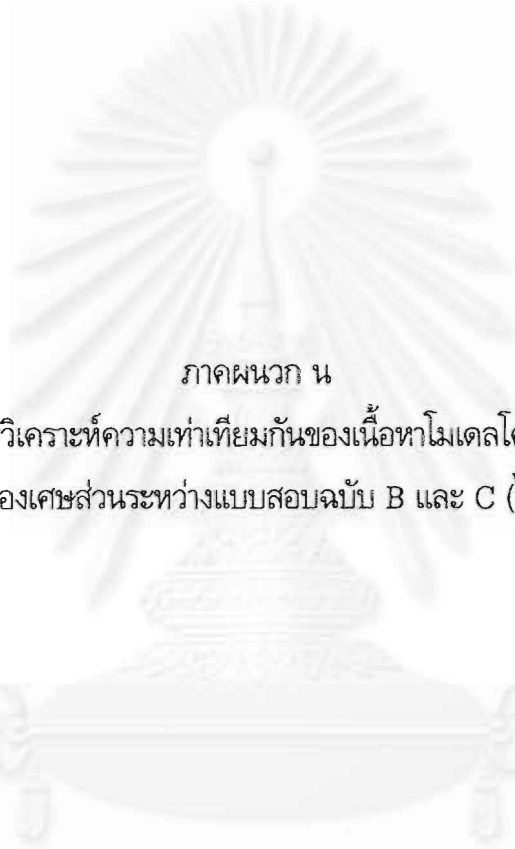
Contribution to Chi-Square = 425.207

Percentage Contribution to Chi-Square = 48.150

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0163

Standardized RMR = 0.0725

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.808



ภาคผนวก น

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C (ไม่กำหนดเงื่อนไข)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเท่าเทียมกันของเนื้อหาโมเดลโครงสร้างเนื้อหา
วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนระหว่างแบบสอบฉบับ B และ C (ไม่กำหนดเงื่อนไข)

DATE: 5/ 3/2004

TIME: 9:32

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jreskog & Dag Srbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\BCNEW.LS8:

MULTI-GROUP

GROUP 2

DA NG=2 NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\KB.DAT

ME

.59 .49 .76 .36 .37 .59 .58 .41 .43 .37 .47 .47 .48 .49 .46

.37 .36 .34 .47 .41 .50 .39 .41 .49 .33 .36 .38 .37 .32 .27

SD

.50 .50 .43 .48 .49 .49 .50 .49 .50 .49 .50 .50 .50 .50 .50

.49 .48 .48 .50 .49 .50 .49 .49 .50 .47 .48 .49 .49 .47 .45

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=FU,FI PH=FU,FR TD=FU,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR LX(1,1) LX(2,1) LX(3,1) LX(4,2) LX(5,2) LX(6,2) LX(7,3) LX(8,3) LX(9,3)

FR LX(10,3) LX(11,3) LX(12,3) LX(13,3) LX(14,3) LX(15,3) LX(16,3) LX(17,3)

FR LX(18,3) LX(19,4) LX(20,4) LX(21,4) LX(22,4) LX(23,4) LX(24,4) LX(25,4)

FR LX(26,4) LX(27,4) LX(28,4) LX(29,4) LX(30,4)

FR TD 1 1 TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 11 13 TD 4 12 TD 25 26 TD 23 9

FR TD 17 1 TD 6 1 TD 13 12 TD 30 23

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

GROUP 3

DA NI=30 NO=111 MA=CM

LA

IT1 IT2 IT3 IT4 IT5 IT6 IT7 IT8 IT9 IT10 IT11 IT12 IT13 IT14 IT15 IT16

IT17 IT18 IT19 IT20 IT21 IT22 IT23 IT24 IT25 IT26 IT27 IT28 IT29 IT30

KM FI=D\KC.DAT

ME

.80 .13 .22 .61 .72 .59 .32 .71 .44 .45 .50 .47 .37 .60 .62

.29 .36 .38 .50 .70 .58 .72 .45 .56 .53 .61 .55 .59 .48 .39

SD

.40 .33 .41 .49 .45 .50 .47 .46 .50 .50 .50 .50 .49 .49 .49

.46 .48 .49 .50 .46 .50 .45 .50 .50 .50 .49 .50 .50 .50 .49

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 /

MO NX=30 NK=4 LX=PS PH=FU,FR TD=FU,FI

LK

AC1 AC2 AC3 AC4

FR TD 2 2 TD 3 3 TD 4 4 TD 5 5 TD 6 6 TD 7 7 TD 8 8 TD 9 9 TD 10 10

FR TD 11 11 TD 12 12 TD 13 13 TD 14 14 TD 15 15 TD 16 16 TD 17 17 TD 18 18

FR TD 19 19 TD 20 20 TD 21 21 TD 22 22 TD 23 23 TD 24 24 TD 25 25 TD 26 26

FR TD 27 27 TD 28 28 TD 29 29 TD 30 30 TD 29 30 TD 21 24 TD 24 27 TD 8 14

FR TD 22 10 TD 16 3 TD 30 23 TD 10 11 TD 28 19 TD 28 20 TD 10 1 TD 8 4

FR TD 1 4

ST 1 TD 1 1

PD

OU ME=ML AD=OFF SE TV SS RS SC MI ND=3

Global Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 778

Minimum Fit Function Chi-Square = 870.242 (P = 0.0116)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 802.207 (P = 0.266)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 24.207

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 95.335)

Minimum Fit Function Value = 3.956

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.110

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.433)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0168

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0334)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 5.028

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (4.918 ; 5.352)

ECVI for Saturated Model = 4.227

ECVI for Independence Model = 16.512

Chi-Square for Independence Model with 870 Degrees of Freedom = 3572.571

Independence AIC = 3692.571

Model AIC = 1106.207

Saturated AIC = 1860.000

Independence CAIC = 3956.732

Model CAIC = 1775.414

Saturated CAIC = 5954.490

Normed Fit Index (NFI) = 0.756

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.962

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.676

Comparative Fit Index (CFI) = 0.966

Incremental Fit Index (IFI) = 0.967

Relative Fit Index (RFI) = 0.728

Critical N (CN) = 221.623

Group Goodness of Fit Statistics

Contribution to Chi-Square = 425.207

Percentage Contribution to Chi-Square = 48.861

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0163

Standardized RMR = 0.0725

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.808

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุกัญญา คล้ายทอง เกิดวันที่ 22 ธันวาคม 2522 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก อยู่บ้านเลขที่ 264 หมู่ 5 ตำบลปลักแรด อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป - ชีววิทยา จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย