การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ : การเปรียบเทียบระหว่างไฮราชิคอลลิเนียร์โมเดล พาเชียลเครดิตโมเดล และเกรดเรสพอนส์โมเดล

นางสาวศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN ITEM ANALYSIS IN A MATHEMATICS TEST ANXIETY SCALE: A COMPARISON AMONG HIERARCHICAL LINEAR MODEL PARTIAL CREDIT MODEL AND GRADED RESPONSE MODEL

Miss.Sirirat Sukuntapuek

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Measurement and Evaluation
Department of Educational Research and Psychology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์: การเปรียบเทียบระหว่างไฮราซิคอลลิเนียร์โมเดล พาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล
โดย	นางสาวศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ศรีสุโข)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์ : การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์: การเปรียบเทียบระหว่างไฮราชิคอลลิเนียร์โมเดล พาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล (AN ITEM ANALYSIS IN A MATHEMATICS TEST ANXIETY SCALE: A COMPARISON AMONG HIERARCHICAL LINEAR MODEL PARTIAL CREDIT MODEL AND GRADED RESPONSE MODEL) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.โชติกา ภาษีผล, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี, 288 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย Hierarchical Linear Model โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ และผลของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบต่อโอกาสการตอบข้อคำถามได้ถูกต้อง 2) เพื่อเปรียบเทียบและศึกษาสหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบระหว่างการประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model (HLM), Partial Credit Model (PCM) และ Graded Response Model (GRM) 3) เพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ระหว่าง Hierarchical Linear Model, Partial Credit Model และ Graded Response Model

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายวิทย์-คณิต ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1,715 คน จาก 29 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพระนครศรีอยุธยาเขต 1 และเขต 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทองและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบยกชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม แบบวัดการเตรียมตัวสอบ แบบวัดกลยุทธ์ในการสอบ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการใน 3 ขั้นตอน คือ 1) ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ และศึกษาผลของตัวแปรคุณลักษณะผู้สอบด้วยการวิเคราะห์ HLM โดยใช้โปรแกรม HLM 2) ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ ด้วยการวิเคราะห์ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE จากนั้นเปรียบเทียบผลการประมาณค่ากับ HLM 3) เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM พบว่า สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากได้อย่างคงเส้นคงวา โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ย 0.074 และสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบใน residual file และผลการศึกษาตัวแปรคุณลักษณะนักเรียน พบว่า ตัวแปรเพศ การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยโอกาสการตอบข้อคำถามถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามระหว่าง HLM กับ PCM มีค่าอยู่ระหว่าง .899 – .929 สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามระหว่าง HLM กับ GRM มีค่า .996 ส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อคำถามระหว่าง PCM กับ GRM มีค่า .908 - .918 และผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบระหว่าง HLM , PCM และ GRM พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ผู้สอบระหว่าง HLM กับ PCM มีค่า .390 สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ผู้สอบระหว่าง HLM กับ GRM มีค่า .437 ส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ผู้สอบระหว่าง PCM กับ GRM มีค่า .798

3. ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ พบว่า ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อร่วมระหว่าง HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 7 ข้อ จาก 39 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 17.94 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของร่วมระหว่าง HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 9 ข้อ จาก 39 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 23.07 และข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของร่วมระหว่าง PCM กับ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 6 ข้อ จาก 39 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 15.38

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

##4984725127: MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEY WORD: HLM / HGLM / PARSCALE / PARTIAL CREDIT MODEL / GRADED RESPONSE MODEL / DIFFERENTIAL ITEM FUNCTIONIG

SIRIRAT SUKUNTAPUEK: AN ITEM ANALYSIS IN A MATHEMATICS TEST ANXIETY SCALE: A COMPARISON AMONG HIERARCHICAL MODEL PARTIAL CREDIT MODEL AND GRADED RESPONSE MODEL. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF.SHOTIGA PASIPHOL, PH.D, CO-ADVISOR: PROF.SIRICHAL KANJANAWASEE, PH.D, 288 pp.

This research had three objectives: 1) to analyze items in Mathematics Test Anxiety Scale using Hierarchical Linear Model by the estimation of item parameters, person parameters and to examine the effects of person characteristic variables on the probability of item correct response 2) to compare and study correlation of the estimation of item and person parameters among Hierarchical Linear Model (HLM), Partial Credit Model (PCM) and Graded Response Model (GRM) 3) to compare the Differential Item Functioning (DIF) detecting among Hierarchical Linear Model, Partial Credit Model and Graded Response Model

The samples were 1,715 Mathayomsuksa 6 students who were studying in Math-science classes in 2009 academic year. Samples were drawn from 29 schools under the jurisdiction of the Pranakhon Sri Ayutthaya Educational Service Area Office 1 and 2, the Angthong Educational Service Area Office, and the Nonthaburi Educational Service Area Office using cluster random sampling technique. Data were collected though 7 instruments: The Mathematics Test Anxiety Scale, The Perception of Parent Expectation Scale, The Social Supporting Scale, the Test Preparing Scale, The Strategy Testing Scale, The Attitude Scale towards Mathematics, and The Motivation Scale towards Mathematics. There were three steps of data analysis: 1) the estimation of item and person parameters, and the study of effects of person characteristics on the probability of correct response from HLM using HLM program 2) the estimation of item and person parameters from PCM and GRM using PARSCALE, then the comparison with HLM 3) the comparison of results of differential item functioning analysis among HLM using HLM program and PCM and GRM using PARSCALE. The major findings were:

1. The item analysis by HLM using HLM program estimated difficulty parameters consistently. The mean of standard error of estimation was 0.074. This method also estimated person parameters in the residual file. The results of student's characteristic study also found that gender, perception of parent expectation and attitude towards Mathematics significantly affected the averaged probability of correct response at .05 level.

2. The correlations between difficulty parameter estimation derived from HLM and PCM were .899 - .929, between HLM and GRM was .996 and between PCM and GRM was .908 - .918. The person parameter estimation using the three models yielded that person parameter correlation between HLM and PCM was .390, person parameter correlation between HLM and GRM was .437 and person parameter correlation between PCM and GRM was .798.

3. The results from differential item functioning (DIF) examination detected 7 common items from 39 items between HLM using HLM and PCM using PARSCALE (17.94%), 8 common items from 39 items between HLM using HLM and GRM using PARSCALE (23.07%) and 6 common items from 39 items between PCM and GRM using PARSCALE (15.38%)

Department: Educational Research and Psychology Student's Signature: Sirirat Sukuntapuek

Field of Study: Educational Measurement and Evaluation Advisor's Signature: Shotiga Pa

Academic year: 2010 Co-advisor's Signature: S. Kanjanawasee

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างเป็นที่สุดของ รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งให้คำแนะนำ แนวคิด แก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ศรีสุโข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนกานนท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำชี้แนะที่มีคุณค่าต่อวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณอย่างสุดซึ้งสำหรับ Prof.Dr.Akihito Kamata ที่แนะนำเกี่ยวกับแนวคิด โมเดลในการวิเคราะห์ข้อสอบ อ.ดร.สังวรณ์ งัดกระโทก ที่แนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อสอบ การวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วยดีเสมอมา ดร.มนต์ทิวา ไชยแก้ว ที่กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของเล่มวิทยานิพนธ์พร้อมข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้โอกาสผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช เพื่ออุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาตรวจคุณภาพของเครื่องมือให้กับผู้วิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณโรงเรียนและนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกโรงเรียน ที่กรุณาเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม และการอำนวยความสะดวกที่ประทับใจยิ่งให้กับผู้วิจัย ขอขอบคุณกำลังใจจากพี่น้องชาววิจัย วัดและประเมินผลการศึกษาที่น่ารักทุกคน ที่ให้ความห่วงใย เป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

กำลังใจที่สำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยมีวันนี้ ได้มาจาก ความรัก ความห่วงใย ความเอื้ออาทรด้วยดีเสมอมาจากแม่ และพี่ ๆ ของผู้วิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... ฑ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

คำถามวิจัย..... 11

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 11

ขอบเขตการวิจัย..... 12

ข้อตกลงเบื้องต้น..... 12

นิยามปฏิบัติการ..... 13

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 15

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ตัวแปรและแบบวัดที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์..... 17

1.1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์และแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์..... 17

1.2 ตัวแปรและแบบวัดที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์..... 21

ตอนที่ 2 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วยพาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล และงานวิจัยเกี่ยวกับพาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล..... 41

2.1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT)..... 42
2.2 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า..... 47
ตอนที่ 3 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับ การใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของข้อคำถามด้วยโมเดลระดับลดหลั่น..... 60
3.1 โมเดลพื้นฐานของการวิเคราะห์พหุระดับ..... 61
3.2 การใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า..... 64
ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ วิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ และแนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ..... 69
4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ..... 70
4.2 วิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ..... 71
4.3 แนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ..... 72
ตอนที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบและการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ..... 76
5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบ..... 77
5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ..... 79
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 88

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 90
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 90
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 92
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 92
การวิเคราะห์ข้อมูล 108
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 114
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน 115
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของข้อสอบและข้อมูลในการวิจัยตาม ข้อตกลงเบื้องต้น ของทฤษฎี 119
ตอนที่ 3 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามและพารามิเตอร์ผู้สอบ และผลของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบต่อโอกาสการตอบข้อคำถามด้วยโปรแกรม HLM 122
ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ข้อคำถามและพารามิเตอร์ผู้สอบด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE โดยใช้ 130
ตอนที่ 5 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ 144
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 155
สรุปผลการวิจัย 156
อภิปรายผล 159
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย 164
รายการอ้างอิง 167
ภาคผนวก 176
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย 177
ภาคผนวก ข หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย 179
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 181
ภาคผนวก ง Print out การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามจากโปรแกรม HLM และ PARSCALE 198

หน้า

ภาคผนวก จ Print out ผลการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย
โปรแกรม HLM และ PARSCALE..... 220
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 288

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	สูตรการคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ $I_i(\theta)$ ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบ $I_i(\theta)$ max และตำแหน่งค่าความสามารถที่ให้สารสนเทศสูงสุด θmax.....	46
2.2	เปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย HLM, PCM และ GRM.....	86
3.1	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำแนกตามอำเภอ โรงเรียน.....	91
3.2	ผังคุณลักษณะพฤติกรรมบ่งชี้ความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์.....	94
3.3	ความเหมาะสมและความครอบคลุมของนิยามและข้อคำถามที่สร้างขึ้น.....	96
3.4	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ (n=1715)	101
3.5	โมเดลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM.....	109
4.1	ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ (n = 1,715).....	115
4.2	ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามตัวแปรต่อเนื่อง (n = 1,715)...	115
4.3	สถิติพื้นฐานของคะแนนความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำแนกตามเพศ.....	116
4.4	สถิติพื้นฐานของการตอบข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์จำแนกตามกลุ่มตัวอย่างรายโรงเรียน.....	117
4.5	ค่าไอเกน และร้อยละของความแปรปรวนขององค์ประกอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์.....	120
4.6	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (n = 1,715).....	121
4.7	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM.....	122
4.8	สถิติพื้นฐานของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบโดยใช้ Hierarchical Linear Model ด้วยโปรแกรม HLM.....	125
4.9	ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรโอกาสในการตอบข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model).....	126

ตาราง หน้า

4.10 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของตัวแปรโอกาสในการตอบคำถามใน แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simple model)……..... 127

4.11 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรโอกาสในการตอบคำถามในระดับผู้สอบ (Hypothetical Model)..... 129

4.12 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE..... 130

4.13 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยากของข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM และ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ……..... 135

4.14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยากของข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE……..... 137

4.15 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากของข้อคำถาม ระหว่าง Partial Credit Model กับ Graded Response Model จากโปรแกรม PARSCALE…….. 139

4.16 สถิติพื้นฐานของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE..... 141

4.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HLM, PCM และ GRM…….. 141

4.18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE..... 142

ตาราง หน้า

4.19 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM 145

4.20 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE..... 147

4.21 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE..... 149

4.22 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE..... 150

4.23 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย HLM, PCM และ GRM..... 152

4.24 จำนวนข้อของการเกิดไม่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Hierarchical Linear Model กับ Partial Credit Model 153

4.25 จำนวนข้อของการเกิดและไม่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Hierarchical Linear Model กับ Graded Response Model..... 153

4.26 จำนวนข้อของการเกิดและไม่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Partial Credit Model กับ Graded Response Model..... 154

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	รูปแบบของความวิตกกังวล……	17
2.2	กลไกการเกิดความวิตกกังวล……	19
2.3	กรอบแนวคิดการวิเคราะห์ด้วย HLM ของตัวแปรระดับผู้สอบ……..	41
2.4	กรอบแนวคิดในการวิจัย……....	89
3.1	การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์…….....	104
3.2	การจำลองไฟล์การวิเคราะห์ข้อมูลระดับที่1…….....	108
4.1	แผนภาพสกรีของการวิเคราะห์องค์ประกอบ…….….....	120
4.2	Total Information Curve จากการวิเคราะห์ด้วย Partial Credit Model.....	132
4.3	Total Information Curve จากการวิเคราะห์ด้วย Grade Response Model.	133
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ขอความยากของข้อคำถาม จากการประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE …….....	136
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อคำถามจากการประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Graded Response Modelโดยใช้โปรแกรม PARSCALE	138
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อคำถาม จากการประมาณค่าระหว่าง Partial Credit Model กับGraded Response Model ด้วยโปรแกรม PARSCALE.....	140
4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์พารามิเตอร์ผู้สอบที่ประมาณค่าจากโปรแกรม HLM และโปรแกรม PARSCALE (Partial Credit Model)…….....	143
4.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์พารามิเตอร์ผู้สอบที่ประมาณค่าจากโปรแกรม HLM และโปรแกรม PARSCALE (Graded Response Model)……..	143
4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์พารามิเตอร์ผู้สอบที่ประมาณค่าจากโปรแกรม PARSCALE ด้วย Partial Credit Model กับ Graded Response Model……...	144

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพ หน้า
4.10 ข้อที่เกิด DIF ร่วมกันระหว่าง HLM, PCM และ GRM……..…… 151
5.1 ข้อที่เกิด DIF ร่วมกันระหว่าง HLM, PCM และ GRM…….. 159

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวัดทางการศึกษาและจิตวิทยาเป็นการวัดคุณลักษณะภายในของบุคคล เป็นสิ่งที่สังเกตไม่ได้โดยตรง แต่มีความสำคัญและจำเป็นต้องศึกษา เพราะว่าคุณลักษณะภายในส่งผลต่อพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคล ซึ่งสามารถสังเกตได้ ดังนั้น หากสามารถวัดคุณลักษณะภายในและเชื่อมโยง ความเกี่ยวพันกับพฤติกรรมภายนอกได้ จะทำให้สามารถเข้าใจการเกิดพฤติกรรมของบุคคล สามารถทำนายการเกิดพฤติกรรม และนำไปสู่ความสามารถในการควบคุมการเกิดพฤติกรรม และพัฒนาให้เป็นไปในทิศทางที่พึงปรารถนาของสังคมได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2548)

ความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรทางจิตวิทยาตัวแปรหนึ่ง ซึ่งสังเกตและวัดโดยตรงไม่ได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่การวัด ซึ่งก็คือ แบบวัด (Scale) ซึ่งแบบวัดนี้เป็นแบบพหุวิภาค (Polytomous Item) คือมีการตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า โดยในแต่ละแบบวัดประกอบด้วยข้อคำถามต่าง ๆ ที่ถามเพื่อที่จะวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อคำถามแต่ละข้อ จะวิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อสอบ และพารามิเตอร์ของผู้สอบ

ในการวิเคราะห์ข้อคำถามนั้น ปัจจุบันใช้การวิเคราะห์ 2 แนวทาง คือ การวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) และการวิเคราะห์โดยใช้ไฮราชิคอลลิเนียร์โมเดล (Hierarchical Linear Model: HLM) ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบนั้นมีโมเดลที่ใช้วิเคราะห์ เช่น พาเชียลเครดิตโมเดล (Partial Credit Model: PCM) ที่พัฒนาโดย Master (1982), เกรดเรสพอนส์โมเดล (Graded response model: GRM) ที่พัฒนาโดย Samejima (1969, 1996) เป็นต้น ส่วนวิธีการวิเคราะห์ข้อคำถามโดยใช้ HLM เสนอแนวคิดโดย Beretvas และ Williams (2006) ทั้ง 2 แนวทางสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบ ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อคำถาม โดยใช้ Partial Credit Model ที่พัฒนาโดย Master (1982 อ้างถึงใน Embertson และ Reise, 2000) นั้น เป็นการขยายต่อจากโมเดล IRT แบบ 1 พารามิเตอร์ ของ Rasch โดยใช้ประมาณค่าความน่าจะเป็นใช้หลักการคำนวณโดยตรง (direct) ดังสมการ

$$P_{ix}(\theta) = \frac{\exp\left[\sum_{j=0}^{x}(\theta - \delta_{ij})\right]}{\sum_{r=0}^{m_i}\left[\exp\sum_{j=0}^{r}(\theta - \delta_{ij})\right]}$$

เมื่อ $\sum_{j=0}^{0}(\theta - \delta_{ij}) \equiv 0$

$P_{ix}(\theta)$ =ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีคุณลักษณะ θ จะตอบข้อ i ด้วยการเลือกหรือสามารถทำรายการคำตอบขั้นที่ x จากจำนวน m_i ขั้น (step)

δ_{ij} =ค่าพารามิเตอร์ระดับความยากของขั้นการตอบที่ j ในข้อ i (item step difficulty) เมื่อ j = 1,2,…,m_i ค่าที่แสดงถึงขั้นการตอบนั้นมีความยากสัมพัทธ์สูงกว่าขั้นอื่น

ใน PCM ลักษณะของข้อคำถามแต่ละข้อ อธิบายได้ด้วยค่าพารามิเตอร์ระดับความยากระหว่างรายการคำตอบที่อยู่ถัดไป (item step difficulty, δ_{ij}) ถ้ามีค่าสูงแสดงว่า มีความยากมากขึ้นจากระดับรายการคำตอบหนึ่งไปสู่ระดับอื่น โดยทุกข้อมีค่าพารามิเตอร์ความชัน (α_j) เท่ากัน ทำให้ค่าความชัน ไม่ปรากฏในโมเดล

การแปลความหมายของ δ_{ij} (category intersection parameter) ใช้สเกลของระดับคุณลักษณะ (latent trait) ณ จุดตัดที่เกิดจาก โค้งการตอบรายการคำตอบ (category response curves) 2 โค้งตัดกัน ในกรณีข้อคำถามที่มี x รายการคำตอบ (x=1, 2, และ 3) จะมี item step difficult, δ_{ij} = m (m=x-1) ในที่นี้ เท่ากับ 3 ระดับความยาก ดังรูปต่อไปนี้

0.....1.....2.....3

ไม่เห็นด้วย เห็นด้วยเล็กน้อย เห็นด้วยปานกลาง เห็นด้วยมาก

Step 1 step 2 step 3

ในการตอบข้อคำถามลักษณะนี้ ผู้ที่ตอบรายการสูงสุด ต้องผ่านการตัดสินใจ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ตัดสินใจระหว่างไม่เห็นด้วย กับ เห็นด้วยเล็กน้อย ขั้นที่ 2 ตัดสินใจระหว่างเห็นด้วยเล็กน้อย กับ เห็นด้วยปานกลาง ขั้นที่ 3 ตัดสินใจระหว่างเห็นด้วยปานกลาง กับ เห็นด้วยมาก ค่าพารามิเตอร์ δ_{ij} ใน PCM ไม่ใช่ค่าพารามิเตอร์ Threshold (β_{ij}) ที่บอกระดับคุณลักษณะของผู้ตอบที่มีความน่าจะเป็น 0.50 ในการตอบรายการที่อยู่เหนือกว่า เช่น Graded Response Model แต่เป็นค่าที่แทนความยากในแต่ละระดับที่มีการเปรียบเทียบ ในข้อคำถามเดียวกัน

การวิเคราะห์ข้อคำถาม โดยใช้ Graded Response Model ที่พัฒนาโดย Samejima (1969, 1996 อ้างถึงใน Embertson และ Reise, 2000) มีความเหมาะสมสำหรับการให้คะแนนที่

เป็นลำดับขั้น ใช้กับแบบสอบหรือแบบวัดที่แต่ละข้อคำถามมีรายการคำตอบแบบมาตรเรียงลำดับ (ordered categorical response) โดยแบบสอบชุดเดียวกันอาจมีจำนวนรายการคำตอบในแต่ละข้อแตกต่างกันได้ เช่น การตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วนที่แต่ละข้อมีจำนวนลำดับขั้นของการตรวจให้คะแนนแตกต่างกัน เป็นต้น

การวิเคราะห์ตามโมเดล GRM จึงมีเป้าหมายเพื่อประมาณค่า α_i และตำแหน่งของ β_{ij} ของผู้ตอบที่มีค่าคุณลักษณะ (θ) บนสเกลที่ต่อเนื่องกัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$P^{*}_{ix}(\theta) = \frac{\exp\left[\alpha_i(\theta - \beta_{ij})\right]}{1 + \exp\left[\alpha_i(\theta - \beta_{ij})\right]}$$

เมื่อ $x = j = 1,\ldots,m$

$P^{*}_{ix}(\theta)$ =ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีคุณลักษณะระดับ θ จะตอบข้อ i ด้วยการเลือกรายการคำตอบที่ x เมื่อ x = 1,2,…,m

α_i =ค่าพารามิเตอร์ ความชันร่วม (slope parameter) ของข้อที่ i

β_{ij} =ค่าพารามิเตอร์ Threshold ของแต่ละรายการคำตอบ (Threshold parameter) ของข้อที่ i

ใน GRM คำถามแต่ละข้อ (i) อธิบายได้ด้วยความชันร่วมของคำถาม (common item slope parameter, α_i) และค่า Threshold ของแต่ละรายการคำตอบ (category threshold parameter, β_{ij}) เมื่อ $j = 1,\ldots,m_i$ เป็นจำนวนของ threshold ของข้อ i และจำนวนรายการคำตอบของข้อ i (K_i) = $m_i + 1$ ดังตัวอย่าง

ดังนั้น คำถามข้อนี้มี K = 5 Categories (0,1,2,3,4)

m = 4 Thresholds (1,2,3,4)

ค่า α_i คล้ายกับค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม แต่ไม่ควรพิจารณาโดยตรงว่าเป็นอำนาจจำแนกของข้อสอบ เพราะการประเมินขนาดความสามารถในการจำแนก จำเป็นต้องคำนวณจากค่าสารสนเทศของข้อสอบที่ระดับ θ ของผู้สอบ ส่วนค่าพารามิเตอร์

Threshold (β_{ij}) คือค่าที่แสดงระดับ θ ที่จำเป็นต้องมี เพื่อให้มีโอกาสในการตอบเหนือ Thresholds j ด้วยความน่าจะเป็นในการตอบเท่ากับ 0.5

โค้งแสดงฟังก์ชันของ $P_{ix}^{*}(\theta)$ เรียกว่าโค้งลักษณะปฏิบัติการ (operating characteristic curves, OCC) ซึ่งต้องคำนวณแต่ละโค้งที่แยกระหว่างรายการคำตอบ ดังนั้นจึงต้องประมาณค่า β_{ij} ตามตัวอย่างข้อคำถาม จำนวน 4 ค่า และ α_i จำนวน 1 ค่าที่ร่วมกันของแต่ละข้อ โดย β_{ij} มีความหมายคล้ายเป็นระดับค่า θ ที่จำเป็นจะต้องมีเพื่อให้มีโอกาสตอบเหนือ Threshold j ด้วยความน่าจะเป็น 0.50 หรือ 50%

ขั้นตอนที่ 2 ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถกับความน่าจะเป็นของการเลือกรายการคำตอบในแต่ละข้อ ใน Graded Response Model แสดงได้ด้วยโค้งเลือกรายการคำตอบ (Category response curves)

ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ Threshold 4 ค่า ได้แก่ 1) การตอบ 0 เทียบกับ 1,2,3,4 2) การตอบ 0,1 เทียบกับ 2,3,4 3) การตอบ 0,1,2 เทียบกับ 3,4 4) การตอบ 0,1,2,3 เทียบกับ 4 ด้วยการใช้โมเดล 2 พารามิเตอร์ สำหรับแต่ละรายการคำตอบภายใต้เงื่อนไขความชันของโค้ง OCC ที่เท่ากันสำหรับแต่ละข้อ ทำให้สามารถคำนวณความน่าจะเป็นในการตอบแต่ละรายการคำตอบของผู้มีคุณลักษณะ θ สำหรับ x = 0,1,2,3,4 โดยใช้การลบค่าความน่าจะเป็นดังสมการ

$$P_{ix}(\theta) = P_{ix}^{*}(\theta) - P_{i(x+1)}^{*}(\theta)$$

เมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริง ความน่าจะเป็นของการเลือกตอบ รายการคำตอบต่ำสุดหรือเหนือกว่าจะมีค่าเป็น 1.00 นั่นคือ $P_{i0}^{*}(\theta) = 1.00$ และความน่าจะเป็นของการเลือกตอบเหนือกว่ารายการคำตอบสูงสุด จะมีค่าเป็น 0 ดังนั้น $P_{i5}^{*}(\theta) = 0$ จากตัวอย่างคำถามที่ใช้ ความน่าจะเป็นของการเลือกตอบแต่ละรายการคำตอบของผู้สอบที่มีคุณลักษณะ θ เป็นดังต่อไปนี้

$$P_{i0}(\theta) = 1.0 - P_{i0}^{*}(\theta)$$
$$P_{i1}(\theta) = P_{i1}^{*} - P_{i2}^{*}(\theta)$$
$$P_{i2}(\theta) = P_{i2}^{*} - P_{i3}^{*}(\theta)$$
$$P_{i3}(\theta) = P_{i3}^{*} - P_{i4}^{*}(\theta)$$
$$P_{i4}(\theta) = P_{i4}^{*} - 0$$

จะเห็นว่า การวิเคราะห์ข้อคำถาม โดยใช้ PCM และ GRM สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามและพารามิเตอร์ผู้สอบได้ อย่างไรก็ตาม PCM และ GRM ไม่สามารถนำตัวแปรคุณลักษณะของบุคคลเข้าร่วมทำนายได้ แต่การวิเคราะห์ด้วย HLM สามารถวิเคราะห์ได้ โดยมีลำดับการพัฒนาการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถาม ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Kamata (2001) ได้เสนอแนวการวิเคราะห์ข้อสอบตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบพหุระดับขึ้นโดยเรียกว่า โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น (Hierarchical Generalized Linear Model : HGLM) สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบให้คะแนนได้ 2 ค่า (dichotomous) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสมมูลกันของการวิเคราะห์ข้อสอบแบบให้คะแนนได้ 2 ค่า ด้วยการใช้ HGLM และโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ (one – parameter logistic model : 1PL) ได้โมเดลโลจิสติก แบบหนึ่งพารามิเตอร์ทั่วไประดับลดหลั่น (Dichotomous item Hierarchical Linear Logistic Model: DHGLM) ในระดับ 1 จะเป็นระดับของการตอบข้อสอบ ดังนี้

$$\eta_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{q-1}^{k-1} \beta_{qj} X_{qij}$$

เมื่อ η_{ij} คือ ความน่าจะเป็นของคนที่ j (j=1,…,n) ที่ตอบข้อสอบข้อที่ i (i=1,…,k) ได้ถูกต้อง

X_{qij} คือ ตัวแปรตัวที่ q ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์ β_{qj} สำหรับคนที่ j เมื่อตอบข้อสอบข้อที่ i ตัวแปรมีค่าเท่ากับ -1 เมื่อ q=i และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ $q \neq i$

β_{0j} คือ ค่าเฉลี่ยซึ่งแสดงผลของข้อสอบข้ออ้างอิงสำหรับผู้ตอบ j โดยมีข้อตกลงว่า มีการกระจายแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ศูนย์ และความแปรปรวนมีค่า เท่ากับ τ_{00}

β_{1j} คือ สัมประสิทธิ์ระหว่างผลของข้อสอบสำหรับบุคคลที่ j บนข้อสอบที่ k หรือผลของข้อสอบทั้งหมดสำหรับบุคคลที่ j ซึ่งคือระดับ 1 หรือระดับข้อสอบในโมเดลแบบพหุระดับ โดยที่ข้อสอบแต่ละข้อสอดแทรกอยู่ภายในตัวผู้สอบแต่ละคน

โดยข้อสอบแต่ละข้อจะสอดแทรกอยู่ในบุคคลแต่ละคนซึ่งเป็นโมเดลระดับที่ 2 ดังนี้

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$
$$\ldots$$
$$\beta_{(k-1)j} = \gamma_{(k-1)0}$$

เมื่อ γ_{00} คือ ค่าเฉลี่ยของอิทธิพลของข้อสอบที่มีต่อผู้สอบ

γ_{q0} คือ ค่าผลของข้อสอบข้อที่ 1, 2, ..., k-1

u_{0j} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

โมเดลระดับที่ 2 จะประมาณค่าความยากของข้อสอบและความสามารถของผู้สอบ Kamata ได้ใช้โปรแกรม HLM 5 ในการประมาณค่าโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ทั่วไประดับลดหลั่น (DHGLM) ควบคู่ไปกับการใช้โปรแกรม BILOG ในการประมาณค่าโมเดลการตอบสนองข้อสอบโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ (1PL) เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบแบบให้คะแนนได้ 2 ค่า นอกจากนี้ ยังแสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ในระดับผู้สอบอีกด้วย และยังวิเคราะห์โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ทั่วไประดับลดหลั่น ในการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning : DIF) ดังโมเดลต่อไปนี้

โมเดลระดับที่ 1

$$\eta_{ijm} = \beta_{0jm} + \sum_{i=1}^{k-1} \beta_{ijm} X_{ijm}$$

เมื่อ η_{ijm} คือ ความน่าจะเป็นของคนที่ j (j=1,…,n) ในกลุ่ม m (m=1,…,n) ที่ตอบข้อสอบข้อที่ i (i=1,…,k) ได้ถูกต้อง

X_{ijm} คือ ตัวแปรดัมมี่ของข้อสอบข้อที่ i สำหรับคนที่ j ในกลุ่ม m

β_{0jm} คือ ค่า intercept หรือผลของข้อสอบข้ออ้างอิงสำหรับผู้ตอบคนที่ j ในกลุ่ม m ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0

β_{ijm} คือ สัมประสิทธิ์ของ X_{ijm} เมื่อมีการตอบข้อสอบแต่ละข้อ X_{ijm} จะถูกกำหนดให้เป็น 1 ถ้าไม่ตอบกำหนดให้เป็น 0

โมเดลระดับที่ 2

$$\begin{aligned}
\beta_{0jm} &= \gamma_{00m} + u_{0jm} \\
\beta_{1jm} &= \gamma_{10m} + \gamma_{11m}(DIF) \\
\beta_{2jm} &= \gamma_{20m} + \gamma_{21m}(DIF) \\
\beta_{3jm} &= \gamma_{30m} \\
&\vdots \\
\beta_{(k-1)jm} &= \gamma_{(k-1)0m}
\end{aligned}$$

เมื่อ γ_{00m} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อสอบข้ออ้างอิงต่อโอกาสในการตอบถูกในกลุ่มที่ m

γ_{10m} ถึง $\gamma_{(k-1)}$ คือ ค่าผลของข้อสอบข้อที่ 1,2,..., k-1 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อสอบข้ออ้างอิงสำหรับกลุ่ม m

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

γ_{11m} และ γ_{21m} คือ สัมประสิทธิ์ของ DIF ของข้อสอบข้อที่ 1 และ 2

u_{0jm} คือ อิทธิพลสุ่ม คือ ความคาดเคลื่อนแบบสุ่มของคนที่ j โดยมีการกระจายเป็น $N(r_{00}, \tau_{\gamma})$

γ_{i0m} คือ ค่าผลของข้อสอบข้อที่ 3 ถึงข้อที่ k-1 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อที่อ้างอิง ซึ่งเป็นข้อสอบข้อที่ไม่มี DIF เนื่องจากอิทธิพลของข้อสอบจะมีค่าคงที่ระหว่างบุคคลเช่นเดียวกับแต่ละกลุ่ม

โมเดลระดับที่ 3

$$\gamma_{00m} = \tau_{000} + r_{00m}$$
$$\gamma_{10m} = \pi_{100}$$
$$\gamma_{11m} = \pi_{110}$$
$$\gamma_{20m} = \pi_{200}$$
$$\gamma_{21m} = \pi_{210}$$
.
.
.
$$\gamma_{(k-1)0m} = \pi_{(k-1)00}$$

เมื่อ π_{000} คือ อิทธิพลคงที่ แสดงถึงค่าเฉลี่ยของผลของข้อสอบข้ออ้างอิงต่อโอกาสในการตอบถูกของทุกกลุ่ม

r_{00m} คือ อิทธิพลสุ่ม แสดงถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนของโอกาสในการตอบข้อสอบถูกของกลุ่ม m ซึ่งมีการกระจายเป็น $N(r_{00}, \tau_{\pi})$

π_{100} ถึง $\pi_{(k-1)00}$ คือ อิทธิพลคงที่ แสดงถึงค่าผลของข้อสอบข้อที่ 1,2,...,k-1 ต่อโอกาสในการตอบถูก เมื่อเทียบกับข้ออ้างอิงของทุกกลุ่ม

π_{110} และ π_{210} คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรที่มี DIF

ในเรื่องของการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ วิธีการที่ใช้ตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ เช่น วิธี Mentel-Haenszel หรือ วิธี SIBTEST ต้องแบ่งกลุ่มเป็นสองกลุ่ม แต่การใช้ โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ทั่วไประดับลดหลั่น ตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ไม่จำเป็นต้องแบ่งเป็นสองกลุ่ม ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการตรวจสอบการทำหน้าที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต่างกันของข้อสอบ ในกรณีที่ตัวแปรเป็นตัวแปรต่อเนื่อง ดังตัวอย่างงานวิจัยของ Walker และ Beretvas (2001) ได้ตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อทดสอบความสามารถในการเขียน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ คะแนนการเขียนจะถูกแบ่งเป็นสองรายการคือ เก่งกับอ่อน ในการศึกษา การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบแบบดั้งเดิม แต่ถ้าใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ทั่วไประดับลดหลั่นตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ตัวแปรที่ใช้ก็จะเป็นตัวแปรต่อเนื่องได้ และสามารถนำตัวแปรนั้นไปวิเคราะห์ในระดับ 2 ต่อไปได้

มีการศึกษาการวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ทั่วไประดับลดหลั่น เป็นจำนวนมาก เช่น Kamata (1998, 2001), Maier (2001), Pastor (2001, 2003), Swanson และคณะ (2002) อย่างไรก็ตามมีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่า มีไม่มากนัก ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Adams และคณะ (1997) และ Maier (2002) เนื่องจากในการประเมินด้านการศึกษาและจิตวิทยามีการรวมเอาการตอบข้อสอบแบบให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่ารวมอยู่ด้วย จึงสมควรที่จะขยายการศึกษาโมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ทั่วไประดับลดหลั่น สำหรับข้อสอบที่ให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่า ตลอดจนตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ โดยการประยุกต์ใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์ทั่วไประดับลดหลั่น

Beretvas และ Williams (2006) ได้เสนอแนวคิดในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า โดยใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น (Polytomous Hierarchical Generalized Linear Model : PHGLM) ในระดับ 1 จะเป็นระดับของการตอบข้อสอบ ดังนี้

สมการระดับ 1 ระดับข้อคำถาม

$$\begin{aligned}\eta_{1ij}&=\beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+..+\beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij}\\ \eta_{2ij}&=\beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+..+\beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij}+\delta_j\end{aligned} \qquad (8)$$

เมื่อ η_{mij} แสดงถึง log odds ในการตอบกลุ่มที่ m หรือ ต่ำกว่า

X_{qij} คือ ตัวแปรทำนายตัวที่ q โดยมีสัมประสิทธิ์ β_{qj} สำหรับผู้ตอบคนที่ j ข้อคำถามข้อที่ q

δ_j คือ threshold ของความแตกต่างระหว่างระดับคะแนนของการตอบ โดยที่ตัวแปรทำนายมีค่า -1 เมื่อ q=i และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ $q \neq i$

สมการระดับ 2 ระดับบุคคล

$$\begin{cases} \beta_{0j}=\gamma_{00}+u_{0j} \\ \beta_{1j}=\gamma_{10} \\ \ldots \\ \beta_{(k-1)j}=\gamma_{(k-1)0} \\ \delta_j=\delta \end{cases} \qquad (9)$$

เมื่อ δ_j คือ fixed model ระหว่างข้อคำถามและผู้สอบ และ ค่า intercept เป็น random model ซึ่งแปรผันตามผู้สอบ โดยมีการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ τ_{00}

นอกจากนี้ Beretvas และ Williams (2006) ยังได้นำเสนอแนวคิดในการใช้ใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบอีกด้วย ดังนี้

โมเดลระดับ 1

$$\eta_{1ij}=\beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+..+\beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij}$$
$$\eta_{2ij}=\beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+..+\beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij}+\delta_j$$

โมเดลระดับ 2 เมื่อใส่ตัวแปรทำนายเข้าไป จะได้สมการดังนี้

$$\begin{cases} \beta_{0j}=\gamma_{00}+\gamma_{01}(gender)_j+u_{0j} \\ \beta_{1j}=\gamma_{10}+\gamma_{11}(gender)_j \\ \ldots \\ \beta_{(k-1)j}=\gamma_{(k-1)0}+\gamma_{(k-1)1}(gender)_i \\ \delta_j=\delta \end{cases}$$

จะเห็นว่าโมเดลในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบมีความเหมือนกับโมเดลการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่า แต่จะต่างกันที่ โมเดลระดับที่ 2 เพิ่มตัวแปรทำนายที่จะทดสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบเท่านั้น

นอกจากนี้ Beretvas และ Williams (2006) ได้แสดงให้เห็นถึงการสมมูลกันของการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่าระหว่าง HLM กับ Muraki's Rating Scale Model (MRS) ของ Muraki ซึ่งเป็นโมเดลแบบ 2 พารามิเตอร์ คือมีค่า slope (α) และ ค่า location (β) โดยศึกษาในสถานการณ์จำลอง มีการกำหนดให้ค่า Slope (α) มีค่าคงที่ เท่ากับ1

จากการศึกษาพบว่า ทั้ง HLM และ MRS มีความสมมูลกัน โดยให้ค่า Bias, RMSE และ Relative Bias ใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะพบว่า มีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ PCM (De Ayala และคณะ,1991; Lam และ Foong, 1996; DeMars, 1998; Kim, Cohen, Distefano และ Kim,1998; Athanasou, 1999; Luc, 2009) ในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ และการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ งานวิจัยเกี่ยวกับ GRM (Ackerman,1986; Ankenmann และ Stone, 1992; Kim และ Cohen, 1997; Seong และ คณะ, 1997; Cohen, Kim และ Wollack, 1998; Bishop และ Omar, 2002; Lee, Yin และ Zhang, 2010) ในเรื่องของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบ การประเมินความเที่ยงของการวัด และการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ งานวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบโมเดลระหว่าง PCM และ GRM (De Ayala และคณะ, 1989; De Ayala และคณะ, 1990; Hennings และคณะ, 1996; John, James และ Michael, 2000; Wang และ Wang, 2002) ในการประเมินความสามารถในการเขียน การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ การปรับเทียบคะแนนและการนำไปใช้เปรียบเทียบในวิชาสุขภาวะ ตลอดจนมีการเปรียบเทียบระหว่าง The Generalized Partial Credit Model (GPCM) กับ GRM เพื่อประเมินความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าด้วย T. Warm's weighted likelihood estimate (WLE), maximum likelihood estimate (MLE), expected a posteriori estimate (EAP) และ maximum a posteriori estimate (MAP) ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย HLM มีผู้สนใจวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า คือ Adams และคณะ (1997); Kamata (2001); Maier (2001); Pastor (2003) และการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า โดย Beretvas และ Williams (2004); Williams และ Beretvas (2006) อันเป็นการขยายองค์ความรู้ในเรื่องของการวิเคราะห์ข้อคำถามโดยอิงทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบให้สามารถวิเคราะห์แบบพหุระดับได้อีกด้วย

จะเห็นว่าการศึกษา PCM, GRM เป็นที่นิยมการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ตลอดจนมีการเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของทั้งสองโมเดลอย่างแพร่หลาย ในส่วนของ HLM ซึ่งเป็นวิธีใหม่ในการวิเคราะห์ข้อคำถาม มีผู้สนใจศึกษาเช่นกัน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อคำถามระหว่างสามโมเดลนี้ ในเรื่องของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ และการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ เพื่อที่จะเป็นสารสนเทศให้กับนักวัดและประเมินผลการศึกษา นำสารสนเทศที่

ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปวางแผนจัดการศึกษาให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงาน องค์กรทางการศึกษาต่อไป โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเปรียบเทียบโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ ซึ่ง HLM และ PCM เป็นโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์อยู่แล้ว ในส่วนของ GRM นั้นเป็นโมเดลแบบ 2 พารามิเตอร์ ผู้วิจัยจึงกำหนดค่า slope ให้เป็น 1 เพื่อที่ให้สามารถเปรียบเทียบกับทั้งสองโมเดลได้ ตลอดจนผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยแบบวัดที่ใช้เป็นแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นแบบวัดทางจิตวิทยาแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า นอกจากนี้การวิเคราะห์ข้อคำถามโดยใช้ HLM ยังสามารถวิเคราะห์ในระดับที่ 2 คือ ระดับผู้สอบโดยนำตัวแปรคุณลักษณะของผู้สอบร่วมวิเคราะห์ได้อีกด้วย ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ คือ เพศ การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง การสนับสนุนทางสังคม การเตรียมตัวสอบ กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

คำถามวิจัย

1. การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย Hierarchical Linear Model ได้ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบเท่าไร ตลอดจนได้ผลของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบต่อโอกาสการตอบข้อคำถามได้ถูกต้องในลักษณะใด

2. การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยใช้ Hierarchical Linear Model , Partial Credit Model และ Graded Response Model มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ แตกต่างกัน หรือไม่ อย่างไร

3. การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย Hierarchical Linear Model, Partial Credit Model และ Graded Response Model แตกต่างกัน หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย Hierarchical Linear Model โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ และผลของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบต่อโอกาสการตอบข้อคำถามได้ถูกต้อง

2. เพื่อเปรียบเทียบและศึกษาสหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบระหว่างการประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model , Partial Credit Model และ Graded Response Model

3. เพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ระหว่าง Hierarchical Linear Model, Partial Credit Model และ Graded Response Model

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายวิทย์-คณิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทองและนนทบุรี

2. โมเดลการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามระดับลดหลั่น คือ โมเดลการวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (HLM)

3. การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบใช้การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่าง Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

4. การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ในการวิเคราะห์ครั้งนี้จะใช้ตัวแปรเพศในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

5. ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ด้วย Graded Response Model โดยกำหนดให้ค่า slope เท่ากับ 1 เพื่อให้เป็นโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์

ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อคำถามด้วยพาเชียลเครดิตโมเดล (Partial Credit Model: PCM) โดยใช้โปรแกรม PARSCALE) ซึ่งเป็นโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ แต่ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PARSCALE นั้น ยอมให้มีค่า slope ได้ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดของโปรแกรม

นิยามปฏิบัติการ

พาเชียลเครดิตโมเดล (Partial Credit Model: PCM) หมายถึง โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า โดยเป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่มี 1 พารามิเตอร์ สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามที่มีกระบวนการตอบหลายลำดับขั้น และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละระดับขั้นโดยตรง แบบขั้นตอนเดียว (Direct IRT Model)

เกรดเรสพอนส์โมเดล (Graded Response Model: GRM) หมายถึง โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า โดยเป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่มี 2 พารามิเตอร์ สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามที่มีรายการคำตอบแบบมาตรเรียงลำดับ และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละรายการคำตอบแบบ 2 ขั้นตอน (Indirect IRT Model) โดยขั้นตอนแรกคำนวณค่าความชันร่วมของแต่ละข้อคำถาม จากนั้นจึงคำนวณค่าพารามิเตอร์ของแต่ละรายการคำตอบในแต่ละข้อคำถาม

โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น หมายถึง รูปแบบการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรทำนายหลายระดับ ที่มีต่อตัวแปรตาม ซึ่งตัวแปรทำนายมีโครงสร้างเป็นระดับลดหลั่น อย่างน้อย 2 ระดับ โดยตัวแปรทำนายและตัวแปรตามที่อยู่ระดับล่างต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับอิทธิพลร่วมกันจากตัวแปรทำนายที่อยู่ระดับบน

แบบสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า หมายถึง แบบสอบที่มีการตรวจให้คะแนนรายข้อมากกว่า 2 ค่า เช่น มาตรประมาณค่า (Rating Scale) การตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (Partial Credit) การตรวจให้คะแนนแบบลำดับขั้นของรายการหลายคำตอบ (Ordered – response categories)

การวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบพหุระดับ หมายถึง การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบหรือข้อคำถามที่คำนึงถึงลักษณะของข้อมูลว่าเป็นระดับลดหลั่น โดยในระดับที่ 1 เป็นระดับของข้อสอบหรือข้อคำถาม ระดับที่ 2 เป็นระดับของผู้สอบ ซึ่งใช้การวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นตรงทั่วไประดับลดหลั่น โดยในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ในระดับที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ ระดับที่ 2 เป็นการนำตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบมาทำนายผลการตอบข้อคำถามของผู้สอบ

ตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบหรือตัวแปรระดับผู้สอบ หมายถึง ตัวแปรทำนายผลการตอบข้อคำถามของนักเรียน ซึ่งแสดงคุณลักษณะภายในของผู้สอบ ได้แก่ เพศ การรับรู้ความ

คาดหวังของผู้ปกครอง การสนับสนุนทางสังคม การเตรียมตัวสอบ กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง หมายถึง การที่ผู้ปกครองต้องการให้นักเรียนได้มีโอกาส ได้เรียนรู้สูงสุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้นักเรียนมีอาชีพและสถานภาพทางสังคมเป็นที่ยอมรับของสังคม โดยเฉพาะเรื่องของการกำหนดระดับการศึกษาของนักเรียนในอนาคต ซึ่งวัดได้จากแบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ความคาดหวังด้านพฤติกรรมการเรียน ความคาดหวังด้านผลการเรียน และความคาดหวังด้านการนำความรู้มาใช้

การสนับสนุนทางสังคม หมายถึง การที่บุคคลได้รับความรัก ความเอาใจใส่ การมองเห็นคุณค่า ได้รับการยกย่อง มีความผูกพันซึ่งกันและกัน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จาก แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ การสนับสนุนจากผู้ปกครอง การสนับสนุนจากครูอาจารย์ และการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้น

การเตรียมตัวสอบ หมายถึง การเตรียมตัวก่อนสอบ การเตรียมตัวในวันสอบ และการเตรียมตัวก่อนเข้าสอบ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดการเตรียมตัวสอบ จำนวน 24 ข้อแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเตรียมตัวก่อนสอบ การเตรียมตัวในวันสอบ และการเตรียมตัวก่อนเข้าสอบ

กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ หมายถึง วิธีการที่นักเรียนใช้เพื่อช่วยหาคำตอบมาตอบข้อสอบโดยไม่มีความผิดพลาดและทันเวลา ซึ่งวัดได้จากแบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ จำนวน 19 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ กลยุทธ์ในการใช้เวลา กลยุทธ์ในการลดความผิดพลาด และกลยุทธ์ในการหาคำตอบ

เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ แสดงออกในรูปของความพึงพอใจ เห็นด้วย สนับสนุน ไม่เห็นด้วย หรือไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ วัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกถึงความปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ วัดได้จากแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยครอบคลุมองค์ประกอบของความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความกังวลในวันสอบ ความกังวลในขณะสอบ สภาวะทางอารมณ์ในวันสอบ และสภาวะทางอารมณ์ในขณะสอบ

การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) หมายถึง การที่ข้อสอบทำให้ผู้สอบต่างกลุ่มกันที่มีความสามารถหรือคุณลักษณะที่มุ่งวัดเท่ากัน มีโอกาสในการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามได้ต่างกัน โดยในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มผู้สอบแบ่งเป็นเพศหญิงกับเพศชาย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อความรู้เกี่ยวกับพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ จากการวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Linear Model ด้วยโปรแกรม HLM และการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วย Partial Credit Model และ Graded Response Model

2. ได้ทราบถึงอิทธิพลของตัวแปรคุณลักษณะของผู้เรียนต่อโอกาสการตอบข้อคำถาม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผน กำหนดแนวทางเพื่อส่งเสริมหรือลดอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

3. ได้ทราบผลของการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ระหว่างการวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Linear Model, Partial Credit Model และ Graded Response Model เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้วิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

4. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ได้ทราบสารสนเทศจากผลการวิจัยไปใช้ในการกำหนดนโยบายในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

5. ทำให้ได้แนวทางที่จะช่วยให้ผู้ที่ใช้เครื่องมือวัดทางจิตวิทยา ได้ตระหนักถึงวิธีการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง เกิดสารสนเทศในอันที่จะนำไปสู่การวางแผนการศึกษา เพื่อยกระดับมาตรฐานการจัดการศึกษาของชาติต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อคำถามโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า การวิเคราะห์ข้อคำถามโดยใช้โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่นสำหรับการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า และการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ โดยแบ่งเป็น 6 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความวิตกกังวลในการการสอบคณิตศาสตร์ แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ตัวแปรและแบบวัดที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วยพาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล และงานวิจัยเกี่ยวกับพาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล

ตอนที่ 3 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับ การใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของข้อคำถามด้วยโมเดลระดับลดหลั่น

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ วิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ และแนวคิดเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

ตอนที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อคำถามและการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความวิตกกังวลในการการสอบคณิตศาสตร์ แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ตัวแปรและแบบวัดที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

ความวิตกกังวลในการเรียนและการสอบคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หากได้ทำการศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเรียนและการสอบ ก็จะมีส่วนช่วยในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนไม่มีความวิตกกังวล ในส่วนนี้จะนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับความวิตกกังวลในการเรียนและการสอบคณิตศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในการเรียนและการสอบคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

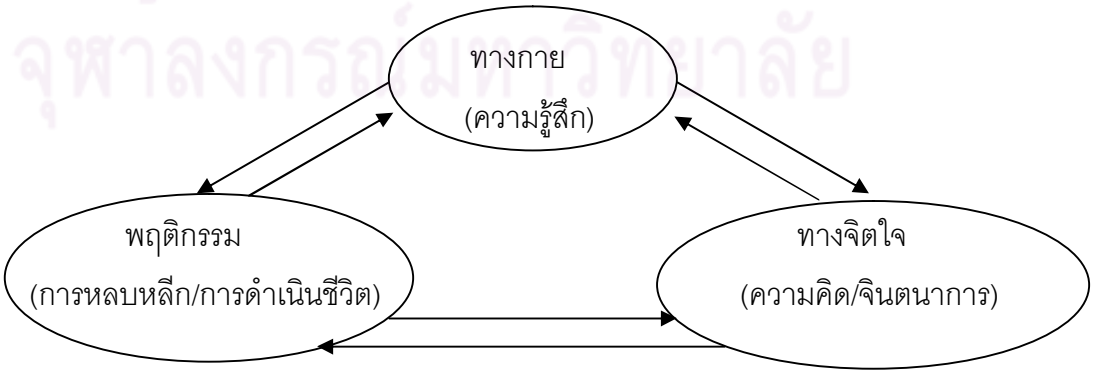
1.1 แนวคิดเกี่ยวกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์และแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

1.1.1 ความหมายของความวิตกกังวล

ความวิตกกังวลเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการเรียนรู้ เป็นลักษณะอย่างหนึ่งของผู้เรียน มีผู้กล่าวถึงความหมายของความวิตกกังวลแตกต่างกันไปหลายแนวทาง ดังนี้

Jonosik (1994) กล่าวว่า ความวิตกกังวลเป็นความรู้สึกหวั่นไหว ไม่แน่ใจ และรู้สึกถึงอันตรายที่ใกล้เข้ามา อาจมีสาเหตุมาจากการไม่ได้รับการยอมรับ การพลัดพราก การสูญเสียความรักและการกลัวถูกลงโทษ

Lang (1968 อ้างถึงใน Powell และ Enright, 1989) กล่าวว่า ความวิตกกังวลประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ซึ่งสามารถบรรยายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ทั้งยังสามารถเข้าใจความหมายของความวิตกกังวลได้อีกด้วย ดังแสดงได้ดังภาพ 2.1



ภาพ 2.1 รูปแบบของความวิตกกังวล

จากภาพจะเห็นว่า ความวิตกกังวลเป็นโครงสร้างของการคิด เช่น ความกลัว โครงสร้างทางกายหรือความรู้สึก เช่น การเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ การมีเหงื่อออก ความเครียด หรือเกี่ยวกับพฤติกรรมที่แสดงออก เช่น การหลีกหนีจากสถานการณ์ที่ประสบอยู่

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความวิตกกังวลเป็นสภาวะอารมณ์ที่ไม่เป็นปกติ มีความเครียด หวาดกลัว โดยไม่ทราบสาเหตุแน่นอน มีความต้องการหลีกหนีจากสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่

ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์นั้น นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญและสนใจศึกษาในเรื่องของความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ ได้มีการให้ความหมายของความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Martinez และ Martines (1996) กล่าวว่า ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ซับซ้อน มีลักษณะไม่ตรงตรงมา ไม่เป็นลำดับ ไม่เป็นเหตุ – ผล เชิงเดี่ยว โดยจะมีสาเหตุหลายสาเหตุและมีผลกระทบหลายด้าน บุคคลที่มีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ บางคนอาจจะไม่แสดงพฤติกรรมออกมา แต่บางคนจะแสดงความรู้สึกออกมา

Gresham (2007) กล่าวว่า ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกหมดหนทาง เกิดความเครียด หรือความตื่นตกใจ เมื่อถามคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

Bursal และ Paznokas (2006) และ Gresham (2004 อ้างถึงใน Gresham 2007) กล่าวว่า การขาดความเข้าใจในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ และ ความกลัวโดยปราศจากเหตุผลในคณิตศาสตร์ จะทำให้หลีกเหลี่ยง ไม่สนใจคณิตศาสตร์

ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นสาเหตุให้มีความไม่สะดวกในการที่จะแก้ปัญหาหรือทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งจะแสดงออกมาด้วยความไม่มั่นใจในตนเองและสามารถทำให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อคณิตศาสตร์อีกด้วย (Burn, 1998; Zettle และ Raines, 2002)

จากที่กล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์เป็นสภาวะทางจิตใจและอารมณ์ของบุคคลที่มีอิทธิพลต่อความเครียด ความกลัว และการขาดความมั่นใจในตนเอง เมื่อต้องพบหรือต้องแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลเป็นความกลัวที่ผู้เรียนมีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1.1.2 ประเภทของความวิตกกังวล

Spielberger (1972) ได้แบ่งความวิตกกังวลออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ความวิตกกังวลต่อสภาพการณ์ (State Anxiety) เป็นความวิตกกังวลที่เกิดขึ้นเมื่อมีสถานการณ์เฉพาะอย่าง โดยจะเกิดขึ้นทันทีทันใด เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความไม่พอใจ หรือทำให้เกิดอันตราย ต่อบุคคล มีผลทำให้เกิดพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น ในช่วงเวลาที่ถูกกระตุ้น

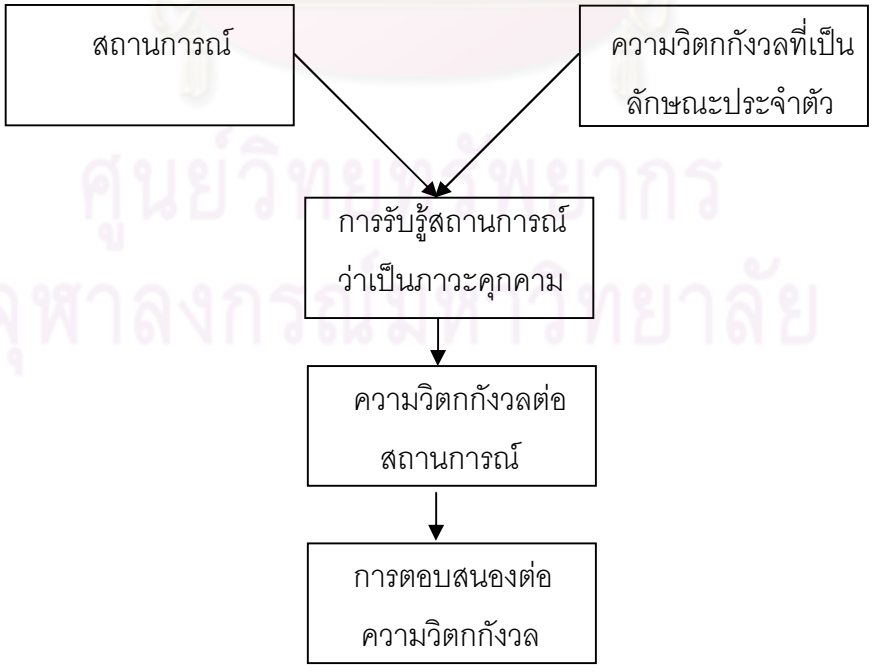
ส่งผลให้บุคคลเกิดความตึงเครียด กระวนกระวาย มีการตื่นตัวของระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งความรุนแรงที่แสดงออกต่อสภาวะดังกล่าวจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

2. ความวิตกกังวลที่เป็นลักษณะประจำตัว (Trait Anxiety) เป็นความวิตกกังวลที่มีอยู่ในตัวของแต่ละบุคคล เป็นลักษณะประจำตัวและมีลักษณะค่อนข้างคงที่ ความวิตกกังวลที่เป็นลักษณะประจำตัวนี้จะไม่ปรากฏออกมาเป็นพฤติกรรมโดยตรง แต่จะเป็นตัวเสริมของความวิตกกังวลต่อสภาพการณ์ คือ เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความไม่พอใจ บุคคลที่มีความวิตกกังวลที่มีลักษณะประจำตัวสูงจะมีแนวโน้มในการรับรู้ต่อสิ่งเร้าที่ทำให้ไม่พอใจ หรือทำให้เกิดอันตรายได้เร็วกว่าบุคคลที่มีความวิตกกังวลที่เป็นลักษณะประจำตัวต่ำ

โดยสรุป ความวิตกกังวลต่อสภาพการณ์จะมีลักษณะเกิดขึ้นเฉพาะสถานการณ์ คือจะเกิดขึ้นเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่คุกคาม และเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว แต่ความวิตกกังวลที่เป็นลักษณะประจำตัวของบุคคลที่มีแนวโน้มที่จะเกิดความวิตกกังวล ซึ่งเป็นลักษณะของบุคลิกภาพที่ฝังแน่นของแต่ละบุคคล

1.1.3 กลไกของการเกิดความวิตกกังวล

Endler และ Ewards (1982) อธิบายว่า เมื่อบุคคลและสิ่งแวดล้อมมีปฏิสัมพันธ์กัน บุคคลจะประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นว่าเป็นภาวะคุกคามหรือไม่ และมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อความวิตกกังวลตามภาพ 2.2



ภาพ 2.2 กลไกการเกิดความวิตกกังวล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.4 องค์ประกอบของความวิตกกังวลในการสอบ

Liebert และ Morris (1973) แบ่งองค์ประกอบของความวิตกกังวลที่เกิดเนื่องจากสถานการณ์ออกเป็น 2 องค์ประกอบ สรุปได้ดังนี้

1. ความกังวล (Worry) คือ ความกังวลในทางลบเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง สิ่งที่คาดหวัง สถานการณ์แวดล้อมตัว และผลที่เกิดจากการปฏิบัติ

2. สภาวะทางอารมณ์ (Emotionality) คือ การรับรู้ประสบการณ์เกี่ยวกับความวิตกกังวลของบุคคล แล้วแสดงออกทางด้านร่างกายและจิตใจอย่างอัตโนมัติ เช่น ความรู้สึกกระสับกระส่าย หัวใจเต้นแรง เหงื่อออกมาก และมีความเครียด เป็นต้น

1.1.5 แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ จำนวน 39 ข้อ โดยนำแนวคิดของ Liebert และ Morris (1973) มาเป็นแนวคิดในการสร้างข้อคำถาม โดยถามคำถามใน 2 องค์ประกอบ คือ ความกังวล และสภาวะทางอารมณ์ ความกังวล คือ ความกังวลในทางลบเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง สิ่งที่คาดหวัง สถานการณ์แวดล้อมตัว และผลที่เกิดจากการปฏิบัติ ซึ่งเป็นสภาวะทางจิตใจไม่แสดงออกมาทางกาย ความกังวลถามใน 2 ช่วง คือ ความกังวลก่อนสอบ กับความกังวลในขณะสอบ สภาวะทางอารมณ์ คือ การรับรู้ประสบการณ์เกี่ยวกับความวิตกกังวลของบุคคล แล้วแสดงออกทางด้านร่างกายและจิตใจอย่างอัตโนมัติ เช่น หัวใจเต้นแรง เหงื่อออกมาก เป็นต้น สภาวะทางอารมณ์ถาม 2 ช่วงเช่นกัน คือ สภาวะทางอารมณ์ก่อนสอบกับ สภาวะทางอารมณ์ในขณะสอบ ว่านักเรียนมีพฤติกรรมในระดับใด แบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบวัดที่สร้างขึ้นโดย Prieto และ Delgado (2007), รังรอง งามศิริ (2540) และอนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

แบบวัดของ Prieto และ Delgado มีจำนวน 18 ข้อ วัดเกี่ยวกับการแสดงออกทางกาย ทางจิตใจ ความเชื่อ และพฤติกรรมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ในการวัดครั้งแรกเป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 6 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ค่อนข้างเห็นด้วย เห็นด้วยเล็กน้อย ไม่เห็นด้วยเล็กน้อย ค่อนข้างไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง การวัดครั้งที่ 2 เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 4 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ค่อนข้างเห็นด้วย ค่อนข้างไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

แบบวัดของรังรอง งามศิริ มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 10 ท่าน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 234 คน ได้ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ 0.95 แบบวัดนี้จำนวน 52 ข้อ

แบบวัดของ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 5 ท่าน จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วนำมาปรับและนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้ค่าความเที่ยง 0.90 แบบวัดนี้จำนวน 20 ข้อ

ตัวอย่างแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ความกังวลก่อนสอบ						
0	ฉันกลัวการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
0	ฉันคาดว่าจะได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์น้อย					
ความกังวลในขณะสอบ						
0	ฉันรู้สึกอยากจะร้องไห้ ขณะทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
0	ฉันเกิดความสับสนในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
สภาวะอารมณ์ก่อนสอบ						
0	ฉันหงุดหงิดเมื่อจะสอบวิชาคณิตศาสตร์					
0	ฉันมักจะฉุนเฉียว ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์					
สภาวะทางอารมณ์ในขณะสอบ						
0	มือของฉันเย็น เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
0	ฉันปวดท้อง เมื่อฉันทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					

1.2 ตัวแปรและแบบวัดที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

ตัวแปรและแบบวัดที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ตัวแปรเพศ การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง การสนับสนุนทางสังคม การเตรียมตัวสอบ กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ รายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.1 เพศ

Nasser และ Takahashi (1996) ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันกับการทดสอบที่มีโครงสร้าง ทำการศึกษากับนักเรียนชาย 226 คน นักเรียนหญิง 195

คน โดยโครงสร้างของแบบสอบใช้แบบสอบของซาราสัน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนหญิงมีความวิตกกังวลในการสอบมากกว่านักเรียนชาย ในเรื่องเกี่ยวกับ ความกังวล ความเครียด ความไม่สนใจร่างกาย

Hendershot (2000) ศึกษาเรื่องความแตกต่างของเจตคติระหว่างนักศึกษาชายกับนักศึกษาหญิงในวิทยาลัยและความสัมพันธ์กับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์: กรณีศึกษา โดยทำการศึกษานักศึกษาชาย 50 คนและนักศึกษาหญิง 50 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสำรวจเกี่ยวกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาชายกับนักศึกษาหญิงมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดเกี่ยวกับการรับรู้การสอนของครูคณิตศาสตร์ และระดับของความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยนักศึกษาหญิงมีระดับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์มากกว่านักศึกษาชาย

Zettle และ Raines (2000) ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลในการสอบกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษากับนักศึกษามหาวิทยาลัย จำนวน 191 คน เป็นนักศึกษาชาย 57 คน นักศึกษาหญิง 134 คน เฉลี่ยอายุของนักศึกษา คือ 24.7 ปี เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสำรวจความวิตกกังวลในการสอบและความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ แบบสำรวจภูมิหลังของนักศึกษา ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาหญิงมีระดับความวิตกกังวลเกี่ยวกับการสอบและความวิตกกังวลเกี่ยวกับการสอบคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงกว่านักศึกษาชาย

Frenzel (2007) ศึกษาเรื่อง เพศหญิงและคณิตศาสตร์ – ประเด็นสิ้นหวังหรือไม่ ? โดยศึกษานักเรียนเกรดห้า เป็นนักเรียนชาย 1,036 คน นักเรียนหญิง 1,017 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ผลการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีผลการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนหญิงมีความสุขและความภูมิใจน้อยกว่านักเรียนชายเล็กน้อย แต่มีความวิตกกังวล สิ้นหวังและความละอายใจเป็นอย่างมาก การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนหญิงเชื่อว่า ตนเองมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ

Miller และ Bichsel (2004) ได้ศึกษาเรื่องความวิตกกังวล ความระลึกเกี่ยวกับการทำงาน เพศ และผลการเรียนคณิตศาสตร์ โดยได้ทำการศึกษากับนักศึกษาในวิทยาลัย 42 แห่ง เป็นนักศึกษาชาย 38 คน นักศึกษาหญิง 62 คน อายุระหว่าง 18 ถึง 66 ปี เครื่องมือทีใช้เป็นแบบประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ แบบประเมินความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แบบประเมินความระลึกเกี่ยวกับการทำงาน ผลการศึกษา พบว่า เพศหญิงมีระดับความวิตกกังวลมากกว่าเพศ

ชาย โดยมีความเฉลี่ยความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ 212.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.86 ในขณะที่เพศชายมีความเฉลี่ยความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ 180.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.94

Lucas และ Fugitt (2007) พบว่า นักเรียนหญิงจะรับรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ยากกว่านักเรียนชายในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้งยังพบว่า นักเรียนชายจะสนใจคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง และรับรู้ว่าตนเองมีความสามารถมากกว่านักเรียนหญิง นักเรียนชายมีความคาดหวังที่จะประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ตลอดเวลา ในขณะที่นักเรียนหญิงมีความคาดหวังของที่จะประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ไม่คงที่

Ghee และ Khoury (2008) ศึกษาเรื่องความรู้สึกเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์: การศึกษาโรงเรียนคาทอลิก โดยทำการศึกษานักเรียนชั้นประถมศึกษาที่เป็นโรงเรียนคาทอลิกจำนวน 1,368 คน ประกอบด้วยนักเรียนเกรด 4 จำนวน 547 คน นักเรียนเกรด 5 จำนวน 242 คน นักเรียนเกรด 6 จำนวน 579 คน ซึ่งเป็นนักเรียนหญิง 716 คน นักเรียนชาย 652 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามเกี่ยวกับการเรียน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนชายจะมีระดับความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์น้อยกว่านักเรียนหญิง

Van Dam และคณะ (2008) ศึกษาเรื่อง ความลำเลียงด้านเพศในการศึกษาข้อสอบ 16 ข้อ: การประยุกต์ใช้การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบที่ตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า โดยศึกษากับนักศึกษาปริญญาตรีที่เป็นอาสาสมัคร ตอบแบบสอบถามจำนวน 16 ข้อ ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาหญิงแสดงระดับของความวิตกกังวลสูงกว่านักศึกษาชาย

จากงานวิจัยข้างต้น จะเห็นว่า ตัวแปรเพศมีความสัมพันธ์กับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยเพศหญิงจะมีความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์มากกว่าเพศชาย

1.2.2 การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง

1) ความหมายของการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง

เกษม วัฒนชัย (2539) กล่าวว่า ประเทศในกลุ่มเอเชียจะให้ความสำคัญกับการศึกษาสูงมาก ดังนั้นผู้ปกครองที่คาดหวังในตัวบุตรสูงจะถ่ายทอดความเชื่อและค่านิยมที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาไปยังบุตร โดยที่บุตรจะได้รับค่านิยม ความเชื่อ และรับรู้ความต้องการ ความคาดหวังของผู้ปกครองว่าต้องการให้บุตรตั้งใจเรียน มีความพยายามในการเรียน มีความประพฤติเหมาะสม สอดคล้องกับ Scarpello (2007) ที่พบว่า ผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อการเรียนของบุตร

เนื่องจากผู้ปกครองมีความคาดหวังให้บุตรได้ประกอบอาชีพที่ดีในอนาคต จึงมีผลทำให้บุตรเกิดความวิตกกังวลในการสอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคาดหวังของผู้ปกครองที่มีต่อการเรียนนั้น ผู้ปกครองต้องการให้นักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนรู้สูงสุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้นักเรียนมีอาชีพและสถานภาพทางสังคมเป็นที่ยอมรับของสังคม โดยเฉพาะเรื่องของการกำหนดระดับการศึกษาของนักเรียนในอนาคต

2) งานวิจัยที่เกี่ยวกับการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง

Johnson และคณะ (2006) ศึกษาเรื่อง ครอบครัวและนักเรียนพร้อมที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยศึกษานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,342 คนและครอบครัว 1,379 ครอบครัว เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์ โดยการสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ และทำสนทนากลุ่ม ผลการศึกษา พบว่า ผู้ปกครองให้ความเห็นกับโรงเรียนเป็นอย่างดีในเรื่องของการเรียนต่อในระดับมัธยมศึกษา และผู้ปกครองมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งหวังให้บุตรหลานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองวิชาสูงขึ้น เพื่ออนาคตที่ดีเกี่ยวกับอาชีพต่อไป

3) แบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง

แบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ความคาดหวังด้านพฤติกรรมการเรียน จำนวน 10 ข้อ ความคาดหวังด้านผลการเรียน จำนวน 5 ข้อ และความคาดหวังด้านการนำความรู้มาใช้ 5 ข้อ รวม 25 ข้อ โดยเป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากแบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองของรังรอง งามศิริ (2540) และอนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

แบบวัดของรังรอง งามศิริ มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 7 ท่าน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 234 คน ได้ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ 0.97 แบบวัดนี้จำนวน 27 ข้อ

แบบวัดของ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 5 ท่าน จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากนั้นนำมาปรับและนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้ค่าความเที่ยง 0.95 แบบวัดนี้จำนวน 15 ข้อ

ตัวอย่างแบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง

ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ความคาดหวังเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียน						
0	ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ได้เอง					
0	ทบทวนบทเรียนคณิตศาสตร์ทุกวัน					
ความคาดหวังด้านผลการเรียน						
0	มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ดี					
0	สามารถสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์					
ความคาดหวังด้านการนำความรู้ไปใช้						
0	ใช้ทักษะในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง					
0	ใช้เหตุผลในการตอบปัญหาต่าง ๆ ได้					

1.2.3 การสนับสนุนทางสังคม

1) ความหมายของการสนับสนุนทางสังคม

รังรอง งามศิริ (2540) กล่าวว่า การสนับสนุนทางสังคม หมายถึง การที่บุคคลได้รับความรัก ความเอาใจใส่ การมองเห็นคุณค่า ได้รับการยกย่อง มีความผูกพันซึ่งกันและกันตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เช่น การให้คำแนะนำ การให้สิ่งของ การประเมินเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น การให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับอุปกรณ์ เครื่องมือ เวลา และความคิด การให้ข้อมูลข่าวสาร ซึ่งการให้สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ จะมีผลต่อภาวะจิตใจและอารมณ์ คือจะช่วยให้ผู้รับเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจ รู้สึกว่าตนเองมีคุณค่าและเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มหรือสังคม ทำให้สามารถเผชิญกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มากุกคามต่อร่างกายหรือจิตใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการสนับสนุนทางสังคมนี้ จะเกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์ที่มีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างบุคคล

2) ประเภทของการสนับสนุนทางสังคม

House (1981 อ้างถึงใน รังรอง งามศิริ, 2540) กล่าวถึง พฤติกรรมการสนับสนุนทางสังคมว่ามี 4 ลักษณะ คือ

1. การสนับสนุนด้านอารมณ์ (Emotional support) หมายถึง การให้การสนับสนุนโดยการให้การยกย่อง ให้ความรัก ให้ความผูกพัน ให้ความจริงใจ ให้ความเอาใจใส่ ให้ความรู้สึกเห็นอกเห็นใจ และการตั้งใจฟัง

2. การสนับสนุนด้านการประเมิน (Appraisal support) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปประเมินตนเอง

3. การสนับสนุนด้านข้อมูลข่าวสาร (Informational support) หมายถึง การให้คำแนะนำ ให้ข้อเสนอแนะ ให้การแนะแนวทาง และการให้ข้อมูลข่าวสารที่จะสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ได้

4. การสนับสนุนด้านการให้เครื่องมือ สิ่งของ การเงินและแรงงาน (Instrumental support) หมายถึง การให้ความช่วยเหลือโดยตรงต่อความจำเป็นของบุคคลในเรื่องเงิน แรงงาน เวลาและการปรับสภาพแวดล้อม

3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนทางสังคม

Orpen (1996) ศึกษาเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสนับสนุนทางสังคมและความวิตกกังวลในการสอบของนักศึกษาในวิทยาลัย โดยทำการศึกษานักศึกษาปี 1 ในวิทยาลัย จำนวน 121 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบ ซึ่งรวมถึงตัวแปรการสนับสนุนทางสังคมจากทั้งเพื่อนและครอบครัว ผลการศึกษา พบว่า ความวิตกกังวลในการสอบมีความสัมพันธ์กับการสนับสนุนทางสังคมจากเพื่อนและครอบครัว ซึ่งการสนับสนุนทางสังคมสามารถลดความวิตกกังวลในการสอบได้

ความสามารถในการสอบไม่ได้มาจากความสามารถและความรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความคิดในขณะสอบ (Hembress, 1990) เช่น ความมั่นใจในการสอบนั้น ได้มาจากการสนับสนุนทางสังคมจากเพื่อนและครอบครัว (Sarason และ Sarason, 1994)

Hazirlanan และคณะ (2007) ศึกษาเรื่อง ความเครียด ความวิตกกังวลในการสอบ และ การสนับสนุนทางสังคมในนักเรียนที่เตรียมตัวสอบเข้ามหาวิทยาลัยของประเทศตรุกี โดยทำการศึกษานักเรียน 844 คน เป็นนักเรียนชายร้อยละ 56 นักเรียนหญิงร้อยละ 44 เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความเครียด แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบ แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่มีความเครียดจะมีระดับความวิตกกังวลในการสอบสูง นักเรียนที่มีความเครียดและความวิตกกังวลในการสอบในระดับต่ำจะมาจากนักเรียนที่ได้รับการสนับสนุนจากทั้งเพื่อน ครอบครัวและครู

จากงานวิจัยที่กล่าวข้างต้น จะเห็นว่าการสนับสนุนจากทั้งครู เพื่อนและผู้ปกครองจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความวิตกกังวลในการสอบลดลง

4) แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม

แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ การสนับสนุนจากผู้ปกครอง จำนวน 14 ข้อ การสนับสนุนจากครู อาจารย์ จำนวน 14 ข้อ และการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้น จำนวน 14 ข้อ รวม 42 ข้อ โดยเป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด

มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากแบบวัดการสนับสนุนทางสังคมของรังรอง งามศิริ (2540) และอนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

แบบวัดของรังรอง งามศิริ (2540) มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 7 ท่าน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 234 คน ได้ค่าความเที่ยงด้านการสนับสนุนจากผู้ปกครอง 0.96 ความเที่ยงด้านการสนับสนุนจากครูอาจารย์ 0.94 และความเที่ยงด้านการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้น 0.96 แบบวัดนี้จำนวน 31 ข้อ

แบบวัดของ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546) มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 5 ท่าน จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากนั้นนำมาปรับและนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้ค่าความเที่ยงด้านการสนับสนุนจากผู้ปกครอง 0.86 ความเที่ยงด้านการสนับสนุนจากครูอาจารย์ 0.86 และความเที่ยงด้านการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้น 0.88 ค่าความเที่ยงรวมทั้งฉบับ 0.95 แบบวัดนี้จำนวน 30 ข้อ

ตัวอย่างแบบวัดการสนับสนุนทางสังคม

ข้อ	ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
การสนับสนุนจากผู้ปกครอง						
0	ให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
0	ช่วยแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
การสนับสนุนจากครู อาจารย์						
0	จะอธิบายหรือแนะนำฉัน เมื่อฉันไม่เข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนในวิชาคณิตศาสตร์					
0	จัดหาอุปกรณ์การเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์					
การสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้นเรียน						
0	ได้รับคำชมจากเพื่อน เมื่อฉันสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนดี					
0	ปลอบใจ เมื่อฉันผิดหวังจากการสอบวิชาคณิตศาสตร์					

1.2.4 การเตรียมตัวสอบ

1) ช่วงการเตรียมตัวสอบ

Pauk (1974) กล่าวถึง การเตรียมตัวสอบ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ

1. ก่อนการสอบ จะต้องมีการเตรียมการสอบ ดังนี้

1.1 การจดบันทึกย่อในชั้นเรียน โดยพยายามหาคำสำคัญหรือประโยคที่เป็นใจความหลักที่อาจารย์พูดให้ได้ โดยจดบันทึกย่อทุกครั้งที่เรียน ในปลายภาคเรียน จะมีสมุดย่อคำบรรยายของอาจารย์

1.2 ตำราเรียน ควรมีการทำสัญลักษณ์ เพื่อเวลากลับมาทบทวนจะทำให้ใช้เวลาในการทบทวนน้อยลง

1.3 การลืมและการจำ ควรมีการศึกษาเรื่องที่จะสอบให้เป็นปัจจุบัน เพื่อป้องกันการลืม และจะได้ทำความเข้าใจกับเรื่องนั้น ๆ ด้วย

1.4 การจัดการที่ดี หากมีการจัดการที่ดี เกี่ยวกับการจดคำบรรยายของอาจารย์ การทำสัญลักษณ์ในตำราเรียน หรือทบทวนสิ่งที่เรียนตลอดเวลา จะทำให้การสอบเป็นเรื่องปกติ โดยจะสามารถทำข้อสอบได้

2. ระหว่างการสอบ หากมีการเตรียมตัวที่ดีในขั้นก่อนหน้านี้ ก็จะทำให้มั่นใจว่าจะต้องสอบได้แน่นอน แต่ก็ควรระลึกสิ่งที่ควรปฏิบัติในขณะสอบเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

2.1 สภาวะทางกายและทางอารมณ์ ก่อนการสอบต้องมีการพักผ่อนที่เพียงพอ และต้องมีความมั่นใจว่าจะต้องทำข้อสอบได้ หากพักผ่อนไม่เพียงพอและไม่สามารถควบคุมอารมณ์ของตนเองได้ จะทำให้ทำข้อสอบได้ไม่ดี

2.2 หลีกเลี่ยงความตกใจ เมื่อเห็นข้อสอบต้องมีสมาธิกับข้อสอบ พยายามคิดหาคำตอบอย่างช้า ๆ ไม่ต้องตกใจ

2.3 เจตคติต่อการสอบ เจตคติต่อการสอบจะมีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการสอบ คือ ควรจะมีเจตคติเชิงบวกต่อการสอบ จึงจะทำให้การสอบประสบความสำเร็จ

2.4 คืนก่อนการสอบ ควรพักผ่อนให้เพียงพอ

2.5 เช้าวันสอบ ควรกำหนดเวลาในการตื่นนอน ไม่ควรเร่งรีบ มีการออกกำลังกายเล็กน้อย อ่านสมุดจดบันทึกสรุปอย่างคร่าว ๆ เพื่อทำความเข้าใจอีกครั้ง

2.6 ห้องสอบ หาที่นั่งที่สะดวกสบาย ที่ ๆ มีแสงสว่างเพียงพอ ไม่มีสิ่งใดรบกวนขณะทำข้อสอบ

2.7 ขณะทำการสอบ ควรหายใจลึก ๆ ทำใจสบาย ๆ คิดช้า ๆ อย่างรอบคอบ

อุทุมพร จามรมาน (2538) ได้เสนอวิธีการเตรียมตัวก่อนสอบที่จะช่วยให้ผู้สอบได้ใช้ความสามารถที่มีอยู่ให้มากที่สุดในการทำข้อสอบ โดยแบ่งเป็นการเตรียมตัวก่อนสอบและการเตรียมตัวระหว่างการสอบ ดังนี้

1. การเตรียมตัวก่อนสอบ เมื่อรู้กำหนดตารางสอบ ควรรวบรวมสมุดจดคำบรรยายและหนังสือสำหรับแต่ละวิชาแล้วอ่านทบทวนทุกวัน ศึกษาในเรื่องที่ควรรู้ เนื้อหาส่วนใดที่ไม่เข้าใจควรปรึกษาอาจารย์หรือเพื่อนที่เข้าใจ ในระหว่างการอ่านหนังสือเพื่อเตรียมตัวสอบ ควรมีการตั้งคำถามแล้วพยายามตอบคำถามวยตนเอง หรือหาข้อสอบเก่ามาทดลองทำ เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับแนวคำถามของข้อสอบ ในขณะที่อ่านทบทวนความมีสมาธิเอาใจจดจ่อกับสิ่งที่อ่าน พยายามตั้งใจอ่านหนังสือ ถ้าเป็นบุคคลที่สมาธิถูกรบกวนได้ง่าย ควรจัดสิ่งแวดล้อมให้ปราศจากสิ่งที่มารบกวนสมาธิและเลือกใช้เวลาในการอ่านทบทวนที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้มีสมาธิมากขึ้น ในขณะเดียวกัน ก็จะต้องควบคุมอารมณ์กับเรื่องที่ติดค้างอยู่ในความคิด ถ้ายังมีเรื่องที่ติดค้างอยู่ในความคิด ก็จะสามารถตั้งสมาธิไม่ให้ฟุ้งซ่านได้ ควรเปลี่ยนเวลาในการอ่านทบทวนไปในช่วงเวลาที่มีอารมณ์แจ่มใส นอกจากนี้สิ่งสำคัญประการหนึ่ง คือ การพยายามสร้างเจตคติที่ดีต่อการสอบ โดยการพิจารณาให้เห็นประโยชน์ของการสอบ ว่าเป็นการช่วยให้เกิดการขวนขวายหาความรู้ ช่วยให้รู้ระดับความสามารถ และจุดบกพร่องของตนเองที่จะนำมาแก้ไขปรับปรุงตนเองได้ และลดความหวาดกลัวตนเองว่าจะทำข้อสอบไม่ได้

2. การเตรียมตัวระหว่างการสอบ ในช่วงเวลาที่ใกล้กับการสอบ จะต้องมีการเตรียมตัวให้พร้อมมากขึ้น ต้องอ่านทบทวนมากขึ้น โดยอย่าหักโหม หรือพยายามยัดเยียดความรู้ในเวลาสั้น ๆ ทบทวนข้อสรุปที่ได้ย่อเนื้อหาสำคัญเอาไว้ ตรวจสอบเนื้อหาที่ย่อไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ พยายามทำความเข้าใจกับหลักเกณฑ์ เนื้อหาสำคัญของแต่ละวิชา และพยายามนึกทบทวนว่าอาจารย์เน้นเนื้อหาอะไรบ้าง พยายามจดบันทึกรายละเอียดที่สำคัญไว้ใต้หัวข้อสำคัญของแต่ละเรื่อง เพื่อเป็นประโยชน์ในการระลึกข้อมูล เพื่อนำมาใช้ตอบข้อสอบ และรักษาสุขภาพให้แข็งแรง โดยเฉพาะคืนก่อนสอบ อย่านอนดึก เพราะจะทำให้อ่อนเพลียในวันรุ่งขึ้นและทำข้อสอบได้ไม่ดีเท่าที่ควร

2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมตัวสอบ

Loulou (1995,1997) ทำการศึกษาเรื่อง วิธีการเรียนและการเตรียมตัวสอบในวิทยาลัย ผลการศึกษา พบว่า วิธีที่จะช่วยในการเตรียมตัวสอบสำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบข้อสอบแบบบรรยายและข้อสอบประเภทอื่น ๆ ได้แก่ การจัดการที่ดี การวางแผน และการบริหารจัดการเวลา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการทำข้อสอบ การลดความวิตก

กังวลในการทำข้อสอบ จะสามารถทำข้อสอบได้ดี การเตรียมตัวสอบ เช่น การจดบันทึกย่อโดยใช้บัตร การขีดเส้นข้อความสำคัญ การติวกับเพื่อนก่อนสอบ ในวันสอบ นักเรียนควรไปโรงเรียนแต่เช้าและเตรียมอุปกรณ์การสอบให้พร้อม ตั้งใจอ่านคำสั่งและอ่านข้อสอบอย่างคร่าว ๆ ก่อนประมาณเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อ

3) แบบวัดการเตรียมตัวสอบ

แบบวัดการเตรียมตัวสอบ จำนวน 24 ข้อ คือ ด้านการเตรียมตัวก่อนสอบ 12 ข้อ ด้านการเตรียมตัวในวันสอบ 5 ข้อและการเตรียมตัวก่อนเข้าสอบ 7 ข้อ แบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ บ่อยมาก บ่อย ปานกลาง นาน ๆ ครั้ง และไม่เคย ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นโดย รังรอง งามศิริ (2540) และ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

แบบวัดของรังรอง งามศิริ (2540) มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำ แบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 7 ท่าน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 234 คน ได้ค่าความเที่ยงด้านการเตรียมตัวก่อนสอบ 0.84 ความเที่ยง ด้านการเตรียมตัวในวันสอบ 0.77 ความเที่ยงด้านการเตรียมตัวก่อนเข้าสอบ0.86 และความเที่ยงรวม ทั้งฉบับ 0.92 แบบวัดนี้จำนวน 26 ข้อ

แบบวัดของ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546) มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 5 ท่าน จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากนั้นนำมาปรับและนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้ค่าความเที่ยง 0.87 แบบวัดนี้จำนวน 15 ข้อ

ตัวอย่างแบบวัดการเตรียมตัวสอบ

ข้อ	ข้อความ	บ่อยมาก	บ่อย	ปานกลาง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
การเตรียมตัวก่อนสอบ						
0	สรุปเนื้อหาสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์					
0	ทบทวนบทเรียนที่เรียนในแต่ละวันตลอดภาคการศึกษา					
การเตรียมตัวในวันสอบ						
0	ทำจิตใจให้แจ่มในเบิกบานในวันสอบ					
0	ทำจิตใจให้ว่าง เพื่อให้มีสติในการคิดและใช้เหตุผลในการทำข้อสอบ					

ข้อ	ข้อความ	บ่อยมาก	บ่อย	ปานกลาง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
การเตรียมตัวก่อนเข้าสอบ						
0	ควบคุมอารมณ์ไม่ให้ตื่นเต้นก่อนเข้าสอบ					
0	ไปถึงห้องสอบก่อนเวลาสอบ					

1.2.5 กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ

1) หลักการของกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ

Pauk (1974) กล่าวถึง กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ ดังนี้

1. การจดคำบรรยายในห้องเรียน เพื่อให้สามารถระลึกถึงเวลาทบทวนสิ่งที่เรียนไป ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมจดคำบรรยาย คือ ก่อนที่จะจดบรรยายประมาณ 2-3 นาที ควรจะดูว่าเนื้อหา ที่อาจารย์จะบรรยายก่อนหน้านี้ จะสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่อาจารย์จะบรรยายได้อย่างไรบ้าง

1.2 ระหว่างจดคำบรรยาย คือ จดคำบรรยายที่สำคัญ ๆ ของอาจารย์ ความคิดของอาจารย์ โดยไม่ต้องเป็นกังวลกับหัวข้อ รูปแบบอักษร หรือลำดับที่ เพราะจะทำให้สะดุดกับเนื้อหาที่อาจารย์บรรยาย

1.3 หลังจากจดคำบรรยายแล้ว อ่านคำบรรยายเพื่อทดสอบความเข้าใจ พยายามหาข้อสรุป คำสำคัญของสิ่งที่อาจารย์บรรยายในแต่ละครั้ง

2. การทำความเข้าใจกับตำราเรียน มีขั้นตอนดังนี้

2.1 การคิดเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะอ่าน นักจิตวิทยาแนะนำว่า ก่อนที่จะอ่านเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ควรที่จะคิดถึงเรื่องที่จะอ่าน หรือดูสารบัญก่อน เพื่อที่จะทำให้สามารถเข้าใจเรื่องที่อ่านมากยิ่งขึ้น

2.2 การอ่านบทนำ แม้ว่าการอ่านบทนำจะทำให้เสียเวลา แต่จะได้ประโยชน์คุ้มค่า เนื่องจากจะทำให้รู้จุดมุ่งหมายของผู้เขียนว่าต้องการสื่อสารอะไรกับผู้อ่าน

2.3 การเปิดดูบทเรียนทุกบทอย่างเร็ว ๆ เพื่อดูโดยรวมว่าผู้เขียนต้องการสื่อสารอะไรกับผู้อ่าน

2.4 การตั้งคำถาม เมื่ออ่านจบอย่างเร็ว ๆ ควรมีการตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่อ่าน

2.5 การอ่านแต่ละบทอย่างตั้งใจ เพื่อทำความเข้าใจความคิดของผู้เขียน

3. การทำสัญลักษณ์และการจดบันทึกย่อ การทำสัญลักษณ์ในตำราเรียนจะช่วยให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น ทั้งยังมีประโยชน์ในอนาคต หากกลับมาทบทวน ส่วนการจดบันทึกย่อ

จะทำให้มีสมาธิกับบทเรียน เรียนรู้บทเรียนได้เร็วขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา ทั้งยังมีประโยชน์ในอนาคต หากกลับมาทบทวน ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการอ่าน

2) งานวิจัยที่เกี่ยวกับกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ

Peskoff (2000) ทำการศึกษาเรื่อง ความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์กับนักศึกษาในวิทยาลัย : การวิเคราะห์ความสำเร็จของการใช้กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ โดยศึกษานักศึกษาจำนวน 279 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพีชคณิต เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบ ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาที่มีความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ต่ำจะมีกลยุทธ์ในการทำข้อสอบดีกว่านักศึกษาที่มีความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์สูง ทั้งยังพบว่า เพศมีความแตกต่างกันในเรื่องของกลยุทธ์ในการทำข้อสอบอีกด้วย

Carter และคณะ (2005) ได้ศึกษาเรื่อง การเตรียมตัวในวัยรุ่นที่มีความพิการเพื่อการสอบที่มีผลกับการเข้าเรียน โดยใช้กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ ศึกษากับนักเรียนมัธยมปลายที่ทำการสอบโดยนักเรียนเหล่านี้เป็นคนพิการแต่ใช้กลยุทธ์ในการสอบทำให้ผลการสอบสูงขึ้น ทั้งยังสามารถลดอัตราความวิตกกังวลได้อีกด้วย

จะเห็นว่า กลยุทธ์ในการทำข้อสอบจะมีส่วนช่วยลดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ได้ จึงถือว่า กลยุทธ์ในการทำข้อสอบเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

3) แบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ

แบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ จำนวน 19 ข้อ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ กลยุทธ์ในการใช้เวลา จำนวน 7 ข้อ กลยุทธ์ในการลดความผิดพลาด จำนวน 6 ข้อ และกลยุทธ์ในการหาคำตอบ จำนวน 6 ข้อ รวม 19 ข้อ แบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ บ่อยมาก บ่อย ปานกลาง นาน ๆ ครั้ง และไม่เคย ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นโดย รังรอง งามศิริ (2540) และ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

แบบวัดของรังรอง งามศิริ (2540) มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 7 ท่าน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 234 คน ได้ค่าความเที่ยงด้านกลวิธีการใช้เวลา 0.79 ความเที่ยงด้านกลวิธีการลดความผิดพลาด 0.84 ความเที่ยงด้านกลวิธีหาคำตอบ 0.89 และค่าความเที่ยงรวมทั้งฉบับ 0.92 แบบวัดนี้จำนวน 23 ข้อ

แบบวัดของ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546) มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 5 ท่าน จากนั้นนำแบบวัดไป

ทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากนั้นนำมาปรับและนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้ค่าความเที่ยง 0.90 แบบวัดนี้จำนวน 15 ข้อ

ตัวอย่างแบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ

ข้อ	ข้อความ	บ่อยมาก	บ่อย	ปานกลาง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
กลยุทธ์ในการใช้เวลา						
0	ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ					
0	ข้ามไปทำข้อสอบข้ออื่นก่อนเมื่อทำข้อสอบไม่ได้ เพื่อไม่ให้เสียเวลา					
กลยุทธ์ลดความผิดพลาด						
0	ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อสอบก่อนทำข้อสอบ					
0	ปฏิบัติตามคำชี้แจงในข้อสอบ					
กลยุทธ์ในการหาคำตอบ						
0	พยายามอ่านคำถามให้เข้าใจก่อนตอบคำถาม					
0	ให้ความสนใจกับคำสำคัญในประโยคคำถามในขณะอ่านคำถาม					

1.2.6 เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

1) ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

เจตคติ (Attitude) ตามความหมายทางพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน แปลว่า ท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า ความรู้สึกเชื่อ ศรัทธาต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะไปในทางที่ดีหรือไม่ดี ก็ได้ เจตคติยังไม่เป็นพฤติกรรมแต่เป็นตัวการที่จะทำให้เกิดพฤติกรรม

Neale (1969) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ความเชื่อมโยงหรือความไม่เชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ แนวโน้มในการสนับสนุนหรือไม่สนับสนุนกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ความเชื่อว่าคณิตศาสตร์ดีหรือไม่ดี และความเชื่อว่าคณิตศาสตร์มีหรือไม่มีประโยชน์

โดยสรุป เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์แสดงออกในรูปของความพึงพอใจ เห็นด้วย สนับสนุน ไม่เห็นด้วย หรือไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์

2) **ลักษณะของเจตคติ**

กฤษณา ศักดิ์ศรี (2530) กล่าวถึงเจตคติ สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ มิได้เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด เมื่อเกิดการเรียนรู้ย่อมจะมีความรู้สึกและความเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้นั้น ๆ

2. เจตคติเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ มิใช่ว่าคนเราชอบหรือเกลียดอะไรแล้วจะต้องชอบหรือเกลียดไปตลอด ถ้าสภาพแวดล้อม สถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป เจตคติของบุคคลจะเปลี่ยนแปลงไปได้

3. เจตคติเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมทั้งภายในและภายนอก เพราะสามารถทราบได้ว่าบุคคลใดมีเจตคติในทางยอมรับหรือไม่ยอมรับ โดยการสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลนั้นแสดงอาจแสดงด้วยคำพูดหรือด้วยสีหน้า ท่าทาง

4. เจตคติเป็นสิ่งที่ซับซ้อน เพราะเจตคติขึ้นอยู่กับหลายประการ เช่น ประสบการณ์ การรับรู้ ความรู้สึก ความคิดเห็น อารมณ์ สิ่งแวดล้อม

5. เจตคติเกิดจากการเลียนแบบ เพราะเจตคติสามารถถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น ๆ ได้

6. ทิศทางของเจตคติมี 2 ทิศทาง คือ สนับสนุน หรือ ต่อต้าน

7. เจตคติอาจเกิดขึ้นจากความมีจิตสำนึกหรือจากจิตไร้สำนึก คือ เมื่อบุคคลเรียนรู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับอะไรก็จะมีจิตสำนึกบริบูรณ์ เพราะได้สังเกตเห็น คิดพิจารณา หาเหตุผล วิเคราะห์จนแน่ใจว่าถูกหรือผิด ควรหรือไม่ควร ดีหรือเลว เจตคติที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ เรียกว่าเจตคติเกิดจากจิตสำนึก

8. เจตคติมีลักษณะคงทนถาวรพอสมควร เพราะกว่าบุคคลจะมีเจตคติต่อสิ่งใด ต้องใช้เวลานาน ใช้ความคิดลึกซึ้ง พิจารณาละเอียดรอบคอบ

9. บุคคลแต่ละคนย่อมมีเจตคติต่อบุคคล สถานการณ์สิ่งเดียวกัน แตกต่างกันได้ ทั้งนี้แล้วแต่ประสบการณ์ของบุคคลนั้น

3) องค์ประกอบของเจตคติ

วงพักตร์ ภู่พันธ์ศรีและศิรินันท์ ดำรงผล (2538) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านความคิด ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นลักษณะของการที่สมองรับรู้เกี่ยวกับบุคคล สิ่งของและสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นแล้วจึงเกิดความเข้าใจ ความเชื่อต่อสิ่งต่าง ๆ นั้นขึ้น

2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ (Affective Component) เป็นลักษณะของความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่เกิดขึ้นในขณะที่ถูกเร้าจากสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งความรู้สึกนี้มี 2 ลักษณะ คือ ความรู้สึกทางบวก ได้แก่ พอใจ ชอบ เห็นใจ เป็นต้น และความรู้สึกทางลบ ได้แก่ ไม่พอใจ ไม่ชอบ ไม่เห็นใจ เป็นต้น

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นลักษณะของความพร้อมที่จะกระทำหรือตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีทิศทาง ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบทางด้านความคิด ความเข้าใจและอารมณ์ของบุคคลต่อสิ่งเร้า

4) ประโยชน์ของเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเจตคติพอสรุป ได้ดังนี้

1. เจตคติเป็นคำย่อของการอธิบายความรู้สึกยาว ๆ คลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ได้มาก

2. เจตคติใช้พิจารณาเหตุของพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งอื่นหรือมีต่อเป้าหมายเจตคติของคน ๆ นั้นได้ นั่นคือ รู้เจตคติของคนสามารถส่งเสริมหรือยับยั้งสิ่งที่เขาจะแสดงออกได้

3. เจตคติสามารถมองสังคมได้ เพราะเจตคติเป็นสิ่งคงเส้นคงวา พฤติกรรมของบุคคลสามารถที่จะแสดงออกมาจากเจตคติ จึงสามารถนำมาอธิบายความคงเส้นคงวาของสังคมได้ด้วย

4. เจตคติมีความดีงามในตัวเอง เจตคติของคนที่มีต่อเป้าหมาย สะท้อนให้เห็นโลกทัศน์ของคน ๆ นั้น มีคุณค่าในการศึกษาจุดมุ่งหมายของชีวิต

5. เจตคติเกิดจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การให้การศึกษาเพื่อให้เกิดเจตคติที่ดีงามตามสังคม ต้องศึกษาสัญชาติญาณและปรับสิ่งแวดล้ม เพื่อให้มีอิทธิพลต่อเจตคติของคนตามที่ต้องการ

5) งานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

Mackenzie (2002) ศึกษาเรื่อง พวกเราสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สถาบัน HE ในอังกฤษ ได้หรือไม่ โดยศึกษานักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในปี ค.ศ.1998 จำนวนมากกว่า 1,000 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการเรียน เจตคติ ทักษะ และความมั่นใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาร้อยละ 40 มีความวิตกกังวลในการสอบสูง ทั้งยังพบว่าเพศ เจตคติต่อคณิตศาสตร์และความมั่นใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

Marsh, Tapia และ Martha (2002) ศึกษาเรื่อง ความรู้สึกดีเกี่ยวกับคณิตศาสตร์: มีความแตกต่างเรื่องเพศหรือไม่ ? กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา 134 คนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในมหาวิทยาลัย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ multivariate factorial model 4 องค์ประกอบของเจตคติ คือ ความมั่นใจในตนเอง การรู้คุณค่า ความสนุกสนาน และแรงจูงใจ ผลการศึกษา พบว่า ขนาดอิทธิพลมีขนาดใหญ่ซึ่งมีนัยสำคัญระหว่างความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบของเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับความมั่นใจในตนเอง ความสนุกสนาน และแรงจูงใจ แสดงว่า ความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

6) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 23 ข้อ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ เจตคติที่แสดงออกในด้านความคิด จำนวน 8 ข้อ เจตคติที่แสดงออกในด้านความรู้สึก จำนวน 9 ข้อ และเจตคติที่แสดงออกในด้านพฤติกรรม จำนวน 6 ข้อ แบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นโดย อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546) และ Mackenzie (2002)

แบบวัดของ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546) มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 5 ท่าน จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน จากนั้นนำมาปรับและนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้ค่าความเที่ยง 0.66 แบบวัดนี้จำนวน 10 ข้อ

แบบวัดของ Mackenzie (2002) มีจำนวน 13 ข้อ เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ	ข้อความ	บ่อยมาก	บ่อย	ปานกลาง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
เจตคติที่แสดงออกในด้านความคิด						
0	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทันสมัย					
0	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์					
เจตคติที่แสดงออกในด้านความรู้สึก						
0	ฉันชอบพูดคุยถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน					
0	ฉันชอบแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์					
เจตคติที่แสดงออกในด้านพฤติกรรม						
0	ฉันสรุปกฎ สูตรและหลักเกณฑ์ที่จำเป็นสำหรับวิชาคณิตศาสตร์เป็นประจำ					
0	ฉันเข้าร่วมกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความกระตือรือร้น					

1.2.7 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์

1) ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

McClelland (1953) กล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ประสบความสำเร็จด้วยมาตรฐานความเป็นเลิศ (Standard of Excellence) และเหนือกว่าบุคคลอื่น พยายามต่อสู้กับอุปสรรคต่าง ๆ และมีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544) กล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ คือ แรงจูงใจที่เป็นแรงขับให้บุคคลพยายามที่จะประกอบพฤติกรรมที่จะประสบความสำเร็จตามมาตรฐานความเป็นเลิศ (Standard of Excellence) ที่ตนสร้างไว้

จินตนา เล็กล้วน (2541) กล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การแสดงออกถึงความปรารถนาที่จะได้รับความสำเร็จของนักเรียนในการทำโจทย์คณิตศาสตร์ พยายามหาวิธีที่จะทำให้ตนทำข้อสอบในวิชาคณิตศาสตร์ให้ดี และประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ลุล่วงตามเป้าหมายหรือเกณฑ์ที่ครูกำหนด

สุธิดา เกตุแก้ว (2547) กล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การแสดงออกถึงความปรารถนาที่จะได้รับความสำเร็จของนักเรียนในการทำงานทางคณิตศาสตร์

มีความพยายามในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ให้ดี เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ลุล่วงเป้าหมายหรือเกณฑ์ที่ตั้งไว้

กล่าวโดยสรุป แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การแสดงออกถึงความปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

2) องค์ประกอบของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Mehrabian (1968 อ้างถึงใน จินตนา เล็กล้วน, 2541) กล่าวถึง องค์ประกอบของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบด้านโครงสร้าง 8 ส่วน ดังนี้

1. ความเป็นอิสระ เป็นการเปิดโอกาสในด้านการคิดที่เป็นอิสระ
2. การเลือกกิจกรรมที่แสดงความสำเร็จหรือเกี่ยวกับความสำเร็จ เป็นการค้นหากิจกรรมหรือวิธีการใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้อย่างมีเหตุผล
3. ความรู้สึกด้านต้องการความสำเร็จมากกว่าหลีกเลี่ยงความล้มเหลว เป็นการกระทำ ที่บุคคลรู้สึกว่า เมื่อทำแล้วประสบความสำเร็จ
4. การเลือกเสี่ยงในระดับที่เหมาะสม มีระดับความคาดหวังตรงกับสภาพความเป็นจริง เป็นการที่บุคคลสามารถตัดสินใจทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่เป็นไปได้ มีความยากพอเหมาะกับความสามารถ ของตน
5. การเลือกงานที่ยากและท้าทายความสามารถ เป็นการคิดกิจกรรมที่ตนทำได้เหมาะสมกับความสามารถของบุคคลเป็นงานที่ท้าทายความสามารถ
6. การเลือกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญ เป็นการเลือกกิจกรรมที่บุคคลคิดว่าน่าสนใจ ต้องการที่จะมีชัยชนะ เมื่อมีการแข่งขัน
7. ความสามารถที่จะรอรับผลในระยะยาว เป็นการคิดล่วงหน้าว่าจะประสบความสำเร็จอย่างมีระบบ คิดหาวิธีการที่มุ่งที่จะทำสิ่งที่ต้องการให้ได้
8. ความผูกพันกับอนาคตมากกว่าอดีตและปัจจุบัน มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นทางการ มีการเลือกเพื่อนที่สามารถร่วมงาน มีการรวบรวมข้อมูลก่อนการตัดสินใจ

Pintrich และ Schunk (1996) วิเคราะห์องค์ประกอบของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ 4 ส่วน ดังนี้

1. การเลือกงานที่ทำ หมายถึง การเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความคิดที่เป็นอิสระที่นักเรียนคิดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ตนทำได้ และทำได้ดี
2. ความพยายาม หมายถึง มีความพยายามในการที่จะคิดและทำโจทย์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ

3. ความอดทน หมายถึง การมีความสามารถทำงานที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

4. ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง นักเรียนสามารถที่จะเลือกงานให้เหมาะสมกับความสามารถของตน พยายามทำงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อบรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้

3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Zakaria และ Nordin (2008) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เตรียมตัวสอบเข้ามหาวิทยาลัย โดยทำการศึกษากับนักเรียนที่กำลังเตรียมตัวสอบเข้ามหาวิทยาลัยในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 88 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า ระดับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ และความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ เช่นกัน

4) แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 31 ข้อ แบ่งเป็น 6 ด้าน คือ ด้านความเป็นอิสระ จำนวน 5 ข้อ ด้านการเลือกกิจกรรมที่แสดงความสำเร็จ จำนวน 4 ข้อ ด้านความต้องการความสำเร็จ จำนวน 4 ข้อ ด้านการเลือกงานที่ยากและท้าทายความสามารถ จำนวน 6 ข้อ ด้านการเลือกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญ จำนวน 5 ข้อ และด้านการหวังผลระยะยาว จำนวน 7 ข้อ แบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นโดย สุธิดา เกตุแก้ว (2547) และ Chu (2007)

แบบวัดของสุธิดา เกตุแก้ว มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ 3 ท่าน จากนั้นนำแบบวัดไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ได้ค่าความเที่ยง 0.86 จากนั้นนำมาปรับและนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้ค่าความเที่ยง 0.94 แบบวัดนี้จำนวน 21 ข้อ

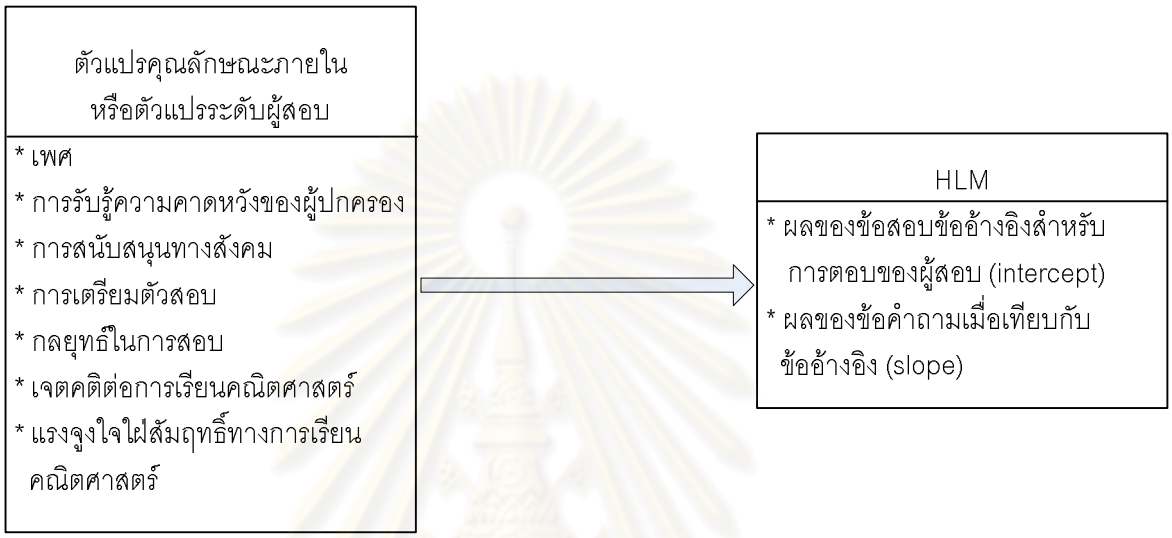
แบบวัดของ Chu (2007) มีจำนวน 11 ข้อ เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 4 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ	ข้อความ	บ่อยมาก	บ่อย	ปานกลาง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
ความเป็นอิสระ						
0	ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น เมื่อทำแบบฝึกด้วยตนเอง					
0	ฉันชอบแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีของตนเอง					
การเลือกกิจกรรมที่แสดงความสำเร็จ						
0	เมื่อแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ฉันจะคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ					
0	เมื่อเริ่มทำโจทย์ปัญหาหรือแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์แล้ว ฉันจะพยายามทำ จนกระทั่งสำเร็จ					
ความต้องการความสำเร็จ						
0	ฉันทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง					
0	ฉันทุ่มเทกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คะแนนดีขึ้น					
การเลือกงานที่ยากและท้าทายความสามารถ						
0	การทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ ฉันชอบทำข้อยาก ๆ					
0	ฉันชอบทำโจทย์วิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ความพยายาม					
การเลือกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญ						
0	ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อมีการแข่งขันกับเพื่อน					
0	ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉันพยายามปรับปรุงตนเองให้เก่งขึ้นเรื่อย ๆ					
การหวังผลระยะยาว						
0	ฉันอ่านและเตรียมตัวมาล่วงหน้าก่อนเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
0	ก่อนทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ฉันจะทบทวนบทเรียนก่อน					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น สามารถสรุปกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรคุณลักษณะภายในหรือตัวแปรระดับข้อสอบที่มีผลต่อความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม HLM ได้ดังนี้



ภาพ 2.3 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์ด้วย HLM ของตัวแปรระดับผู้สอบ

ตอนที่ 2 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วยพาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล และงานวิจัยเกี่ยวกับพาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory) เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะภายใน หรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคลกับพฤติกรรมการตอบข้อสอบของบุคคลว่ามีโอกาสตอบข้อสอบถูกมากน้อยเพียงใด โดยแบ่งเป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า กับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของแนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า และและการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ดังนี้

2.1 แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีพื้นฐานความเชื่อว่าพฤติกรรมการตอบข้อสอบของผู้สอบถูกกำหนดโดยคุณลักษณะภายใน หรือความสามารถที่มีอยู่ภายในตัวบุคคล (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) ซึ่งแนวคิดดังกล่าว Binet และ Simon (1961 อ้างถึงใน Hambleton และ Swaminathan, 1985) นักจิตวิทยาได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางประสาทการรับรู้ด้านต่าง ๆ ของเด็กที่เพิ่มขึ้นตามอายุช่วงต่าง ๆ เป็นกราฟ เพื่อศึกษารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยไม่ทราบว่าสิ่งที่เขาได้ทำขึ้นมานี้ จะกลายเป็นรูปแบบของโค้งคุณลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Cruve: ICC) ซึ่งการพัฒนาทฤษฎี การตอบสนองข้อสอบอย่างจริงจัง และถือเป็นจุดเริ่มต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และผลการศึกษาวิจัยของ Lord (1952, 1953), Lord และ Novick (1968) อ้างถึงใน Hambleton และ Swaminathan, 1985) ที่ได้พัฒนาและเสนอสูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีความถูกต้องแม่นยำและสามารถสร้างความเข้าใจให้กับผู้ที่สนใจศึกษาให้เห็นข้อดีกว่าและความเชื่อมโยงกับทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมได้

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีนี้เกิดขึ้นท่ามกลางข้อจำกัดของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมหลายประการ คือ (Hambleton และ Swaminatan, 1985)

1) ค่าสถิติของข้อสอบ เช่น ความยาก จะขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มผู้สอบ กล่าวคือ ถ้าผู้สอบมีความสามารถสูง ข้อสอบจะกลายเป็นข้อสอบที่ง่าย แต่ถ้าผู้สอบมีความสามารถต่ำ ข้อสอบดังกล่าวจะกลายเป็นข้อสอบที่ยาก ส่วนอำนาจจำแนกขึ้นอยู่กับความเป็นเอกพันธ์ของความสามารถของผู้สอบ ถ้าผู้สอบมีความสามารถแตกต่างกันมาก ข้อสอบก็จะมีอำนาจจำแนกสูง ซึ่งมีผลทำให้ความเที่ยงของแบบสอบมีค่าสูงตามไปด้วย เนื่องจากความเที่ยงของแบบสอบมีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบสอบ

2) การเปรียบเทียบความสามารถของผู้สอบนั้น จะต้องใช้แบบสอบฉบับเดียวกันหรือแบบสอบคู่ขนาน ปัญหาที่เกิดขึ้นคือแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบสอบวัดความถนัดนั้นส่วนใหญ่แล้ว จะเหมาะสมกับผู้ที่มีความสามารถปานกลาง ดังนั้นความถูกต้องแม่นยำของการวัดผู้สอบที่มีความสามารถสูงและผู้สอบที่มีความสามารถต่ำจึงลดลง

3) ค่าความเที่ยงของแบบสอบถูกนิยามในรูปของผลที่ได้จากการใช้แบบสอบคู่ขนาน ซึ่งในทางปฏิบัติจริงนั้นนับว่าเป็นเรื่องยากที่จะให้การสอบ 2 ครั้งมีสภาพที่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าแบบสอบคู่ขนานจะขนานกันจริง แต่ผู้สอบอาจจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปจากการสอบครั้งแรก เกี่ยวกับแรงจูงใจ ความกังวล การลืม หรือการพัฒนาตนเองในบางทักษะ เป็นต้น

4) ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมไม่สามารถบอกได้ว่าผู้สอบจะตอบข้อสอบอย่างไร ยกเว้น แต่ว่าจะได้ใช้ข้อสอบข้อนั้นกับผู้สอบที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาแล้ว

5) ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมใช้ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัด (variance of error of measurement) เหมือนกันกับผู้สอบทุกคน ซึ่งตามความเป็นจริงแล้ว ผู้สอบที่มีความสามารถสูงและต่ำจะมีค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดต่างจากผู้สอบที่มีความสามารถปานกลาง

2.1.2 **หลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ**

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item response theory) มีความเชื่อเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (item parameter) คือ ค่าความยาก (b_i) ค่าอำนาจจำแนก (a_i) ค่าการเดา (c_i) ของข้อสอบแต่ละข้อว่าเป็นคุณลักษณะที่คงที่ในตัวข้อสอบนั้น เพราะฉะนั้นค่าพารามิเตอร์เหล่านี้จึงไม่ควร แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบ และในทำนองเดียวกัน ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ (person parameter) หรือความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ ก็เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ภายในตัวผู้สอบ จึงไม่ควรแปรเปลี่ยนไปตามชุดข้อสอบที่เลือกใช้ แต่เนื่องจากความสามารถของผู้สอบเป็นคุณลักษณะแฝง ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง (unobservable) จึงจำเป็นต้องใช้การทำนาย (predict) หรืออธิบาย (explain) คุณลักษณะดังกล่าว โดยอาศัยผลที่ได้จากการตอบแบบสอบ (test performance) หรือคะแนน (score) ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตและวัดได้ (observable) (Hambleton และ Swaminatan, 1985)

นักวัดผลจึงได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างผลที่ได้จากการตอบแบบสอบหรือคะแนน (test performance or score) กับระดับความสามารถ (ability) ของผู้ตอบแต่ละคน เพื่อเขียนเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) (Hambleton และ Swaminatan, 1985)

ความสัมพันธ์ระหว่างผลที่ได้จากการตอบแบบสอบกับระดับความสามารถของผู้สอบสามารถเขียนในรูปของความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

$$P = f(U_i / \theta_1, \theta_2, \theta_3, \ldots \theta_k ; \beta_k)$$

เมื่อ P แทน ผลจากการตอบแบบสอบ ((test performance)

f แทน ฟังก์ชัน (function)

U_i แทน ผลการตอบข้อสอบข้อที่ i (ตอบถูก $U_i = 1$ ตอบผิด $U_i = 0$)

$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \ldots \theta_k$ แทน ระดับความสามารถ (ability) ที่ 1, 2, 3,…,k

β_k แทน ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบข้อที่ j

เนื่องจากความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นเพียงฟังก์ชันความสัมพันธ์ในลักษณะทั่ว ๆ ไป นักวัดผลการศึกษาจึงต้องหาโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อใช้แทนฟังก์ชันความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

2.1.3 ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) มีข้อตกลงเบื้องต้น 2 ประการที่สำคัญดังนี้ (Embretson และ Reise, 2000)

1) ความเป็นอิสระของการตอบข้อสอบ (local independence) หมายถึง การที่ผู้สอบมีความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบและเป็นความสัมพันธ์ของข้อคำถามหรือผู้ตอบที่เหมาะสมกับโมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งความเป็นอิสระของการตอบข้อสอบนี้มีความจำเป็นที่จะต้องมีทั้งในแบบทดสอบที่เป็นเอกมิติ และพหุมิติ (unidimentional และ multidimentional)

2) โค้งลักษณะข้อสอบจะมีรูปแบบที่เป็นลักษณะเฉพาะ หมายถึง รูปแบบ (form) ของโค้งลักษณะข้อสอบ (item characteristic curve: ICC) จะเป็นการบรรยายถึงความสัมพันธ์ที่จะเปลี่ยนแปลงไปของระดับความสามารถภายในของผู้สอบแต่ละบุคคล (traits) กับการเปลี่ยนแปลงของโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ซึ่งโค้งลักษณะข้อสอบโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นโค้งรูปตัวเอส (s-shape) และสามารถบ่งชี้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของข้อสอบได้

ส่วน Hambleton และ Swaminathan (1985) ได้มีข้อตกลงเพิ่มขึ้นอีก 1 ข้อคือ ความเป็นมิติเดียวของคุณลักษณะภายในที่มุ่งวัด (dimentionality of latent trait) หมายถึง คุณลักษณะภายในที่เป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมการตอบข้อสอบมีเพียงมิติเดียว (unidimensional) ซึ่งแปลความหมายได้ว่าข้อสอบแต่ละข้อมีคุณสมบัติในการวัดคุณลักษณะเดียวกัน ซึ่งคุณสมบัติข้อนี้ต่อมาภายหลังทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสามารถประมาณค่าได้ในลักษณะพหุมิติ (multidimensional) เช่น โมเดลพหุมิติของราส์ช (multidimensional Rasch model) เป็นต้น

2.1.4 พารามิเตอร์ในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

พารามิเตอร์ในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ พารามิเตอร์ข้อสอบ (item parameter) ได้แก่ ความยาก (b_i) อำนาจจำแนก (a_i) พารามิเตอร์การเดา (c_i) และความรอบคอบ (γ_i) ส่วนพารามิเตอร์ของผู้สอบ (person parameter) ได้แก่ ระดับความสามารถหรือคุณลักษณะของผู้สอบ (θ) ซึ่งพิสัยของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีดังนี้ (Hambleton และ Swaminathan, 1985; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550)

1) พารามิเตอร์ความยาก (b_i) ในทางทฤษฎีมีค่าตั้งแต่ -∞ ถึง ∞ แต่ในทางปฏิบัติจะมีค่าอยู่ระหว่าง -2.5 ถึง +2.5 ค่าที่เป็นลบแสดงว่าข้อสอบง่าย และค่าที่เป็นบวกแสดงว่าข้อสอบยาก

2) พารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a_i) ในทางทฤษฎีมีค่าตั้งแต่ -∞ ถึง ∞ ควรมีค่าเป็นบวก ตามปกติมีค่าไม่เกิน +2.5 ในทางปฏิบัตินิยมใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง +0.5 ถึง +2.5

3) พารามิเตอร์การเดา (c_i) เป็นค่าแสดงความน่าจะเป็นหรือโอกาสของการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง โดยไม่มีความรอบรู้หรือคุณลักษณะในเรื่องนั้นๆ ในทางทฤษฎีพารามิเตอร์การเดามีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยทั่วไปนิยมใช้ข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์การเดาไม่เกิน 0.30

4) ความรอบคอบ (γ_i) McDonald (1967) และ Barton และ Lord (1981) ได้เสนอพารามิเตอร์ที่แสดงถึงความรอบคอบของผู้สอบ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ว่าผู้สอบที่มีความสามารถสูงอาจจะตอบข้อสอบได้ไม่ถูกต้องเสมอไป ซึ่งอาจเกิดความไม่รอบคอบในการพิจารณาคำตอบ หรือผู้สอบอาจจะมีสารสนเทศอื่น ๆ เกี่ยวกับผู้ออกข้อสอบทำให้เลือกตอบในตัวเลือกที่ไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง Barton และ Lord (1981) กล่าวว่า พารามิเตอร์ตัวนี้จะเหมาะสมในการศึกษาทางทฤษฎีเท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถพบพารามิเตอร์นี้ได้ (Hambleton และ Swaminatan, 1985)

5) พารามิเตอร์ผู้สอบ เป็นระดับความสามารถของผู้สอบ (θ) ที่ประมาณได้จากโมเดลตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ นิยมปรับให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 ซึ่งพารามิเตอร์ผู้สอบมีค่าระหว่าง -∞ ถึง ∞ แต่ส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ในช่วง -3.0 ถึง +3.0 ค่าที่เป็นลบแสดงว่าผู้สอบมีความสามารถต่ำ และค่าที่เป็นบวกแสดงว่าผู้สอบมีความสามารถสูง

ข้อตกลงเบื้องต้นและพารามิเตอร์ที่กล่าวมานี้ มีความหมายเด่นชัดในกรณีที่ข้อสอบนั้นให้คะแนนแบบสองค่า ในการประยุกต์ทฤษฎีเพื่อใช้กับข้อสอบที่ให้คะแนนแบบมากกว่า 2 ค่า ข้อตกลงเบื้องต้นทั้งหมดก็เทียบเคียงในทำนองเดียวกัน แตกต่างกันเพียงรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับเงื่อนไขเฉพาะของแต่ละโมเดลเท่านั้น

2.1.5 **ฟังก์ชันสารสนเทศ** (Information Function)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2550) และ Hambleton และ Swaminatan (1985) ได้อธิบายถึงฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบว่าเป็นดัชนีผสมเพื่อบ่งชี้คุณภาพของข้อสอบ ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ a, b และ c ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$I_i(\theta) = \frac{[p_i'(\theta)]^2}{p_i(\theta)Q_i(\theta)}$$, i = 1, 2, ..., k

เมื่อ $I_i(\theta)$ = ค่าฟังก์ชันสารสนเทศหรือค่าสารสนเทศที่ได้รับจากข้อสอบข้อที่ i สำหรับผู้ตอบที่มีความสามารถ θ

$P_i'(\theta) = P_i$ = ค่าความชันของฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบข้อที่ i ณ ตำแหน่งความสามารถ θ

$P_i(\theta) = P_i$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ θ จะตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

$Q_i(\theta) = Q_i = 1 - P_i(\theta)$

ตาราง 2.1 สูตรการคำนวณค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ $I_i(\theta)$ ค่าสารสนเทศสูงสุดของข้อสอบ $I_i(\theta)$ max และตำแหน่งค่าความสามารถที่ให้สารสนเทศสูงสุด θmax

ค่าประมาณ	1 -parameter	2 -parameter	3 -parameter
$I_i(\theta)$	$D^2P_iQ_i$	$D^2a_i^2P_iQ_i$	$D^2a_i^2Q_i(P_i+c_i)^2/(1-c_i)^2$
P_i'	DP_iQ_i	$Da_iP_iQ_i$	$Da_iQ_i(P_i+c_i)/(1-c_i)$
$I_i(\theta)$ max	$\frac{1}{4}D^2$	$\frac{1}{4}D^2a_i^2$	$D^2a_i^2\frac{\left[1-20c_i-8c_i^2+(1+8c_i)^{\frac{3}{2}}\right]}{8-(1-c_i^2)}$
θmax	b_i	b_i	$b_i+\frac{1}{Da_i}\left[Ln1+\frac{(1+c_i)^{\frac{1}{2}}}{2}\right]$

2.1.6 **ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ** (test information)

ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบเป็นค่าสารสนเทศที่แสดงถึงความสามารถในการประมาณค่าความสามารถ(θ)ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ นั่นคือหากค่าสารสนเทศของแบบสอบมีค่าสูงอยู่ในช่วง θ ใดก็จะมีความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้ตอบในช่วง θ นั้นได้สูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.7 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า (standard error of estimation)

Hambleton และ Swaminatan (1985) กล่าวถึง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า [SEE, SE(θ)] เป็นค่าที่เป็นการแปรผกผันของความถูกต้องแม่นยำของการประมาณค่าความสามารถ (θ) หรือค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ ดังสูตร

$$SE(\hat{\theta}) = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}}$$

เมื่อ $SE(\hat{\theta})$ หมายถึง ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าสำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ θ

$I(\theta)$ หมายถึง สารสนเทศที่ได้จากแบบสอบ ผู้สอบที่มีความสามารถ θ

จะเห็นได้ว่าทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมีการประมาณค่าสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบและแบบสอบอยู่หลายตัว เช่น ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกข้อสอบ (a), ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ(b) และค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดา (c) รวมทั้งค่าสารสนเทศข้อสอบที่บ่งบอกว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นเหมาะสมกับผู้สอบที่มีความสามารถ θ ในระดับใด ส่วนด้านแบบสอบก็มีสารสนเทศแบบสอบ ที่บอกได้ว่าการใช้แบบสอบจะเหมาะสมกับกลุ่มคนที่มีค่าความสามารถ θ ในระดับใด และยังสามารถนำวิธีการไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการระบบการทดสอบแนวใหม่ในคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

2.2 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า เป็นโมเดลความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรงระหว่างความสามารถของผู้ตอบกับโอกาสของการเลือกตอบแต่ละรายการคำตอบที่กำหนดให้ มีผู้พัฒนาโมเดลการตอบสนองข้อสอบสำหรับการตรวจให้คะแนนรายการคำตอบมากกว่า 2 ค่าไว้หลายโมเดล (Hambleton และ Swaminatan, 1985; Embretson และ Reise, 2000; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) แต่ที่รู้จักกันดีมี 6 โมเดล ดังนี้ 1) Graded Response Model (GRM) ของ Samijima 2) The Modified Graded – Response Model (M-GRM) ของ Muraki 3) The Partial Credit Model (PCM) ของ Masters 4) The Generalized Partial Credit Model (G-PCM) ของ Muraki 5) Rating Scale Model (RSM) ของ Andrich และ 6) Nominal Response Model (NRM) ของ Bock ในที่นี้จะกล่าวจะเฉพาะ The Partial Credit Model (PCM) และ Graded Response Model (GRM)

2.2.1 The Partial Credit Model

Master (1982 อ้างถึงใน Embreton และ Reise, 2000) ได้พัฒนา Partial Credit Model (PCM) สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามที่มีกระบวนการตอบหลายลำดับขั้น ซึ่งมีความสำคัญที่ต้องมีการตรวจให้คะแนนการตอบถูกบางส่วนในแต่ละลำดับขั้นของกระบวนการตอบ เช่น แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีการให้คะแนนคำตอบถูกบางส่วน PCM ยังสามารถวิเคราะห์แบบวัดเจตคติ แบบวัดบุคลิกภาพ ที่มีการให้คะแนนคำตอบเป็นลำดับขั้นได้อีกด้วย

PCM เป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่มีการวิเคราะห์หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละขั้นการตอบโดยตรง แบบขั้นตอนเดียว (Direct IRT Method) PCM มีลักษณะเป็นโมเดลที่พัฒนาขยายต่อจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่มี 1 พารามิเตอร์ (1 – parameter model) จึงมีลักษณะพารามิเตอร์มาตรฐานคล้ายโมเดลของราส์ช (Rasch Model) ซึ่งมีการแยกกันระหว่างพารามิเตอร์ผู้สอบและพารามิเตอร์ข้อสอบ

โมเดล

สมมติว่าข้อคำถาม i มีคะแนน x = 0,1,…,m_i โดยมีจำนวนรายการคำตอบ $K_i = m_i + 1$สำหรับ x = j รายการคำตอบ โค้งฟังก์ชันการเลือกรายการคำตอบของโมเดล PCM เขียนได้ดังนี้

$$P_{ix}(\theta) = \frac{\exp\left[\sum_{j=0}^{x}(\theta - \delta_{ij})\right]}{\sum_{r=0}^{m_i}\left[\exp\sum_{j=0}^{r}(\theta - \delta_{ij})\right]}$$

เมื่อ $\sum_{j=0}^{0}(\theta - \delta_{ij}) \equiv 0$

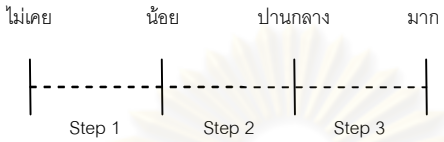
$P_{ix}(\theta)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีคุณลักษณะ θ จะตอบข้อ i ด้วยการเลือกหรือสามารถทำรายการคำตอบขั้นที่ x จากจำนวน m_i ขั้น

δ_{ij} = ค่าพารามิเตอร์ระดับความยากของขั้นการตอบที่ j ในข้อ i (item step difficulty) เมื่อ j = 1,2,…,m_i ค่าที่สงแสดงถึงขั้นการตอบนั้นมีความยากสัมพัทธ์สูงกว่าขั้นอื่น

การแปลความหมายของ δ_{ij} (category intersection parameter) ใช้สเกลของระดับคุณลักษณะ (latent trait) ณ จุดตัดที่เกิดจากโค้งเลือกรายการคำตอบ (category response curve) 2 โค้งตัดกัน ในกรณีข้อคำถามที่มี x รายการคำตอบ (x = 0, 1, 2, 3) จะมี item step difficulty, $\delta_{ij} = m$ เมื่อ m = x – 1

ใน PCM กำหนดให้ข้อคำถามมีค่าความชันเท่ากัน ดังนั้นความน่าจะเป็นในการตอบของผู้สอบในขั้นที่ x จากจำนวน m_i ขั้น เป็นฟังก์ชันของความแตกต่างระหว่างระดับคุณลักษณะภายในของผู้สอบ

ตัวอย่างคำถาม: ข้อความเจตคติแบบมี 4 รายการคำตอบ



ในการตอบคำถามข้อนี้ ผู้สอบจะเลือกรายการสูงสุดต้องคิด 3 ขั้นตอน โดยทำการตัดสินใจขั้นที่ 1 เลือกระหว่างไม่เคย (0) กับน้อย (1) ขั้นที่สองเลือกระหว่างน้อย (1) กับปานกลาง (2) ขั้นที่สามเลือกระหว่างปานกลาง (2) กับมาก (3) ค่า δ_{ij} ไม่ได้บอกถึง θ ของผู้ตอบที่มีโอกาส 0.50 ในการเลือกรายการคำตอบที่อยู่เหนือถัดไปอย่างโมเดล GRM แต่ δ_{ij} แสดงถึงระดับความยากสัมพัทธ์ของแต่ละขั้นการตอบภายในคำถามข้อเดียวกัน

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของแบบสอบด้วย Partial Credit Model

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของแบบสอบด้วย Partial Credit Model ใช้การวิธีการประมาณค่าแบบ Joint Maximum Likelihood Estimation: JMLE หรือ Unconditional Maximum Likelihood มีขั้นตอนการประมาณค่าดังนี้ (Hambleton, Linden และ Wells, 2010)

1. เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (item parameter) โดยถือว่าค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ (ability parameter : θ) ถูกกำหนดโดยโปรแกรม เช่น การใช้คะแนนดิบประมาณค่าเริ่มต้นของความสามารถของผู้สอบ (θ) แต่ไม่ใช่ค่าที่แท้จริง เนื่องจากเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้น จากนั้นจึงสร้างฟังก์ชันความน่าจะเป็นของผู้สอบ N คน ข้อสอบ i ข้อ แล้วกำหนดให้ค่าฟังก์ชันความน่าจะเป็นของผู้สอบสอบข้อสอบ i ข้อ ให้เป็น 0 และใช้การประมาณค่าแบบ maximum likelihood ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ โดยใช้วิธี Newton - Raphson

2. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ โดยการสร้างฟังก์ชันความน่าจะเป็นของผู้สอบซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ค่าพารามิเตอร์ข้อผู้สอบยังไม่ทราบค่า เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) จากนั้นจึงสร้างฟังก์ชันความน่าจะเป็นของผู้สอบ N คน ข้อสอบ i ข้อ และใช้การประมาณค่าแบบ maximum likelihood ประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ โดยใช้วิธี Newton – Raphson

3. เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบจากขั้นตอนที่ 2 แล้วทำการประมาณค่าตามขั้นตอนที่ 1 ใหม่ จนได้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่มีความคงที่จากการประมาณค่า

4. ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ ตามขั้นตอนที่ 2 จนได้ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบที่มีความคงที่จากการประมาณค่า

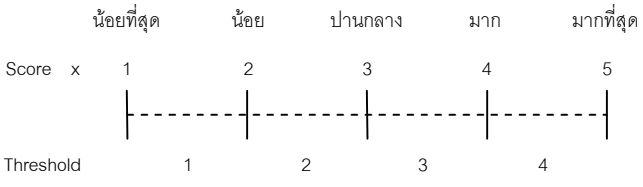
5. ทำการประมาณค่า จนได้ค่าพารามิเตอร์ของสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบตามเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ในโปรแกรม PARSCALE กำหนดให้เท่ากับ .001

2.2.2 Graded – response Model

Samejima (1969, 1996 อ้างถึงใน Embreton และ Reise, 2000) ได้พัฒนา Graded response model (GRM) ให้มีความเหมาะสมสำหรับการให้คะแนนที่เป็นลำดับขั้น ใช้กับแบบสอบหรือแบบวัดที่แต่ละข้อคำถามมีรายการคำตอบแบบมาตรเรียงลำดับ (ordered categorical response) เช่นในมาตรวัดแบบ Likert (Likert rating scale)

โมเดล GRM นี้ ได้พัฒนามาจากโมเดลการตอบข้อสอบแบบให้คะแนนสองค่าแบบ 2 พารามิเตอร์ โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ความชัน (slope parameter) ในการอธิบายข้อสอบแต่ละข้อ และค่าพารามิเตอร์ Threshold (Threshold parameter) จำนวน m ค่า โดยที่ m มีค่าเท่ากับ k – 1 เมื่อ k เป็นจำนวนรายการคำตอบในแต่ละข้อ และใช้หลักการคำนวณความน่าจะเป็นของการตอบแต่ละรายการคำตอบแบบ 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเป็นการประมาณค่าความชัน (slope parameter: α) 1 ค่า แล้วจึงประมาณค่า Threshold (Threshold parameter: β_{ij}) m ค่า เพื่อให้ได้โค้งลักษณะปฏิบัติการ (operating characteristic curves, OCC) จำนวน m โค้งของข้อคำถามแต่ละข้อ

ใน GRM คำถามแต่ละข้อ (i) อธิบายได้ด้วยความชันร่วมของคำถาม (common item slope parameter, α_i) และค่า Threshold ของแต่ละรายการคำตอบ (category threshold parameter, β_{ij}) เมื่อ $j = 1,\ldots,m_i$ เป็นจำนวนของ threshold ของข้อ i และจำนวนรายการคำตอบของข้อ i (K_i) = $m_i + 1$ ดังตัวอย่าง



ดังนั้น คำถามข้อนี้มี K = 5 Categories (0,1,2,3,4)

m = 4 Thresholds (1,2,3,4)

โมเดล

การวิเคราะห์ตามโมเดล GRM จึงมีเป้าหมายเพื่อประมาณค่า α_i และตำแหน่งของ β_{ij} ของผู้ตอบที่มีค่าคุณลักษณะ (θ) บนสเกลที่ต่อเนื่องกัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$P^{*}_{ix}(\theta) = \frac{\exp\left[\alpha_i(\theta - \beta_{ij})\right]}{1 + \exp\left[\alpha_i(\theta - \beta_{ij})\right]}$$

เมื่อ x = j = 1,….,m

$P^{*}_{ix}(\theta)$ = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีคุณลักษณะระดับ θ จะตอบข้อ i ด้วยการเลือกรายการคำตอบที่ x เมื่อ x = 1,2,…,m

α_i = ค่าพารามิเตอร์ ความชันร่วม (slope parameter) ของข้อที่ i

β_{ij} = ค่าพารามิเตอร์ Threshold ของแต่ละรายการคำตอบ (Threshold parameter) ของข้อที่ i

โค้งแสดงฟังก์ชันของ $P^{*}_{ix}(\theta)$ เรียกว่าโค้งลักษณะปฏิบัติการ (operating characteristic curves, OCC) ซึ่งต้องคำนวณแต่ละโค้งที่แยกระหว่างรายการคำตอบ ดังนั้นจึงต้องประมาณค่า β_{ij} ตามตัวอย่างข้อคำถาม จำนวน 4 ค่า และ α_i จำนวน 1 ค่าที่ร่วมกันของแต่ละข้อ โดย β_{ij} มีความหมายคล้ายเป็นระดับค่า θ ที่จำเป็นจะต้องมีเพื่อให้มีโอกาสตอบเหนือ Threshold j ด้วยความน่าจะเป็น 0.50

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถกับความน่าจะเป็นของการเลือกรายการคำตอบในแต่ละข้อ ในโมเดล Graded Response แสดงได้ด้วยโค้งเลือกรายการคำตอบ (Category response curves)

การคำนวณค่าพารามิเตอร์ Threshold 4 ค่า ได้แก่ 1) การตอบ 0 เทียบกับ 1,2,3,4 2) การตอบ 0,1 เทียบกับ 2,3,4 3) การตอบ 0,1,2 เทียบกับ 3,4 4) การตอบ 0,1,2,3 เทียบกับ 4 ด้วยการใช้โมเดล 2 พารามิเตอร์ สำหรับแต่ละรายการคำตอบภายใต้เงื่อนไขความชันของโค้ง OCC ที่เท่ากันสำหรับแต่ละข้อ ทำให้สามารถคำนวณความน่าจะเป็นในการตอบแต่ละรายการคำตอบของผู้มีคุณลักษณะ θ สำหรับ x = 0,1,2,3,4 โดยใช้การลบค่าความน่าจะเป็นดังสมการ

$$P_{ix}(\theta) = P^{*}_{ix}(\theta) - P^{*}_{i(x+1)}(\theta)$$

เมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริง ความน่าจะเป็นของการเลือกตอบ รายการคำตอบต่ำสุดหรือเหนือกว่าจะมีค่าเป็น 1.00 นั่นคือ $P_{i0}^{*}(\theta) = 1.00$ และความน่าจะเป็นของการเลือกตอบเหนือกว่ารายการคำตอบสูงสุด จะมีค่าเป็น 0 ดังนั้น $P_{i5}^{*}(\theta) = 0$ จากตัวอย่างคำถามที่ใช้ ความน่าจะเป็นของการเลือกตอบแต่ละรายการคำตอบของผู้สอบที่มีคุณลักษณะ θ เป็นดังต่อไปนี้

$$P_{i0}(\theta) = 1.0 - P_{i0}^{*}(\theta)$$

$$P_{i1}(\theta) = P_{i1}^{*} - P_{i2}^{*}(\theta)$$

$$P_{i2}(\theta) = P_{i2}^{*} - P_{i3}^{*}(\theta)$$

$$P_{i3}(\theta) = P_{i3}^{*} - P_{i4}^{*}(\theta)$$

$$P_{i4}(\theta) = P_{i4}^{*} - 0$$

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของแบบสอบด้วย Graded response model

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของแบบสอบด้วย Graded response model ใช้การวิธีการประมาณค่าแบบ Marginal Maximum Likelihood Estimation: MMLE มีขั้นตอนการประมาณค่าดังนี้ (Hambleton, Linden และ Wells, 2010)

1. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ โดยการสร้างฟังก์ชันความน่าจะเป็นและทำการอินทิเกรด เพื่อขจัดค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) ออก เพื่อให้ได้เฉพาะค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่ต้องการประมาณค่า จากนั้นใช้วิธีการ Expectation Maximization Algorithm: EM algorithm เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

2.ใช้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่ได้จากการประมาณค่าในขั้นตอนที่ 1 สร้างฟังก์ชันความน่าจะเป็น จากนั้นใช้วิธีการ Newton – Raphoson เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ

วิธีการประมาณค่าแบบ MMLE มีข้อดีกว่าวิธีการประมาณค่าแบบ JMLE หรือ Uncoditional Maximum Likelihood ตรงที่ได้ค่าพารามิเตอร์ที่มีความคงเส้นคงวา เนื่องจากวิธีการประมาณค่าแบบ JMLE หรือ Uncoditional Maximum Likelihood ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบพร้อมกัน ทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบจากการประมาณค่าไม่คงเส้นคงวา วิธีการประมาณค่าแบบ MMLE แก้ปัญหาวิธีการประมาณค่าแบบ JMLE หรือ Uncoditional Maximum Likelihood ด้วยวิธีการอินทิเกรด (intregrate) เพื่อขจัดผลของค่าพารามิเตอร์ผู้สอบออกไป แล้วประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบก่อน จึงทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่มีความคงเส้นคงวา (Hambleton, Linden และ Wells, 2010)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับพาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับพาเชียลเครดิตโมเดล

De Ayala และคณะ (1991) ศึกษาเรื่อง การทดสอบความทนทานของ Partial Credit Model ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์กับข้อสอบที่ไม่เหมาะสม โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในข้อสอบที่ไม่เหมาะสม ใช้ maximum likelihood ในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ข้อมูลที่ใช้ได้จากการจำลองข้อมูลจำนวน 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า คือ 0.20 0.25 และ 0.30 ทดสอบผู้สอบจำนวน 1,000 คน ผลการศึกษา พบว่า การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบมีความถูกต้องในกรณีของการทดสอบแบบปรับเหมาะ ซึ่งโดยเฉลี่ยมีข้อสอบที่ไม่เหมาะสมร้อยละ 45 โดยรวมข้อสอบที่ไม่เหมาะสมไม่ได้ทำให้เพิ่มความยาวของแบบสอบใน Partial Credit Model ที่ทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

Lam และ Foong (1996) ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์โมเดลราสช์ในการสอบคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อสอบที่มีระดับลดหลั่น โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อประมาณค่าระดับของโครงสร้างของผลของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้ Partial Credit Model และ Rating Scale Model ข้อสอบที่ใช้มีจำนวน 30 ข้อ 10 แบบสอบย่อย แบบสอบละ 3 ข้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 674 คน ข้อสอบแบ่งเป็นระดับของข้อสอบตามโครงสร้างของผลของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ คือ โครงสร้างเดียว พหุโครงสร้าง และมีความสัมพันธ์กัน ผลการศึกษา พบว่า เมทริกซ์การตอบข้อสอบมีความสอดคล้องกับ Partial Credit Model และ Rating Scale Model

DeMars (1998) ศึกษาเรื่อง การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบภายใต้การทดสอบที่มีผลกับนักเรียนน้อย ข้อมูลที่ใช้เป็นคะแนนการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 30 โรงเรียน ประมาณค่าความยาวของข้อสอบด้วยโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ คือใช้ Partial Credit Model ข้อคำถามมีทั้งแบบเลือกตอบและแบบปลายเปิด ประมาณค่าใน 4 กลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนชาย กลุ่มนักเรียนหญิง กลุ่มข้อสอบที่ตอบไม่ถูก และกลุ่มข้อสอบที่ไม่ได้นำเสนอ ผลการศึกษา พบว่า ในวิชาวิทยาศาสตร์ ข้อมูลมีความสอดคล้องทั้ง 4 กลุ่ม ในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มนักเรียนหญิงข้อมูลมีความสอดคล้องมากกว่ากลุ่มนักเรียนชาย ซึ่งจะสอดคล้องดีเมื่ออยู่ในกลุ่มข้อสอบที่ไม่ได้นำเสนอ และพบความแตกต่างระหว่างเพศเล็กน้อยเมื่ออยู่ในกลุ่มข้อสอบที่ไม่ได้นำเสนอ

Kim, Cohen, Distefano และ Kim (1998) ศึกษาเรื่อง การทดสอบ the likelihood Ratio Test สำหรับตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ โดยใช้ Partial Credit Model โดยมี

จุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อทดสอบความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ the likelihood ratio test สำหรับการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ โดยใช้ Partial Credit Model โดยใช้การจำลองข้อมูลจำนวน 30 ข้อ 4 ลำดับขั้นของการตอบ กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 300 คนและ 1,000 คน สำหรับการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบจำลองข้อมูลให้แตกต่างกัน 3 กลุ่ม ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มอ้างอิงและกลุ่มเปรียบเทียบ รวม 6 กลุ่ม ผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ the Likelihood Ratio Test สำหรับทั้ง 6 กลุ่มมีพารามิเตอร์ความสามารถสอดคล้องกับทุกเงื่อนไขเป็นไปตามค่าที่คาดหวัง

Athanasou (1999) ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ผลการตอบแบบวัดความสนใจในอาชีพ: การศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศออสเตรเลีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2540 จำนวน 2,709 คน เป็นนักเรียนชาย 1,436 คน นักเรียนหญิง 1,273 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดความสนใจในอาชีพของ Holland จำนวน 24 ข้อ การวิเคราะห์ด้วย Partial Credit Model ใช้วิเคราะห์ค่าความยากของแบบวัด ผลการศึกษา พบว่า คะแนนดิบและคะแนนรวมไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องสำหรับการประเมินของแบบวัดความสนใจ

Luc (2009) ศึกษาเรื่อง การศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบในเรื่องเพศระหว่างประเทศและแบบทดสอบทางภาษาสำหรับข้อสอบวิทยาศาสตร์ของ PISA โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบในเรื่องเพศระหว่างประเทศและแบบทดสอบทางภาษาสำหรับข้อสอบวิทยาศาสตร์ของ PISA สำหรับข้อสอบวิทยาศาสตร์มี 4 มิติ คือ จุดสนใจของวิทยาศาสตร์ บริบทของวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 83,000 คน จาก 50 ประเทศ เป็นนักเรียนชายร้อยละ 49 นักเรียนหญิงร้อยละ 51 แบบทดสอบมีจำนวน 210 ข้อ ข้อสอบร้อยละ 91 เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบให้คะแนนเป็น 0,1 ร้อยละ 9 เป็นข้อสอบแบบให้คะแนนบางส่วนให้คะแนนเป็น 0, 1 และ 2 ซึ่งตัดข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำและข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับโมเดลออก ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วย Partial Credit Model ในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ผลการศึกษา พบว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบและข้อสอบแบบให้คะแนนบางส่วน นักเรียนชายมีแนวโน้มทำข้อสอบได้ดีกว่านักเรียนหญิง ทั้งยังพบว่า ผลของความแตกต่างระหว่างประเทศและภาษามีผลกับการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบในเรื่องเพศด้วย

กล่าวโดยสรุป ในเรื่องของการวิเคราะห์โดยใช้ Partial Credit Model ทั้งในเรื่องของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ตลอดจนการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบ

2.3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับเกรดเรสพอนส์โมเดล

Ackerman (1986) ศึกษาเรื่อง การใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยใช้เกรดเรสพอนด์โมเดลในการประเมินความเที่ยงของการวัดทางตรงและทางอ้อมของการประเมินการเขียน โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษา เพื่อเปรียบเทียบการตัดสินใจของการวัดทางตรงและทางอ้อมของการประเมินการเขียนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เกรดเรสพอนด์โมเดล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐวิสคอนซินจำนวน 192 คน วิธีการศึกษาใช้ทั้งการวัดทางตรงและทางอ้อมในการประเมินการเขียนของนักเรียน เปรียบเทียบระหว่างสารสนเทศที่ได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เกรดเรสพอนด์โมเดล โดยมีผู้ประเมิน 3 คน ในการทดสอบทักษะการเขียน 5 ทักษะ ผลการศึกษา พบว่า สารสนเทศที่ได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ เกรดเรสพอนด์โมเดลสามารถใช้ได้กับผู้ประเมินทักษะการเขียนความเรียง อย่างไรก็ตาม พบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบกับมาตรฐานของแบบสอบมีความสัมพันธ์กันน้อย

Ankenmann และ Stone (1992) ศึกษาเรื่อง การศึกษามอนติคาร์โลในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยเกรดเรสพอนด์โมเดลด้วยวิธีการ Marginal Maximum Likelihood โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษา เพื่อศึกษาผลของความยาวของแบบสอบ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง และการกระจายของพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบภายใต้เกรดเรสพอนส์โมเดลทั้งโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ และ 2 พารามิเตอร์ มีการทดสอบความถูกต้องและความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบ โดยใช้วิธีการมอนติคาร์โลในการประมาณค่าเพื่อประเมินวิธี Marginal Maximum Likelihood และใช้โปรแกรม MULTILOG ในการประมาณค่าทั้งโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ และ 2 พารามิเตอร์ ความยาวของแบบสอบมี 5, 10 และ 20 ข้อ กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 50, 150 และ 500 คน สำหรับการทดสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ และกลุ่มตัวอย่างขนาด 250, 500 และ 1,000 คน สำหรับการทดสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า การกระจายของพารามิเตอร์ของผู้สอบและขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กับการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบทั้งโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ และ 2 พารามิเตอร์

Kim และ Cohen (1997) ศึกษาเรื่องการศึกษา the Likelihood Ratio Test สำหรับการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบภายใต้เกรดเรสพอนส์โมเดล โดยศึกษา Type I error โดยใช้การจำลองแบบมอนติคาร์โล เกรดเรสพอนส์โมเดลประกอบด้วยการตอบ 5 ลำดับขั้น จำลองข้อมูล 30 ข้อคำถาม สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 300 และ 1,000 คน สำหรับการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบจำลองข้อมูลให้แตกต่างกัน 3 กลุ่ม ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มอ้างอิงและกลุ่มเปรียบเทียบ รวม 6 กลุ่ม ซึ่งทั้ง 6 กลุ่มนี้มีเงื่อนไขพารามิเตอร์ของผู้สอบแตกต่างกัน การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและค่าของ likelihood ประมาณค่าด้วยวิธี marginal maximum likelihood โดยใช้โปรแกรม MULTILOG ผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของ the Likelihood Ratio Test สำหรับทั้ง 6 กลุ่มมีพารามิเตอร์ความสามารถสอดคล้องกับทุกเงื่อนไขเป็นไปตามค่าที่คาดหวัง

Seong และ คณะ (1997) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบภายใต้เกรดเรสพอนด์โมเดล โดยศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ 3 วิธี คือ maximum likelihood (ML), expected a posteriori (EAP) และ maximum a posteriori (MAP) ภายใต้การออกแบบให้มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม การกระจายของพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ 2 กลุ่ม และแบบสอบที่มีความยาว 3 ฉบับ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถของผู้สอบมีความสัมพันธ์กับความยากของข้อสอบ วิธี ML มีแนวโน้มในการประมาณค่าได้ดีน้อยกว่าวิธี EAP และ MAP โดยเฉพาะในกรณีมีข้อสอบเป็นแบบสอบสั้น

Cohen, Kim และ Wollack (1998) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของคะแนนสังเกตได้โดยใช้เกรดเรสพอนส์โมเดล กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 421 คน เป็นนักเรียนชาย 195 คน นักเรียนหญิง 226 คน จากโรงเรียนอาหรับ 2 โรงเรียนในประเทศอิสราเอล แบบวัดที่ใช้ คือ แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบ ผลการศึกษา พบว่า วิธีทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและวิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของคะแนนสังเกตได้ให้ผลที่ดีกว่าการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบอีก 2 วิธี คือวิธี The Genaralized Mantel-Haenzel Test กับ The SIBTEST

Bishop และ Omar (2002) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบแบบวัดจากแบบสอบที่ตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่ากับแบบสอบที่ตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสำหรับชุดของแบบสอบ โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อทดสอบคุณลักษณะของแบบสอบโดยใช้โมเดลแบบสอบที่ตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่ากับแบบสอบที่ตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบไอโอวา ซึ่งเป็นแบบสอบวัดทักษะการอ่าน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชั้นละ 10,000 คน รวม 60,000 คน ผลการศึกษา พบว่า โมเดลแบบสอบที่ตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่ากับแบบสอบที่ตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Nominal model, Graded Response Model, Partial Credit Model และ Generalized Partial Credit Model) มีความแตกต่างกันในเรื่องของสัดส่วนการกระจายของคะแนนที่ได้จากแบบวัด

Lee, Yin และ Zhang (2010) ศึกษาเรื่อง การปรับและการวิเคราะห์แบบสอบถามกลยุทธ์แรงจูงใจสำหรับการเรียนของคนเชื้อสายจีน โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษา เพื่อเปรียบเทียบระหว่างแบบสอบถามกลยุทธ์แรงจูงใจสำหรับการเรียนของคนเชื้อสายจีน กับแบบสอบถามกลยุทธ์แรงจูงใจสำหรับการเรียนของคนเชื้อสายจีนที่ปรับใหม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศฮ่องกง 2 กลุ่ม กลุ่มแรกมีจำนวน 1,447 คน เป็นนักเรียนชาย 778 คน นักเรียนหญิง 669 คน อายุระหว่าง 12 – 17 ปี ตอบแบบสอบถามกลยุทธ์แรงจูงใจสำหรับการเรียนของคนเชื้อสายจีน อีกกลุ่มจำนวน 2,005 คน เป็นนักเรียนชาย 1,037 คน นักเรียนหญิง 968 คน อายุระหว่าง 12 – 17 ปี ตอบแบบสอบถามกลยุทธ์แรงจูงใจสำหรับการเรียนของคนเชื้อสายจีนที่ปรับใหม่ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบและเกรดเรสพอนส์โมเดลในการวิเคราะห์ความสอดคล้องภายใน ความตรงเชิงโครงสร้าง การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ และการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของแบบสอบสำหรับแบบสอบถามที่ปรับใหม่ ซึ่งมี 6 องค์ประกอบ 50 ข้อคำถาม ผลการศึกษาพบว่า แบบสอบถามกลยุทธ์แรงจูงใจสำหรับการเรียนของคนเชื้อสายจีนที่ปรับใหม่ สามารถรวมองค์ประกอบได้ คือองค์ประกอบคุณค่าภายในกับ การเรียนร่วมกับเพื่อน สำหรับผลการศึกษาเกี่ยวกับเกรดเรสพอนส์โมเดล พบว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบใน 6 องค์ประกอบแตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างกันทั้งระดับของการตอบและแตกต่างกันระหว่างข้อคำถาม

กล่าวโดยสรุป ในเรื่องของการวิเคราะห์โดยใช้ Graded Response Model ทั้งในเรื่องของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบ การประเมินความเที่ยงของการวัด และการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบโมเดล

De Ayala และคณะ (1989) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบระหว่าง Graded Response Model กับ Partial Credit Model ในการประเมินความสามารถในการเขียน โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินการเขียนอธิบายและการเขียนบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีการศึกษา 2528 – 2532 จำนวน 2,000 คน ผลการศึกษา พบว่า ทั้งสองโมเดลสามารถประเมินความสามารถในการเขียนได้ สำหรับแบบสอบที่เป็นข้อคำถาม GRM สามารถให้สารสนเทศได้ดีกว่า PCM

De Ayala และคณะ (1990) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบระหว่าง Partial Credit Model กับ Graded Response Model ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระหว่าง Partial Credit Model กับ Graded Response Model ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลได้จากการจำลองข้อมูล 2 กลุ่ม กลุ่มแรก 500 คน และอีกกลุ่ม 1,000 คน ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย maximum likelihood estimation ใช้โปรแกรม MULTILOG ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ผลการศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่าง Partial Credit Model กับ Graded Response Model ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม พบว่า Graded Response Model ให้สารสนเทศที่ถูกต้องกว่า Partial Credit Model

Hennings และคณะ (1996) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการปรับเทียบคะแนนในการประเมินการปฏิบัติงาน โดยใช้ 3 วิธีในการปรับเทียบคะแนนในการประเมินการปฏิบัติงาน คือ การปรับเทียบแบบอีควิเปอร์เซ็นต์ไทล์ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วย Partial Credit Model และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วย Graded Response Model กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2536 จำนวน 4,950 คน ปีการศึกษา 2537 จำนวน 7,820 คน ข้อมูลที่ใช้เป็นแบบทดสอบไอโอวาซึ่งวัดเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานขั้นพื้นฐานและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประสิทธิภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษา พบว่า ทั้งสามวิธีให้ผลการศึกษาที่มีความคงเส้นคงวา

John, James และ Michael (2000) ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบ Graded Response Model และ Rasch Partial Credit Model กับวิชาสุขภาวะ โดยเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดแบบ Likert-type scale ซึ่งมีข้อความทั้งทางบวกและทางลบ แบบวัดนี้เป็นแบบวัด 5 ตัวเลือก คือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ปานกลาง เห็นด้วย และเห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 52 ข้อ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชาจิตวิทยาจำนวน 713 คน เป็นนักศึกษาชายร้อยละ 44 นักศึกษาหญิงร้อยละ 66 ผลการศึกษา พบว่า ทั้ง Graded Response Model และ Rasch Partial Credit Model สามารถประมาณค่าความยากของข้อสอบได้คงเส้นคงวาในข้อคำถามที่เป็นทางบวก

Wang และ Wang (2002) ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ของการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบในแบบสอบการปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ : การเปรียบเทียบระหว่าง The Generalized Partial Credit Model (GPCM) กับ Graded Response Model (GRM) โดยมีจุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าด้วย T. Warm's weighted likelihood estimate (WLE), maximum likelihood estimate (MLE), expected a posteriori estimate (EAP) และ maximum a posteriori estimate (MAP) โดยใช้โมเดลการวิเคราะห์คือ The Generalized Partial Credit Model กับ Graded Response Model ภายใต้การจัดสอบด้วยแบบสอบการปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษา พบว่า วิธีการประมาณค่าทั้ง 4 วิธี ค่า conditional, bias, standard error (SE) และ root mean square error (RMSE) มีค่าลดลง เมื่อความยาวของแบบสอบ ความเที่ยงของแบบสอบเพิ่มขึ้น ขนาดของความแตกต่างระหว่างตัวแปรตามลดลงในขณะที่ตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น เมื่อมีการกำหนดความยาวของแบบสอบให้คงที่ พบว่า โมเดล GPCM และ GRM ในเรื่องของวิธีการประมาณค่าและความยาวของแบบสอบมีผลกระทบกับ bias, SE และ RMSE

กล่าวโดยสรุป ในเรื่องของเปรียบเทียบโมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ มีการเปรียบเทียบโมเดลระหว่าง Graded Response Model กับ Partial Credit Model ในการประเมินความสามารถในการเขียน การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ การปรับเทียบคะแนน และการนำไปใช้เปรียบเทียบในวิชาสุขภาวะ ตลอดจนมีการเปรียบเทียบระหว่าง The Generalized Partial Credit Model (GPCM) กับ Graded Response Model (GRM) เพื่อประเมินความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าด้วย T. Warm's weighted likelihood estimate (WLE), maximum likelihood estimate (MLE), expected a posteriori estimate (EAP) และ maximum a posteriori estimate (MAP)

ตอนที่ 3 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับ การใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของข้อคำถามด้วยโมเดลระดับลดหลั่น

การวิเคราะห์พหุระดับ เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรทำนายหลายระดับที่มีต่อตัวแปรตาม ซึ่งตัวแปรทำนายมีโครงสร้างเป็นระดับลดหลั่น (Hierarchical) อย่างน้อย 2 ระดับ โดยตัวแปรทำนายและตัวแปรตามที่อยู่ระดับล่างต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและได้รับอิทธิพลร่วมกันจากตัวแปรทำนายที่อยู่ระดับบน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550)

โมเดลทั่วไปของโมเดลพหุระดับแบบ 2 ระดับ มีดังนี้ (Raudenbush และ Bryk, 1992; 2002)

โมเดลระดับ 1

$$Y_{ij}=\beta_{0j}+\beta_{1j}(X_{ij}-\overline{X}_{.j})+r_{ij} \quad (1)$$

เมื่อ β_{0j} คือ ค่าเฉลี่ยของ Y_{ij} สำหรับกลุ่ม j

β_{1j} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยแสดงผลของ X_{ij} ต่อ Y_{ij}

X_{ij} คือ ตัวแปรทำนาย X ของหน่วยที่ i ในกลุ่มที่ j

$\overline{X}_{.j}$ คือ ค่าเฉลี่ยรวม (Grand mean) ของ X_{ij}

r_{ij} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ (Residual)

โมเดลระดับ 2

$$\beta_{0j}=\gamma_{00}+\gamma_{01}W_j+u_{0j} \quad (2a)$$

$$\beta_{1j}=\gamma_{10}+\gamma_{11}W_j+u_{1j} \quad (2b)$$

เมื่อ γ_{00} คือ ค่าเฉลี่ยรวม (Grand mean) ของ Y_{ij}

γ_{01} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย แสดงผลของ W_j ต่อ β_{0j}

γ_{10} คือ ค่าเฉลี่ยของ β_{1j}

γ_{11} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย แสดงผลของ W_j ต่อ β_{1j}

u_{0j} คือ ค่าส่วนที่เหลือของ β_{0j}

u_{1j} คือ ค่าส่วนที่เหลือของ β_{1j}

3.1 โมเดลพื้นฐานของการวิเคราะห์พหุระดับ

โมเดลพื้นฐานของการวิเคราะห์พหุระดับมีทั้งสิ้น 4 โมเดล คือ โมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบมีอิทธิพลสุ่ม (One-Way ANOVA with Random Effects) โมเดลการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแปรตาม (Means-as-Outcomes Regression) โมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวแบบมีอิทธิพลสุ่ม (One-Way ANCOVA with Random Effects) และโมเดลการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบสัมประสิทธิ์เป็นอิทธิพลสุ่ม (Random-Coefficients Regression Model) (Raudenbush และ Bryk, 1992; 2002) รายละเอียดของแต่ละโมเดล มีดังนี้

3.1.1 โมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบมีอิทธิพลสุ่ม (One-Way ANOVA with Random Effects)

โมเดลเชิงเส้นพหุระดับที่เป็นโมเดลที่ง่ายที่สุดมีความสมมูลกับโมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบมีอิทธิพลสุ่ม (One-Way ANOVA with Random Effects) ในกรณีนี้โมเดลระดับ 1 β_{1j} จะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 สำหรับทุกค่าของ j และโมเดลระดับ 2 โมเดล γ_{01} จะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 การวิเคราะห์ข้อมูล 2 ระดับ จึงเป็นดังนี้

โมเดลระดับ 1

$$Y_{ij}=\beta_{0j}+r_{ij} \qquad (3)$$

โมเดลระดับ 1 ค่าความคลาดเคลื่อน r_{ij} มีการกระจายแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 ค่า β_{0j} คือ ค่าเฉลี่ยของ Y_{ij}

โมเดลระดับ 2

$$\beta_{0j}=\gamma_{00}+u_{0j} \qquad (4)$$

เมื่อรวมสมการ (3) เข้ากับสมการ (4) จะได้

$$Y_{ij}=\gamma_{00}+u_{0j}+r_{ij} \qquad (5)$$

โมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจะมี γ_{00} เป็นค่าเฉลี่ยรวม ซึ่งจะได้รับอิทธิพลสุ่มระดับ 2 คือ u_{0j} และอิทธิพลสุ่มระดับ 1 คือ r_{ij} โมเดลนี้เป็นโมเดลอิทธิพลสุ่ม เนื่องจากอิทธิพลจากระดับ 2 เป็นค่าสุ่ม ดังนั้นความแปรปรวนของ Y_{ij} จึงมีส่วนประกอบดังนี้

$$Var(Y_{ij})=Var(u_{0j}+r_{ij})=\tau_{00}+\sigma^2$$

ความแปรปรวนของ Y_{ij} จึงถูกแยกเป็นส่วนความแปรปรวนภายในกลุ่ม (σ^2) และความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (τ_{00})

สัดส่วนของความแปรปรวนระหว่างหน่วย (ระดับที่ 2) จากผลรวมของความแปรปรวนภายในกลุ่มและความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม เรียกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient, ρ) ซึ่งก็คือ ความแปรปรวนของ Y_{ij} ในส่วนที่เป็นความแปรปรวนระหว่างหน่วย (ระดับที่ 2) ดังนี้

$$\rho=\tau_{00}/(\tau_{00}+\sigma^2)$$

3.1.2 โมเดลการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแปรตาม (Means-as-Outcomes Regression)

โมเดลนี้เป็นการเพิ่มตัวแปรทำนายในระดับที่ 2 เข้าไป 1 ตัว คือ W_j เพื่อทำนายค่าเฉลี่ยของกลุ่ม คือ β_{0j} โมเดล 2 ระดับจะได้ดังนี้

โมเดลระดับ 1

$$Y_{ij}=\beta_{0j}+r_{ij} \qquad (6)$$

โมเดลระดับ 1 ของโมเดลนี้ จะเป็นโมเดลเดียวกับ โมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบมีอิทธิพลสุ่ม

โมเดลระดับ 2

$$\beta_{0j}=\gamma_{00}+\gamma_{01}W_j+u_{0j} \qquad (7)$$

เมื่อรวมสมการที่ (6) และสมการที่ (7) เข้าด้วยกันจะได้

$$Y_{ij}=\gamma_{00}+\gamma_{01}W_j+u_{0j}+r_{ij} \qquad (8)$$

ข้อสังเกตว่า ค่า u_{0j} ในสมการที่ (8) จะแตกต่างกับสมการที่ (5) โดยค่าส่วนที่เหลือ (u_{0j}) จะเป็นดังนี้

$$u_{0j}=\beta_{0j}-\gamma_{00}-\gamma_{01}W_j$$

3.1.3 โมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวแบบมีอิทธิพลสุ่ม (One-Way ANCOVA with Random Effects)

จากสมการการวิเคราะห์ 2 ระดับ ในสมการที่ (1) และสมการที่ (2) มีการกำหนดให้ γ_{00} , γ_{01} และ ค่าอิทธิพลสุ่มคือ u_{0j} มีค่าเท่ากับ 0 ผลของโมเดลจะเป็นโมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวแบบมีอิทธิพลสุ่มและมีตัวแปรทำนาย 1 ตัวเป็นตัวแปรร่วม (covariate) โมเดล 2 ระดับ จะได้ดังนี้

โมเดลระดับ 1

$$Y_{ij}=\beta_{0j}+\beta_{1j}(X_{ij}-\overline{X}_{..})+r_{ij} \quad (9)$$

โมเดลระดับ 2

$$\beta_{0j}=\gamma_{00}+u_{0j} \quad (10a)$$

$$\beta_{1j}=\gamma_{10} \quad (10b)$$

จะสังเกตว่า อิทธิพลของ X_{ij} จะเป็นค่าคงที่สำหรับโมเดลระดับ 2 ดูได้จากสมการที่ (10b) และเมื่อรวมสมการที่ (9) และสมการที่ (10) เข้าด้วยกันจะได้

$$Y_{ij}=\gamma_{00}+\gamma_{01}(X_{ij}-\overline{X}_{..})+u_{0j}+r_{ij} \quad (11)$$

ความแตกต่างระหว่างสมการที่ (11) กับโมเดลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม คือ อิทธิพลสุ่มกลุ่ม (u_{0j}) เป็นอิทธิพลสุ่ม มากกว่าที่จะเป็นอิทธิพลคงที่, γ_{01} เป็นสัมประสิทธิ์การถดถอยร่วมภายในกลุ่ม, β_{0j} เป็นค่าเฉลี่ยของ Y_{ij} ซึ่งปรับให้มีความแตกต่างระหว่างหน่วย (X_{ij}) ซึ่ง $\beta_{0j}=\mu_{Y_j}-\gamma_{00}(\overline{X}_{.j}-\overline{X}_{..})$ โดยที่ μ_{Y_j} เป็นค่าเฉลี่ยของ Y ในกลุ่ม j ส่วน $VAR(r_{ij})=\sigma^2$ จะเป็นความแปรปรวนของส่วนที่เหลือหลังจากปรับตัวแปรร่วม (X_{ij}) ในระดับที่ 1

3.1.4 โมเดลการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบสัมประสิทธิ์เป็นอิทธิพลสุ่ม (Random-Coefficients Regression Model)

จากโมเดลย่อยของการวิเคราะห์แบบพหุระดับจะพบว่าเป็นโมเดลการวิเคราะห์ 2 ระดับ ที่มีค่าจะตัดแกน Y แบบสุ่ม (Random-intecept models) ซึ่ง β_{0j} เป็นตัวแปรสุ่ม, β_{1j} เป็นค่าคงที่สำหรับทุกกลุ่ม ดังนี้

$$\beta_{0j}=\gamma_{00}+u_{0j} \quad (12a)$$

$$\beta_{1j}=\gamma_{10}+u_{1j} \quad (12b)$$

นำสมการ (12a) และ (12b) แทนค่าลงในสมการที่ (9) จะได้

$$Y_{ij}=\gamma_{00}+\gamma_{01}(X_{ij}-\overline{X}_{..})+u_{0j}+u_{1j}(X_{ij}-\overline{X}_{.j})+r_{ij} \quad (13)$$

ค่า Y_{ij} เป็นฟังก์ชันของค่าเฉลี่ยสมการถดถอย และค่าความคลาดเคลื่อน 3 ส่วน ประกอบด้วย อิทธิพลสุ่มของกลุ่ม j ที่มีต่อค่าเฉลี่ยของกลุ่ม (u_{0j}), ค่าเฉลี่ยอิทธิพลสุ่มของกลุ่ม j ($u_{ij}(X_{ij}-\overline{X}_{.j})$) และค่าความคลาดเคลื่อนในระดับที่ 1 (r_{ij})

3.2 การใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า

3.2.1 มโนทัศน์เกี่ยวกับ Hierarchical Generalized Linear Model (HGLM) และ Item Response Theory (IRT)

ความเหมือนกันระหว่าง HGLM กับ IRT

Kamata (2001) ได้นำเสนอความสมมูลกันของ HGLM กับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1PL โดยสมการของโมเดล 1PL คือ

$$\Pr_{ij}(X_{ij}=1) = \frac{1}{1+\exp[-(\theta_j - b_i)]} \quad (1)$$

เมื่อ ของผู้สอบคนที่ j ในข้อสอบข้อที่ i

θ_j คือ คุณลักษณะของผู้สอบคนที่ j

b_j คือ ความยากของข้อสอบ การตอบข้อสอบถูกสำหรับข้อสอบข้อที่ i (i = 1, …, k) โดยผู้สอบ j (j = 1, …, n) ถ้าตอบถูก X_{ij} = 1 และตอบผิด X_{ij} = 0 แสดงดังโมเดล log odds ความน่าจะเป็นของการตอบถูกได้ดังนี้

$$\eta_{ij} = \theta_j - b_i = \log\left(\frac{p_{ij}}{1-p_{ij}}\right) \quad (2)$$

เมื่อ η_{ij} คือ log odds ของการตอบข้อสอบข้อที่ i สำหรับผู้ตอบ j

p_{ij} คือ $\Pr_{ij}(X_{ij}=1)$ สำหรับเซตของข้อสอบ k ข้อ ข้อสอบแต่ละข้อนั้นมีการกระจายแบบ Bernoulli ดังนี้

$$\log\left(\frac{p_{ij}}{1-p_{ij}}\right) = \beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+\ldots+\beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij} = \beta_{0j}+\sum_{q-1}^{k-1}\beta_{qj}X_{qij} \quad (3)$$

เมื่อ X_{qij} คือ ตัวแปรตัวที่ q ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์ β_{qj} สำหรับคนที่ j เมื่อตอบข้อสอบข้อที่ i ตัวแปรมีค่าเท่ากับ -1 เมื่อ q=i และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ q $\neq$ i ผลของสมการสามารถเขียนให้อยู่ในรูป log odds สำหรับการตอบข้อสอบถูกข้อที่ q ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\eta_{qj} = \log(\frac{p_{qj}}{1-p_{qj}}) = \beta_{0j} - \beta_{qj} \qquad (4)$$

เมื่อข้อสอบข้อที่ k จะเป็นข้อที่ใช้อ้างอิง ดังนั้นสมการข้างต้นจะเป็น log odds สำหรับการตอบข้อสอบถูกยกเว้นข้อที่ k

β_{0j} คือ ค่าเฉลี่ยซึ่งแสดงผลของข้อสอบข้ออ้างอิงสำหรับผู้ตอบ j โดยมีข้อตกลงว่ามีการกระจายแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ศูนย์ และความแปรปรวน มีค่าเท่ากับ τ_{00}

β_{1j} คือ สัมประสิทธิ์ระหว่างผลของข้อสอบสำหรับบุคคลที่ j บนข้อสอบที่ k หรือผลของข้อสอบทั้งหมดสำหรับบุคคลที่ j ซึ่งคือระดับ 1 หรือระดับข้อสอบในโมเดลแบบระดับลดหลั่น โดยที่ข้อสอบแต่ละข้อสอดแทรกอยู่ภายในตัวผู้สอบแต่ละคน

ระดับ 2 หรือ โมเดลระดับบุคคล สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\begin{cases} \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \\ \beta_{1j} = \gamma_{10} \\ \ldots \\ \beta_{(k-1)j} \# \gamma_{(k-1)0} \end{cases} \qquad (5)$$

เมื่อ γ_{00} คือ ค่าเฉลี่ยของอิทธิพลของข้อสอบที่มีต่อผู้สอบ

γ_{q0} คือ ค่าผลของข้อสอบข้อที่ 1, 2, ..., k-1

u_{0j} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

เมื่อรวมโมเดลระดับ 2 เข้ากับโมเดลระดับ 1 สำหรับ log odds ของการตอบถูกของข้อสอบ ข้อที่ q เมื่อ q ไม่ใช่ข้อที่ใช้เป็นข้ออ้างอิง (k) เขียนสมการได้ดังนี้

$$\eta_{qij} = \log(\frac{p_{ij}}{1-p_{ij}}) = u_{oj} - (\gamma_{q0} - \gamma_{00}) \qquad (6)$$

และความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบข้อที่ q ถูก คือ

$$P_{qj} = \frac{1}{1+\exp\{-[u_{0j} - (\gamma_{q0} - \gamma_{00})]\}} \qquad (7)$$

สมการ (7) มีความสมมูลกับสมการ (1) นั่นแสดงว่า โมเดล DHGLM มีความสมมูลกับโมเดลหนึ่งพารามิเตอร์

3.2.2 การตอบข้อคำถามที่มากกว่า 2 ค่า (Polytomous item responses) (Beretvas และ Williams, 2006)

การตอบข้อคำถามที่มากกว่า 2 ค่า (Polytomous item responses) โดยใช้มาตรวัดแบบ Likert-type scale ในการตอบ ซึ่งเป็นคะแนนในมาตรวัดอันดับ (ordinal scale) ตัวอย่าง เช่น ในการตอบข้อคำถามมาตรวัดมีตั้งแต่ระดับเห็นด้วยไปจนถึงไม่เห็นด้วย ดังนั้นผู้ตอบที่ตอบ 1 คือ ไม่เห็นด้วย, ตอบ 2 คือ ไม่แน่ใจ, ตอบ 3 คือ เห็นด้วย ซึ่งการตอบแบบ 2 ค่า สามารถทำเป็นเซตของการตอบมากกว่า 2 ค่า โดยสามารถสอดแทรกในผู้สอบแต่ละคน ต่อไปจะกล่าวถึงความสมมูลกันของรูปแบบของ HGLM ซึ่งใช้มาตรวัดอันดับกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

Ordinal HGLM ภายใต้สมการ HGLM สำหรับระดับข้อสอบที่เป็นมาตรอันดับสามารถแบ่งสมการระดับ 1 เป็น 2 เซต และข้อคำถามสามารถตอบได้เป็น 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย

สมการระดับ 1 สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\eta_{1ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1ij} + ... + \beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij} \\ \eta_{2ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1ij} + ... + \beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij} + \delta_j\end{aligned} \qquad (8)$$

เมื่อ η_{mij} แสดงถึง log odds ในการตอบกลุ่มที่ m หรือ ต่ำกว่า

X_{qij} คือ ตัวแปรทำนายตัวที่ q โดยมีสัมประสิทธิ์ β_{qj} สำหรับผู้ตอบคนที่ j ข้อคำถามข้อที่ q

δ_j คือ threshold ของความแตกต่างระหว่างระดับคะแนนของการตอบ โดยที่ตัวแปรทำนายมีค่า -1 เมื่อ q=i และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ $q \neq i$

สมการระดับ 2 สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\begin{cases} \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \\ \beta_{1j} = \gamma_{10} \\ \ldots \\ \beta_{(k-1)j} = \gamma_{(k-1)0} \\ \delta_j = \delta \end{cases} \qquad (9)$$

เมื่อ δ_j คือ fixed model ระหว่างข้อคำถามและผู้สอบ และ ค่า intercept เป็น Random model ซึ่งแปรผันตามผู้สอบ โดยมีการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ τ_{00} เมื่อรวมสมการที่ 8 และ 9 เข้าด้วยกัน ความสัมพันธ์ของความน่าจะเป็นของการตอบกลุ่ม 1 เทียบกับการตอบกลุ่ม 2 หรือ 3 สำหรับแต่ละข้อแสดงได้ดังสมการ

$$\frac{\Pr_{ij}(X_i=1)}{\Pr_{ij}(X_i=2,3)} = \exp(\gamma_{00}-\gamma_{i0}+u_{0j}) \qquad (10)$$

และความสัมพันธ์ของความน่าจะเป็นในการตอบกลุ่ม 1 หรือ 2 เทียบกับความน่าจะเป็นในการตอบกลุ่ม 3 สำหรับข้อคำถาม แสดงได้ดังสมการ

$$\frac{\Pr_{ij}(X_i=1,2)}{\Pr_{ij}(X_i=3)} = \exp(\gamma_{00}-\gamma_{i0}+\delta+u_{0j}) \qquad (11)$$

เนื่องจากค่าความแตกต่างของ threshold เป็น model fixed ในการวิเคราะห์แบบโลจิสติกทั่วไปแบบตอบให้คะแนนได้มากกกว่า 2 ค่า (Polytomous item Hierarchical Generalized Linear Logistic Model: PHGLM) ซึ่งความเหมือนกัน rating scale ใน IRT ทั้งสองโมเดลจึงมีความแตกต่างกันน้อยมาก

Muraki's rating scale model. (MRS-C) มีการกำหนดความคงที่ของค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามให้มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถบรรยายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะแฝงและการตอบข้อคำถามได้ดังนี้

$$\Pr_{ij}(X_i \geq k) = \frac{\exp(\theta_j - b_{ik})}{1+\exp(\theta_j - b_{ik})} \qquad (12)$$

เมื่อ k คือ คะแนนของแต่ละกลุ่ม

θ_j คือ คุณลักษณะแฝงของผู้สอบ j

b_{ik} คือ ความยากของแต่ละกลุ่ม ซึ่งแสดงจุดตัดบนความสามารถของผู้สอบว่ามีโอกาส ร้อยละ 50 หรือมากกว่าในการได้คะแนน สำหรับกลุ่มk ในข้อคำถามข้อที่ i

ภายใต้ MRS และ MRS-C ค่าความยาก มีค่าเท่ากับ $b_i - c_k$ เมื่อ b_{ik} เป็นพารามิเตอร์ของข้อคำถามข้อที่ i และ c_k คือ ค่า threshold สำหรับกลุ่ม k ซึ่งถ้าข้อคำถามแบ่งการตอบเป็น 3 กลุ่ม จะมีค่า threshold 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจะเป็นความน่าจะเป็นที่จะได้คะแนน 1 เทียบกับความน่าจะเป็นที่จะได้คะแนน 2 หรือ 3 กลุ่มที่สองเป็นความความน่าจะเป็นที่จะได้คะแนน 1 หรือ 2 เทียบกับความน่าจะเป็นที่จะได้คะแนน 3

เพื่อที่จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสมมูลกันของโมเดล MRS-C และ PHGLM ในสมการที่ 12 สามารเขียนกลุ่มแรก สำหรับโมเดล MRS – C ได้ดังนี้

$$\frac{\Pr_{ij}(X_i=1)}{\Pr_{ij}(X_i=2,3)} = \exp\,(b_{i2}-\theta_j) = \exp(b_i-c_2-\theta_j) \qquad (13)$$

สมการที่ 10 และสมการที่ 13 มีความสมมูลกันดังนี้

$$\exp\,(b_{i2}-\theta_j) = \exp(b_i-c_2-\theta_j) = \exp(\gamma_{00}-\gamma_{i0}+u_{0j}) \qquad (14)$$

สังเกตว่าถึงแม้โมเดลทั้งสองจะมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ แต่ความแปรปรวนจะแตกต่างกัน ความยากของข้อคำถามข้อที่ i จะตอบเป็น 2 กลุ่มหรือมากกว่า สามารถเขียนสมการสองกลุ่มสำหรับโมเดล MRS – C ได้ดังนี้

$$\frac{\Pr_{ij}(X_i=1,2)}{\Pr_{ij}(X_i=3)} = \exp\,(b_{i3}-\theta_j) = \exp\,(b_i-c_3-\theta_j) \qquad (15)$$

สมการที่ 11 และสมการที่ 15 มีความสมมูลกันดังนี้

$$\exp\,(b_{i3}-\theta_j) = \exp\,(b_i-c_3-\theta_j) = \exp\,(\gamma_{00}-\gamma_{i0}+u_{0j}) \qquad (16)$$

เมื่อ θ_j คือ คุณลักษณะภายในของผู้สอบ

$b_i - c_3 - \theta_j$ คือ ความยากของข้อคำถามที่ตอบในกลุ่มที่ 3 แสดงโดย $\gamma_{00} - \gamma_{i0} + \delta$ หรือ $\gamma_{i0} + \delta$ สำหรับข้อคำถามข้อที่ใช้อ้างอิง ดังนั้น $\delta = c_2 - c_3$

3.3 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย Hierarchical Linear Model

โมเดลเชิงเส้นตรงทั่วไประดับลดหลั่น (Hierarchical Generalized Linear Model: HGLM) พัฒนาโดยอยู่บนพื้นฐานของโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model: HLM) ซึ่งเป็นโมเดลที่มีลักษณะคล้ายกับโมเดลของราซ์ส โดยโมเดลระดับที่ 1 เป็นโมเดลระดับข้อสอบ โมเดลระดับที่ 2 เป็นโมเดลระดับผู้สอบ ซึ่งมีวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบ ดังนี้ (Raudenbush และ Bryk, 2002)

1. กรณีประมาณค่าจากค่าตั้งต้นของโปรแกรม (default) โดยการประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนทั้งโมเดลระดับที่ 1 และโมเดลระดับที่ 2 ด้วยวิธีการ Restricted Maximum Likelihood: MLR

2. ประมาณค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) ด้วยวิธีการ Generlized Least Square: GLS จะได้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบออกมา ซึ่งพารามิเตอร์ของผู้สอบจะอยู่ใน Residual file โดยค่าพารามิเตอร์ของผู้อสบที่ได้จากการประมาณค่าด้วย HLM จะเหมือนกันค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบที่ได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

3. ประมาณค่าอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ด้วย Empirical Bayes: EB ในโมเดลระดับที่ 1 และ ประมาณค่าอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) ด้วย GLS ในโมเดลระดับที่ 2

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ วิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ และแนวคิดเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) คือ การที่ข้อสอบหรือข้อคำถามข้อใดข้อหนึ่งทำให้ผู้สอบที่มาจากต่างกลุ่มกันซึ่งมีคุณลักษณะที่มุ่งวัดหรือความสามารถเท่ากัน มีโอกาสตอบข้อสอบหรือข้อคำถามได้ถูกต้องแตกต่างกัน ในส่วนนี้จะได้นำเสนอแนวคิด วิธีการตรวจสอบ ตลอดจนการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ รายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

ความยุติธรรมของแบบทดสอบ (Test fairness) เป็นประเด็นสำคัญในการทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา ในปัจจุบันนี้วงการศึกษาและหน่วยงานต่างๆ มักนำผลการทดสอบมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อตัดสินใจในเรื่องต่างๆ มากยิ่งขึ้น เช่น การคัดเลือกเพื่อเข้าศึกษาต่อ การคัดเลือกเพื่อบรรจุงาน การคัดเลือกเพื่อเลื่อนขั้น เป็นต้น แบบทดสอบที่นำมาใช้ควรเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่มีความตรง ความเที่ยง ความยากเหมาะสม ตลอดจนจำแนกระดับความสามารถผู้สอบได้ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความยุติธรรมต่อผู้สอบ แบบทดสอบที่ขาดความยุติธรรมจะเกิดความลำเอียง โดยข้อสอบหรือข้อคำถามอาจเข้าข้างผู้สอบกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีผลทำให้ผู้สอบกลุ่มนั้นได้เปรียบ ส่วนผู้สอบอีกกลุ่มหนึ่งเสียเปรียบ ทั้ง ๆ ที่ผู้สอบสองกลุ่มมีระดับความสามารถเท่ากัน ความแตกต่างของผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถาม ระหว่างกลุ่มผู้สอบเป็นผลมาจากภูมิหลังของกลุ่มผู้สอบมากกว่าความสามารถของผู้สอบ (Angoff, 1993) ความลำเอียงของข้อสอบ (Item Bias) ความลำเอียงแบบทดสอบ (Test Bias) และความลำเอียงในการคัดเลือก (Selection Bias) เป็นความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (Systematic error) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) ดังนั้น การตรวจสอบความลำเอียงของข้อสอบ จึงมีความจำเป็นสำหรับนักพัฒนาแบบทดสอบ เพื่อใช้เป็นหลักฐานที่แสดงความยุติธรรมของแบบทดสอบ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความลำเอียงออกจากแบบทดสอบ กระบวนการตรวจสอบดังกล่าวถือเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาแบบทดสอบ

ในปัจจุบันนักวิจัยนิยมใช้คำว่า การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) แทนคำว่าความลำเอียงของข้อสอบ ซึ่งมีความเหมาะสมมากกว่าในการอธิบายสารสนเทศเชิงสถิติ โดยทั่วไปในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบจะเปรียบเทียบผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามระหว่างกลุ่มผู้สอบสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็น กลุ่มสนใจ (Focal group) ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษา และอีกกลุ่มหนึ่งเป็น กลุ่มอ้างอิง (Reference group) สำหรับใช้เปรียบเทียบกับกลุ่มสนใจ เมื่อข้อสอบทำหน้าที่ต่างกัน กลุ่มอ้างอิงเป็นกลุ่มที่คาดว่าข้อสอบหรือข้อคำถามเข้าข้าง ส่วนกลุ่มสนใจเป็นกลุ่มที่คาดว่าข้อสอบหรือข้อคำถามไม่เข้าข้าง การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบเกิดขึ้นเมื่อ ผู้สอบจากกลุ่มที่แตกต่างกัน และมีการจับคู่ความสามารถตามที่ข้อสอบหรือแบบทดสอบต้องการวัดเท่ากัน มีความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องไม่เท่ากัน (Swanson และคณะ, 2002)

4.2 วิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2550) ได้กล่าวถึง การจัดประเภทของวิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ สามารถจำแนกได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังเช่น ถ้าใช้เกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มวิธี คือ กลุ่มวิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous DIF methods) และกลุ่มวิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบพหุวิภาค (polytomous DIF methods) ดังนี้

1. วิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous DIF methods)

1.1 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

1.2 วิธีการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression: LR)

1.3 วิธีแมนเทล-แฮนส์เซล (Mantel-Haenszel: M-H)

1.4 วิธีดัชนีมาตรฐาน (Standardization: STND)

1.5 วิธีแปลงความยากของข้อสอบ (Transformed Item Difficulty: TID)

1.6 วิธีวัดพื้นที่ความแตกต่างระหว่างโค้งการตอบสนองข้อสอบ (IRT-D^2)

1.7 วิธีซิปเทสส์ (SIBTEST)

1.8 วิธีวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ (multilevel Item analysis)

2. วิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบพหุวิภาค (polytomous DIF methods)

2.1 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

2.2 วิธีการถดถอยโลจิสติกพหุวิภาค (Polytomous Logistic Regression: LR)

2.3 วิธีแมนเทล-แฮนส์เซล (Mantel-Haenszel: M-H)

2.4 วิธีซิปเทสส์พหุวิภาค (Polytomous SIBTEST)

2.5 วิธีวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ (multilevel Item analysis)

4.3 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

4.3.1 การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบกับข้อสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่า

Kamata (1998, 2001), Chu และ Kamata (2003) และ Kamata และคณะ (2005) ได้เสนอการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) ได้โมเดลราสช์ 3 ระดับกับข้อสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่า ดังนี้

โมเดลระดับที่ 1

$$\log\left[p_{ijm}/(1-p_{ijm})\right]=\eta_{ijm}$$
$$=\beta_{0jm}+\beta_{1jm}X_{1jm}+\beta_{2jm}X_{2jm}+\ldots+\beta_{(k-1)jm}X_{(k-1)jm} \quad (1)$$
$$=\beta_{0jm}+\sum_{i=1}^{k-1}\beta_{ijm}X_{ijm}$$

เมื่อ p_{ijm} คือ ความน่าจะเป็นของคนที่ j (j=1,…,n) ในกลุ่ม m (m=1,…,n) ที่ตอบข้อสอบข้อที่ i (i=1,…,k) ได้ถูกต้อง

$\log[p_{ijm}/(1-p_{ijm})$ คือ log odds ของคนที่ j ที่ตอบข้อสอบข้อที่ i ได้ถูกต้อง

X_{ijm} คือ ตัวแปรดัมมี่ของข้อสอบข้อที่ i สำหรับคนที่ j ในกลุ่ม m

β_{0jm} คือ ค่า intercept หรือผลของข้อสอบข้ออ้างอิงสำหรับคนที่ j ในกลุ่ม m ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0

β_{ijm} คือ สัมประสิทธิ์ของ X_{ijm} เมื่อมีการตอบข้อสอบแต่ละข้อ X_{ijm} จะถูกกำหนดให้เป็น 1 ถ้าไม่ตอบกำหนดให้เป็น 0

ข้อสังเกต จะเห็นว่าสมการ (1) จะมีพิสัยข้อสอบระหว่าง 1 ถึง k-1 เนื่องจากข้อสอบข้อสุดท้ายจะถูกใช้เป็นข้ออ้างอิงในกระบวนการกำหนดตัวแปรดัมมี่ ดังนั้น ข้อสอบข้อที่ 1 ถึงข้อที่ k-1 จะต้องมีการปรับโดยข้ออ้างอิง ผลของข้อสอบข้อสุดท้ายจะถูกนำเสนอ เมื่อ X_{ijm} เป็น 0 สมการ (1) สามารถลดรูปได้ดังนี้

$$\log\left[p_{ijm}/(1-p_{ijm})\right]=\eta_{ijm}=\beta_{0jm}+\beta_{1jm}, \quad (2)$$

สำหรับข้อสอบเฉพาะข้อที่ i สมการสามารถเขียนในรูปของความน่าจะเป็นของคนที่ j ที่ตอบคำถามข้อที่ I ได้ถูกต้อง ดังนี้

$$p_{ij} = \frac{1}{1+\exp[-\eta_{ijm}]} = \frac{1}{1+\exp[-(\beta_{0jm}+\beta_{ijm})]} \quad (3)$$

ซึ่งสมการนี้มีความสมมูลกับโมเดลของราส์ช ดังนี้

$$p_{ij} = \frac{1}{1+\exp[-\eta_{ij}]} = \frac{1}{1+\exp[-(\theta_j+\delta_i)]} \quad (4)$$

เมื่อ θ_j คือ คุณลักษณะภายในของคนที่ j

δ_i คือ ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i

ข้อสังเกต สมการ (3) ค่า β_{ijm} จะไม่ใช่ค่าความสามารถของผู้สอบหรือค่าพารามิเตอร์ความยาก เนื่องจากแต่ละคนจะต้องการที่จะแทนที่ในพารามิเตอร์ในระดับสูงต่อไป

ในโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) นั้นกลุ่มเปรียบเทียบ (focal group) และกลุ่มอ้างอิง (reference group) มีการแจกแจงของคุณลักษณะแฝง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยแตกต่างกันได้ แต่ในโมเดลระดับลดหลั่นของราสซ์จะกำหนดให้ทั้งกลุ่มเปรียบเทียบและกลุ่มอ้างอิง มีค่าเฉลี่ยเท่านั้นที่แตกต่างกันได้ ส่วนการแจกแจงของคุณลักษณะแฝงและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต้องเท่ากัน

โมเดลระดับที่ 2

$$\begin{aligned}
\beta_{0jm} &= \gamma_{00m} + u_{0jm} \\
\beta_{1jm} &= \gamma_{10m} + \gamma_{11m}(DIF) \\
\beta_{2jm} &= \gamma_{20m} + \gamma_{21m}(DIF) \\
\beta_{3jm} &= \gamma_{30m} \\
&\vdots \\
\beta_{(k-1)jm} &= \gamma_{(k-1)0m}
\end{aligned} \quad (5)$$

เมื่อ γ_{00m} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อสอบข้ออ้างอิงต่อโอกาสในการตอบถูกในกลุ่มที่ m

γ_{10m} ถึง $\gamma_{(k-1)}$ คือ ค่าผลของข้อสอบข้อที่ 1,2,..., k-1 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อสอบข้ออ้างอิงสำหรับกลุ่ม m

γ_{11m} และ γ_{21m} คือ สัมประสิทธิ์ของ DIF ของข้อสอบข้อที่ 1 และ 2

u_{0jm} คือ อิทธิพลสุ่ม คือ ความคาดเคลื่อนแบบสุ่มของคนที่ j โดยมีการกระจายเป็น $N(r_{00},\tau_{\gamma})$

γ_{i0m} คือ ค่าผลของข้อสอบข้อที่ 3 ถึงข้อที่ k-1 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อที่อ้างอิง ซึ่งเป็นข้อสอบข้อที่ไม่มี DIF เนื่องจากอิทธิพลของข้อสอบจะมีค่าคงที่ระหว่างบุคคลเช่นเดียวกับแต่ละกลุ่ม

ตัวแปรที่ทำให้เกิด DIF จะอยู่ในข้อสอบข้อที่ 1 และ 2 ซึ่งจะกำหนดให้ 0 เป็นกลุ่มอ้างอิง และ 1 เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

โมเดลระดับที่ 3

$$\begin{aligned}
\gamma_{00m} &= \tau_{000} + r_{00m} \\
\gamma_{10m} &= \pi_{100} \\
\gamma_{11m} &= \pi_{110} \\
\gamma_{20m} &= \pi_{200} \\
\gamma_{21m} &= \pi_{210} \\
&\vdots \\
\gamma_{(k-1)0m} &= \pi_{(k-1)00}
\end{aligned} \qquad (6)$$

เมื่อ π_{000} คือ อิทธิพลคงที่ แสดงถึงค่าเฉลี่ยของผลของข้อสอบข้ออ้างอิงต่อโอกาสในการตอบถูกของทุกกลุ่ม

r_{00m} คือ อิทธิพลสุ่ม แสดงถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนของโอกาสในการตอบข้อสอบถูกของกลุ่ม m ซึ่งมีการกระจายเป็น $N(r_{00},\tau_{\pi})$

π_{100} ถึง $\pi_{(k-1)00}$ คือ อิทธิพลคงที่ แสดงถึงค่าผลของข้อสอบข้อที่ 1,2,...,k-1 ต่อโอกาสในการตอบถูก เมื่อเทียบกับข้ออ้างอิงของทุกกลุ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

π_{110} และ π_{210} คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรที่มี DIF

เมื่อแทนสมการ (5) ลงไปในสมการ (3) จะได้

$$p_{ijm} = \frac{1}{1+\exp[-[(\pi_{000}+r_{00m})+\pi_{i00}+u_{0jm})]]} = \frac{1}{1+\exp[-[(u_{0jm}+r_{00m})-(-(\pi_{000}+\pi_{i00}))]]} \quad (7)$$

สมการข้างต้นสำหรับข้อสอบข้อที่ไม่มี DIF (ข้อที่ 3 ถึงข้อที่ k-1)

$$p_{ijm} = \frac{1}{1+\exp[-[(\pi_{000}+r_{00m})+\pi_{i00}+\pi_{i10}+u_{0jm})]]} = \frac{1}{1+\exp[-[(u_{0jm}+r_{00m})-(-(\pi_{000}+\pi_{i00}+\pi_{i00}))]]} \quad (8)$$

สมการ (8) สำหรับข้อสอบข้อที่มี DIF (ข้อที่ 1 และ 2) ค่า $-(\pi_{000}+\pi_{i10})$ ในสมการ (7) และ (8) คือ ค่าความยากของข้อสอบ ค่า π_{i10} ในสมการ (8) คือค่าสัมประสิทธิ์ของ DIF ความสามารถของกลุ่มอ้างอิงประมาณค่าได้จากสมการ (7) เนื่องจากไม่มีผลต่อ DIF สำหรับความสามารของกลุ่มเปรียบเทียบจะใช้ทั้งสมการ (7) และ (8) ในการประมาณค่า

การใช้โมเดลระดับลดหลั่นแบบราสช์นั้นไม่จำเป็นต้องแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่ม เนื่องจากสามารถประมาณค่าตัวแปรที่เป็นตัวแปรต่อเนื่องได้ในระดับบุคคล ทั้งยังสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบและพารามิเตอร์ความสามารถของบุคคลได้ในคราวเดียวกัน ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบทำไม่ได้ (Shen,1999; Luppescu, 2002; Chu และ Kamata, 2003; Beretvas และ Williams, 2004; และ Walker และ Beretvas, 2005)

4.3.2 การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบกับข้อสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบมากกว่า 2 ค่า

Williams และ Beretvas (2006) ได้เสนอการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) กับข้อสอบหรือข้อคำถามที่ให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า โดยประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่น ดังนี้

โมเดลระดับ 1

$$\eta_{1ij}=\beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+...+\beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij}$$
$$\eta_{2ij}=\beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+...+\beta_{(k-1)}X_{(k-1)ij}+\delta_j \quad (10)$$

โมเดลระดับ 2 เมื่อใส่ตัวแปรทำนายเข้าไป จะได้สมการดังนี้

$$\begin{cases} \beta_{0j} & = \gamma_{00}+\gamma_{01}(gender)_j+u_{0j} \\ \beta_{1j} & = \gamma_{10}+\gamma_{11}(gender)_j \\ \ldots & \\ \beta_{(k-1)j} & = \gamma_{(k-1)0}+\gamma_{(k-1)1}(gender)_i \\ \delta_j & = \delta \end{cases} \quad (11)$$

สมการข้างต้นนำเสนอสัมประสิทธิ์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบในเรื่องเพศ ซึ่งสามารถแสดง log odds ของกลุ่มที่ 1 สำหรับข้อสอบหรือข้อคำถามข้อที่ q ได้ดังนี้

$$n_{1qj}= -[\gamma_{q0}-\gamma_{00}+(\gamma_{q1}-\gamma_{01})(gender)_j]+u_{0j} \quad (12)$$

log odds ของการตอบกลุ่ม 1 หรือ 2 สำหรับข้อสอบหรือข้อคำถามข้อที่ q ได้ดังนี้

$$n_{2qj}=-[\gamma_{q0}-\gamma_{00}+(\gamma_{q1}-\gamma_{01})(gender)_j]+\delta+u_{0j} \quad (13)$$

เมื่อ $(\gamma_{q0}-\gamma_{00})$ คือ ความยากของข้อสอบหรือข้อคำถามในการตอบกลุ่มที่ 2 หรือมากกว่า สำหรับผู้สอบที่เป็นเพศชาย (ให้มีค่าเท่ากับ 0) และ $[\gamma_{q0}-\gamma_{00}+(\gamma_{q1}-\gamma_{01})]$ สำหรับผู้ตอบที่เป็นเพศหญิง (ให้มีค่าเท่ากับ 1)

ตอนที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบและการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

จากการศึกษาทั้งสี่ตอนที่ผ่านมา ได้กล่าวถึงแนวคิดในการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า การประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า พร้อมทั้งมีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย ซึ่งจากการศึกษางานวิจัย พบว่า มีการศึกษาถึงการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่น ในการวิเคราะห์ข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า การประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนน

มากกว่า 2 ค่า ตลอดจนการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ดังนั้น การนำเสนอในตอนนี้จึงได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบ และงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบ

Zwinderman (1991) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการอนุมานโมเดลราสช์สำหรับการระบุตัวแปรทำนาย (A Generalized RASCH Model for Manifest Predictors) โดยดำเนินงานใช้โมเดลถดถอยแบบโลจิสติกเพื่อการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรทำนาย และคุณลักษณะแฝง (latent traits) ที่สมมติว่าถูกวัดด้วยชุดของข้อคำถามที่ให้คะแนนแบบ 2 ค่า (dichotomous) จำนวน k ข้อ ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณลักษณะแฝงของบุคคลจะมีความลำเอียงโดยเฉพาะใน แบบสอบที่มีจำนวนข้อน้อย ๆ ดังนั้นความสัมพันธ์ของคุณลักษณะแฝง และชุดของตัวแปรทำนายจึงไม่ควรถูกประมาณค่าด้วยโมเดลถดถอยที่ประมาณค่าพารามิเตอร์บุคคลเสมือนเป็นตัวแปรตาม การประมาณค่าโดยตรงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณลักษณะภายใน และตัวแปรอิสระอื่น ๆ จึงควรกระทำด้วยวิธีการประมาณค่าและสถิติทดสอบของโมเดล Rasch

Adams และคณะ (1997) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุระดับ: การวิเคราะห์ถดถอยเพื่อศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนในตัวแปร (Multilevel Item Response Models: An Approach to Errors in Variables Regression) การศึกษาครั้งนี้เพื่อแสดงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์เมื่อพยายามที่จะใช้ตัวแปรแฝงเป็นผลลัพธ์ในการวิเคราะห์ถดถอย ซึ่งได้แสดงทั้งมุมมองของการวิเคราะห์พหุระดับ และโมเดลการตอบสนอง ภายใต้การศึกษาระดับลดหลั่นหรือโมเดลพหุระดับซึ่งจะใช้การศึกษาที่มีรูปแบบการตอบที่แฝงอยู่ภายในโมเดลผู้เรียน และความผันแปรของกลุ่มผู้เรียน ก็จะเป็นโมเดลระหว่างผู้เรียน เมื่อใช้วิธีการศึกษาแบบนี้จะสอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของข้อมูลและการวิเคราะห์แบบพหุระดับที่สูงขึ้นไปให้สามารถใช้ตัวแปรแฝงได้ (latent outcomes variables)

Kamata (2001) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Item Analysis by the Hierarchical Generalized Linear Model) ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลที่จำลองขึ้นมา (simulated) ทำการศึกษาว่าโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นสามารถวิเคราะห์ข้อสอบได้โดยแสดงให้เห็นถึงสมการของโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นที่มีลักษณะการวิเคราะห์

แบบเดียวกันกับสมการโมเดล Rasch ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ด้วยโมเดล Hierarchical Generalized Linear Logistic Model มีความเหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อสอบที่แบ่งเป็นระดับข้อสอบ (micro level) ระดับบุคคล(macro level) และผู้เขียนได้เสนอมโนทัศน์ที่จะวิเคราะห์แบบ 3 ระดับได้ด้วย ซึ่งการวิเคราะห์ในระดับที่ 1 ก็เป็นการวิเคราะห์ที่เป็นสูตรคู่ขนานกับโมเดลราสช์ (Rasch)

Maier (2001) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องโมเดลการวัดแบบราสช์ระดับลดหลั่น (A Rasch Hierarchical Measurement Model) ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมาให้สามารถใช้วัดตัวแปรแฝงภายใน (latent trait variables) และโมเดลที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่มีลักษณะคล้ายการวิเคราะห์ระดับลดหลั่น ผลการวิเคราะห์ด้วย HMM (Hierarchical Measurement Model) เมื่อในโมเดลการวิเคราะห์ของราสช์ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) มีการรวมอิทธิพลสุ่ม (random effects) พบว่ามีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ลักษณะการตอบที่เป็นสองค่า (dichotomous items) และการศึกษาการเกี่ยวพันกันภายในแต่ละระดับ เช่น รูปแบบการตอบเกี่ยวพันกับระดับผู้เรียน เป็นต้น การประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล Rasch HMM นั้นจะใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Bayesian และ Gibbs sampling และมีขั้นตอนการคำนวณแบบ Metropolis-Hastings การคำนวณตามโมเดลได้แสดงผลผ่านทางการสร้างฐานข้อมูล

Pastor (2003) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการใช้โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุระดับในการประยุกต์ใช้สำหรับงานวิจัย (The Use of Multilevel Item Response Theory Modeling in Applied Research: An Illustration) พบว่า โมเดลการตอบสนองแบบพหุระดับแสดงการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายและองค์ประกอบแฝง โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุระดับ ได้ขยายขอบเขตการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมแบบพหุระดับ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบระดับลดหลั่น 3 ระดับ ไม่เพียงแต่มีความสัมพันธ์ในข้อมูลแบบพหุระดับ แต่ยังมีการประมาณค่าขององค์ประกอบแฝงที่แตกต่างกันและประมาณค่าความสัมพันธ์ของตัวทำนายกับองค์ประกอบแฝงที่ระดับต่างกันด้วย

Beretvas และ Williams (2004) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่นสำหรับประเมินมิติของข้อสอบ (The Use of Hierarchical Generalized Linear Model for Item Dimensionality Assessment) โดยใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่นเปรียบเทียบกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory: MIRT) มีการจำลองข้อสอบขึ้นมา 17 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบให้คะแนน 2 ค่า ข้อสอบทั้ง 17 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบที่วัดมิติเดียว 10 ข้อ วัดในเรื่องของความรู้คณิตศาสตร์ ส่วนอีก 7 ข้อ เป็นข้อสอบที่วัด 2 มิติ ให้น้ำหนักกับ

องค์ประกอบที่ 1 และองค์ประกอบที่ 2 วัดในเรื่องความรู้คณิตศาสตร์และความสามารถการอ่าน ผลการประเมินการใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น (Hierarchical Generalized Linear Model: HGLM) กับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory: MIRT) ให้ผลคล้ายกัน โดยมีการประมาณค่าความยากของข้อสอบ ความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบถูกสำหรับผู้ที่มีค่าเฉลี่ยในองค์ประกอบที่ 1 และองค์ประกอบที่ 2

Williams และ Beretvas (2006) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการระบุการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยการใช้โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่นสำหรับข้อมูลที่ตรวจให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่า (DIF Identification Using HGLM for Polygomous Item) โดยได้เสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่น (Hierarchical Generalized Linear Logistic Model: HGLM) ในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ทั้งยังประยุกต์ใช้โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่น (Hierarchical Generalized Linear Logistic Model: HGLM) ในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning:DIF) อีกด้วย ผลการศึกษา พบว่า โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่นสามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่าได้ โดยมีการเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์โมเดลการตอบสนองข้อสอบ โมเดลที่ Muraki (1990) ได้ปรับปรุงขึ้น คือ Modified Graded – Response Model (M-GRM) พบว่า ได้ค่าสถิติพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า Bias ค่า RMSE และค่า Relative Bias ตลอดจน พบว่า โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่นสามารถใช้ในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) ได้ด้วย โดยมีการเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์กับวิธี Mentel-Haenszel ซึ่งพบว่า สามารถประมาณค่าสถิติได้สมมูลกัน

5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

Zwick และคณะ (1993) ทำการวิจัยเรื่องการประเมินการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบสำหรับภาระงาน (Assessment of Differential Item Functioning for Performance Tasks) โดยตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) ซึ่งเป็นข้อสอบแบบให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (polytomous items) พบว่า วิธี Mentel (1963) ได้ความแตกต่างระหว่างกลุ่มในค่าเฉลี่ยของข้อคำถามนั้นประมาณค่าได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งยังพบว่าวิธี Mentel-Haenszel นั้น มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี Mentel เมื่อในการตอบที่มีการกระจายของกลุ่ม

Kamata (1998) ศึกษาโมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่น โดยศึกษาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ พบว่า 1) ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบสามารถประมาณค่าได้ 2) ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์บุคคลสามารถประมาณค่าได้ ทั้งยังได้ขยายผลการศึกษาโมเดลไปอีกในเรื่องของ 1) การวิเคราะห์การทดสอบกับตัวแปรทำนายระดับบุคคล 2) โมเดลการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) 3) โมเดล 3 ระดับ และ 4) โมเดลราสช์แบบพหุมิติ

Shen (1999) ได้เสนอการวิเคราะห์แบบพหุระดับสำหรับการประเมินการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) และเปรียบเทียบกับวิธีถดถอยแบบโลจิสติก ข้อมูลจากนักศึกษาแพทย์เกี่ยวกับโรคกระดูกชั้นปีที่ 1 จำนวน 2,300 คน โดยทดสอบเพื่อขอใบอนุญาตเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องโรคกระดูก วิธีการวิเคราะห์แบบพหุระดับใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น 3 ระดับ โดยใช้โปรแกรม HLM และ Proc Logistic ในการวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า HLM สามารถระบุ DIF ได้ดี ตลอดจนพบว่า วิธีการวิเคราะห์แบบพหุระดับในการประเมิน DIF นั้นทำได้ดี และผลการวิเคราะห์มีความเป็นเหตุเป็นผล

Walker และ Beretvas (2001) ทำการวิจัยเรื่องการสืบสวนเชิงประจักษ์ของมโนทัศน์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบหลายมิติ : การขยายผลในเรื่องการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (An Empirical Investigation Demonstration the Multidimensional DIF Paradigm: A Cognitive Explantion for DIF) โดยผู้วิจัยได้สนับสนุนการใช้ประโยชน์ของ DIF ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างมากกว่าที่จะแบ่งกลุ่มผู้สอบที่แยกเป็นความแตกต่างทางด้านวัฒนธรรม การศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มอ้างอิง (Reference group) กับกลุ่มเปรียบเทียบ (Focal group) โดยเลือกกลุ่มที่แตกต่างกันเป็นอย่างมากในเรื่องของพุทธิพิสัย ซึ่งจะวัดคุณลักษณะภายในด้วย โดยตรวจสอบ DIF ระหว่างกลุ่มที่มีประสิทธิภาพและไม่มีประสิทธิภาพในการทำข้อสอบปลายเปิดวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 7 ผลการศึกษา ให้ข้อเสนอแนะในการสนับสนุนการตรวจสอบ DIF ในเรื่องความตรงเชิงโครงสร้างของแบบสอบ ซึ่งสามารถวัดได้จากคะแนนการสอบวิชาคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ คะแนนความสามารถทั่วไปทางคณิตศาสตร์และคะแนนการใช้ภาษาในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Luppescu (2002) ได้ศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) โดยใช้โมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Modeling: HLM) เปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานในการตรวจสอบ DIF เช่น วิธีวิเคราะห์แบบราส์ช (Rasch) จุดเด่นของโมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่นในการตรวจสอบ DIF คือ สามารถปรับค่าความสามารถของบุคคลได้ในทุกช่วงของ DIF และ DIF สามารถเป็นโมเดลซึ่งมีลักษณะเป็นฟังก์ชันของตัวแปรทำนายใน

ระดับที่ต่ำกว่าได้ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ เป็นการจำลองข้อมูลขึ้นมา โดยใช้ในการตรวจสอบ DIF จำนวน 180 ตัวอย่าง โดยสรุป พบว่า ผลรวมของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ในการวิเคราะห์ด้วย HLM และ Rasch ให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก สัดส่วนของบุคคลในกลุ่มเปรียบเทียบจะต่ำ ในกรณีนี้ ค่า RMSE ใน HLM จะมีค่าสูง และเมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ขนาดของ DIF จะมีค่าต่ำ และสัดส่วนของคนในกลุ่มเปรียบเทียบจะต่ำ ค่า RMSE ใน HLM จะมีค่าต่ำ

Swanson และคณะ (2002) ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้โมเดลถดถอยโลจิสติกแบบลดหลั่น (Analysis of Differential Item Functioning (DIF) Using Hierarchical Logistic Regression Models) ได้ทำการวิเคราะห์ DIF จากโมเดลถดถอยโลจิสติกระดับลดหลั่น (Hierarchical Logistic Regression Model) ทำให้สามารถวิเคราะห์ระหว่างข้อคำถาม โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อระบุแหล่งของ DIF 2) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสัดส่วนของการอธิบายความแปรปรวนในสัมประสิทธิ์ของ DIF 3) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการทำนายของการอธิบายทางเลือกสำหรับ DIF วิธีการนี้สามารถใช้ในการพัฒนาความถูกต้องในการประมาณค่า DIF สำหรับข้อคำถามแต่ละข้อโดยประยุกต์ใช้เทคนิคเบย์ ในการอธิบายวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิกติกระดับลดหลั่นจะใช้ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จากศูนย์คอมพิวเตอร์ทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกา

Chu และ Kamata (2003) ทำการวิจัยเรื่องการปรับเทียบแบบทดสอบกับการนำเสนอการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Test Equating with the Presence of DIF) พบว่า โมเดลระดับลดหลั่นแบบราสช์ (Hierarchical Rasch Model) ใช้ในการตรวจสอบ DIF ในระหว่างที่ทำการปรับเทียบแบบสอบและการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ โดยโมเดลระดับลดหลั่นแบบราสช์จะขจัดความลำเอียงซึ่งเป็นผลมาจาก DIF และปรับปรุงผลการปรับเทียบแบบทดสอบและการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ สำหรับจุดประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อทดสอบความถูกต้องและความคงที่ของพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบและพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบโดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นแบบราสช์ การประเมินโมเดลระดับลดหลั่นแบบราสช์อยู่ภายใต้การใช้ข้อสอบร่วม ในการตรวจสอบ DIF โดยทดสอบ 2 ปัจจัย คือ จำนวนข้อสอบที่มี DIF และขนาดของ DIF

Kamata และคณะ (2005) ศึกษาอิทธิพลสุ่มของการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ Differential Item Functioning: DIF) ระหว่างกลุ่มโดยประยุกต์ใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น

ซึ่งสามารถประมาณค่าความผันแปรของ DIF ระหว่างกลุ่มได้ มีการนำเอาโมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่นแบบ 3 ระดับมาใช้ โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลจากหน่วยการประเมินทางด้านการศึกษาแห่งชาติ (National Assessment of Educational Progress: NAEP) ในปี 2003 ถามในนักเรียนเกรด 4 ในเรื่องคณิตศาสตร์ โดยได้ตรวจสอบ DIF ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์และไม่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีการประมาณค่าความผันแปรของขนาดของ DIF ระหว่างโรงเรียน ดังนั้นตัวแปรคุณลักษณะของบางโรงเรียนจึงถูกทดสอบเมื่อสามารถอธิบายความผันแปรของ DIF ระหว่างโรงเรียน

Cheong (2006) ศึกษาอิทธิพลของบริบทสถานศึกษาที่มีต่อการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น โดยศึกษาตัวแปรเชื้อชาติที่ได้รับรูปแบบการสอนที่ต่างกัน โดยพิจารณารูปแบบการสอนร่วมกับความผันแปรของสถานศึกษา ผลการศึกษาพบว่าเกิด DIF และมีความแตกต่างของเชื้อชาติในการแสดงออกของข้อสอบมีความสัมพันธ์กับโอกาสในการเรียนรู้ เนื่องจากครู และพบว่า ข้อสอบ 3 ข้อ จาก 13 ข้อ เกิด DIF

Vaughn (2006) ศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ โดยใช้โมเดลเชิงเส้นตรงทั่วไประดับลดหลั่น (HGLM) ของการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบแบบพหุวิภาค โดยการประมาณค่าด้วยวิธีเบย์เซียน พิจารณาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบแบบพหุวิภาคจากการถดถอยโลจิสติก 3 ระดับผลการศึกษา พบว่า ข้อสอบทุกข้อเกิด DIF ในระหว่างลำดับชั้นของการให้คะแนน พบข้อสอบ 2 ข้อที่แสดงให้เห็นถึงการเกิด DIF ในระหว่างลำดับขั้นของการให้คะแนน ข้อสอบข้อหนึ่งมีผลต่อผู้สอบเพศหญิงและข้อสองมีผลต่อผู้สอบเพศชาย และข้อสอบข้อสามเป็นข้อเดียวที่แสดงให้เห็นว่า มีความผันแปรในระหว่างสถานศึกษา ดังนั้น อิทธิพลของการเกิด DIF จึงมีค่าไม่คงที่ระหว่างสถานศึกษา

Kim และคณะ (2007) ทำการวิจัยเรื่องการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบและวัดขนาดอิทธิพลสำหรับข้อสอบที่ให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (DIF Detection and Effect Size Measures for Polytomously Scored Items) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ 105,731 คน ในการวิเคราะห์มีวิธีการตรวจสอบ DIF 5 วิธี คือ โมเดลอิงวิธีไลลิฮู้ดทดสอบ ซึ่งมี 2 เวอร์ชั่น, วิธีถดถอยโลจิสติก, วิธี Mantel และวิธี Mentel-Haenszel เปรียบเทียบกัน ผลการศึกษา พบว่าทั้ง 5 วิธีให้ผลการทดสอบที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งไม่ค่อยจะเป็นประโยชน์เท่าที่ควร ผู้ศึกษายังได้เสนอทางเลือกสำหรับการใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ในการตรวจสอบ DIF ว่า ควรใช้ค่าผลกระทบมาตรฐานของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ และค่าผลกระทบมาตรฐานของคะแนนที่สังเกตได้ ตลอดจนเปรียบเทียบค่า R^2 จากการวัดการถดถอยโลจิสติก

Acar และ Kelecioglu (2010) ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบระหว่างเทคนิค โมเดลทั่วไประดับลดหลั่น (HGLM), การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression: LR) และ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ-อัตราส่วนไลค์ลิฮูด (Item Response Theory – Likelihood Ratio: IRT-LR) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ด้วยวิธี HGLM, LR และ IRT-LR จากการศึกษา พบว่า พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญของการเกิด DIF ในข้อสอบวิชาภาษาตุรกี และวิทยาศาสตร์ ระหว่างวิธี LR กับ IRT-LR ในข้อสอบวิชาสังคมศึกษาพบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญของผลของวิธี HGLM กับ LR, HGLM กับ IRT-LR และ LR กับ IRT-LR จำนวนข้อในการเกิด DIF ของทั้งสามวิธีแตกต่างกัน เปรียบเทียบระหว่างวิชาสังคมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ และภาษาตุรกี โดยใช้วิธี HGLM พบว่า มากกว่าครึ่งของข้อสอบสามารถตรวจพบ DIF วิชาภาษาตุรกีตรวจพบ DIF มากที่สุด

กล่าวโดยสรุปแนวคิดในการวิเคราะห์แบบพหุระดับ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โมเดลการตอบสนองข้อสอบหรือข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า ตลอดจนการประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่นในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า พบว่า ในเรื่องของการวัดคุณลักษณะแฝงของตัวแปรนั้นมีผู้สนใจศึกษาเป็นจำนวนมาก คือ Zwinderman (1991) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรทำนายและคุณลักษณะแฝง ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณลักษณะแฝงของบุคคลจะมีความลำเอียงโดยเฉพาะในแบบสอบที่มีจำนวนข้อน้อย ๆ ส่วน Adams และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุระดับ โดยได้วิเคราะห์เมื่อพยายามที่จะใช้ตัวแปรแฝงเป็นผลลัพธ์ในการวิเคราะห์ถดถอย ซึ่งได้แสดงทั้งมุมมองของการวิเคราะห์พหุระดับ และโมเดลการตอบสนอง Maier (2001) ได้ใช้โมเดลการวัดแบบราสช์ระดับลดหลั่น ซึ่งสามารถใช้วัดตัวแปรแฝงภายใน (latent trait variables) และโมเดลที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่มีลักษณะคล้ายการวิเคราะห์ระดับลดหลั่น และ Pastor (2003) ได้ศึกษาการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายและองค์ประกอบแฝงโดยใช้โมเดลการตอบสนองแบบระดับลดหลั่น ซึ่งพบว่า สามารถประมาณค่าความสัมพันธ์ได้

ในเรื่องของการใช้โมเดลโลจิสติกแบบหนึ่งพารามิเตอร์หรือโมเดลราสช์ ในการวิเคราะห์ข้อสอบแบบให้คะแนน 2 ค่า ก็มีผู้สนใจศึกษา คือ Zwinderman (1991) ได้ใช้โมเดลถดถอยแบบโลจิสติก เพื่อการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรทำนาย และคุณลักษณะแฝง (latent traits) ที่สมมติว่าถูกวัดด้วยชุดของข้อคำถามที่ให้คะแนนแบบ 2 ค่า (dichotomous) จำนวน k ข้อ ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณลักษณะแฝงของบุคคลจะมีความลำเอียงโดยเฉพาะใน

แบบสอบที่มีจำนวนข้อน้อย ๆ และ Kamata (2001) ได้ทำโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นที่มีลักษณะการวิเคราะห์แบบเดียวกันกับสมการโมเดล Rasch ศึกษาการวิเคราะห์ข้อสอบ ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ ด้วย Hierarchical Generalized Linear Logistic Model มีความเหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อสอบที่แบ่งเป็นระดับข้อสอบและระดับบุคคล

การวิเคราะห์ข้อสอบก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่มีความน่าสนใจ มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ คือ Kamata (2001) ได้ทำการวิเคราะห์ข้อสอบแบบตอบให้คะแนนได้ 2 ค่า โดยใช้โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Item Analysis by the Hierarchical Generalized Linear Model) ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Generalized Linear Logistic Model มีความเหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อสอบที่แบ่งเป็นระดับข้อสอบ (micro level) ระดับบุคคล (macro level) Williams และ Beretvas (2006) ได้เสนอแนวทางการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่า โดยการใช้โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่น ผลการศึกษา พบว่า โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่นสามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถามแบบให้คะแนนมากกว่า 2 ค่าได้ โดยมีการเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์โมเดลการตอบสนองข้อสอบ โมเดลที่ Muraki (1990) ได้ปรับปรุงขึ้น คือ Modified Graded – Response Model (M-GRM) พบว่า ได้ค่าสถิติพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า Bias ค่า RMSE และค่า Relative Bias

นอกจากนี้ Adam และคณะ (1997), Kamata (2001), Maier (2001) Williams และ Beretvas (2006) สนใจในการเปรียบเทียบการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ ที่เรียกว่า โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่น กับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า โมเดลการวิเคราะห์ทั้งสองให้ผลการประมาณค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่โมเดลพหุระดับจะสามารถประมาณค่าได้พร้อมกันทั้งค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ค่าพารามิเตอร์ของบุคคล หรือคุณลักษณะแฝง ตลอดจนตัวแปรทำนาย ทั้งยังคำนึงถึงความแตกต่างของระดับตัวแปรที่นำมาศึกษาอีกด้วย

ในส่วนของการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบนั้น มีผู้ให้ความสนใจศึกษาเช่นกัน โดยสนใจในเรื่องของการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบกับข้อสอบที่มีการให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า คือ Zwick และคณะ (1993) ทำการประเมินการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบสำหรับภาระงาน โดยข้อสอบแบบให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (polytomous items) พบว่า วิธี Mentel-Haenszel นั้น มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี Mentel เมื่อในการตอบที่มีการกระจายของกลุ่ม ส่วน Williams และ Beretvas (2006) ได้ทำการศึกษาเรื่องการระบุการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยการใช้โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่นสำหรับข้อมูลที่ให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่า โดยได้เสนอ

แนวทางในการประยุกต์ใช้โมเดล โลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่น โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น สามารถใช้ในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) ได้ โดยมีการเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์กับวิธี Mentel-Haenszel ซึ่งพบว่า สามารถประมาณค่าสถิติได้สมมูลกัน และ Kim และคณะ (2007) ทำการศึกษาการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบและวัดขนาดอิทธิพลสำหรับข้อสอบที่ให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า พบว่า การใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ทำให้วิธีต่าง ๆ ที่ใช้ตรวจสอบ DIF ได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้ยังมีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับการใช้โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่นในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ คือ Kamata (1998), Swanson และคณะ (2002), Kamata (2005) และ Beretvas และ Williams (2006) ซึ่งผลการศึกษา พบว่า โมเดลโลจิสติกทั่วไประดับลดหลั่นสามารถตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบได้อย่างถูกต้อง Acar และ Kelecioglu (2010) ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบระหว่างเทคนิค โมเดลทั่วไประดับลดหลั่น (HGLM), การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression: LR) และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ-อัตราส่วนไลค์ลิฮูด (Item Response Theory – Likelihood Ratio: IRT-LR) จากการศึกษา พบว่า พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญของการเกิด DIF ในข้อสอบวิชาภาษาตุรกีและวิทยาศาสตร์ ระหว่างวิธี LR กับ IRT-LR ในข้อสอบวิชาสังคมศึกษาพบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญของผลของวิธี HGLM กับ LR, HGLM กับ IRT-LR และ LR กับ IRT-LR จำนวนข้อในการเกิด DIF ของทั้งสามวิธีแตกต่างกัน เปรียบเทียบระหว่างวิชาสังคมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ และภาษาตุรกี โดยใช้วิธี HGLM พบว่า มากกว่าครึ่งของข้อสอบสามารถตรวจพบ DIF วิชาภาษาตุรกีตรวจพบ DIF มากที่สุด Vaughn (2006) ศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ โดยใช้โมเดลเชิงเส้นตรงทั่วไประดับลดหลั่น (HGLM) ของการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบแบบพหุวิภาค โดยการประมาณค่าด้วยวิธีเบย์เซียน ผลการศึกษา พบว่า ข้อสอบทุกข้อเกิด DIF ในระหว่างลำดับชั้นของการให้คะแนน พบข้อสอบ 2 ข้อ ที่แสดงให้เห็นถึงการเกิด DIF ในระหว่างลำดับขั้นของการให้คะแนน ข้อสอบข้อหนึ่งมีผลต่อผู้สอบเพศหญิงและข้อสองมีผลต่อผู้สอบเพศชาย และข้อสอบข้อสามเป็นข้อเดียวที่แสดงให้เห็นว่า มีความผันแปรในระหว่างสถานศึกษา Cheong (2006) ศึกษาอิทธิพลของบริบทสถานศึกษาที่มีต่อการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้โมเดลเชิงเส้นทั่วไประดับลดหลั่น โดยศึกษาตัวแปรเชื้อชาติที่ได้รับรูปแบบการสอนที่ต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า เกิด DIF และมีความแตกต่างของเชื้อชาติในการแสดงออกของข้อสอบมีความสัมพันธ์กับโอกาสในการเรียนรู้ เนื่องจากครู และพบว่า ข้อสอบ 3 ข้อ จาก 13 ข้อ เกิด DIF

ในเรื่องของการเปรียบเทียบโมเดลการวิเคราะห์ระหว่างโมเดลระดับลดหลั่น (HLM) กับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบนั้น มีผู้สนใจศึกษาเช่นกัน คือ Shen (1999) และ Luppescu (2002) โดยพบว่า การวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Linera Modelสามารถระบุและประเมิน DIF ได้ดี ตลอดจนสามารถปรับค่าความสามารถของบุคคลได้ในทุกช่วงของ DIF ประเด็นที่ผู้วิจัยสนับสนุนสำหรับการใช้การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (Differential Item Functioning: DIF) คือ การใช้ DIF ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดย Walker และ Beretvas (2001) เป็นผู้ศึกษา โดยสนับสนุนการใช้ประโยชน์ของ DIF ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างมากกว่าที่จะแบ่งกลุ่มผู้สอบที่แยกเป็นความแตกต่างทางด้านวัฒนธรรม

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย HLM, PCM และ GRM สามารถสรุปแนวคิด ทฤษฎี ข้อตกลงเบื้องต้น สิ่งที่ทำการวิเคราะห์ โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ลักษณะโมเดล โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบ จุดเด่นและจุดด้อยของโมเดล ได้ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย HLM, PCM และ GRM

ประเด็น	HLM	PCM	GRM
ทฤษฎีพื้นฐาน	โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น อิงทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
ข้อตกลงเบื้องต้นของโมเดล	ไม่มีปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ	ความเป็นเอกมิติของแบบวัด Local independence	ความเป็นเอกมิติของแบบวัด Local independence
สิ่งที่ทำการวิเคราะห์	พารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ	พารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ	พารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ
โมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์	Hierarchical Linear Model	Partial Credit Model	Graded Response Model โดยกำหนดให้ค่า slope=1
ลักษณะโมเดล	1 พารามิเตอร์	1 พารามิเตอร์	1 พารามิเตอร์ เนื่องจากกำหนดให้ค่า slope=1
โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์	HLM	PARSCALE	PARSCALE
วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และพารามิเตอร์ของผู้สอบ	1. Maximum Likelihood Estimation (MLE) 2. Generalized Least Squares (GLS) 3. Empirical Bayes (EM)	Joint Maximum Likelihood Estimation (JMLE) หรือ Unconditional Maximum Likelihood ได้ค่าประมาณที่ลำเอียง (bias)	Marginal Maximum Likelihood Estimation (MMLE) ได้ค่าประมาณที่ดีกว่าJMLE

ประเด็น	HLM	PCM	GRM
จุดเด่น	1. วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนเดียว ทั้งยังสามารถนำตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบเข้าร่วมวิเคราะห์ได้อีกด้วย 2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก สามารถดำเนินการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ข้อผู้สอบได้ในขั้นตอนเดียว 3. โมเดลให้การประมาณค่าที่คงเส้นคงวา	1. วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนเดียว 2. สามารถดำเนินการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ข้อผู้สอบได้ในขั้นตอนเดียว	1. วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนเดียว 2. สามารถดำเนินการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ข้อผู้สอบได้ในขั้นตอนเดียว 3. โมเดลให้การประมาณค่าที่คงเส้นคงวากว่า PCM เนื่องจากวิธีการประมาณค่าได้ค่าพารามิเตอร์ที่คงเส้นคงวากว่า
จุดด้อย	1. ต้องคำนวณเพิ่มเติมเพื่อให้ได้พารามิเตอร์ของข้อคำถาม 2. การเตรียมข้อมูลมีความซับซ้อน	1. ต้องคำนวณเพิ่มเติมเพื่อให้ได้พารามิเตอร์ของข้อคำถาม 2. ต้องเขียนคำสั่งเข้าโปรแกรมจึงจะสามารถวิเคราะห์ได้ 3. ต้องวิเคราะห์ใน directory ของโปรแกรม PARSCALE เท่านั้น 4. โปรแกรม PARSCALE ยอมให้มี Slope แต่ละข้อแตกต่างกัน จึงไม่เป็นโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์	1. ต้องคำนวณเพิ่มเติมเพื่อให้ได้พารามิเตอร์ของข้อคำถาม 2. ต้องเขียนคำสั่งเข้าโปรแกรมจึงจะสามารถวิเคราะห์ได้ 3. ต้องวิเคราะห์ใน directory ของโปรแกรม PARSCALE เท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

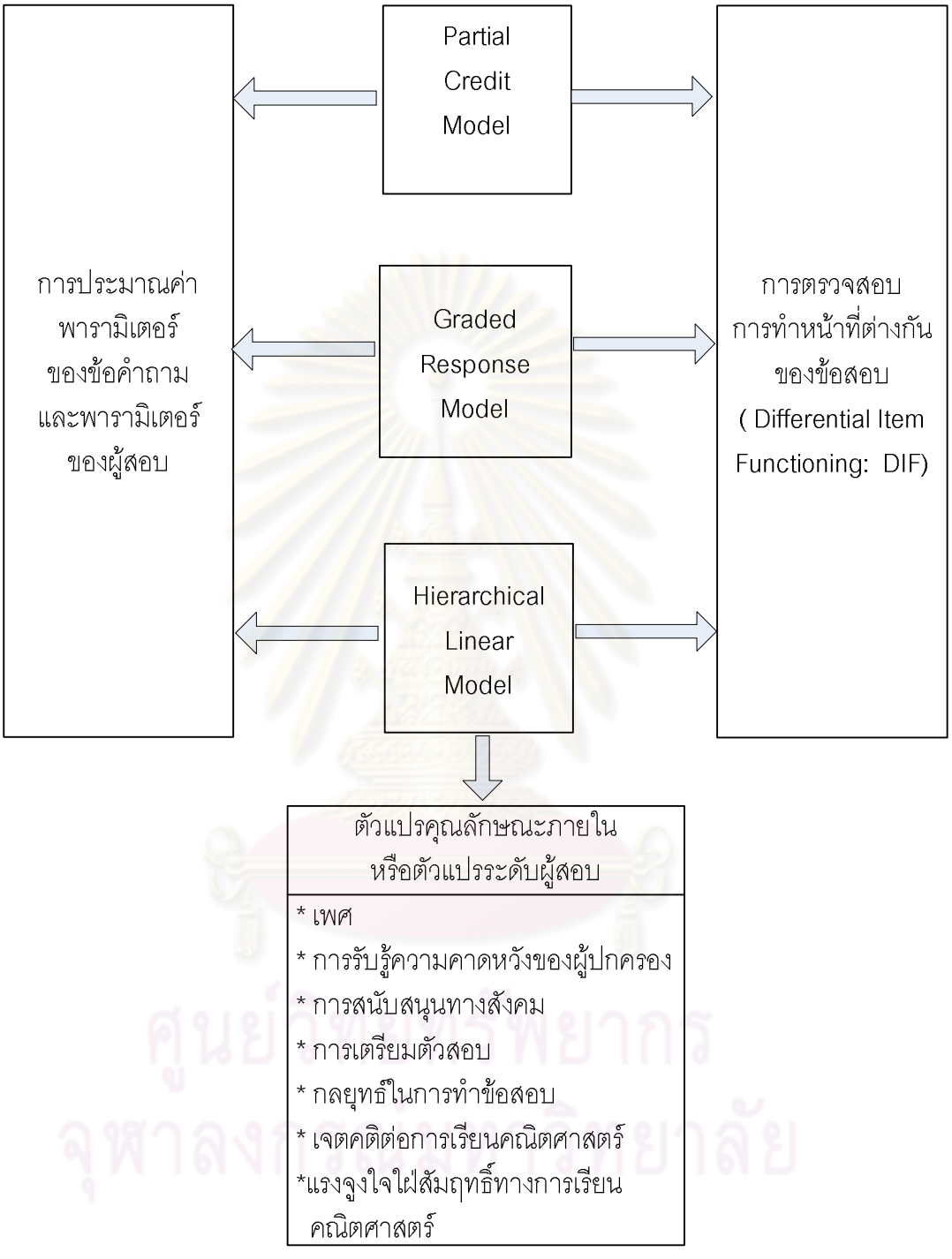
จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนได้มากกว่า 2 ค่า การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ สามารถใช้ Hierarchical Linear Model, Partial Credit Model และ Graded Response Model ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม และพารามิเตอร์ของผู้สอบ

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ข้อคำถามโดยใช้ Hierarchical Linear Model ยังสามารถนำตัวแปรทำนายในระดับ 2 คือ เพศ การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง การสนับสนุนทางสังคม การเตรียมตัวสอบ กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาร่วมทำนาย ผลของข้ออ้างอิงสำหรับการตอบของผู้สอบ (intercept) และผลของข้อคำถามเมื่อเทียบกับข้ออ้างอิง (slope) ได้อีกด้วย

กรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ 2.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 2.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) เพื่อวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่าง Hierarchical Linear Model (HLM), Partial Credit Model (PCM) และ Graded Response Model (GRM) ตลอดจนตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย HLM, PCM และ GRM และเปรียบเทียบผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบทั้งสามโมเดล ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในด้านของการสุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์– คณิต ปีการศึกษา 2552 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดนนทบุรี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 3,629 คน เหตุที่ผู้วิจัยเลือกศึกษากลุ่มประชากรกลุ่มนี้เนื่องจากมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (homogenous) กล่าวคือ โรงเรียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดนนทบุรี ไม่มีความแตกต่างกันทางภูมิศาสตร์ และมีบรรยากาศทางวิชาการที่คล้ายคลึงกัน

กลุ่มตัวอย่าง

ในการสุ่มตัวอย่างได้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ตารางกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุโข (2547) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ยอมให้มีความคลาดเคลื่อน 5% ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,805 คน แต่เพื่อให้งานวิจัยมีความแกร่ง (robustness) ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 2,049 คน

โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดนนทบุรีที่เปิดสอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งสิ้น 51 โรงเรียน จำนวนนักเรียนสายวิทย์ - คณิตทั้งสิ้น 3,629 คน ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบยกชั้น (cluster random sampling) คือ สุ่มโรงเรียนจากแต่ละอำเภอของจังหวัด

พระนครศรีอยุธยา จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดนนทบุรี ทั้ง 29 อำเภอ ๆ ละ 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนทั้งสิ้น 29 โรงเรียน ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำแนกตามอำเภอและโรงเรียน

อำเภอ	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้น ม.6
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา		
1. พระนครศรีอยุธยา	อยุธยาวิทยาลัย	258
2. บ้านแพรก	บ้านแพรกประชาสรรค์	13
3. มหาราช	มหาราชประชานิมิตร	14
4. บางปะหัน	บางปะหัน	42
5. ท่าเรือ	ท่าเรือ"นิตยานุกูล"	75
6. ภาชี	ภาชี"สุนทรนุกูล"	44
7. อุทัย	อุทัย	44
8. วังน้อย	วิเชียรกลิ่นสุคนธ์อุปถัมภ์	25
9. นครหลวง	นครหลวง อุดมรัชต์	31
10. เสนา	เสนา เสนาประสิทธิ์	87
11. บางซ้าย	บางซ้ายวิทยา	38
12. บางไทร	บางไทรวิทยา	44
13. ผักไห่	วัดโพธิ์ผักไห่(เวชพันธ์อนุสรณ์)	17
14. บางปะอิน	บางปะอิน ราชานุเคราะห์	79
15. ลาดบัวหลวง	ลาดบัวหลวง ไพโรจน์วิทยา	34
16. บางบาล	บางบาล	15
จังหวัดอ่างทอง		
1. เมือง	อ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม	176
2. ป่าโมก	ป่าโมกข์วิทยาภูมิ	29
3. วิเศษชัยชาญ	วิเศษชัยชาญ “ตันติวิทยาภูมิ”	102
4. โพธิ์ทอง	โพธิ์ทองจินดามณี	47
5. สามโก้	สามโก้วิทยาคม	36
6. แสวงหา	แสวงหาวิทยาคม	27
7. ไชโย	ราชสถิตย์วิทยา	23

อำเภอ	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้น ม.6
จังหวัดนนทบุรี		
1. เมือง	เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการบางใหญ่	123
2. บางกรวย	เทพศิรินทร์นนทบุรี	105
3. บางใหญ่	สตรีนนทบุรี(นนทกิจพิศาล)	15
4. บางบัวทอง	บางบัวทอง	138
5. ไทรน้อย	ไทรน้อย	40
6. ปากเกร็ด	สวนกุหลาบนนทบุรี	328
	รวม	**2049**

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบระหว่าง HLM, PCM และ GRM ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยแบ่งตามโครงสร้างของระดับข้อมูล ดังนี้

1. ตัวแปรระดับข้อคำถาม ตัวแปรต้น คือ ข้อคำถาม ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 39 ตัวแปรตาม คือ ความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถาม

2. ตัวแปรระดับข้อสอบ ตัวแปรต้นหรือตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบ คือ เพศ การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง การสนับสนุนทางสังคม การเตรียมตัวสอบ กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวแปรตาม คือ ผลของข้ออ้างอิงสำหรับการตอบของผู้สอบ และผลของข้อคำถามข้อต่าง ๆ เมื่อเทียบกับข้ออ้างอิงสำหรับการตอบของผู้สอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบวัดและแบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 7 ฉบับ คือ 1) แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ 2) แบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง 3) แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม 4) แบบวัดการเตรียมตัวสอบ 5) แบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ 6) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และ 7) แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ เนื่องจากแบบวัดนี้ เป็นแบบวัดหลักของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเน้นการสร้างเป็นพิเศษ ดังนี้

การสร้างและพัฒนาแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ มีลำดับขั้นตอน คือ 1) การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง 2) การกำหนดกรอบการวัด 3) การนิยามเชิงทฤษฎี นิยามเชิงปฏิบัติการ การสร้างผังข้อคำถาม 4) การออกแบบแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ 5) การสร้างข้อคำถาม 6) การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความอคติในเนื้อหา ความอคติทางภาษา ความอคติในโครงสร้าง 7) การปรับปรุงแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ และ 8) การทดลองใช้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด ในการสร้างแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ให้มีความเป็นมาตรฐานที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดกรอบการวัด โดยศึกษาเอกสาร งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญในการศึกษาเพื่อนำเป็นแนวคิดในการสร้างกรอบการวัด โดย Liebert และ Morris (1973) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความวิตกกังวล ว่าประกอบด้วย ความกังวล กับสภาวะทางอารมณ์ โดยมีมิติที่วัดความกังวล คือ ความกังวลก่อนสอบ กับความกังวลในขณะสอบ มิติที่วัดสภาวะทางอารมณ์ คือ สภาวะทางอารมณ์ก่อนสอบ กับสภาวะทางในขณะสอบ

ขั้นตอนที่ 3 การนิยามเชิงทฤษฎี นิยามเชิงปฏิบัติการ และการสร้างผังข้อคำถาม ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาวะทางจิตใจ และอารมณ์ของบุคคลที่มีอิทธิพลต่อความเครียด ความกลัว และการขาดความมั่นใจในตนเอง เมื่อต้องพบหรือต้องแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ ความกังวล กับสภาวะทางอารมณ์ ในแต่ละองค์ประกอบสามารถนำมาจัดกระทำเป็นพฤติกรรมบ่งชี้และนำไปสู่การออกแบบผังข้อคำถามได้ตาราง 3.2

ตาราง 3.2 ผังคุณลักษณะพฤติกรรมบ่งชี้ความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	มิติที่วัด	ข้อคำถามข้อที่	น้ำหนักความสำคัญ (ร้อยละ)	จำนวนข้อ
1. ความกังวล	1.1 ความกังวลก่อนสอบ	1-10	25.00	10
	1.2 ความกังวลในขณะสอบ	11-20	25.00	10
2. สภาวะทางอารมณ์	2.1 สภาวะทางอารมณ์ก่อนสอบ	21-30	25.00	10
	2.2 สภาวะทางอารมณ์ในขณะสอบ	31-40	25.00	10
	รวม	**40**	**100**	**40**

ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ดังนี้

4.1 เป็นแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า ประกอบด้วยข้อคำถามต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นให้ครอบคุลมนิยามเชิงปฏิบัติการที่กำหนดไว้ และให้ผู้ตอบประเมินค่าข้อคำถามให้ตรงตามสภาพความเป็นจริงของตนเอง โดยข้อคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์นั้นเป็นข้อคำถามที่แสดงว่าบุคคลนั้นมีความรู้ ความรู้สึก ความคิดทางด้านความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปพฤติกรรมต่าง ๆ ใน 2 องค์ประกอบ คือ ความกังวล และ สภาวะทางอารมณ์ ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบวัดที่สร้างขึ้นโดย Prieto และ Delgado (2007), รังรอง งามศิริ (2540) และ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

4.2 ข้อคำถามแต่ละข้อมีลักษณะการตอบตามพฤติกรรมที่สะท้อนความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ได้แก่ น้อยที่สุด ถึง มากที่สุด โดยให้คะแนนแบบต่อเนื่องตามพฤติกรรมที่สะท้อนความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

4.3 ข้อคำถามต่าง ๆ ในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์จัดวางไว้อย่างเป็นระบบตามองค์ประกอบ

4.4 ตัวคำถามมีข้อความเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และทิศทางตรงข้าม คือ มีทั้งทิศทางบวกและทิศทางลบ

ขั้นตอนที่ 5 การสร้างข้อคำถามวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ตามแบบแผนที่ได้ออกแบบไว้ ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถามต่าง ๆ ให้ครอบคลุมนิยามเชิงปฏิบัติการและครอบคลุมโครงสร้างโดยลักษณะแบบวัดเป็นมาตรประมาณค่า ประกอบด้วยข้อคำถาม 40 ข้อ โดยยึดหลักเขียนข้อคำถามที่ว่า การสร้างข้อคำถามที่ดีต้องเขียนข้อคำถามเผื่อไว้ 25% หรือถ้า

เป็นไปได้ควรเผื่อไว้ 1-2 เท่าของจำนวนที่ต้องการจริง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2548) เมื่อคิดเทียบจำนวนข้อคำถามที่ต้องการจำนวน 32 ข้อ จากข้อคำถามที่ออกแบบไว้จำนวน 40 ข้อ คิดเป็นข้อคำถามที่เผื่อไว้ 25% โดยให้ผู้ตอบ ๆ ตามความเป็นจริง แต่ละข้อประกอบด้วยมาตรประมาณค่า 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด เมื่อสร้างข้อคำถามเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทบทวนข้อคำถามโดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของการวัดและความชัดเจนของภาษา

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ความอคติในเนื้อหา (content bias) ความอคติทางภาษา (language bias) โดยผู้วิจัยได้นำแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จิตวิทยาการศึกษา และคณิตศาสตร์ จำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบข้อคำถามต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นมา ว่าในแต่ละข้อวัดได้สอดคล้องกับโครงสร้างที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามจากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Item Objective Congruence) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป หากข้อคำถามมีค่าไม่ถึง 0.50 ควรปรับปรุงหรือคัดทิ้ง(สุวิมล ติรกานันท์, 2550) ตลอดจนการตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และโครงสร้าง มีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งในการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับมิติที่วัดที่กำหนดไว้

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับมิติที่วัดที่กำหนดไว้

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับมิติที่วัดที่กำหนดไว้

โดยมีสูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC ดังนี้

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

เมื่อกำหนดให้ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับมิติที่วัด

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นในแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 7 การปรับปรุงแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง มาปรับปรุงข้อคำถามให้มีความชัดเจนและวัดได้สอดคล้องกับมิติที่วัดที่กำหนดไว้ จากการตรวจสอบข้อคำถามของผู้เชี่ยวชาญและทำการปรับปรุงข้อคำถาม มีหลักเกณฑ์ในการปรับข้อคำถาม ดังนี้

1. พิจารณาข้อคำถามจากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Item Objective Congruence) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. ในกรณีที่ข้อคำถามมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แต่มีข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้ปรับปรุงการใช้ภาษา ผู้วิจัยทำการปรับปรุงเพื่อให้ข้อคำถามมีความกระชับ รัดกุม และเข้าใจง่าย

ผลการพิจารณาข้อคำถามของผู้เชี่ยวชาญและการปรับปรุงข้อคำถาม แสดงดังตาราง 3.3 โดยมีสัญลักษณ์แทนข้อคำถามมามิติที่วัด คือ

WORRYB แทน ข้อคำถามวัดความกังวลก่อนสอบ

WORRYC แทน ข้อคำถามวัดความกังวลขณะสอบ

EMOB แทน ข้อคำถามวัดสภาวะทางอารมณ์ก่อนสอบ

EMOC แทน ข้อคำถามวัดสภาวะทางอารมณ์ก่อนสอบ

ตาราง 3.3 ความเหมาะสมและความครอบคลุมของนิยามและข้อคำถามที่สร้างขึ้น

ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความตรงประเด็นของผู้เชี่ยวชาญ (คน)				ค่า IOC	ผลสรุป
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	ไม่ตอบ		
WORRYB 1) ฉันกลัวการสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
WORRYB 2) ฉันรู้สึกกระวนกระวายใจถ้าต้องสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	ฉันรู้สึกกระวนกระวายใจ เมื่อต้องสอบวิชาคณิตศาสตร์
WORRYB 3) ฉันคาดว่าจะได้คะแนนน้อยกว่าผู้อื่น	7				1.000	ฉันคาดว่าจะได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์น้อย
WORRYB 4) ฉันคาดว่าข้อสอบที่ทำจะเป็นส่วนที่ฉันไม่เข้าใจ	5	2			0.714	ฉันกลัวว่าข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ทำจะเป็นส่วนที่ฉันไม่เข้าใจ
WORRYB 5) ฉันคิดว่าข้อสอบจะต้องยากจนฉันทำไม่ได้	7				1.000	ฉันคิดว่าข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์จะต้องยากจนฉันทำไม่ได้
WORRYB 6) ฉันไม่เคยกังวลในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านลบ)	6		1		0.835	คงเดิม
WORRYB 7) ฉันคาดว่า ฉันจะไม่มีสมาธิในการสอบ	7				1.000	ฉันกลัวว่า จะขาดสมาธิในการสอบวิชาคณิตศาสตร์
WORRYB 8) ฉันคาดว่า ฉันจะอ่านหนังสือไม่เต็มที่	6		1		0.835	ฉันกลัวว่า ฉันจะอ่านหนังสือไม่เต็มที่

ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความตรงประเด็นของผู้เชี่ยวชาญ (คน)				ค่า IOC	ผลสรุป
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	ไม่ตอบ		
WORRYB 9) ฉันคาดว่า ฉันคงทำคะแนนสอบได้ไม่ดี	7				1.000	ฉันคาดว่า คงทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี
WORRYB 10) ฉันมักจะอ่านหนังสือไม่ตรงกับข้อสอบ	6		1		0.835	ฉันมักจะอ่านหนังสือไม่ตรงกับข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
WORRYC1) ฉันรู้สึกอยากจะร้องไห้ ขณะทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	6		1		0.835	คงเดิม
WORRYC 2) ฉันรู้สึกหมดกำลังใจ ที่ต้องแก้ปัญหาโจทย์วิชาคณิตศาสตร์	5	1	1		0.714	คงเดิม
WORRYC 3) ฉันไม่มีความมั่นใจ ขณะทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
WORRYC 4) ฉันอ่านคำถามในข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ฉันมักจะไม่เข้าใจ	4	1	2		0.571	ฉันมักไม่เข้าใจเวลาอ่านข้อคำถามในข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
WORRYC 5) ฉันทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ไม่เต็มความสามารถ	5	2			0.714	คงเดิม
WORRYC 6) ฉันสามารถแก้ปัญหาโจทย์วิชาคณิตศาสตร์ได้ดี (ด้านลบ)	4	1	2		0.571	คงเดิม
WORRYC 7) ฉันตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ไม่ตรงประเด็นคำถาม	5	2			0.714	คงเดิม
WORRYC 8) ฉันทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ไม่ทันเวลาที่กำหนด	5	2			0.714	คงเดิม
WORRYC 9) ฉันเกิดความสับสนในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
WORRYC 10) ขณะทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกกังวลใจ	7				1.000	คงเดิม
EMOB 1) ฉันหงุดหงิดเมื่อจะสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
EMOB 2) ฉันเบื่อหน่ายการสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
EMOB 3) ฉันหมดกำลังใจที่จะสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
EMOB 4) ใจฉันไม่อยู่กับตัว ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	6	1			0.835	ฉันมักไม่มีสมาธิ ในวันที่ต้องทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์
EMOB 5) ฉันมักจะแยกตัว ไม่อยากพบปะผู้คน ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	6		1		0.835	คงเดิม

ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความตรงประเด็นของผู้เชี่ยวชาญ (คน)				ค่า IOC	ผลสรุป
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	ไม่ตอบ		
EMOB 6) ฉันมักจะฉุนเฉียว ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	6		1		0.835	คงเดิม
EMOB 7) ฉันมีเรื่องทะเลาะกับเพื่อน ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	5	1	1		0.714	คงเดิม
EMOB 8) ฉันปล่อยปละละเลยไม่สนในตนเอง ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	6		1		0.835	คงเดิม
EMOB 9) ฉันมักจะโมโหง่าย ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
EMOB 10) ฉันมักทำงานไม่ผิดพลาด ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านลบ)	5		2		0.714	คงเดิม
EMOB 1) มือของฉันเย็น เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	6	1			0.835	คงเดิม
EMOC 2) มือของฉันสั่น เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
EMOC 3) ฉันปวดท้อง เมื่อฉันทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	5		2		0.714	คงเดิม
EMOC 4) ฉันอ่อนเพลีย เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	6	1			0.835	คงเดิม
EMOC 5) ฉันเจ็บหน้าอก เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	5	2			0.714	คงเดิม
EMOC 6) ฉันหายใจติดขัด เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	6	1			0.835	คงเดิม
EMOC 7) ฉันหายใจไม่ออก เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	6	1			0.835	คงเดิม
EMOC 8) ฉันมีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	6	1			0.835	คงเดิม
EMOC 9) ฉันหัวใจเต้นเร็วผิดปกติ เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	7				1.000	คงเดิม
EMOC 10) ฉันเวียนศีรษะ เมื่อทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	6	1			0.835	คงเดิม

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาแบบวัด คือ ในการวัดสภาวะทางอารมณ์ในขณะสอบ ผู้เชี่ยวชาญเสนอให้ถามอาการของผู้ตอบ คือ ถามว่า นักเรียนมี

อาการต่อไปนี้ ระดับใด ในขณะที่กำลังสอบวิชาคณิตศาสตร์ แล้วแยกเป็นแต่ละข้อ เช่น 1) มือเย็น 2) มือสั่น 3) ปวดท้อง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 8 การทดลองใช้แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 201 คน โดยมีการตรวจสอบข้อมูลในการทดลอง ดังนี้

8.1 ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือรายข้อด้วยการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของข้อคำถามแต่ละข้อกับคะแนนรวมของแบบวัด (Item-total correlation; r_i) คำนวณโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยพิจารณายอมรับข้อคำถามที่มีค่า Item-total correlation เกิน .20 ขึ้นไป (Foxcroft, 2005)

8.2 ตรวจสอบค่าความเที่ยงแต่ละด้านเบื้องต้นด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient)

จากการพิจารณาข้อคำถามเพื่อคัดเลือกไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนต่อไป พบว่า ค่าความเที่ยงรวมทั้งฉบับมีเท่ากับ 0.899 ค่าความเที่ยงด้านความกังวลในวันสอบ เท่ากับ 0.829 ค่าความเที่ยงด้านความกังวลในขณะสอบ เท่ากับ 0.877 ค่าความเที่ยงด้านสภาวะทางอารมณ์ในวันสอบ เท่ากับ 0.687 และค่าความเที่ยงด้านสภาวะทางอารมณ์ในขณะสอบ เท่ากับ 0.892 ข้อคำถาม ฉันมักทำงานไม่ผิดพลาด ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์ มีค่า Item-total correlation เท่ากับ -0.298 จึงสมควรตัดข้อคำถามนี้ออก

ขั้นตอนที่ 10 นำแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ที่ได้คัดเลือกข้อคำถามไปเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดนนทบุรี จำนวน 1,715 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดในด้านความเที่ยง ความตรง ซึ่งพบว่า ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.943 ส่วนความตรงนั้นใช้การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยก่อนที่จะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม LISREL มีการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Sphericity) โดยใช้ Bartlett's Test of Sphericity ซึ่งเป็นการตรวจสอบเมตริกสหสัมพันธ์ของเทอมความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแตกต่างจากเมตริกซ์เอกลักษณ์ (Identity matrix) หรือไม่ ถ้าผลการทดสอบพบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน หมายความว่า ตัวแปรตามในการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันเพียงพอที่จะใช้สถิติวิเคราะห์ตัวแปรพหุนามได้ (Hair และคณะ, 2006) และตรวจสอบดัชนี Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ซึ่งใช้ในการประเมิน

ความเหมาะสมของข้อมูล ต้องมีค่ามากกว่าเกณฑ์ .50 ข้อมูลจึงจะมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Hair และคณะ, 2006)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พิจารณาจากค่าสถิติต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) สถิติไคสแควร์ (χ^2) เป็นสถิติทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์หรือเป็นสถิติทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบตามทฤษฎีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับรูปแบบเชิงประจักษ์ ถ้าค่าสถิติไคสแควร์ (χ^2) มีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ รูปแบบตามทฤษฎีไม่สอดคล้องกับรูปแบบเชิงประจักษ์ ถ้าสถิติสถิติไคสแควร์ (χ^2) มีค่าต่ำจนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ รูปแบบตามทฤษฎีสอดคล้องกับรูปแบบเชิงประจักษ์ แต่ทั้งนี้ เนื่องจากไคสแควร์จะมีความไวต่อขนาดกลุ่มตัวอย่าง จึงควรพิจารณาค่าสถิตอื่นร่วมด้วย (Kelloway, 1998)

2) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index; GFI) เป็นตัวแสดงประสิทธิภาพของโมเดลในภาพรวมทั้งหมด ดัชนีนี้เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างฟังก์ชันความสอดคล้องก่อนปรับและหลังปรับโมเดล นอกจากนี้ดัชนีนี้ยังมีประโยชน์ในการเปรียบเทียบรูปแบบจำลองสองรูปแบบ ไม่ว่าจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกันหรือไม่ก็ตาม เกณฑ์การพิจารณาดัชนีนี้ควรมีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป จึงจะแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี (Kelloway, 1998)

3) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index; AGFI) มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index; GFI) โดยนำค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index; GFI) มาปรับแก้ ซึ่งคำนึงถึงขนาดขององศาความเป็นอิสระ รวมถึงจำนวนตัวแปรและกลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ ดัชนีนี้ยังมีประโยชน์ในการเปรียบเทียบรูปแบบจำลองสองรูปแบบ ไม่ว่าจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกันหรือไม่ก็ตาม เกณฑ์การพิจารณาดัชนีนี้ ควรมีค่าตั้งแต่ .90 ขึ้นไป จะแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี (Kelloway, 1998)

4) ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ (Root Mean Square Residual; RMR) เป็นค่าที่บ่งบอกขนาดของความคลาดเคลื่อนในการวัด ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนที่แสดงความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนที่ได้รับการพยากรณ์และความแปรปรวนที่แท้จริง ควรมีค่าต่ำกว่า .05 (Kelloway, 1998) จะแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือโมเดลมีประสิทธิภาพ เพราะตัวแปรอิสะมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้สูงมาก หรือ โมเดลมีความคลาดเคลื่อนในการทำนายต่ำ

5) ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (Root Mean Square Error of Approximation; RMSEA) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงขนาดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ควรมีค่าต่ำกว่า .05 (Kelloway, 1998) จะแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือ โมเดลมีประสิทธิภาพในการประมาณค่า

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาแสดงหลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้วยโปรแกรม LISREL ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีการปรับโมเดล (model modification) เพื่อจะทำให้มีการประมาณค่าใหม่ โดยหวังว่า โมเดลที่วิเคราะห์ใหม่จะสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นการปรับโมเดลในการทำให้เทอมความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กัน ผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตาราง 3.4 และภาพ 3.1

ตาราง 3.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ (n=1715)

องค์ประกอบ	ข้อคำถาม	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b)	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(SE)	ค่าที (t)	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (completely standard solution)	ค่าความเที่ยง (R^2)
ความกังวลในวันสอบ (WORRYB)						
	WORRYB1	0.71*	0.02	31.62	0.71	0.51
	WORRYB2	0.74*	0.02	33.60	0.74	0.56
	WORRYB3	0.68*	0.02	29.61	0.68	0.47
	WORRYB4	0.64*	0.02	27.53	0.64	0.42
	WORRYB5	0.69 *	0.02	30.99	0.69	0.48
	WORRYB6	0.40*	0.03	15.63	0.40	0.16
	WORRYB7	0.48*	0.02	19.90	0.48	0.23
	WORRYB8	0.39*	0.02	15.82	0.39	0.15
	WORRYB9	0.67*	0.02	28.93	0.67	0.45
	WORRYB10	0.58*	0.02	24.22	0.58	0.34
ความกังวลในขณะสอบ (WORRYC)						
	WORRYC1	0.66 *	0.02	28.44	0.66	0.43
	WORRYC2	0.77*	0.02	35.88	0.77	0.60
	WORRYC3	0.77*	0.02	35.70	0.77	0.60
	WORRYC4	0.72*	0.02	32.59	0.72	0.52

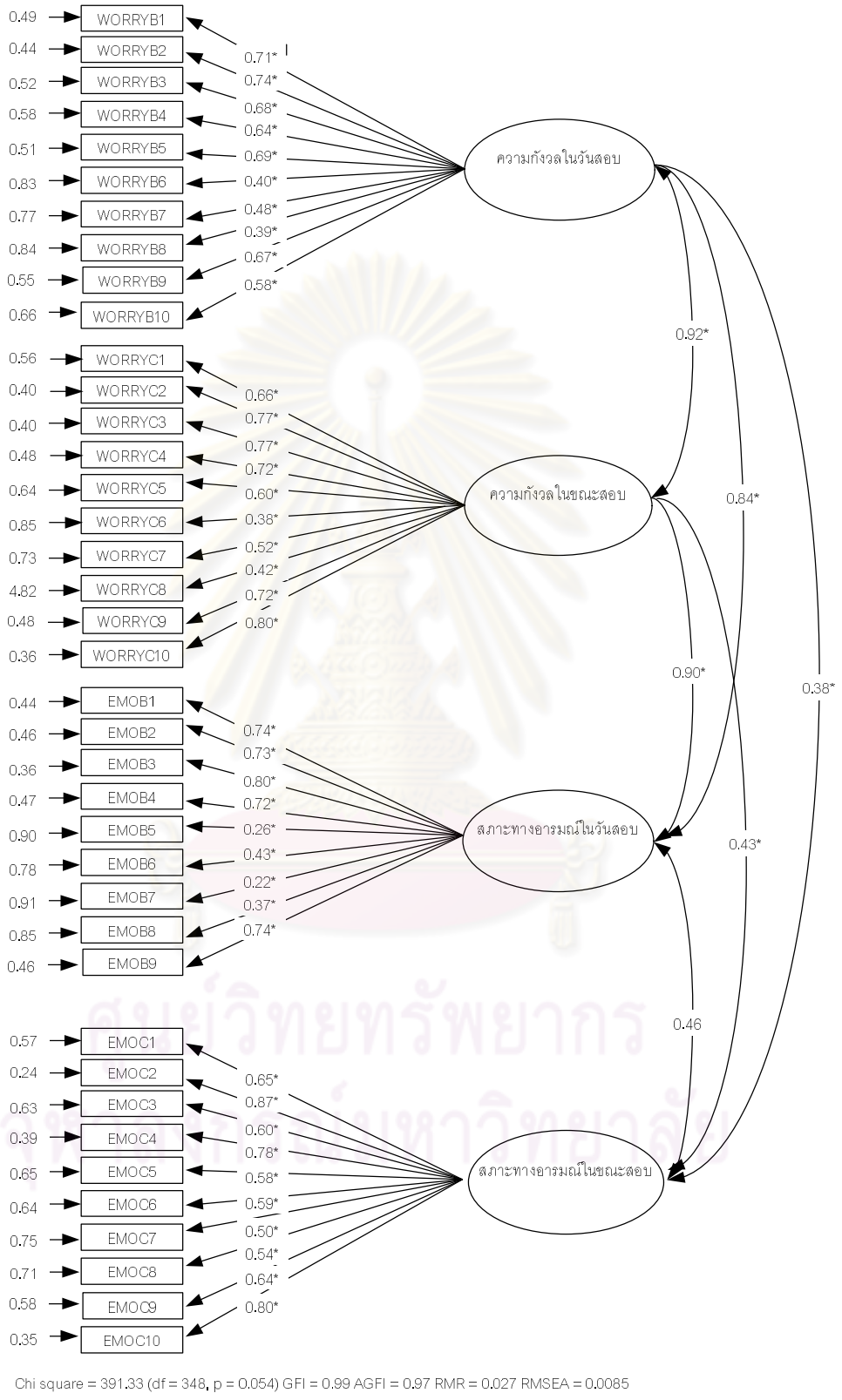
องค์ประกอบ	ข้อคำถาม	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b)	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(SE)	ค่าที (t)	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (completely standard solution)	ค่าความเที่ยง (R^2)
	WORRYC5	0.60 *	0.02	26.13	0.60	0.36
	WORRYC6	0.38*	0.02	15.53	0.38	0.14
	WORRYC7	0.52*	0.02	21.67	0.52	0.27
	WORRYC8	0.42*	0.02	17.01	0.42	0.18
	WORRYC9	0.72*	0.02	32.41	0.72	0.52
	WORRYC10	0.80*	0.02	36.74	0.80	0.64
สภาวะอารมณ์ในวันสอบ (EMOB)						
	EMOB1	0.74*	0.02	33.14	0.74	0.55
	EMOB 2	0.73*	0.02	32.62	0.73	0.54
	EMOB 3	0.80*	0.02	37.36	0.80	0.64
	EMOB4	0.72*	0.02	31.88	0.72	0.53
	EMOB 5	0.26*	0.03	10.01	0.26	0.07
	EMOB 6	0.43 *	0.02	17.47	0.43	0.19
	EMOB 7	0.22*	0.03	8.34	0.22	0.05
	EMOB8	0.37*	0.03	13.83	0.37	0.14
	EMOB 9	0.74*	0.02	33.27	0.74	0.54
สภาวะอารมณ์ในขณะสอบ (EMOC)						
	EMOC1	0.65*	0.03	18.95	0.65	0.42
	EMOC2	0.87*	0.03	25.65	0.87	0.76
	EMOC3	0.60*	0.04	13.56	0.60	0.37
	EMOC4	0.78*	0.03	23.78	0.78	0.61
	EMOC5	0.58*	0.03	21.47	0.58	0.34
	EMOC6	0.59*	0.03	21.79	0.59	0.35
	EMOC7	0.50*	0.03	19.35	0.50	0.25
	EMOC8	0.54*	0.03	20.53	0.54	0.29
	EMOC9	0.64*	0.04	14.65	0.64	0.42
	EMOC10	0.80*	0.04	22.15	0.80	0.65
χ^2 = 391.33 (df = 348, p = 0.054) GFI = 0.99 AGFI = 0.97 RMR = 0.027 RMSEA = 0.0085						

*p < .05

จากตาราง 3.4 ผลการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ ความกังวลในวันสอบ ความกังวลในขณะสอบ สภาวะทางอารมณ์ในวันสอบ และสภาวะทางอารมณ์ในขณะสอบ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.87 เมื่อพิจารณาแต่ละมิติของความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.74, 0.38 – 0.80, 0.22 – 0.80 และ 0.50 – 0.87 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยน้ำหนักองค์ประกอบของข้อคำถามทุกข้อมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ข้อคำถามหลักมีความสำคัญหรือสัมพันธ์ต่อองค์ประกอบ เมื่อขจัดอิทธิพลของตัวแปรอื่น เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยง (R^2) ของข้อคำถามวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 – 0.76 พิจารณาตามมิติของความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์มีค่าความเที่ยง (R^2) อยู่ระหว่าง 0.15 – 0.56, 0.14 – 0.64, 0.05- 0.64 และ 0.25 – 0.76 ตามลำดับ แสดงว่า สัดส่วนความแปรปรวนของข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบที่อธิบายได้โดยองค์ประกอบอยู่ในระดับต่ำจนถึงระดับสูง ร้อยละ 15.00 – 56.00, 14.00 – 64.00, 5.00 – 64.00 และ 25.00 – 76.00 ตามลำดับ

เมื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องของโครงสร้างทฤษฎีความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการทดสอบสถิติไคสแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 391.33 (df = 348, p = 0.054) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พร้อมพิจารณาค่าสถิติตัวอื่น ๆ ร่วมด้วย ซึ่งดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.99 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับค่าแล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.97 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ (RMR) เท่ากับ 0.027 และค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.0085 จากค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างทฤษฎีการวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อันเป็นหลักฐานแสดงความตรงตามโครงสร้างทฤษฎีของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 3.1 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดของ Liebert และ Morris

ฉบับที่ 2 แบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ความคาดหวัง ด้านพฤติกรรมการเรียน จำนวน 10 ข้อ ความคาดหวังด้านผลการเรียน จำนวน 5 ข้อ และความคาดหวังด้านการนำความรู้มาใช้ 5 ข้อ รวม 25 ข้อ โดยเป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากแบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองของรังรอง งามศิริ (2540) และอนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

ผู้วิจัยนำแบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ผู้วิจัยหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจึงสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับข้อคำถามตามคำแนะนำ แล้วนำแบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 201 คน ผู้วิจัยนำผลการตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.925 และหลังจากการไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 1,715 คน พบว่าแบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.957

ฉบับที่ 3 แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ การสนับสนุนจากผู้ปกครองจำนวน 14 ข้อ การสนับสนุนจากครู อาจารย์ จำนวน 14 ข้อ และการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้น จำนวน 14 ข้อ รวม 42 ข้อ โดยเป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากแบบวัดการสนับสนุนทางสังคมของ รังรอง งามศิริ (2540) และอนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

ผู้วิจัยนำแบบวัดการสนับสนุนทางสังคม ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านพิจารณาความตรงตามเนื้อหา ผู้วิจัยหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจึงสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับข้อคำถามตามคำแนะนำ แล้วนำแบบวัดการสนับสนุนทางสังคม ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 201 คน ผู้วิจัยนำผลการตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.935 และหลังจากการไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 1,715 คน พบว่าแบบวัดการสนับสนุนทางสังคม มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.940

ฉบับที่ 4 แบบวัดการเตรียมตัวสอบ จำนวน 24 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเตรียมตัวก่อนสอบ 12 ข้อ ด้านการเตรียมตัวในวันสอบ 5 ข้อและการเตรียมตัวก่อนเข้าสอบ 7 ข้อ รวม 24 ข้อแบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ บ่อยมาก บ่อย ปานกลาง นาน ๆ ครั้ง และไม่เคย ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นโดย รังรอง งามศิริ (2540) และ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

ผู้วิจัยนำแบบวัดการเตรียมตัวสอบ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านพิจารณาความตรงตามเนื้อหา ผู้วิจัยหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจึงสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับข้อคำถามตามคำแนะนำ แล้วนำแบบวัดการเตรียมตัวสอบ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 201 คน ผู้วิจัยนำผลการตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.926 และหลังจากการไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 1,715 คน พบว่าแบบวัดการเตรียมตัวสอบ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.900

ฉบับที่ 5 แบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ จำนวน 19 ข้อ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ กลยุทธ์ในการใช้เวลา จำนวน 7 ข้อ กลยุทธ์ในการลดความผิดพลาด จำนวน 6 ข้อ และกลยุทธ์ในการหาคำตอบ จำนวน 6 ข้อ รวม 19 ข้อ แบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ บ่อยมาก บ่อย ปานกลาง นาน ๆ ครั้ง และไม่เคย ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นโดย รังรอง งามศิริ (2540) และ อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546)

ผู้วิจัยนำแบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านพิจารณาความตรงตามเนื้อหา ผู้วิจัยหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจึงสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับข้อคำถามตามคำแนะนำ แล้วนำแบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 201 คน ผู้วิจัยนำผลการตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.898 และหลังจากการไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 1,715 คน พบว่าแบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.889

ฉบับที่ 6 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 23 ข้อ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ เจตคติที่แสดงออกในด้านความคิด จำนวน 8 ข้อ เจตคติที่แสดงออกในด้านความรู้สึก จำนวน

9 ข้อ และเจตคติที่แสดงออกในด้านพฤติกรรม จำนวน 6 ข้อ แบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นโดย อนันต์ชนก วิจิตรนิเทศ (2546) และ Mackenzie (2002)

ผู้วิจัยนำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านพิจารณาความตรงตามเนื้อหา ผู้วิจัยหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจึงสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับข้อคำถามตามคำแนะนำ แล้วนำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 201 คน ผู้วิจัยนำผลการตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.889 และหลังจากการไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 1,715 คน พบว่าแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.897

แบบวัดฉบับที่ 7 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 31 ข้อ แบ่งเป็น 6 ด้าน คือ ด้านความเป็นอิสระ จำนวน 5 ข้อ ด้านการเลือกกิจกรรมที่แสดงความสำเร็จ จำนวน 4 ข้อ ด้านความต้องการความสำเร็จ จำนวน 4 ข้อ ด้านการเลือกงานที่ยากและท้าทายความสามารถ จำนวน 6 ข้อ ด้านการเลือกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญ จำนวน 5 ข้อ และด้านการหวังผลระยะยาว จำนวน 7 ข้อ แบบวัดนี้เป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert type scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้นโดย สุธิดา เกตุแก้ว (2547) และ Chu (2007)

ผู้วิจัยนำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านพิจารณาความตรงตามเนื้อหา ผู้วิจัยหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจึงสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับข้อคำถามตามคำแนะนำ แล้วนำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 201 คน ผู้วิจัยนำผลการตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.940 และหลังจากการไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 1,715 คน พบว่าแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.945

การวิเคราะห์ข้อมูล

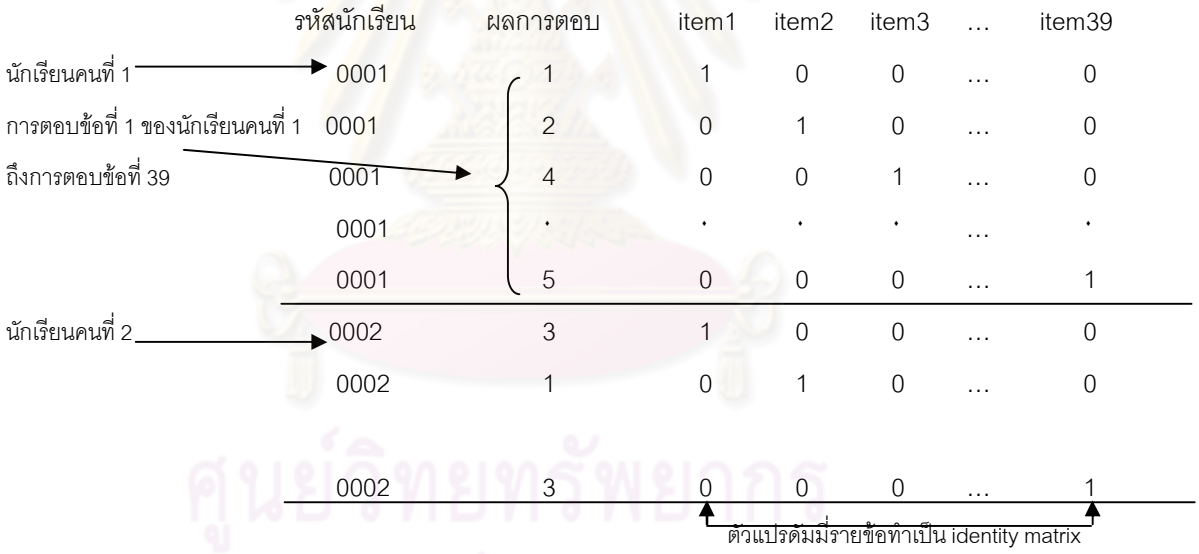
ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การเตรียมไฟล์ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยใช้โมเดล HLM ในการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ ซึ่งต้องสร้างแฟ้มข้อมูลแยกตามระดับของการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ไฟล์ระดับข้อสอบ (level 1: item level)

ไฟล์แรกประกอบด้วยรหัสประจำตัวผู้สอบ ผลการตอบ ซึ่งผลการตอบข้อสอบของนักเรียนนี้ต้องเรียงลงไปตามรหัสเป็นรายคน และแสดงผลการตอบรายข้อตามลำดับในแนวแถว จากนั้นจึงขึ้นรหัสและผลการตอบของนักเรียนคนต่อไปที่ละข้อจนครบ 1,715 คน ส่วนทางแถวแนวนอนก็จะเป็นตัวแปรดัมมี่การตอบของแต่ละข้อครบทั้ง 39 ข้อ ดังนั้นไฟล์ระดับ 1 จะมีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 41 หลัก คูณ 39 ข้อ คูณ 1,715 คน แสดงดังภาพ 3.2



ภาพ 3.2 การจำลองไฟล์การวิเคราะห์ข้อมูลระดับที่1

2) ไฟล์ระดับผู้สอบ (level 2: person level)

เป็นไฟล์ที่ประกอบด้วยรหัสประจำตัวผู้สอบ และตัวแปรตามที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 7 ตัวแปร ดังนั้นไฟล์ระดับ 2 จะมีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 8 หลัก คูณ 1,715 แถว

เมื่อสร้างไฟล์ย่อยได้ทั้งหมดแล้ว จึงทำการสร้างไฟล์รวมทั้งสองไฟล์เข้าด้วยกัน ด้วยโปรแกรม HLM เรียกชื่อไฟล์นี้ว่า MDM file (multivariate data matric) จึงจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม HLM สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบ ผู้วิจัยได้กำหนดให้ข้อคำถามข้อสุดท้าย

(ข้อที่ 39) มีค่าตัวแปรดัมมี่ข้อสอบเท่ากับศูนย์ เพื่อให้ได้เมตริกเอกลักษณ์ (identity matrix) การวิเคราะห์มีการดำเนินการดังนี้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัย

2.1 การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ พารามิเตอร์ผู้สอบ และผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรภายนอกระดับผู้เรียนที่มีต่อโอกาสการตอบข้อสอบ

1) การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และพารามิเตอร์ผู้สอบด้วยโปรแกรม HLM ซึ่งผลการวิเคราะห์จะได้สารสนเทศค่าพารามิเตอร์ threshold สามารถแสดงการวิเคราะห์ได้ดังตาราง 3.5

ตาราง 3.5 โมเดลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM

ระดับการวิเคราะห์	โมเดล HLM
1	$\eta_{1ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij}$ $\eta_{2ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{1j}$ $\eta_{3ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{2j}$ $\eta_{4ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{3j}$
2	$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10}$ ... $\beta_{(k-1)j} = \gamma_{(k-1)0}$ $\delta_j = \delta$

2) การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรภายนอกระดับผู้เรียนที่มีต่อโอกาสการตอบข้อสอบ

การวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ข้อนี้ ดำเนินการโดยใช้โปรแกรม HLM โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ระดับ สามารถแสดงสมการการวิเคราะห์ในแต่ละระดับได้ดังนี้

โมเดลการวิเคราะห์ระดับ 1: ระดับข้อสอบ

หลักการการวิเคราะห์อยู่บนพื้นฐานแนวคิดที่ว่าข้อสอบสอดแทรกอยู่ในบุคคล (between item within person) ผลการวิเคราะห์ระดับนี้ได้ค่า threshold สามารถเขียนสมการวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$\eta_{1ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij}$$
$$\eta_{2ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{1j}$$
$$\eta_{3ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{2j}$$
$$\eta_{4ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{3j}$$

โมเดลการวิเคราะห์ระดับ 2 : ระดับผู้สอบ

การวิเคราะห์ระดับ 2 เป็นระดับผู้สอบ ผลการวิเคราะห์ได้ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ และค่าความสามารถของผู้สอบ ในสมการระดับ 2 ผู้วิจัยสามารถใส่ตัวแปรคุณลักษณะของผู้สอบเข้าสู่สมการเพื่ออธิบายความผันแปรของโอกาสในการตอบข้อสอบของผู้สอบ สามารถแสดงสมการการวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
\beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01} gender_j + \gamma_{02} take_j + \gamma_{03} support_j + \gamma_{04} prepare_j + \gamma_{05} stategy_j \\
&\quad + \gamma_{06} ati_j + \gamma_{07} motv_j + u_{0j} \\
\beta_{1j} &= \gamma_{10} \\
\beta_{2l} &= \gamma_{20} \\
&... \\
\beta_{38j} &= \gamma_{380} \\
\delta_j &= \delta
\end{aligned}$$

2.2 การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าข้อสอบ และผู้สอบด้วยโปรแกรม PARSCALE โดยใช้ Partial Credit Model และ Graded Response Model ซึ่งกำหนดให้ค่า slope เป็น 1 ผู้วิจัยสร้างไฟล์ข้อมูลที่มีนามสกุลเป็น dat (*.dat file) ไฟล์ข้อมูลมีลักษณะโครงสร้างเป็น 3 ส่วน คือมีรหัสผู้สอบจำนวน 4 สดมภ์ (4a1) เว้นช่องว่าง 1 สดมภ์ (1x) และเป็นผลการตอบข้อคำถามของผู้สอบ 39 ข้อ ๆ ละ 1 สดมภ์ (39a1) เขียนในรูปแบบภาษาฟอร์แทนได้ดังนี้ (4a1, 1x, 39a1) ผลการวิเคราะห์ทำให้สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม และค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วยโปรแกรม PARSCALE

2.3 การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

1) การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM สำหรับการศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ 39 ข้อ สามารถเขียนสมการแสดงการวิเคราะห์ได้ดังนี้

<u>การวิเคราะห์ระดับ 1 : ระดับข้อสอบ</u>

การศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ใช้แนวคิดเหมือนกันการวิเคราะห์ข้อสอบ นั่นคือ ข้อสอบสอดแทรกอยู่ในบุคคล (between item within person) ดังนั้น การวิเคราะห์ระดับ 1 จึงเหมือนกับการวิเคราะห์ด้วยโมเดล HLM โดยทั่วไป ผลการวิเคราะห์จะได้ค่าพารามิเตอร์ threshold สามารถเขียนสมการการวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
\eta_{1ij} &= \beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+.\beta_{2j}X_{2ij}+\beta_{3j}X_{3ij}+\beta_{4j}X_{4ij}+\beta_{5j}X_{5ij}+\beta_{6j}X_{6ij}+ \\
&\beta_{7j}X_{7ij}+\beta_{8j}X_{8ij}+\beta_{9j}X_{9ij}+\beta_{10j}X_{10ij}+\beta_{11j}X_{11ij}+\beta_{12j}X_{12ij}+\beta_{13j}X_{13ij}+\beta_{14j}X_{14ij}+ \\
&\beta_{15j}X_{15ij}+\beta_{16j}X_{16ij}+\beta_{17j}X_{17ij}+\beta_{18j}X_{18ij}+\beta_{19j}X_{19ij}+\beta_{20j}X_{21ij}+\beta_{22j}X_{22ij}+\beta_{23j}X_{23ij}+ \\
&\beta_{24j}X_{24ij}+\beta_{25j}X_{25ij}+\beta_{26j}X_{26ij}+\beta_{27j}X_{27ij}+\beta_{28j}X_{28ij}+\beta_{29j}X_{29ij}+\beta_{30j}X_{30ij}+\beta_{31j}X_{31ij}+ \\
&\beta_{32j}X_{32ij}+\beta_{33j}X_{33ij}+\beta_{34j}X_{34ij}+\beta_{35j}X_{35ij}+\beta_{36j}X_{36ij}+\beta_{37j}X_{37ij}+\beta_{38j}X_{38ij} \\
\eta_{2ij} &= \beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+.\beta_{2j}X_{2ij}+\beta_{3j}X_{3ij}+\beta_{4j}X_{4ij}+\beta_{5j}X_{5ij}+\beta_{6j}X_{6ij}+ \\
&\beta_{7j}X_{7ij}+\beta_{8j}X_{8ij}+\beta_{9j}X_{9ij}+\beta_{10j}X_{10ij}+\beta_{11j}X_{11ij}+\beta_{12j}X_{12ij}+\beta_{13j}X_{13ij}+\beta_{14j}X_{14ij}+ \\
&\beta_{15j}X_{15ij}+\beta_{16j}X_{16ij}+\beta_{17j}X_{17ij}+\beta_{18j}X_{18ij}+\beta_{19j}X_{19ij}+\beta_{20j}X_{21ij}+\beta_{22j}X_{22ij}+\beta_{23j}X_{23ij}+ \\
&\beta_{24j}X_{24ij}+\beta_{25j}X_{25ij}+\beta_{26j}X_{26ij}+\beta_{27j}X_{27ij}+\beta_{28j}X_{28ij}+\beta_{29j}X_{29ij}+\beta_{30j}X_{30ij}+\beta_{31j}X_{31ij}+ \\
&\beta_{32j}X_{32ij}+\beta_{33j}X_{33ij}+\beta_{34j}X_{34ij}+\beta_{35j}X_{35ij}+\beta_{36j}X_{36ij}+\beta_{37j}X_{37ij}+\beta_{38j}X_{38ij}+\delta_{1j} \\
\eta_{3ij} &= \beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+.\beta_{2j}X_{2ij}+\beta_{3j}X_{3ij}+\beta_{4j}X_{4ij}+\beta_{5j}X_{5ij}+\beta_{6j}X_{6ij}+ \\
&\beta_{7j}X_{7ij}+\beta_{8j}X_{8ij}+\beta_{9j}X_{9ij}+\beta_{10j}X_{10ij}+\beta_{11j}X_{11ij}+\beta_{12j}X_{12ij}+\beta_{13j}X_{13ij}+\beta_{14j}X_{14ij}+ \\
&\beta_{15j}X_{15ij}+\beta_{16j}X_{16ij}+\beta_{17j}X_{17ij}+\beta_{18j}X_{18ij}+\beta_{19j}X_{19ij}+\beta_{20j}X_{21ij}+\beta_{22j}X_{22ij}+\beta_{23j}X_{23ij}+ \\
&\beta_{24j}X_{24ij}+\beta_{25j}X_{25ij}+\beta_{26j}X_{26ij}+\beta_{27j}X_{27ij}+\beta_{28j}X_{28ij}+\beta_{29j}X_{29ij}+\beta_{30j}X_{30ij}+\beta_{31j}X_{31ij}+ \\
&\beta_{32j}X_{32ij}+\beta_{33j}X_{33ij}+\beta_{34j}X_{34ij}+\beta_{35j}X_{35ij}+\beta_{36j}X_{36ij}+\beta_{37j}X_{37ij}+\beta_{38j}X_{38ij}+\delta_{2j} \\
\eta_{4ij} &= \beta_{0j}+\beta_{1j}X_{1ij}+.\beta_{2j}X_{2ij}+\beta_{3j}X_{3ij}+\beta_{4j}X_{4ij}+\beta_{5j}X_{5ij}+\beta_{6j}X_{6ij}+ \\
&\beta_{7j}X_{7ij}+\beta_{8j}X_{8ij}+\beta_{9j}X_{9ij}+\beta_{10j}X_{10ij}+\beta_{11j}X_{11ij}+\beta_{12j}X_{12ij}+\beta_{13j}X_{13ij}+\beta_{14j}X_{14ij}+ \\
&\beta_{15j}X_{15ij}+\beta_{16j}X_{16ij}+\beta_{17j}X_{17ij}+\beta_{18j}X_{18ij}+\beta_{19j}X_{19ij}+\beta_{20j}X_{21ij}+\beta_{22j}X_{22ij}+\beta_{23j}X_{23ij}+ \\
&\beta_{24j}X_{24ij}+\beta_{25j}X_{25ij}+\beta_{26j}X_{26ij}+\beta_{27j}X_{27ij}+\beta_{28j}X_{28ij}+\beta_{29j}X_{29ij}+\beta_{30j}X_{30ij}+\beta_{31j}X_{31ij}+ \\
&\beta_{32j}X_{32ij}+\beta_{33j}X_{33ij}+\beta_{34j}X_{34ij}+\beta_{35j}X_{35ij}+\beta_{36j}X_{36ij}+\beta_{37j}X_{37ij}+\beta_{38j}X_{38ij}+\delta_{3j}
\end{aligned}$$

<u>การวิเคราะห์ระดับ 2 : ระดับผู้สอบ</u>

ในการวิเคราะห์ระดับนี้ ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบจะมีค่าคงที่ระหว่างผู้สอบ แต่จะผันแปรแบบสุ่มไปตามรายข้อคำถาม ดังนั้น เมื่อต้องการศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบจำแนกตามเพศ (เพศชายและเพศหญิง) ผู้วิจัยจัดกระทำตัวแปรความเป็นเพศหญิงเป็นตัวแปรดัมมี่เพื่อนำเข้าสู่สมการวิเคราะห์เชิงเส้น สามารถแสดงสมการวิเคราะห์ได้ดังนี้

$\beta_{0j}=\gamma_{00}+\gamma_{01}(gender)_j+u_{0j}$
$\beta_{1j}=\gamma_{10}+\gamma_{11}(gender)_j$
$\beta_{2j}=\gamma_{20}+\gamma_{21}(gender)_j$
$\beta_{3j}=\gamma_{30}+\gamma_{31}(gender)_j$
$\beta_{4j}=\gamma_{40}+\gamma_{41}(gender)_j$
$\beta_{5j}=\gamma_{50}+\gamma_{51}(gender)_j$
$\beta_{6j}=\gamma_{60}+\gamma_{61}(gender)_j$
$\beta_{7j}=\gamma_{70}+\gamma_{71}(gender)_j$
$\beta_{8j}=\gamma_{80}+\gamma_{81}(gender)_j$
$\beta_{9j}=\gamma_{90}+\gamma_{91}(gender)_j$
$\beta_{10j}=\gamma_{100}+\gamma_{101}(gender)_j$
$\beta_{11j}=\gamma_{110}+\gamma_{111}(gender)_j$
$\beta_{12j}=\gamma_{120}+\gamma_{121}(gender)_j$
$\beta_{13j}=\gamma_{130}+\gamma_{131}(gender)_j$
$\beta_{14j}=\gamma_{140}+\gamma_{141}(gender)_j$
$\beta_{15j}=\gamma_{150}+\gamma_{151}(gender)_j$
$\beta_{16j}=\gamma_{160}+\gamma_{161}(gender)_j$
$\beta_{17j}=\gamma_{170}+\gamma_{171}(gender)_j$
$\beta_{18j}=\gamma_{180}+\gamma_{181}(gender)_j$
$\beta_{19j}=\gamma_{190}+\gamma_{191}(gender)_j$
$\beta_{20j}=\gamma_{200}+\gamma_{201}(gender)_j$
$\beta_{21j}=\gamma_{210}+\gamma_{211}(gender)_j$
$\beta_{22j}=\gamma_{220}+\gamma_{221}(gender)_j$
$\beta_{23j}=\gamma_{230}+\gamma_{231}(gender)_j$
$\beta_{24j}=\gamma_{240}+\gamma_{241}(gender)_j$
$\beta_{25j}=\gamma_{250}+\gamma_{251}(gender)_j$
$\beta_{26j}=\gamma_{260}+\gamma_{261}(gender)_j$
$\beta_{27j}=\gamma_{270}+\gamma_{271}(gender)_j$
$\beta_{28j}=\gamma_{280}+\gamma_{281}(gender)_j$
$\beta_{29j}=\gamma_{290}+\gamma_{291}(gender)_j$
$\beta_{30j}=\gamma_{300}+\gamma_{301}(gender)_j$
$\beta_{31j}=\gamma_{310}+\gamma_{311}(gender)_j$
$\beta_{32j}=\gamma_{320}+\gamma_{321}(gender)_j$
$\beta_{33j}=\gamma_{330}+\gamma_{331}(gender)_j$
$\beta_{34j}=\gamma_{340}+\gamma_{341}(gender)_j$
$\beta_{35j}=\gamma_{350}+\gamma_{351}(gender)_j$
$\beta_{36j}=\gamma_{360}+\gamma_{361}(gender)_j$
$\beta_{37j}=\gamma_{370}+\gamma_{371}(gender)_j$
$\beta_{38j}=\gamma_{380}+\gamma_{381}(gender)_j$
$\delta_j=\delta$

การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วยโมเดล HLM กระทำในระดับ 2 นอกจากทำให้ทราบถึงค่าความสามารถของผู้สอบเป็นรายบุคคล ค่า threshold เป็นรายข้อแล้ว เมื่อเพิ่มตัวแปรทำนายที่เป็นตัวแปรดัมมี่เพศเข้าสู่สมการระดับ 2 ทำให้สามารถวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรทำนายที่มีต่อโอกาสการตอบข้อคำถาม

หลักการวิเคราะห์ คือ ค่า threshold ของข้อสอบถูกกำหนดให้เป็นอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ซึ่งมีค่าคงที่สำหรับผู้สอบทุกคนในกลุ่ม แต่มีความผันแปรอย่างสุ่มตามรายข้อสอบ โดยค่าเฉลี่ยความสามารถผู้สอบที่ประมาณค่าด้วยวิธีเบย์ (EB) มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ความแตกต่างทางเพศมีผลทำให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบได้ต่างกัน หากให้เพศหญิงมี่ค่าเป็นตัวแปรดัมมี่มีรหัสเป็น 1 (reference group) ส่วนเพศชายเป็นตัวแปรดัมมี่มีรหัสเป็น 0 (focal group) เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความชัน (slope) ที่คำนวณได้ถูกทดสอบด้วยสถิติทดสอบที (t-test) มีค่าสัมประสิทธิ์แตกต่างจากศูนย์ แสดงว่าความเป็นเพศหญิงทำให้เกิดโอกาสในการตอบข้อสอบได้แตกต่างจากเพศชาย หากค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกแสดงว่าเพศหญิงมีโอกาสของการตอบสูงกว่าจึงเป็นฝ่ายได้เปรียบ แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ติดลบแสดงว่าเพศชายมีโอกาสของการตอบสูงกว่าจึงเป็นฝ่ายได้เปรียบ

2) การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วยโปรแกรม PARSCALE

ผู้วิจัยเลือกวิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี IRT โดยใช้ Partial Credit Model และ Graded Response Model ซึ่งกำหนดให้ค่า slope เป็น 1 เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ประมาณค่าได้จากโปรแกรม HLM เพราะมีลักษณะเป็นโมเดล IRT-1PL ได้อย่างสมเหตุสมผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบโมเดลไฮราชิคอลลิเนียร์โมเดลกับพาเชียลเครดิตโมเดล ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของข้อสอบและข้อมูลในการวิจัยตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎี

ตอนที่ 3 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบและผลของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบต่อโอกาสการตอบข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ตอนที่ 5 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และความหมายแทนตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

worry	หมายถึง	ความวิตกกังวลในการสอบ
gender	หมายถึง	ตัวแปรดัมมี่ความเป็นเพศหญิง
take	หมายถึง	การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง
support	หมายถึง	การสนับสนุนทางสังคม
prepare	หมายถึง	การเตรียมตัวสอบ
strategy	หมายถึง	กลยุทธ์ในการสอบ
ati	หมายถึง	เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์
motv	หมายถึง	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
HLM	หมายถึง	การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Hierarchical Linear Model
PCM	หมายถึง	การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Partial Credit Model
GRM	หมายถึง	การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Graded Response Model

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

การวิเคราะห์ในส่วนนี้ ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลในลักษณะที่สอดคล้องกับธรรมชาติของข้อมูล คือ ข้อมูลที่เป็นตัวแปรจัดประเภท และข้อมูลที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ดังตาราง 4.1 และตาราง 4.2

ตาราง 4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ (n = 1,715)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
เพศของผู้ตอบ		
ชาย	575	33.53
หญิง	1,140	66.47
รวม	**1,715**	**100.00**

จากตาราง 4.1 นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 1,140 คน คิดเป็นร้อยละ 66.47 เพศชายจำนวน 575 คน คิดเป็นร้อยละ 33.53

ตาราง 4.2 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามตัวแปรต่อเนื่อง (n = 1,715)

ตัวแปร	n	min	max	mean	SD	SK	SE (SK)	KU	SE(KU)
การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง	1,715	30	125	79.25	15.89	0.30	0.06	0.19	0.12
การสนับสนุนทางสังคม	1,715	32	203	140.83	21.11	-0.10	0.06	0.65	0.12
การเตรียมตัวสอบ	1,715	37	120	80.81	12.24	0.10	0.06	0.24	0.12
กลยุทธ์ในการสอบ	1,715	37	95	66.90	9.85	0.16	0.06	0.05	0.12
เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์	1,715	25	115	80.52	10.85	-0.35	0.06	1.09	0.12
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	1,715	23	155	97.38	18.26	0.15	0.06	0.58	0.12

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่อเนื่อง พบว่า ตัวแปรความคาดหวังของผู้ปกครอง (take) มีค่าต่ำสุด 30.00 ค่าสูงสุด 125.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15.89 ตัวแปรการสนับสนุนทางสังคม (support) มีค่าต่ำสุด 32.00 ค่าสูงสุด 203.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 140.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 21.11 ตัวแปรการเตรียมตัวสอบ (prepare) มีค่าต่ำสุด 37.00 ค่าสูงสุด 120.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.24 ตัวแปรกลยุทธ์ในการสอบ (strategy) มีค่าต่ำสุด 37.00 ค่าสูงสุด 95.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.85 ตัวแปรเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (ati) มีค่า

ต่ำสุด 25.00 ค่าสูงสุด 115.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.85 ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (motv) มีค่าต่ำสุด 23.00 ค่าสูงสุด 155.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18.26

เมื่อพิจารณาความเบ้ (Skewness) พบว่า ตัวแปรการสนับสนุนทางสังคมและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเป็นลบหรือมีการแจกแจงในลักษณะเบ้ซ้าย แสดงว่าคนส่วนใหญ่มีคะแนนด้านนี้สูงกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนตัวแปรที่เหลือมีค่าเป็นบวกหรือมีการแจกแจงในลักษณะเบ้ขวา แสดงว่าคนส่วนใหญ่มีคะแนนด้านนี้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย สำหรับค่าความโด่ง (Kurtosis) พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีค่าเป็นบวกหรือสูงกว่าโค้งปกติ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้ของทุกตัวแปรมีค่าเท่ากัน คือ 0.06 ค่าความคลาดเคลื่อนของความโด่งของทุกตัวแปรมีค่าเท่ากัน คือ 0.12 ซึ่งถือว่ามีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ เนื่องจากมีค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งอยู่ระหว่าง -2 ถึง 2 (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงในอวยพร เรืองตระกูล, 2544)

ตาราง 4.3 สถิติพื้นฐานของคะแนนความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำแนกตามเพศ

เพศ	n	min	max	mean	SD	SK	SE(SK)	KU	SE(KU)
ชาย	575	45	334	97.69	24.46	1.93	0.10	14.96	0.20
หญิง	1,140	46	172	99.94	20.15	0.20	0.07	0.01	0.15
รวม	**1715**	**45.00**	**334.00**	**99.19**	**21.71**	**1.00**	**0.06**	**7.90**	**0.12**

จากตาราง 4.3 พบว่า ผู้สอบทั้งหมดมีจำนวน 1,715 คน ทำคะแนนต่ำสุดได้ 45 คะแนน คะแนนสูงสุดได้ 334 คะแนน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.19 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 21.71 โดยค่าความเบ้เท่ากับ 1.00 ค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้เท่ากับ 0.06 ค่าความโด่งเท่ากับ 7.90 ค่าความคลาดเคลื่อนของความโด่งเท่ากับ 0.12 แสดงว่าการแจกแจงมีลักษณะของการเบ้ขวาและมีความโด่งมาก ข้อมูลแจกแจงเป็นโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งอยู่ระหว่าง -2 ถึง 2 (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงในอวยพร เรืองตระกูล, 2544) เมื่อพิจารณาตามเพศของนักเรียนที่ทำแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ นักเรียนชายจำนวน 575 คน ทำคะแนนต่ำสุดได้ 45 คะแนน คะแนนสูงสุดได้ 334 คะแนน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.69 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 24.46 โดยค่าความเบ้เท่ากับ 1.93 ค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้เท่ากับ 0.10 ค่าความโด่งเท่ากับ 14.96 ค่าความคลาดเคลื่อน

ของความโด่งเท่ากับ 0.20 แสดงว่าการแจกแจงมีลักษณะของการเบ้ขวาและมีความโด่งมาก ข้อมูลแจกแจงเป็นโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งอยู่ระหว่าง -2 ถึง 2 (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงในอวยพร เรืองตระกูล, 2544) นักเรียนหญิงจำนวน 1,140 คน ทำคะแนนต่ำสุดได้ 46 คะแนน คะแนนสูงสุดได้ 172 คะแนน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.94 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 20.15 โดยค่าความเบ้เท่ากับ 0.20 ความคลาดเคลื่อนของความเบ้เท่ากับ 0.07 ค่าความโด่งเท่ากับ 0.01 ความคลาดเคลื่อนของความโด่งเท่ากับ 0.15 แสดงว่าการแจกแจงมีลักษณะของการเบ้ขวา ข้อมูลแจกแจงเป็นโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งอยู่ระหว่าง -2 ถึง 2 (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงในอวยพร เรืองตระกูล, 2544)

ตาราง 4.4 สถิติพื้นฐานของการตอบข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ จำแนกตามกลุ่มตัวอย่างรายโรงเรียน

โรงเรียน	n	min	max	mean	SD	SK	SE(SK)	KU	SE(KU)
อยุธยาวิทยาลัย	227	49	159	97.05	21.89	0.34	0.16	-0.02	0.32
บ้านแพรกประชาสรรค์	12	78	110	93.00	10.64	0.00	0.64	-1.22	1.23
มหาราชประชานิมิต	12	90	171	119.08	27.61	1.17	0.64	0.35	1.23
บางปะหัน	39	46	127	89.85	18.90	0.01	0.38	-0.37	0.74
ท่าเรือ"นิตยานุกูล"	75	58	123	86.71	15.38	0.46	0.28	-0.50	0.55
ภาชี"สุนทรนุกูล"	44	62	132	97.14	17.77	0.02	0.36	-0.23	0.70
อุทัย	44	73	170	118.66	20.94	0.23	0.36	0.29	0.70
วิเชียรกลิ่นสุคนธ์อุปถัมภ์	21	62	141	94.57	19.26	0.27	0.50	0.33	0.97
นครหลวงอุดมรัชต์	30	55	128	88.27	20.69	-0.07	0.43	-0.96	0.83
เสนา เสนาประสิทธิ์	74	60	200	103.36	25.15	1.07	0.28	2.59	0.55
บางซ้ายวิทยา	38	60	131	95.39	17.48	-0.24	0.38	-0.95	0.75
บางไทรวิทยา	44	59	334	103.57	39.51	4.76	0.36	27.85	0.70
วัดโพธิ์ผักไห่(เวชพันธ์อนุสรณ์)	17	65	132	100.35	22.27	-0.12	0.55	-1.32	1.06

โรงเรียน	n	min	max	mean	SD	SK	SE(SK)	KU	SE(KU)
บางปะอิน ราชานุเคราะห์	53	59	146	94.42	21.62	0.61	0.33	-0.39	0.64
ลาดบัวหลวง ไพโรจน์วิทยา	31	53	134	96.81	18.82	-0.07	0.42	-0.22	0.82
บางบาล	14	56	130	101.57	19.02	-1.01	0.60	1.40	1.15
อ่างทองปัทมโรจน์ วิทยาคม	154	45	175	96.38	22.61	0.59	0.20	0.64	0.39
ป่าโมกข์ วิทยาภูมิ	29	63	143	99.10	18.72	0.22	0.43	0.32	0.85
วิเศษชัยชาญ “ตันติ วิทยาภูมิ”	89	52	142	101.84	19.33	-0.39	0.26	-0.28	0.51
โพธิ์ทอง จินดามณี	46	53	119	90.37	16.85	-0.47	0.35	-0.30	0.69
สามโก้วิทยาคม	23	58	148	96.35	22.85	0.25	0.48	-0.28	0.93
แสวงหาวิทยาคม	33	66	172	99.64	21.73	1.52	0.41	3.37	0.80
ราชสถิตย์วิทยา	20	71	133	114.10	16.65	-1.08	0.51	0.76	0.99
เตรียมอุดมศึกษา พัฒนาการ บางใหญ่	103	62	150	103.32	18.96	0.14	0.24	-0.16	0.47
สตรีนนทบุรี(นนทกิจ พิศาล)	15	73	156	107.93	22.18	0.44	0.58	0.10	1.12
บางบัวทอง	133	63	151	107.23	17.43	-0.03	0.21	-0.05	0.42
ไทรน้อย	39	75	147	107.23	15.14	0.03	0.38	0.41	0.74
สวนกุหลาบนนทบุรี	256	52	152	97.55	20.28	0.14	0.15	-0.41	0.30
รวม	**1715**	**45**	**334**	**99.19**	**21.71**	**1.00**	**0.06**	**7.90**	**0.12**

จากตาราง 4.4 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 21.71 โดยค่าความเบ้เท่ากับ 1.00 ความคลาดเคลื่อนของความเบ้เท่ากับ 0.06 ค่าความโด่งเท่ากับ 7.90 และความคาดเคลื่อนของความโด่งเท่ากับ 0.12 แสดงว่าการแจกแจงมีลักษณะของการเบ้ขวาและมีความโด่งมาก ข้อมูลแจกแจงเป็นโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งอยู่ระหว่าง -2 ถึง 2

(SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงในอวยพร เรืองตระกูล, 2544) โรงเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ โรงเรียนมหาราชประชานิมิต มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 119.08 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 27.61 โดยค่าความเบ้เท่ากับ 1.17 ความคาดเคลื่อนของความเบ้เท่ากับ 0.64 ค่าความโด่งเท่ากับ 0.35 และความคาดเคลื่อนของความโด่งเท่ากับ 1.23 แสดงว่าการแจกแจงมีลักษณะของการเบ้ขวาและมีความโด่งเล็กน้อย ซึ่งข้อมูลแจกแจงเป็นโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งอยู่ระหว่าง -2 ถึง 2 (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงในอวยพร เรืองตระกูล, 2544) ส่วนโรงเรียนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ โรงเรียนท่าเรือ “นิตยานุกูล” มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 86.71 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15.38 โดยค่าความเบ้เท่ากับ 0.46 ความคาดเคลื่อนของความเบ้เท่ากับ 0.28 ค่าความโด่งเท่ากับ -0.55 และความคลาดเคลื่อนของความโด่งเท่ากับ 0.55 แสดงว่าการแจกแจงมีลักษณะของการเบ้ขวาและมีความโด่งเล็กน้อย ซึ่งข้อมูลแจกแจงเป็นโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งอยู่ระหว่าง -2 ถึง 2 (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงในอวยพร เรืองตระกูล, 2544)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของข้อสอบและข้อมูลในการวิจัยตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎี

2.1 การตรวจสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

2.1.1 การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบ (Unidimentionality)

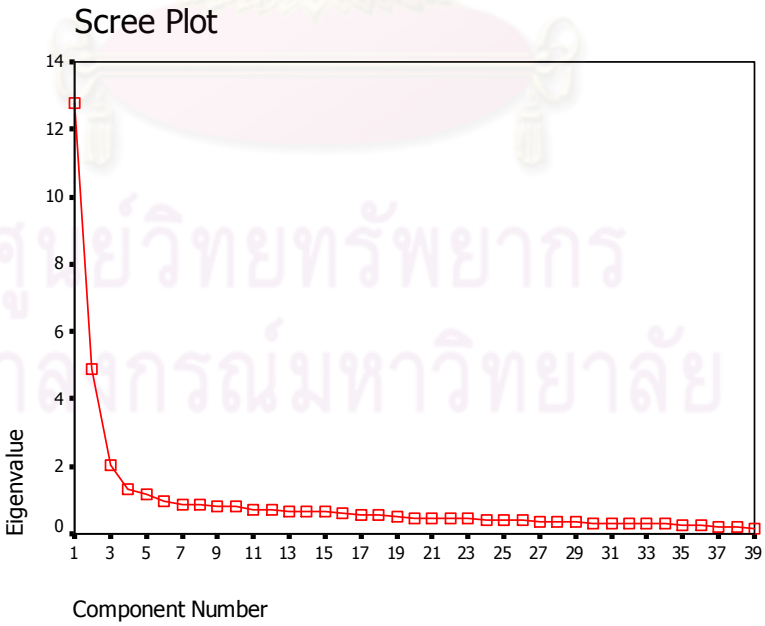
การศึกษาที่เกี่ยงข้องกับทฤษฎี IRT ผู้วิจัยสนใจข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญของ ทฤษฎี IRT คือ ความเป็นเอกมิติของแบบสอบ ซึ่งแสดงถึงคุณลักษณะสำคัญของแบบสอบถามว่ามุ่งวัดคุณลักษณะแฝง (latent trait) ที่ต้องการศึกษาเพียงลักษณะ / มิติเดียว การละเลยต่อข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้อาจจะนำไปสู่การสรุปผลการศึกษาที่ผิดพลาด

การตรวจสอบความเป็นเอกมิติสามารถดำเนินการโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) เพื่อตรวจสอบว่าแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นว่ามีกี่องค์ประกอบ และพิจารณาร้อยละของความแปรปรวน รวมถึงการพิจารณาค่าไอเกน (eigen value) ซึ่งเสนอโดย Lord และ Novick (1968) หากผลจากการวิเคราะห์ได้ค่าไอเกนตัวเดียวหรือหลายตัวซึ่งตัวแรกมีค่ามากกว่า ตัวที่สองและตัวอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด ก็สรุปได้ว่า แบบสอบถามมีความเป็นเอกมิติ ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ค่าไอเกน และร้อยละของความแปรปรวนขององค์ประกอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน	ร้อยละของความแปรปรวน
1	12.788	32.789
2	4.866	12.477
3	2.038	5.224
4	1.344	3.446
5	1.155	2.961

จากตาราง 4.5 พบว่า ค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 มีค่ามากที่สุด คือ 12.788 โดยที่องค์ประกอบที่เหลือมีค่าอยู่ระหว่าง 1.155 ถึง 4.866 เมื่อพิจารณาร้อยละของความแปรปรวนขององค์ประกอบที่ 1 มีค่า 32.789 จึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงแบบสอบถามมีลักษณะเป็นเอกมิติ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของ Rackase (อ้างถึงใน Raju, 1993) ที่เสนอแนะการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของข้อมูลตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ค่าความแปรปรวนจากตัวประกอบตัวแรกของแบบสอบควรมีค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20.00 จึงถือว่าแบบสอบถามมีความเป็นเอกมิติ ผู้วิจัยขอนำเสนอแผนภาพสกรี (scree plot) ของค่าไอเกน ดังนี้



ภาพ 4.1 แผนภาพสกรีของการวิเคราะห์องค์ประกอบ

2.2 การตรวจสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ

2.2.1 การตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

การตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มุ่งตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์กันสูงหรือภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearity) ถ้าหากพบตัวแปรต้นคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูง ผู้วิจัยสามารถเลือก ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเข้าสู่สมการการวิจัยแทนได้ ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (n = 1,715)

	take	support	prepare	strategy	ati	motv	tolerance	VIF
take	1						.636	1.573
support	.317**	1					.832	1.202
prepare	.465**	.362**	1				.484	2.067
strategy	.428**	.297**	.653**	1			.543	1.840
ati	.451**	.275**	.442**	.391**	1		.531	1.884
motv	.540**	.297**	.525**	.461**	.669**	1	.447	2.238

** p < .01

จากตาราง 4.6 พบว่า ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันไม่มากนัก โดยตัวแปรเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงสุด เท่ากับ 0.669 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รองลงมาได้แก่ ตัวแปรการเตรียมตัวสอบมีความสัมพันธ์กับตัวแปรกลยุทธ์ในการสอบ เท่ากับ 0.653 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นกัน เมื่อพิจารณาผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (Measures of Collinearity) โดยพิจารณาค่า Tolerance และ Variance Inflation Factor (VIF) ของตัวแปรต้น พบว่า ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละตัวมีค่า สูง หรือมีค่าสูงกว่า 0.10 ตามข้อเสนอของ Hair และคณะ (2006) (Tolerance = 0.447 – 0.832) และค่า VIF ต่ำ หรือมีค่าต่ำกว่า 10 ตามข้อเสนอของ Hair และคณะ (2006) (VIF = 1.202 – 2.238) แสดงว่า ตัวแปรต้นแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันต่ำ จึงไม่เกิดปัญหาที่ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันสูงหรือปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (multicollinearity)

ตอนที่ 3 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ และผลของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบต่อโอกาสการตอบข้อคำถาม ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM

3.1 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM สามารถแสดงสมการได้ดังนี้

ระดับ 1 : ระดับข้อสอบ

$$\eta_{1ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij}$$
$$\eta_{2ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{1j}$$
$$\eta_{3ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{2j}$$
$$\eta_{4ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{3j}$$

ระดับ 2 : ระดับผู้สอบ

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$
$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$
$$...$$
$$\beta_{38j} = \gamma_{380}$$
$$\delta_j = \delta$$

ตาราง 4.7 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM

ข้อคำถาม	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				
	threshold1	threshold2	threshold3	threshold4	S.E.
1	-1.767	0.077	2.335	4.500	0.076
2	-1.766	0.078	2.336	4.501	0.075
3	-2.643	-0.799	1.459	3.624	0.078
4	-2.754	-0.910	1.348	3.513	0.078
5	-2.257	-0.413	1.845	4.010	0.077
6	-3.196	-1.352	0.906	3.071	0.081
7	-1.504	0.340	2.598	4.763	0.076
8	-2.554	-0.710	1.548	3.713	0.080

ข้อคำถาม	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				
	threshold1	threshold2	threshold3	threshold4	S.E.
9	-2.670	-0.826	1.432	3.597	0.078
10	-1.463	0.381	2.639	4.804	0.076
11	-0.091	1.753	4.011	6.176	0.074
12	-1.224	0.620	2.878	5.043	0.074
13	-1.726	0.118	2.376	4.541	0.075
14	-1.603	0.241	2.499	4.664	0.074
15	-1.816	0.028	2.286	4.451	0.076
16	-2.851	-1.007	1.251	3.416	0.078
17	-0.987	0.857	3.115	5.280	0.073
18	-2.049	-0.205	2.053	4.218	0.077
19	-2.143	-0.299	1.959	4.124	0.074
20	-1.994	-0.150	2.108	4.273	0.073
21	-0.868	0.976	3.234	5.399	0.073
22	-1.111	0.733	2.991	5.156	0.075
23	-0.798	1.046	3.304	5.469	0.070
24	-0.953	0.891	3.149	5.314	0.072
25	0.796	2.640	4.898	7.063	0.075
26	1.011	2.855	5.113	7.278	0.073
27	2.102	3.946	6.204	8.369	0.083
28	0.367	2.211	4.469	6.634	0.075
29	-0.632	1.212	3.470	5.635	0.071
30	0.635	2.479	4.737	6.902	0.073
31	1.299	3.143	5.401	7.566	0.073
32	1.548	3.392	5.650	7.815	0.069
33	0.831	2.675	4.933	7.098	0.063
34	2.444	4.288	6.546	8.711	0.076
35	2.269	4.113	6.371	8.536	0.073

ข้อคำถาม	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				
	threshold1	threshold2	threshold3	threshold4	S.E.
36	2.592	4.436	6.694	8.859	0.074
37	2.116	3.960	6.218	8.383	0.070
38	1.132	2.976	5.234	7.399	0.068
39	0.000	1.844	4.102	6.267	0.063
รวมเฉลี่ย	-0.623	1.221	3.479	5.644	0.074

จากตาราง 4.7 พบว่า เมื่อวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM ค่าเฉลี่ย threshold1 เท่ากับ -0.623 ค่าเฉลี่ย threshold2 เท่ากับ -1.221 ค่าเฉลี่ย threshold3 เท่ากับ 3.479 ค่าเฉลี่ย threshold4 เท่ากับ 5.644 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ย 0.074 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ค่า threshold1 มีค่าอยู่ระหว่าง -3.196 ถึง 2.592 threshold2 มีค่าอยู่ระหว่าง -1.352 ถึง 4.436 threshold3 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.906 ถึง 6.694 และ threshold4 มีค่าอยู่ระหว่าง 3.071 ถึง 8.859 จะเห็นว่า ข้อคำถามข้อที่ 6 มีค่า threshold1 ต่ำสุด แสดงว่า สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีความวิตกกังวลทั้งสูงและต่ำได้ แม้ว่าผู้ตอบจะมีความวิตกกังวลในระดับใดก็ตาม จะสามารถตอบคำถามได้ ซึ่งถือว่าไม่สามารถจำแนกผู้ที่มีความวิตกกังวลในระดับต่าง ๆ กันได้ จึงเป็นข้อคำถามที่ไม่ดี ในทางกลับกัน ข้อคำถามข้อที่ 36 มีค่า threshold1 สูงสุด แสดงว่าให้เห็นว่า สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีความวิตกกังวลได้ ก็ต่อเมื่อ ผู้ตอบผู้นั้นมีระดับของความวิตกกังวลสูง ส่วนผู้ที่มีระดับของความวิตกกังวลต่ำจะจำแนกไม่ได้ ซึ่งถือว่าเป็นข้อคำถามที่ดี

3.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ สามารถวิเคราะห์ได้จากกระบวนการเดียวกับการวิเคราะห์พารามิเตอร์ข้อสอบ โดยโปรแกรม HLM จะรายงานค่าพารามิเตอร์ผู้สอบทั้งหมดใน residual file ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ ดังตาราง 4.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.8 สถิติพื้นฐานของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบโดยใช้ Hierarchical Linear Model ด้วยโปรแกรม HLM

สถิติพื้นฐาน	คะแนนดิบ	พารามิเตอร์ของผู้สอบจาก HLM
Min	40.000	-4.720
Max	174.000	5.158
Mean	95.279	0.000
S.D.	20.565	1.272

จากตาราง 4.8 พบว่าค่าพารามิเตอร์ผู้สอบจากการคำนวณด้วยโปรแกรม HLM มีค่าพารามิเตอร์ผู้สอบต่ำสุดเท่ากับ -4.720 และสูงสุดเท่ากับ 5.158 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.000 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.272) แสดงว่า นักเรียนมีระดับการตอบอยู่ในระดับปานกลาง

3.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้ตอบที่มีต่อโอกาสการตอบข้อคำถาม

การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้ตอบที่มีต่อโอกาสการตอบข้อคำถามใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM โดยใช้ไฟล์ MDM เดียวกับการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่นำเสนอมาตอนต้นแล้ว สามารถดำเนินการวิเคราะห์ต่อได้ โดยมีตัวแปรและสมการวิเคราะห์ดังนี้

ตัวแปรระดับผู้สอบ จำนวน 7 ตัวแปร ดังนี้

1. ตัวแปรดัมมี่ความเป็นเพศหญิง (gender)
2. การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง (take)
3. การสนับสนุนทางสังคม (support)
4. การเตรียมตัวสอบ (prepare)
5. กลยุทธ์ในการสอบ (strategy)
6. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (ati)
7. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (motv)

การวิเคราะห์ข้อมูลในระดับ 1 เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ได้สารสนเทศค่าพารามิเตอร์ threshold ของผู้สอบ ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเชิงเส้นทั่วไป ไม่มีการเพิ่มตัวแปรทำนายในระดับการวิเคราะห์นี้

การวิเคราะห์ข้อมูลในระดับ 2 เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ได้สารสนเทศค่าพารามิเตอร์ผู้สอบ ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงทั่วไปแบบพหุระดับ (Hierarchical Generaiized Linear Model: HGLM) นักวิจัยสามารถเพิ่มตัวแปรทำนายระดับผู้สอบในสมการการวิเคราะห์ได้ โดยเพิ่มในสมการแรกของการวิเคราะห์

สามารถเขียนเป็นสมการสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละระดับได้ดังนี้

โมเดลการวิเคราะห์ระดับ 1 : ระดับข้อคำถาม

$$\eta_{1ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij}$$
$$\eta_{2ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{1j}$$
$$\eta_{3ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{2j}$$
$$\eta_{4ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{3j}$$

โมเดลการวิเคราะห์ระดับ 2 : ระดับผู้สอบ

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} gender_j + \gamma_{02} take_j + \gamma_{03} s\ pport_j + \gamma_{04} prepare_j + \gamma_{05} strategy_j + \gamma_{06} ati_j + \gamma_{07} motv_j + u_{0j}$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$
$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$
$$...$$
$$\beta_{38j} = \gamma_{380}$$
$$\delta_j = \delta$$

ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรโอกาสในการตอบข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model)

Fixed Effect	Coefficient	S.E.	t-ratio	Approx. df	p-value
Intercept; γ_{00}	1.144123	0.023742	-48.189	1713	0.000
Random Effect	S.D.	Variance Component	df	χ^2	p-value
u_{0j}	0.90620	0.82119	1713	17202.89392	0.000

จากตาราง 4.9 ค่าจุดตัดแกน (intercept; γ_{00}) แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเท่ากับ 1.144123 เมื่อพิจารณาค่าอิทธิพลแบบสุ่ม (random effect) พบว่าโอกาสในการตอบข้อคำถามของนักเรียนมีความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงมีความเหมาะสมที่ผู้วิจัยจะได้เพิ่มตัวแปรทำนายเข้าสู่การวิเคราะห์ระดับ 1 และระดับ 2 ต่อไป

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของตัวแปรโอกาสในการตอบคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simple model)

Fixed Effect	Coefficient	S.E.	t-ratio	Approx. df	p-value
Intercept; γ_{00}	-0.506636	0.057	-8.871	1709	0.000
Item1	-2.273895	0.066	-34.542	66648	0.000
Item2	-2.272802	0.066	-34.525	66648	0.000
Item3	-3.149613	0.066	-47.436	66648	0.000
Item4	-3.260791	0.066	-49.042	66648	0.000
Item5	-2.764041	0.066	-41.808	66648	0.000
Item6	-3.702807	0.067	-55.330	66648	0.000
Item7	-2.011014	0.066	-30.601	66648	0.000
Item8	-3.061262	0.066	-46.155	66648	0.000
Item9	-3.177261	0.066	-47.836	66648	0.000
Item10	-1.969993	0.066	-29.984	66648	0.000
Item11	-0.597655	0.066	-9.073	66648	0.000
Item12	-1.730963	0.066	-26.375	66648	0.000
Item13	-2.233057	0.066	-33.931	66648	0.000
Item14	-2.109759	0.066	-32.085	66648	0.000
Item15	-2.322658	0.066	-35.269	66648	0.000
Item16	-3.357789	0.067	-50.435	66648	0.000
Item17	-1.494423	0.066	-22.785	66648	0.000
Item18	-2.555532	0.066	-38.731	66648	0.000
Item19	-2.650236	0.066	-40.131	66648	0.000

Fixed Effect	Coefficient	S.E.	t-ratio	Approx. df	p-value
Item20	-2.500711	0.066	-37.918	66648	0.000
Item21	-1.374844	0.066	-20.964	66648	0.000
Item22	-1.617897	0.066	-24.662	66648	0.000
Item23	-1.304807	0.066	-19.896	66648	0.000
Item24	-1.459506	0.066	-22.254	66648	0.000
Item25	0.289012	0.067	4.291	66648	0.000
Item26	0.503860	0.068	7.412	66648	0.000
Item27	1.594840	0.074	21.637	66648	0.000
Item28	-0.139537	0.066	-2.100	66648	0.035
Item29	-1.139326	0.066	-17.368	66648	0.000
Item30	0.127835	0.067	1.909	66648	0.056
Item31	0.792271	0.069	11.476	66648	0.000
Item32	1.041243	0.070	14.837	66648	0.000
Item33	0.323877	0.067	4.802	66648	0.000
Item34	1.937092	0.077	25.237	66648	0.000
Item35	1.762212	0.075	23.464	66648	0.000
Item36	2.084979	0.078	26.618	66648	0.000
Item37	1.608765	0.074	21.794	66648	0.000
Item38	0.625455	0.068	9.145	66648	0.000
Random Effect	S.D.	Variance Component	df	χ^2	p-value
u_{0j}	1.30985	1.71571	1709	29292.9391	0.000

จากตาราง 4.10 พบว่า ค่าจุดตัดแกน (intercept, γ_{00}) แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเท่ากับ -0.506636 นอกจากนี้ พบวา ค่าเฉลี่ยของผลการตอบข้อคำถามทุกข้อมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นค่าเฉลี่ยของผลการตอบข้อคำถามข้อที่ 28 มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของผลการตอบข้อคำถาม ข้อที่ 30 ไม่แตกต่างจากศูนย์ เมื่อพิจารณาค่าอิทธิพลแบบสุ่ม

(random effect) พบว่าโอกาสในการตอบข้อคำถามของนักเรียนมีความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 4.11 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรโอกาสในการตอบคำถามในระดับผู้สอบ (Hypothetical Model)

Fixed Effect	Coefficient	S.E.	t-ratio	Approx. df	p-value
Intercept; γ_{00}	-0.411975	0.070412	-5.851	1706	0.000
เพศ	-0.141351	0.064774	-2.182	1706	0.029
การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง	0.014680	0.002386	6.152	1706	0.000
การสนับสนุนทางสังคม	-0.001844	0.001575	-1.171	1706	0.242
การเตรียมตัวสอบ	0.003810	0.003544	1.075	1706	0.283
กลยุทธ์ในการสอบ	0.005605	0.004146	1.352	1706	0.177
เจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์	0.022250	0.003809	5.841	1706	0.000
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	0.004487	0.002482	1.808	1706	0.070
Random Effect	S.D.	Variance Component	df	χ^2	p-value
u_0	1.20510	1.45226	1706	25331.80671	0.000

จากตาราง 4.11 เมื่อผู้วิจัยเพิ่มตัวแปรทำนายระดับผู้สอบทั้ง 7 ตัวเข้าสู่สมการ พบว่าจุดตัดแกนของค่าเฉลี่ยโอกาสการตอบข้อคำถาม ค่าสัมประสิทธิ์การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองและค่าสัมประสิทธิ์เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรดัมมี่เพศหญิง มีค่าต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่า ค่าเฉลี่ยโอกาสในการตอบข้อคำถาม สัมประสิทธิ์การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง สัมประสิทธิ์เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์ตัวแปรดัมมี่เพศหญิง มีความสัมพันธ์ต่อค่าเฉลี่ยรวมของโอกาสในการตอบข้อคำถามของนักเรียน สามารถแสดงได้ดังสมการ

$$\beta_{0j} = \text{-0.411975 - 0.141351gender}_j\text{* + 0.014680take}_j\text{** - 0.001844support}_j\text{+}$$
$$\text{0.003810prepare}_j\text{ + 0.005605strategy}_j\text{ + 0.022250ati}_j\text{** + 0.004487motv}_j$$

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

4.1 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามด้วย Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE นั้น มีการกำหนดให้ค่า slope เท่ากับ 1 ใน Graded Response Model

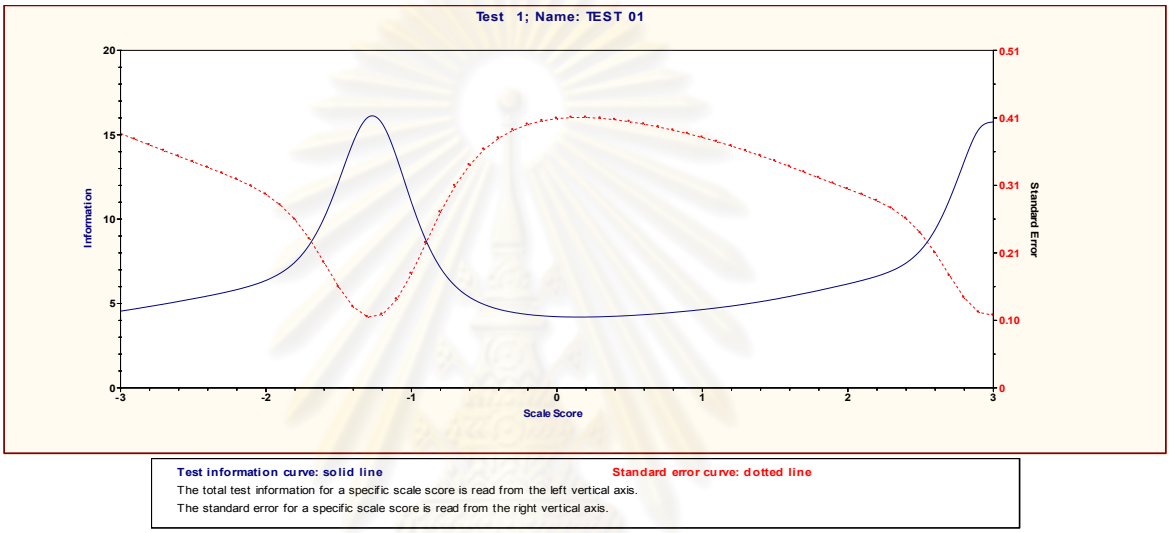
ตาราง 4.12 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ข้อคำถาม	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม									
	Partial Credit Model					Graded Response Model				
	threshold1	threshold2	threshold3	threshold4	S.E.	threshold1	threshold2	threshold3	threshold4	S.E.
1	-6.889	-3.087	0.134	4.378	0.107	-3.342	-2.457	-1.264	-0.059	0.000
2	-6.879	-3.077	0.144	4.388	0.100	-3.268	-2.383	-1.190	0.015	0.000
3	-9.084	-5.282	-2.061	2.183	0.025	-4.910	-4.025	-2.832	-1.627	0.000
4	-8.428	-4.626	-1.405	2.839	0.020	-5.062	-4.177	-2.984	-1.779	0.000
5	-7.727	-3.925	-0.704	3.540	0.098	-4.282	-3.397	-2.204	-0.999	0.000
6	-9.229	-5.427	-2.206	2.038	0.147	-5.808	-4.923	-3.730	-2.525	0.000
7	-6.377	-2.575	0.646	4.890	0.096	-2.781	-1.896	-0.703	0.502	0.000
8	-8.272	-4.470	-1.249	2.995	0.117	-4.700	-3.815	-2.622	-1.417	0.000
9	-14.241	-10.439	-7.218	-2.974	0.059	-5.037	-4.152	-2.959	-1.754	0.000
10	-6.451	-2.649	0.572	4.816	0.095	-2.844	-1.959	-0.766	0.439	0.000
11	-3.859	-0.057	3.164	7.408	0.140	-0.776	0.109	1.302	2.507	0.000
12	-5.907	-2.105	1.116	5.360	0.104	-2.347	-1.462	-0.269	0.936	0.000
13	-6.737	-2.935	0.286	4.530	0.095	-3.084	-2.199	-1.006	0.199	0.000
14	-6.632	-2.830	0.391	4.635	0.096	-3.078	-2.193	-1.000	0.205	0.000
15	-6.925	-3.123	0.098	4.342	0.087	-3.449	-2.564	-1.371	-0.166	0.000
16	-8.285	-4.483	-1.262	2.982	0.010	-5.754	-4.869	-3.676	-2.471	0.000
17	-5.358	-1.556	1.665	5.909	0.088	-1.532	-0.647	0.546	1.751	0.000
18	-7.245	-3.443	-0.222	4.022	0.115	-3.823	-2.938	-1.745	-0.540	0.000
19	-7.380	-3.578	-0.357	3.887	0.092	-4.034	-3.149	-1.956	-0.751	0.000
20	-7.228	-3.426	-0.205	4.039	0.090	-3.668	-2.783	-1.590	-0.385	0.000
21	-5.405	-1.603	1.618	5.862	0.114	-1.793	-0.908	0.285	1.490	0.000
22	-5.804	-2.002	1.219	5.463	0.130	-2.309	-1.424	-0.231	0.974	0.000
23	-5.309	-1.507	1.714	5.958	0.107	-1.620	-0.735	0.458	1.663	0.000

ข้อคำถาม	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม									
	Partial Credit Model					Graded Response Model				
	threshold1	threshold2	threshold3	threshold4	S.E.	threshold1	threshold2	threshold3	threshold4	S.E.
24	-5.543	-1.741	1.480	5.724	0.092	-1.724	-0.839	0.354	1.559	0.000
25	-1.367	2.435	5.656	9.900	0.024	0.882	1.767	2.960	4.165	0.000
26	-1.649	2.153	5.374	9.618	1.317	1.305	2.190	3.383	4.588	0.000
27	0.074	3.876	7.097	11.341	0.052	2.702	3.587	4.780	5.985	0.000
28	-2.291	1.511	4.732	8.976	0.209	0.242	1.127	2.320	3.525	0.000
29	-5.005	-1.203	2.018	6.262	0.103	-1.447	-0.562	0.631	1.836	0.000
30	-2.636	1.166	4.387	8.631	0.030	0.389	1.274	2.467	3.672	0.000
31	3.758	2.037	5.258	9.502	0.175	1.268	2.153	3.346	4.551	0.000
32	3.634	1.913	5.134	9.378	6.512	1.654	2.539	3.732	4.937	0.000
33	0.723	-0.998	2.223	6.467	1.135	0.276	1.161	2.354	3.559	0.000
34	8.860	7.139	10.360	14.604	9.501	3.293	4.178	5.371	6.576	0.000
35	0.000	-1.721	1.500	5.744	1.095	2.837	3.722	4.915	6.120	0.000
36	6.893	5.172	8.393	12.637	0.088	3.582	4.467	5.660	6.865	0.000
37	6.119	4.398	7.619	11.863	0.082	2.687	3.572	4.765	5.970	0.000
38	3.216	1.495	4.716	8.960	0.040	0.900	1.785	2.978	4.183	0.000
39	1.339	-0.382	2.839	7.083	0.549	-0.677	0.208	1.401	2.606	0.000
รวมเฉลี่ย	-3.834	-1.307	1.914	6.158	0.593	-1.567	-0.682	0.511	1.716	0.000

จากตาราง 4.12 พบว่า เมื่อวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ค่า threshold1 มีค่าอยู่ระหว่าง -14.241 ถึง 8.860 threshold2 มีค่าอยู่ระหว่าง -10.439 ถึง 7.139 threshold3 มีค่าอยู่ระหว่าง -7.218 ถึง 10.360 และ threshold4 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.059 ถึง 14.604 จะเห็นว่า ข้อคำถามข้อที่ 9 มีค่า threshold1 ต่ำสุด แสดงว่าสามารถจำแนกผู้ตอบที่มีความวิตกกังวลทั้งสูงและต่ำได้ แม้ว่าผู้ตอบจะมีความวิตกกังวลในระดับใดก็ตาม จะสามารถตอบคำถามได้ ซึ่งถือว่าไม่สามารถจำแนกผู้ที่มีความวิตกกังวลในระดับต่าง ๆ กันได้ จึงเป็นข้อคำถามที่ไม่ดีในทางกลับกัน ข้อคำถามข้อที่ 34 มีค่า threshold1 สูงสุด แสดงว่าให้เห็นว่า สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีความวิตกกังวลได้ ก็ต่อเมื่อ ผู้ตอบผู้นั้นมีระดับของความวิตกกังวลสูง ส่วนผู้ที่มีระดับของความวิตกกังวลต่ำจะจำแนกไม่ได้ ซึ่งถือว่าเป็นข้อคำถามที่ดี เมื่อวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย Graded Response Model โดยใช้ โปรแกรม PARSCALE ค่า threshold1 มีค่าอยู่ระหว่าง -5.808 ถึง 3.582 threshold2 มีค่าอยู่ระหว่าง -4.923 ถึง 4.467 threshold3 มีค่าอยู่ระหว่าง -3.730 ถึง 5.660 และ threshold4 มีค่าอยู่ระหว่าง -2.525 ถึง 6.865 จะเห็นว่า ข้อคำถามข้อที่ 6 มีค่า threshold1 ต่ำสุด แสดงว่า สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีความวิตก

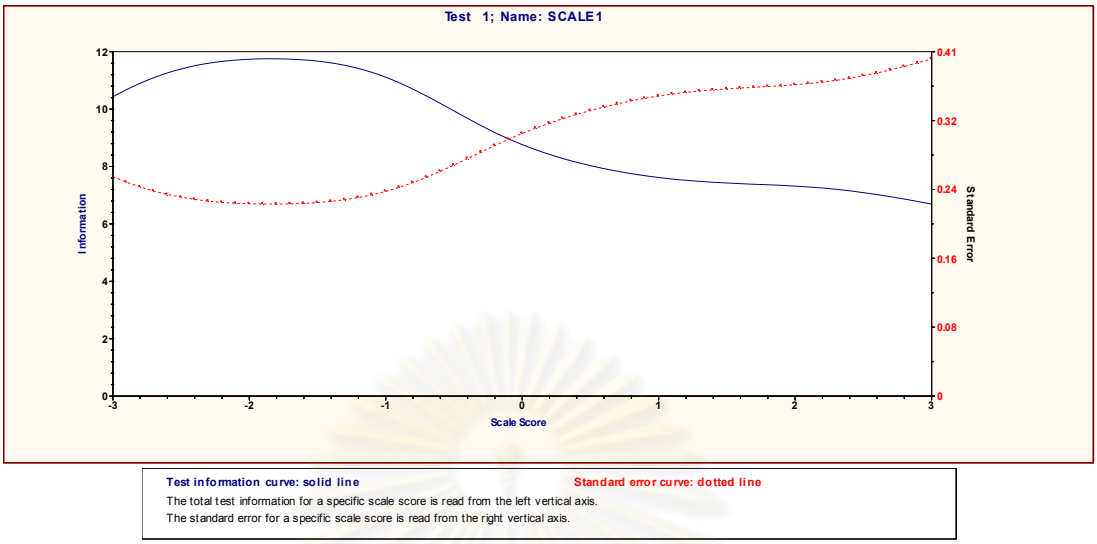
กังวลทั้งสูงและต่ำได้ แม้ว่าผู้ตอบจะมีความวิตกกังวลในระดับใดก็ตาม จะสามารถตอบคำถามได้ ซึ่งถือว่าไม่สามารถจำแนกผู้ที่มีความวิตกกังวลในระดับต่าง ๆ กันได้ จึงเป็นข้อคำถามที่ไม่ดี ในทางกลับกัน ข้อคำถามข้อที่ 36 มีค่า threshold1 สูงสุด แสดงว่าให้เห็นว่า สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีความวิตกกังวลได้ ก็ต่อเมื่อ ผู้ตอบผู้นั้นมีระดับของความวิตกกังวลสูง ส่วนผู้ที่มีระดับของความวิตกกังวลต่ำจะจำแนกไม่ได้ ซึ่งถือว่าเป็นข้อคำถามที่ดี



ภาพ 4.2 Total Information Curve จากการวิเคราะห์ด้วย Partial Credit Model

จากภาพ 4.2 ค่า information ของการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย Partial Credit Model จะเห็นว่า สามารถวิเคราะห์ข้อคำถามได้ดี เป็นช่วง คือในช่วงของ threshold ที่ประมาณ -1.3 กับ threshold ที่ประมาณ 3 แสดงว่า การวิเคราะห์ข้อคำถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย Partial Credit Model นั้นไม่มีความคงเส้นคงวาในการวิเคราะห์ข้อคำถาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 4.3 Total Information Curve จากการวิเคราะห์ด้วย Graded Response Model

จากภาพ 4.3 ค่า information ของการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย Graded Response Model จะเห็นว่า สามารถวิเคราะห์ข้อคำถามได้ดีในทุกช่วงของ threshold แสดงว่า การวิเคราะห์ข้อคำถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย Graded Response Model นั้น สามารถวิเคราะห์ได้อย่างคงเส้นคงวา

เมื่อนำผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามทั้งสามวิธี จากโปรแกรม HLM (ตาราง 4.7) และโปรแกรม PARSCALE (ตาราง 4.12) มาเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ พบว่า

1. ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามของ HLM และ GRM ให้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามเหมือนกันในเรื่องของข้อคำถามข้อที่ 6 มีค่าพารามิเตอร์ threshold1 ต่ำสุด และข้อคำถามข้อที่ 36 มีค่าพารามิเตอร์ threshold1 สูงสุด

2. เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HLM มีค่า 0.074 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย PCM มีค่า 0.593 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย GRM มีค่า 0.000 จะเห็นว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HLM มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย PCM แสดงว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วย HLM ให้ผลการประมาณค่าที่คงเส้นคงวากว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วย PCM ส่วนการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วย GRM ไม่สามารถนำมา

เปรียบเทียบในกรณีของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าได้ เนื่องจากมีการกำหนดให้ค่า slope เท่ากับ 1 ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าในทุกข้อคำถามและความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเฉลี่ยมีค่าเป็น 0.000

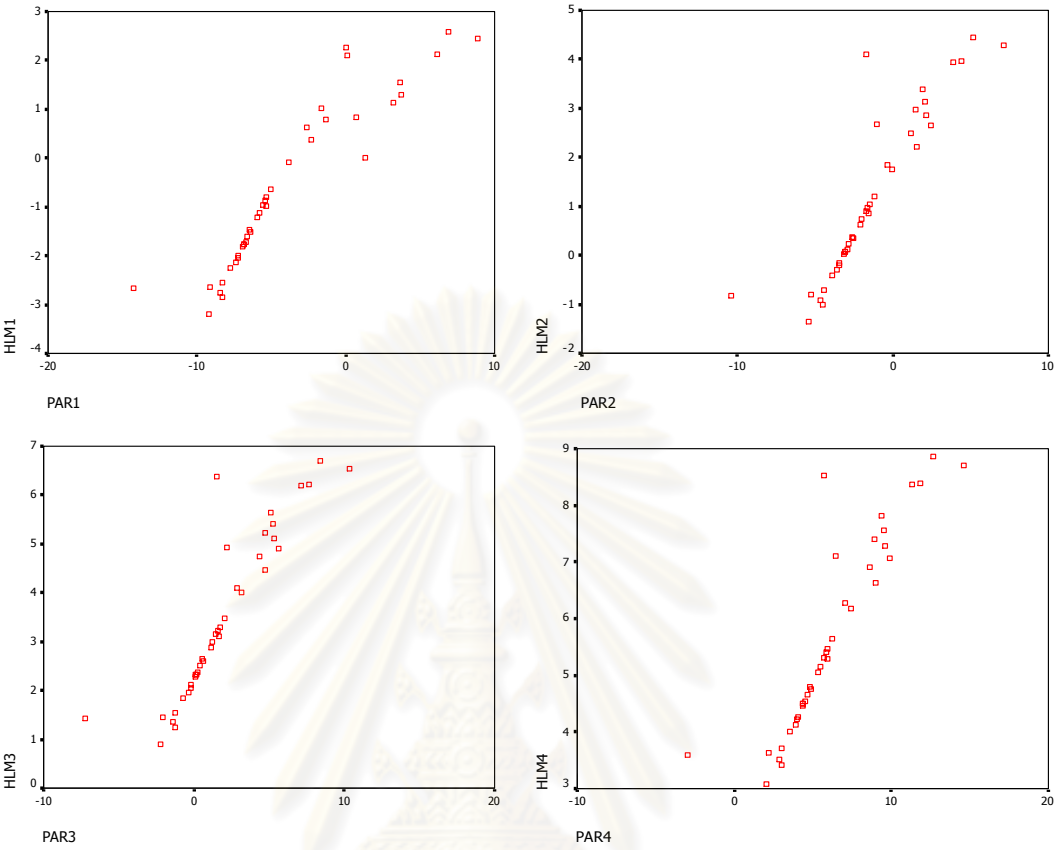
เมื่อนำผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามทั้งสามวิธี จากโปรแกรม HLM (ตาราง 4.7) และโปรแกรม PARSCALE (ตาราง 4.12) มาหาความสัมพันธ์ด้วยสูตรเพียร์สัน พบว่าค่าพารามิเตอร์ threshold ระหว่าง Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ความสัมพันธ์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ โดยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold1 มีค่า .929 ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold2 มีค่า .899 ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold3 มีค่า .899 และความสัมพันธ์ระหว่าง threshold4 มีค่า .899 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงเข้าใกล้ 1 แสดงว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถาม ระหว่าง Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มีการประมาณค่าได้ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ threshold ระหว่าง Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ โดยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold1 มีค่า .996 ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold2 มีค่า .996 ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold3 มีค่า .996 และความสัมพันธ์ระหว่าง threshold4 มีค่า .996 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงเข้าใกล้ 1 แสดงว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถาม ระหว่างระหว่าง Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มีการประมาณค่าได้ใกล้เคียงกันเช่นกัน เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ threshold ด้วย Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ โดยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold1 มีค่า .918 ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold2 มีค่า .908 ความสัมพันธ์ระหว่าง threshold3 มีค่า .908 และความสัมพันธ์ระหว่าง threshold4 มีค่า .908 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงเข้าใกล้ 1 แสดงว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม ด้วย Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มีการประมาณค่าได้ใกล้เคียงกันเช่นกัน จะเห็นว่า ความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ threshold ระหว่าง Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มีค่าความสัมพันธ์น้อยกว่าความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ threshold ระหว่าง Hierarchical Linear

Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE แสดงว่า การวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ให้การประมาณค่าที่มีความใกล้เคียงมากกว่า การวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ดังแสดงตาราง 4.13 – 4.15 และภาพ 4.4 – 4.6

ตาราง 4.13 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยากของข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM และ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ตัวแปร	Threshold1 (HLM)	Threshold2 (HLM)	Threshold3 (HLM)	Threshold4 (HLM)	Threshold1 (PCM)	Threshold2 (PCM)	Threshold3 (PCM)	Threshold4 (PCM)
Threshold1 (HLM)	1							
Threshold2 (HLM)	1.000**	1						
Threshold3 (HLM)	1.000**	1.000**	1					
Threshold4 (HLM)	1.000**	1.000**	1.000**	1				
Threshold1 (PCM)	.929**	.929**	.929**	.929**	1			
Threshold2 (PCM)	.899**	.899**	.899**	.899**	.924**	1		
Threshold3 (PCM)	.899**	.899**	.899**	.899**	.924**	1.000**	1	
Threshold4 (PCM)	.899**	.899**	.899**	.899**	.924**	1.000**	1.000**	1

** p < .01



ภาพ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ขอความยากของข้อคำถาม
จากการประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM
กับ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

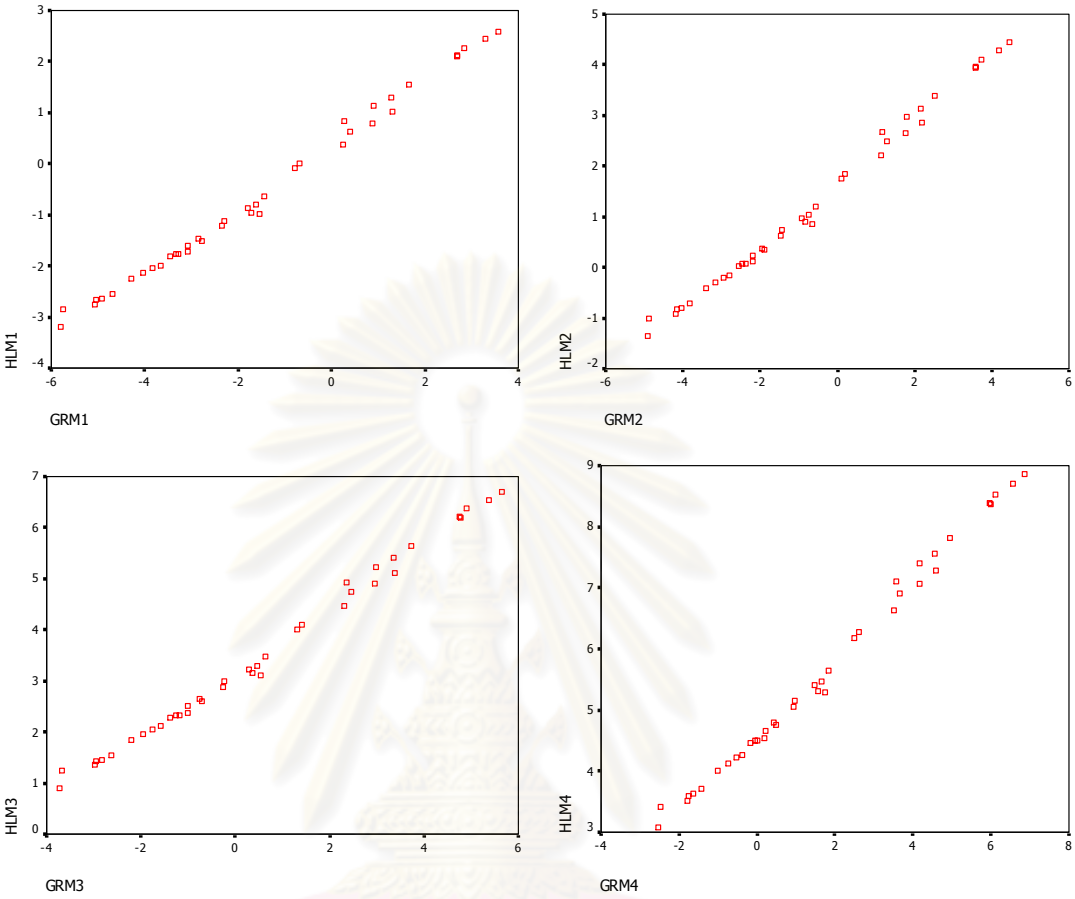
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยากของข้อคำถามด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ตัวแปร	Threshold1 (HLM)	Threshold2 (HLM)	Threshold3 (HLM)	Threshold4 (HLM)	Threshold1 (GRM)	Threshold2 (GRM)	Threshold3 (GRM)	Threshold4 (GRM)
Threshold1 (HLM)	1							
Threshold2 (HLM)	1.000**	1						
Threshold3 (HLM)	1.000**	1.000**	1					
Threshold4 (HLM)	1.000**	1.000**	1.000**	1				
Threshold1 (GRM)	.996**	996**	996**	. 996**	1			
Threshold2 (GRM)	996**	996**	996**	996**	1.000**	1		
Threshold3 (GRM)	996**	996**	996**	996**	1.000**	1.000**	1	
Threshold4 (GRM)	996**	996**	996**	996**	1.000**	1.000**	1.000**	1

** $p < .01$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อคำถาม
จากการประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM
กับ Graded Response Modelโดยใช้โปรแกรม PARSCALE

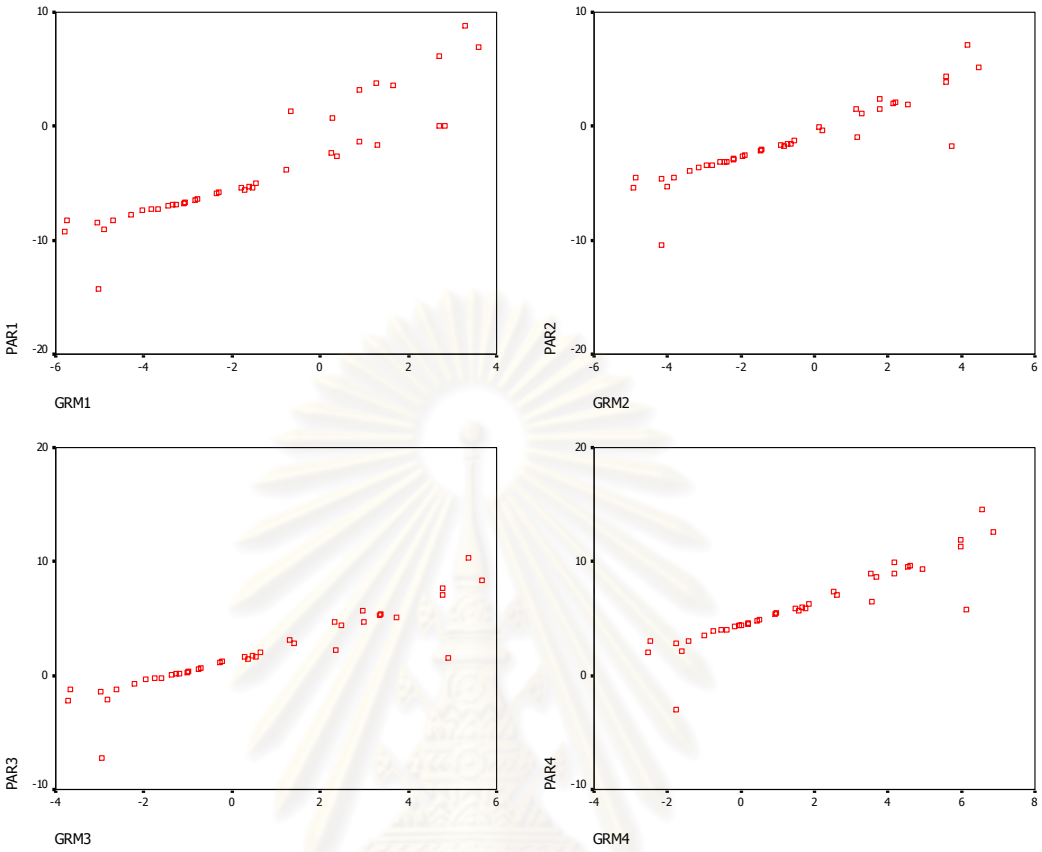
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.15 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากของข้อคำถาม ระหว่าง Partial Credit Model กับ Graded Response Model จากโปรแกรม PARSCALE

ตัวแปร	Threshold1 (PCM)	Threshold2 (PCM)	Threshold3 (PCM)	Threshold4 (PCM)	Threshold1 (GRM)	Threshold2 (GRM)	Threshold3 (GRM)	Threshold4 (GRM)
Threshold1 (PCM)	1							
Threshold2 (PCM)	.924**	1						
Threshold3 (PCM)	.924**	1.000**	1					
Threshold4 (PCM)	.924**	1.000**	1.000**	1				
Threshold1 (GRM)	.918**	.908**	.908**	.908**	1			
Threshold2 (GRM)	.918**	.908**	.908**	.908**	1.000**	1		
Threshold3 (GRM)	.918**	.908**	.908**	.908**	1.000**	1.000**	1	
Threshold4 (GRM)	.918**	.908**	.908**	.908**	1.000**	1.000**	1.000**	1

** p < .01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อคำถาม
จากการประมาณค่าระหว่าง Partial Credit Model กับGraded Response Model
ด้วยโปรแกรม PARSCALE

4.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ผู้สอบ

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ผู้สอบ ด้วย Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE สามารถวิเคราะห์ได้จากกระบวนการเดียวกับการวิเคราะห์พารามิเตอร์ข้อคำถาม โดยโปรแกรม PARSCALE จะรายงานค่าพารามิเตอร์ผู้สอบทั้งหมดใน phase3 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ผู้สอบ ดังตาราง 4.16

ตาราง 4.16 สถิติพื้นฐานของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

สถิติพื้นฐาน	คะแนนดิบ	พารามิเตอร์ผู้สอบจาก PCM	พารามิเตอร์ผู้สอบจาก GRM
Min	40.000	-2.472	-4.987
Max	174.000	3.945	4.851
$\overline{X}$	95.279	0.000	0.000
S.D.	20.565	1.000	1.000

จากตาราง 4.16 พบว่าค่าพารามิเตอร์ผู้สอบของการคำนวณด้วย Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มีค่าพารามิเตอร์ผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 3.945 และต่ำสุดเท่ากับ -2.472 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.000 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.000) แสดงว่า นักเรียนมีระดับการตอบอยู่ในระดับปานกลาง ค่าพารามิเตอร์ผู้สอบของการคำนวณด้วย Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มีค่าพารามิเตอร์ผู้สอบสูงสุดเท่ากับ 4.851 และต่ำสุดเท่ากับ -4.987 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.000 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.000) แสดงว่า นักเรียนมีระดับการตอบอยู่ในระดับปานกลาง

ผู้วิจัยนำค่าความสามารถของผู้สอบมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measures Designs) เพื่อศึกษาว่า ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ด้วย มีความแตกต่างกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.17

ตาราง 4.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HLM, PCM และ GRM

ตัวแปร	N	Mean	S.D.
HLM	1715	.000	1.272
PCM	1715	.000	0.985
GRM	1715	.000	0.984

Effect	F	df	sig
Pillai's Trace	.000	1713	1.000
Wiks' Lambda	.000	.000	1.000
Hotelling's Trace	.000	.000	1.000
Roy'a Largest Root	.000	.000	1.000

จากตาราง 4.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HLM, PCM และ GRM พบว่า ทั้งสามวิธีให้ผลการวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้สอบไม่แตกต่างกัน

ผู้วิจัยนำค่าพารามิเตอร์ผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM และ Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ไปตรวจสอบความสัมพันธ์ด้วยสูตรเพียร์สัน ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.18

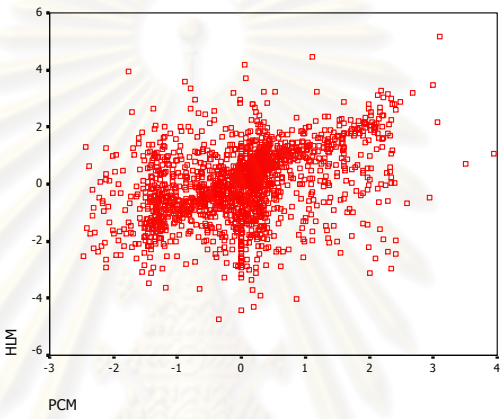
ตาราง 4.18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบระหว่างการวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ตัวแปร	คะแนนดิบ	θ_{HLM}	θ_{PCM}	θ_{GRM}
คะแนนดิบ	1			
θ_{HLM}	.465**	1		
θ_{PCM}	.864**	.390**	1	
θ_{GRM}	.923**	.437**	.798**	1

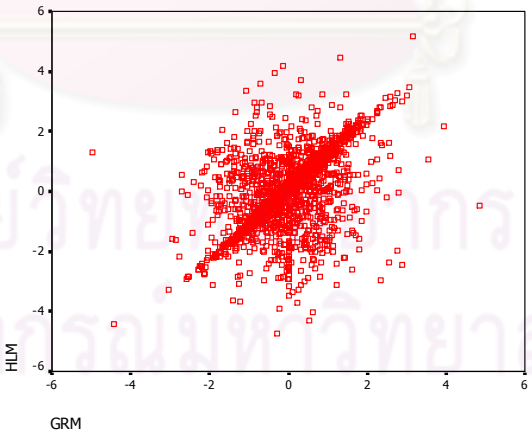
**p<.01

จากตาราง 4.18 พบว่า ค่า θ_{HLM} θ_{PCM} และ θ_{GRM} มีความสัมพันธ์กับคะแนนดิบในระดับปานกลางและสูงตามลำดับ (.465, .864 และ .923) เมื่อพิจารณาผลการประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE พบว่า θ_{HLM} มีความสัมพันธ์กับ θ_{PCM} (Partial Credit Model) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เท่ากับ .390 θ_{HLM} มีความสัมพันธ์กับ θ_{GRM} (Graded Response Model) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เท่ากับ .437 θ_{PCM} (Partial

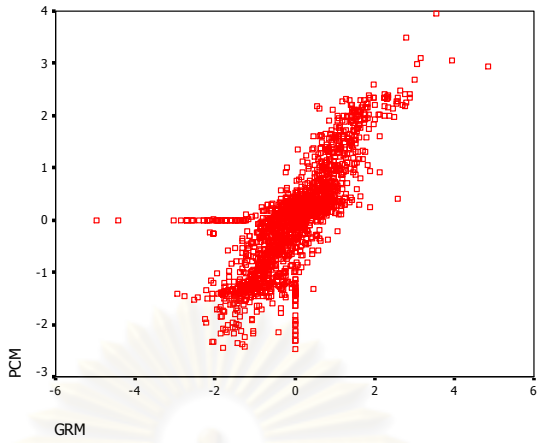
Credit Model) มีความสัมพันธ์กับ θ_{GRM} (Graded Response Model) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เท่ากับ .798 แสดงว่า การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ผู้สอบด้วย Partial Credit Model กับ Graded Response Model ให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ใกล้เคียงกันมากที่สุด รองลงมาคือ การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ผู้สอบด้วย Hierarchical Linear Model กับ Graded Response Model สามารถแสดงความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ข้อคำถามที่ประมาณค่าจากโปรแกรม HLM และโปรแกรม PARSCALE ดังภาพ 4.7 - 4.9



ภาพ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์พารามิเตอร์ของผู้สอบที่ประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model กับ Partial Credit Model



ภาพ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์พารามิเตอร์ของผู้สอบที่ประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model กับ Graded Response Model



ภาพ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์พารามิเตอร์ผู้สอบที่ประมาณค่า
ด้วย Partial Credit Model กับ Graded Response Model

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

5.1 การวิเคราะห์ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM

การวิเคราะห์ระดับ 1 : ระดับข้อคำถาม

การศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ด้วยโมเดล HLM ในระดับของการวิเคราะห์ระดับข้อคำถาม ใช้แนวคิดเหมือนกับการวิเคราะห์ข้อคำถาม คือ ข้อคำถามสอดแทรกอยู่ในบุคคล (between item within person) ผลการวิเคราะห์จะได้ค่าพารามิเตอร์ threshold สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\eta_{1ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{38j} X_{38ij}$$
$$\eta_{2ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{38j} X_{38ij} + \delta_{1j}$$
$$\eta_{3ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{38j} X_{38ij} + \delta_{2j}$$
$$\eta_{4ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{38j} X_{38ij} + \delta_{3j}$$

การวิเคราะห์ระดับ 2 : ระดับผู้สอบ

ในการวิเคราะห์ระดับนี้ ค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามจะมีค่าคงที่ (fixed effect) ระหว่างผู้สอบ แต่จะผันแปรแบบสุ่มไปตามรายข้อคำถาม ดังนั้น เมื่อต้องการศึกษาการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบจำแนกตามเพศ ผู้วิจัยจัดกระทำตัวแปรความเป็นเพศหญิงเป็นตัวแปรดัมมี่เพื่อนำเข้าสู่สมการวิเคราะห์เชิงเส้น สามารถแสดงสมการวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}gender_j + u_{0j}$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}gender_j$$
$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21}gender_j$$
$$\ldots$$
$$\beta_{38j} = \gamma_{380} + \gamma_{381}gender_j$$
$$\delta_j = \delta$$

การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วยโมเดล HLM นี้จะกระทำในระดับ 2 ซึ่งนอกจากจะทราบค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบแล้ว เมื่อใส่ตัวแปรทำนายที่เป็นตัวแปรดัมมี่เพศเข้าสู่สมการระดับ 2 ทำให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทำนายที่มีต่อโอกาสการตอบข้อคำถาม ซึ่งมีเกณฑ์การเกิด DIF (Roussos and Stout, 1996) ดังนี้

ระดับ A เกิด DIF เล็กน้อย $|D| < 0.059$

ระดับ B เกิด DIF ปานกลาง $0.059 \leq |D| < 0.088$

ระดับ C เกิด DIF มาก $|D| \geq 0.088$

ซึ่งในการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ด้วยโปรแกรม HLM ค่า D คือ ค่า coefficient การวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ด้วยโปรแกรม PARSCALE ค่า D คือ ค่า contrast

ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วยโมเดล HLM ดังตาราง 4.19

ตาราง 4.19 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM

Fixed effect	การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				S.E.	coefficient	t-ratio	df	p-value
	Threshold1	Threshold2	Threshold3	Threshold4					
γ_{01}	3.532	5.383	7.655	9.832	0.157	-0.360	-2.297	66765.000	0.022
γ_{02}	3.530	5.382	7.653	9.831	0.156	-0.364	-2.343	66765.000	0.019
γ_{03}	4.415	6.266	8.538	10.716	0.158	-0.370	-2.332	66765.000	0.020
γ_{04}	4.449	6.301	8.572	10.750	0.156	-0.144	-0.919	66765.000	0.359
γ_{05}	3.977	5.828	8.100	10.278	0.158	-0.218	-1.382	66765.000	0.167
γ_{06}	4.989	6.841	9.112	11.290	0.157	-0.431	-2.745	66765.000	0.006
γ_{07}	3.111	4.963	7.234	9.412	0.154	0.095	0.620	66765.000	0.535
γ_{08}	4.210	6.061	8.333	10.510	0.158	-0.033	-0.209	66765.000	0.834
γ_{09}	4.408	6.260	8.531	10.709	0.158	-0.277	-1.748	66765.000	0.080
γ_{10}	3.028	4.880	7.151	9.329	0.157	0.225	1.439	66765.000	0.150
γ_{11}	1.787	3.638	5.910	8.087	0.160	-0.191	-1.192	66765.000	0.234

Fixed effect	การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				S.E.	coefficient	t-ratio	df	p-value
	Threshold1	Threshold2	Threshold3	Threshold4					
γ_{12}	2.943	4.794	7.066	9.243	0.157	-0.232	-1.481	66765.000	0.139
γ_{13}	3.456	5.308	7.579	9.757	0.155	-0.262	-1.686	66765.000	0.091
γ_{14}	3.239	5.091	7.362	9.54	0.152	0.024	0.159	66765.000	0.874
γ_{15}	3.4600	5.311	7.583	9.761	0.153	0.007	0.047	66765.000	0.963
γ_{16}	4.594	6.445	8.716	10.894	0.156	-0.290	-1.863	66765.000	0.062
γ_{17}	2.526	4.378	6.649	8.827	0.149	0.308	2.066	66765.000	0.038
γ_{18}	3.658	5.509	7.781	9.958	0.156	0.107	0.688	66765.000	0.491
γ_{19}	3.788	5.640	7.911	10.089	0.150	0.002	0.016	66765.000	0.988
γ_{20}	3.663	5.515	7.786	9.964	0.149	-0.079	-0.528	66765.000	0.597
γ_{21}	2.476	4.327	6.599	8.776	0.155	0.104	0.674	66765.000	0.500
γ_{22}	2.766	4.618	6.889	9.067	0.159	-0.032	-0.202	66765.000	0.841
γ_{23}	2.424	4.275	6.547	8.725	0.148	0.050	0.338	66765.000	0.735
γ_{24}	2.576	4.428	6.699	8.877	0.149	0.046	0.306	66765.000	0.760
γ_{25}	0.617	2.469	4.740	6.918	0.161	0.659	4.079	66765.000	0.000
γ_{26}	0.479	2.330	4.602	6.78	0.158	0.434	2.738	66765.000	0.007
γ_{27}	-0.760	1.092	3.363	5.541	0.178	0.842	4.733	66765.000	0.000
γ_{28}	1.045	2.897	5.168	7.346	0.162	0.677	4.167	66765.000	0.000
γ_{29}	2.251	4.103	6.374	8.552	0.151	0.068	0.453	66765.000	0.650
γ_{30}	0.969	2.820	5.092	7.270	0.151	0.095	0.626	66765.000	0.531
γ_{31}	0.166	2.017	4.289	6.467	0.155	0.499	3.223	66765.000	0.002
γ_{32}	-0.079	1.773	4.044	6.222	0.147	0.490	3.344	66765.000	0.001
γ_{33}	0.712	2.564	4.835	7.013	0.135	0.272	2.011	66765.000	0.044
γ_{34}	-1.072	0.779	3.051	5.228	0.160	0.748	4.675	66765.000	0.000
γ_{35}	-0.888	0.964	3.235	5.413	0.153	0.714	4.664	66765.000	0.000
γ_{36}	-1.217	0.635	2.906	5.084	0.155	0.724	4.668	66765.000	0.000
γ_{37}	-0.726	1.125	3.396	5.574	0.144	0.699	4.838	66765.000	0.000
γ_{38}	0.357	2.209	4.480	6.658	0.140	0.441	3.142	66765.000	0.002
γ_{39}	1.721	3.573	5.844	8.022	0.136	-0.260	-1.911	1712.000	0.056

จากตาราง 4.19 พบว่า ข้อคำถามจำนวน 17 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 6, 17, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 และ 38 ที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรความเป็นเพศหญิงมีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรความเป็นเพศหญิงส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อที่ 1, 2, 3, 6, 17, 25, 26, 27, 28, 31,

32, 33, 34, 35, 36, 37 และ 38 ได้แตกต่างกันระหว่างเพศในนักเรียนแต่ละคน โดยข้อที่ 17, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 และ 38 นั้นเพศหญิงจะสามารถตอบข้อคำถามได้คะแนนสูงกว่าเพศชาย ข้อคำถามที่ 1, 2, 3 และ 6 เพศชายจะสามารถตอบข้อคำถามได้คะแนนสูงกว่าเพศหญิง ซึ่งทั้ง 17 ข้อเกิด DIF ระดับมากทุกข้อ

5.2 การวิเคราะห์ด้วย Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ผู้วิจัยวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ซึ่งโมเดลการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.20 และตาราง 4.21

ตาราง 4.20 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ข้อที่	การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				contrast	χ^2	df	p-value
	Threshold1	Threshold2	Threshold3	Threshold4				
1	1.532	0.629	-0.731	-1.429	0.049	0.397	1	0.536
2	1.604	0.576	-0.606	-1.574	-0.256	12.213	1	0.001
3	1.490	0.652	-0.560	-1.582	-0.095	1.498	1	0.219
4	1.643	0.573	-0.488	-1.728	-0.062	0.554	1	0.463
5	1.624	0.573	-0.670	-1.526	0.001	0.000	1	0.939
6	1.538	1.144	-0.475	-2.207	-0.516	13.233	1	0.000
7	2.036	0.812	-0.980	-1.869	0.155	1.448	1	0.227
8	1.679	1.022	-0.783	-1.918	0.003	0.001	1	0.930
9	1.685	0.627	-0.580	-1.733	-0.179	5.096	1	0.023
10	1.828	0.527	-0.769	-1.587	0.247	6.853	1	0.009
11	1.108	0.411	-0.497	-1.022	-0.021	0.065	1	0.787
12	1.330	0.517	-0.503	-1.343	-0.049	0.496	1	0.488
13	1.481	0.609	-0.522	-1.569	-0.021	0.097	1	0.750
14	1.595	0.527	-0.661	-1.461	0.118	2.478	1	0.111
15	1.921	0.687	-0.842	-1.766	0.065	0.576	1	0.454
16	2.401	1.379	-1.252	-2.527	-0.485	11.391	1	0.001
17	2.259	0.757	-1.051	-1.964	0.328	11.998	1	0.001
18	1.906	0.564	-0.584	-1.886	0.223	3.729	1	0.051
19	1.937	0.612	-0.635	-1.914	0.059	0.586	1	0.450
20	1.560	0.577	-0.544	-1.593	0.041	0.351	1	0.561

ข้อที่	การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				contrast	χ^2	df	p-value
	Threshold1	Threshold2	Threshold3	Threshold4				
21	1.487	0.410	-0.560	-1.337	0.170	4.786	1	0.027
22	1.388	0.427	-0.573	-1.242	0.084	1.225	1	0.268
23	1.504	0.454	-0.645	-1.312	0.141	3.923	1	0.045
24	1.969	0.674	-0.919	-1.724	-0.198	2.857	1	0.087
25	1.195	0.465	-0.596	-1.064	0.246	5.204	1	0.021
26	1.289	0.432	-0.645	-1.076	-0.296	6.483	1	0.011
27	1.129	0.541	-0.415	-1.255	0.447	8.542	1	0.004
28	1.263	0.604	-1.154	-0.714	0.390	7.311	1	0.007
29	1.380	0.579	-0.792	-1.167	-0.310	8.197	1	0.004
30	0.970	0.548	-0.407	-1.111	-0.303	7.876	1	0.005
31	1.079	0.412	-0.420	-1.071	0.026	0.106	1	0.741
32	1.031	0.410	-0.397	-1.044	0.088	0.856	1	0.358
33	0.859	0.287	-0.292	-0.854	-0.135	1.726	1	0.185
34	1.462	0.612	-0.374	-1.700	0.023	0.113	1	0.733
35	1.354	0.599	-0.619	-1.334	0.099	2.192	1	0.134
36	1.447	0.433	-0.536	-1.355	0.049	0.416	1	0.526
37	1.237	0.408	-0.453	-1.192	0.100	1.300	1	0.253
38	0.917	0.510	-0.309	-1.118	0.007	0.004	1	0.904
39	0.820	0.428	-0.444	-0.805	-0.233	3.243	1	0.068

จากตาราง 4.20 พบว่า ข้อคำถามจำนวน 14 ข้อ คือ ข้อที่ 2, 6, 9, 10, 16, 17, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29 และ 30 ที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรความเป็นเพศหญิงมีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่า ตัวแปรความเป็นเพศหญิงส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อที่ 2, 6, 9, 10, 16, 17, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29 และ 30 ได้แตกต่างกันระหว่างเพศในนักเรียนแต่ละคน โดยข้อที่ 10, 17, 21, 23, 25, 27 และ 28 นั้นเพศหญิงจะสามารถตอบข้อคำถามได้คะแนนสูงกว่าเพศชาย ข้อคำถามที่ 2, 6, 9, 16, 26, 29, และ 30 เพศชายจะสามารถตอบข้อคำถามได้คะแนนสูงกว่าเพศหญิง ซึ่งทั้ง 14 ข้อ เกิด DIF ระดับมากทุกข้อ

ตาราง 4.21 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวล ในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ข้อที่	การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				contrast	χ^2	df	p-value
	Threshold1	Threshold2	Threshold3	Threshold4				
1	1.954	0.808	-0.827	-1.935	-0.224	8.045	1	0.005
2	2.001	0.759	-0.715	-2.045	0.021	0.079	1	0.770
3	1.936	0.804	-0.689	-2.051	-0.214	7.567	1	0.006
4	2.076	0.770	-0.603	-2.243	0.061	0.535	1	0.471
5	2.029	0.761	-0.760	-2.030	-0.099	1.688	1	0.191
6	3.040	1.363	-0.931	-3.472	-0.621	22.104	1	0.000
7	3.037	1.138	-1.143	-3.032	0.075	0.409	1	0.530
8	2.961	1.270	-1.055	-3.176	-0.242	3.033	1	0.078
9	2.112	0.795	-0.691	-2.216	-0.036	0.207	1	0.654
10	2.521	0.805	-0.906	-2.420	0.263	8.379	1	0.004
11	1.651	0.530	-0.633	-1.548	-0.043	0.292	1	0.596
12	1.670	0.645	-0.610	-1.706	0.036	0.272	1	0.609
13	1.813	0.762	-0.621	-1.953	0.038	0.319	1	0.579
14	2.060	0.687	-0.784	-1.963	0.116	2.354	1	0.121
15	2.537	0.908	-0.979	-2.467	0.082	0.939	1	0.334
16	3.693	1.563	-1.494	-3.762	-0.607	21.631	1	0.000
17	3.097	1.044	-1.204	-2.937	0.376	15.872	1	0.000
18	2.824	0.935	-0.872	-2.887	0.206	3.272	1	0.067
19	2.364	0.803	-0.755	-2.412	0.154	3.961	1	0.044
20	1.906	0.725	-0.640	-1.991	0.084	1.483	1	0.221
21	1.938	0.560	-0.693	-1.805	0.253	11.055	1	0.001
22	1.840	0.585	-0.689	-1.736	0.150	3.874	1	0.046
23	1.877	0.579	-0.734	-1.722	0.172	5.999	1	0.014
24	2.874	0.950	-1.096	-2.728	-0.332	7.173	1	0.007
25	2.070	0.638	-0.792	-1.917	0.432	18.627	1	0.000
26	1.707	0.502	-0.716	-1.493	-0.231	4.301	1	0.036
27	1.457	0.413	-0.546	-1.324	0.673	25.997	1	0.000
28	2.513	0.846	-1.157	-2.201	0.662	21.500	1	0.000
29	2.195	0.760	-0.877	-2.078	-0.268	5.405	1	0.019
30	1.627	0.656	-0.539	-1.744	-0.346	10.224	1	0.002
31	1.222	0.441	-0.456	-1.207	-0.009	0.012	1	0.877
32	1.296	0.461	-0.504	-1.253	0.107	1.167	1	0.280
33	1.240	0.414	-0.400	-1.254	-0.115	1.658	1	0.195
34	1.459	0.454	-0.394	-1.519	-0.015	0.041	1	0.821

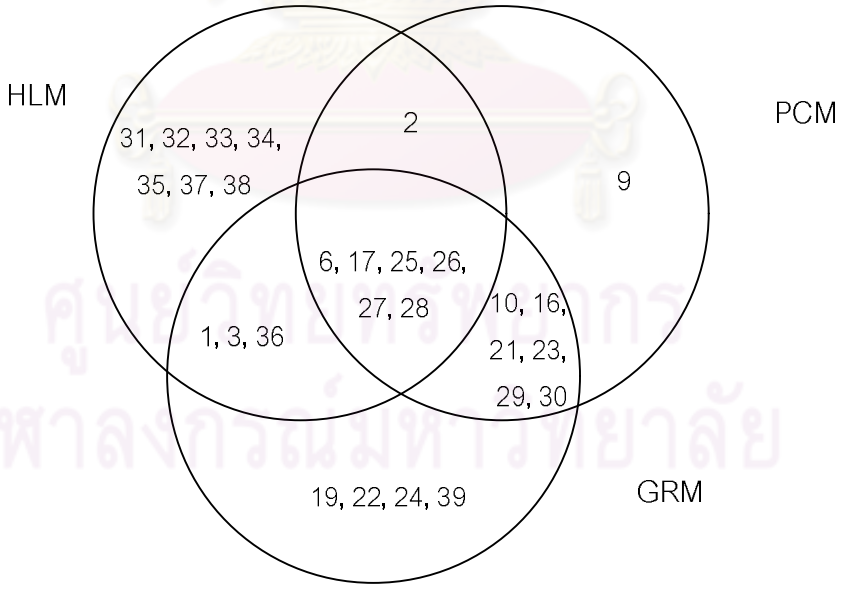
ข้อที่	การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม				contrast	χ^2	df	p-value
	Threshold1	Threshold2	Threshold3	Threshold4				
35	1.394	0.443	-0.539	-1.298	0.000	0.000	1	0.943
36	1.135	0.403	-0.442	-1.096	-0.172	4.559	1	0.031
37	1.181	0.412	-0.388	-1.205	0.015	0.028	1	0.842
38	1.309	0.499	-0.438	-1.369	-0.059	0.336	1	0.569
39	1.444	0.468	-0.538	-1.375	-0.343	8.564	1	0.004

จากตาราง 4.21 พบว่า ข้อคำถามจำนวน 19 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 3, 6, 10, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 36 และ 39 ที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรความเป็นเพศหญิงมีผลทำให้สัมประสิทธิ์ความชันมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่า ตัวแปรความเป็นเพศหญิงส่งผลให้เกิดโอกาสในการตอบข้อที่ 1, 3, 6, 10, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 36 และ 39 ได้แตกต่างกันระหว่างเพศในนักเรียนแต่ละคน โดยข้อที่ 10, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 27 และ 28 นั้นเพศหญิงจะสามารถตอบข้อคำถามได้คะแนนสูงกว่าเพศชาย ข้อคำถามที่ 1, 3, 6, 16, 24, 26, 29, 30, 36 และ 39 เพศชายจะสามารถตอบข้อคำถามได้คะแนนสูงกว่าเพศหญิง ซึ่งทั้ง 19 ข้อเกิด DIF ระดับมากทุกข้อ

ตาราง 4.22 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

โปรแกรม	ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ	ข้อร่วมการเกิด DIF ระหว่าง HLM, PCM และ GRM	ข้อร่วมการเกิด DIF ระหว่าง HLM กับ PCM	ข้อร่วมการเกิด DIF ระหว่าง HLM กับ GRM	ข้อร่วมการเกิด DIF ระหว่าง PCM กับ GRM
HLM	1, 2, 3, 6, 17, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34 35, 36, 37 และ 38	6, 17, 25, 26, 27 และ 28	2	1, 3 และ 36	10, 16, 21, 23, 29 และ 30
PCM	2, 6, 9, 10, 16, 17, 21 23, 25, 26, 27, 28, 29 และ 30				
GRM	1, 3, 6, 10, 16, 17, 19 21, 22, 23, 24, 25, 26 27, 28, 29, 30, 36 และ 39				

จากตาราง 4.22 พบว่า ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบร่วมระหว่างด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Partial Credit Model และ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 6 ข้อ คือ ข้อที่ 6, 17, 25, 26, 27 และ 28 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบร่วมระหว่าง Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ กับ Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 1 ข้อ คือข้อ 2 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบร่วมระหว่าง Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 3 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 3 และ 36 และข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบร่วมระหว่าง Partial Credit Model กับ Graded Response Model โดยใช้โปรแกรมใช้ PARSCALE ด้วย มี 6 ข้อ คือ ข้อที่ 10, 16, 21, 23, 29 และ 30 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย Hierarchical Linear Model โดยใช้โปรแกรม HLM มี 7 ข้อ คือข้อที่ 31, 32, 33, 34, 35, 37 และ 38 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย Partial Credit Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 1 ข้อ คือข้อที่ 9 และ ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย Graded Response Model โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 4 ข้อ คือข้อที่ 19, 22, 24 และ 39 สามารถแสดงได้ดังภาพ 4.14 และตาราง 4.23



ภาพ 4.10 ข้อที่เกิด DIF ร่วมกันระหว่าง HLM, PCM และ GRM

ตาราง 4.23 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย HLM, PCM และ GRM

ข้อที่	HLM	PCM	GRM
1. ฉันกลัวการสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		✓
2 ฉันรู้สึกกระวนกระวายใจ เมื่อต้องสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓	✓	
3 ฉันคาดว่าจะได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์น้อย	✓		✓
6 ฉันไม่เคยกังวลในการสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓	✓	✓
9 ฉันคาดว่าคงทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ ได้ไม่ดี		✓	
10 ฉันมักจะอ่านหนังสือไม่ตรงกับข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์		✓	✓
16. ฉันสามารถแก้ปัญหาโจทย์วิชาคณิตศาสตร์ได้ดี		✓	✓
17. ฉันตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ไม่ตรงประเด็นคำถาม	✓	✓	✓
19 ฉันเกิดความสับสนในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์			✓
21. ฉันหงุดหงิดเมื่อจะสอบวิชาคณิตศาสตร์		✓	✓
22. ฉันเบื่อหน่ายเมื่อต้องสอบวิชาคณิตศาสตร์			✓
23. ฉันหมดกำลังใจที่จะสอบวิชาคณิตศาสตร์		✓	✓
24. ฉันมักไม่มีสมาธิ ในวันที่ต้องทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์			✓
25. ฉันมักจะแยกตัว ไม่อยากพบปะผู้คน ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓	✓	✓
26. ฉันมักจะฉุนเฉียว ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓	✓	✓
27. ฉันมีเรื่องทะเลาะกับเพื่อน ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓	✓	✓
28. ฉันปล่อยปละละเลยไม่สนใจตนเอง ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓	✓	✓
29. ฉันมักจะโมโหง่าย ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์		✓	✓
30. มือเย็น ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์		✓	✓
31. มือสั่น ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		
32. ปวดท้อง ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		
33. อ่อนเพลีย ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		
34. เจ็บหน้าอก ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		
35. หายใจติดขัด ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		
36. หายใจไม่ออก ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		✓

ข้อที่	HLM	PCM	GRM
37. มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		
38. หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	✓		
39. เวียนศีรษะ ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์			✓

จากตาราง 4.23 จะเห็นว่ามีการตรวจพบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของทั้งสามโมเดล คือ HLM, PCM และ GRM ทั้งสิ้น 28 ข้อ

ตาราง 4.24 จำนวนข้อของการเกิดและไม่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Hierarchical Linear Model กับ Partial Credit Model

		HLM	
		เกิด DIF	ไม่เกิด DIF
PCM	เกิด DIF	7	7
	ไม่เกิด DIF	10	15

จากตาราง 4.24 พบว่า จำนวนข้อร่วมของการเกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Hierarchical Linear Model กับ Partial Credit Model มีจำนวน 7 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 17.94 จากจำนวนข้อคำถาม 39 ข้อ

ตาราง 4.25 จำนวนข้อของการเกิดและไม่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Hierarchical Linear Model กับ Graded Response Model

		HLM	
		เกิด DIF	ไม่เกิด DIF
GRM	เกิด DIF	9	10
	ไม่เกิด DIF	8	12

จากตาราง 4.25 พบว่า จำนวนข้อร่วมของการเกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Hierarchical Linear Model กับ Graded Response Model มีจำนวน 9 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 23.07 จากจำนวนข้อคำถาม 39 ข้อ

ตาราง 4.26 จำนวนข้อของการเกิดและไม่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Partial Credit Model กับ Graded Response Model

		GRM	
		เกิด DIF	ไม่เกิด DIF
PCM	เกิด DIF	12	2
	ไม่เกิด DIF	7	18

จากตาราง 4.25 พบว่า จำนวนข้อร่วมของการเกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ระหว่าง Hierarchical Linear Model กับ Graded Response Model มีจำนวน 12 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 30.76 จากจำนวนข้อคำถาม 39 ข้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 3 ข้อ คือ 1) เพื่อวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบพหุระดับโดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ และผลของตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบต่อโอกาสการตอบข้อคำถามได้ถูกต้อง 2) เพื่อเปรียบเทียบและศึกษาสหสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบระหว่างการประมาณค่าด้วย Hierarchical Linear Model: HLM, Partial Credit Model: PCM และ Graded Response Model: GRM 3) เพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ระหว่าง Hierarchical Linear Model, Partial Credit Model และ Graded Response Model

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายวิทย์ - คณิตปีการศึกษา 2552 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดนนทบุรี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 3,629 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบยกชั้น (cluster random sampling) คือ สุ่มโรงเรียนจากแต่ละอำเภอของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอ่างทอง และจังหวัดนนทบุรี ทั้ง 29 อำเภอ ๆ ละ 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนทั้งสิ้น 29 โรงเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 2,049 คน เก็บข้อมูลได้ทั้งสิ้น 1,715 ฉบับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 7 ฉบับ คือ 1) แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ จำนวน 39 ข้อ ค่าความเที่ยง (reliability) จากการนำแบบวัดไปทดลองใช้เท่ากับ 0.899 และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.943 2) แบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง จำนวน 25 ข้อ ค่าความเที่ยงจากการนำแบบวัดไปทดลองใช้เท่ากับ 0.925 และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.957 3) แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม จำนวน 42 ข้อ ค่าความเที่ยงจากการนำแบบวัดไปทดลองใช้เท่ากับ 0.935 และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.940 4) แบบวัดการเตรียมตัวสอบ จำนวน 24 ข้อ ค่าความเที่ยงจากการนำแบบวัดไปทดลองใช้เท่ากับ 0.926 และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.926 5) แบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ จำนวน 19 ข้อ ค่าความเที่ยงจากการนำแบบวัดไปทดลองใช้เท่ากับ 0.898 และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.889 6) แบบวัดเจตคติต่อ

การเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 23 ข้อ ค่าความเที่ยงจากการนำแบบวัดไปทดลองใช้เท่ากับ 0.889 และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.897 และ 7) แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 31 ข้อ ค่าความเที่ยงจากการนำแบบวัดไปทดลองใช้เท่ากับ 0.940 และทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.945

การวิเคราะห์ข้อมูล เริ่มจากการสร้างไฟล์ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM และโปรแกรม PARSCALE เพื่อให้ได้ไฟล์ข้อมูลที่มีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ในแต่ละโปรแกรม จากนั้นจึงดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยวิธีการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบพหุระดับ มีการวิเคราะห์อย่างไร มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ใดบ้าง

2. การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยใช้ HLM, PCM และ GRM มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบได้แตกต่างกัน หรือไม่ อย่างไร

3. การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ (DIF) ในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย HLM, PCM และ GRM จะแตกต่างกัน หรือไม่ อย่างไร

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม และพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM

1.1 พารามิเตอร์ของข้อคำถาม (พารามิเตอร์ threshold) ด้วย HLM โดยใช้โโปรแกรม HLM ประมาณค่าพารามิเตอร์ได้อย่างคงเส้นคงวา โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ย 0.074 ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ดีของโปรแกรม ที่สามารถให้ค่าพารามิเตอร์ที่คงที่

1.2 การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ ด้วย HLM สามารถวิเคราะห์ได้จากกระบวนการเดียวกับการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อคำถาม โดยโปรแกรม HLM จะรายงานค่าพารามิเตอร์ผู้สอบทั้งหมดใน residual file

2. ผลการศึกษาผลของตัวแปรภายนอกที่มีต่อโอกาสในการตอบข้อคำถาม

ผลการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model) ด้วย HLM ของการวิเคราะห์โดยโปรแกรม HLM พบว่า มีความผันแปรของค่าเฉลี่ยผลการตอบผลของโอกาสในการตอบข้อคำถามระดับผู้เรียน เมื่อเพิ่มตัวแปรพยากรณ์ลักษณะผู้เรียนเข้าสู่สมการ พบว่า ค่าเฉลี่ยผลของโอกาสในการตอบข้อคำถาม (intercept) สัมประสิทธิ์ความชันการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองและค่าสัมประสิทธิ์

ความชันของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สัมประสิทธิ์ความชันตัวแปรดัมมี่เพศหญิง มีค่าต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยผลของโอกาสในการตอบข้อคำถาม สัมประสิทธิ์ความชันการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง สัมประสิทธิ์ความชันของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์ความชันตัวแปรดัมมี่เพศหญิง มีความสัมพันธ์ต่อค่าเฉลี่ยของโอกาสในการตอบข้อคำถาม

จากคำอธิบายข้างต้น สามารถนำสู่การเขียนสมการผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

Level 1: การวิเคราะห์ระดับข้อสอบ

$$\eta_{1ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij}$$
$$\eta_{2ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{1j}$$
$$\eta_{3ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{2j}$$
$$\eta_{4ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{1ij} + ... + \beta_{(38)} X_{(38)ij} + \delta_{3j}$$

Level 2: การวิเคราะห์ระดับผู้สอบ

$$\hat{\beta}_{0j} = -0.411975^{**} - 0.141351 gender_j^{*} + 0.014680 take_j^{**} - 0.001844 \sup port_j + 0.00381 prepare_j + 0.005605 strategy_j + 0.022250 ati_j^{**} + 0.004487 motv_j$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$
$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$
$$...$$
$$\beta_{38j} = \gamma_{380}$$
$$\delta_j = \delta$$

3. ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบระหว่างการประมาณค่าด้วยการวิเคราะห์ข้อคำถาม โดยใช้ HLM, PCM และ GRM

3.1 ผลการเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบระหว่างการประมาณค่าด้วยการวิเคราะห์ข้อคำถาม โดยใช้ HLM, PCM และ GRM พบว่า ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามของ HLM และ GRM ให้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามเหมือนกันในเรื่องของข้อคำถามข้อที่ 6 มีค่าพารามิเตอร์ threshold1 ต่ำสุด และข้อคำถามข้อที่ 36 มีค่าพารามิเตอร์ threshold1 สูงสุด และ การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วย HLM ให้ผลการประมาณค่าที่คงเส้นคงวากว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วย PCM

3.2 ผลการเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วย HLM, PCM และ GRM พบว่า ให้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบไม่แตกต่างกัน

3.3 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามโดยใช้ HLM, PCM และ GRM พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถาม (threshold) ด้วย HLM กับ PCM มีค่าอยู่ระหว่าง .899 – .929 สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถาม (threshold) โดยใช้ HLM กับ GRM มีค่า .996 ส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถาม (threshold) โดยใช้ PCM กับ GRM มีค่าระหว่าง .908 - .918

3.4 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบโดยใช้ HLM, PCM และ GRM พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ ด้วย HLM กับ PCM มีค่า .390 สหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ผู้สอบ โดยใช้ HLM กับ GRM มีค่า .437 ส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ โดยใช้ PCM กับ GRM มีค่า .798

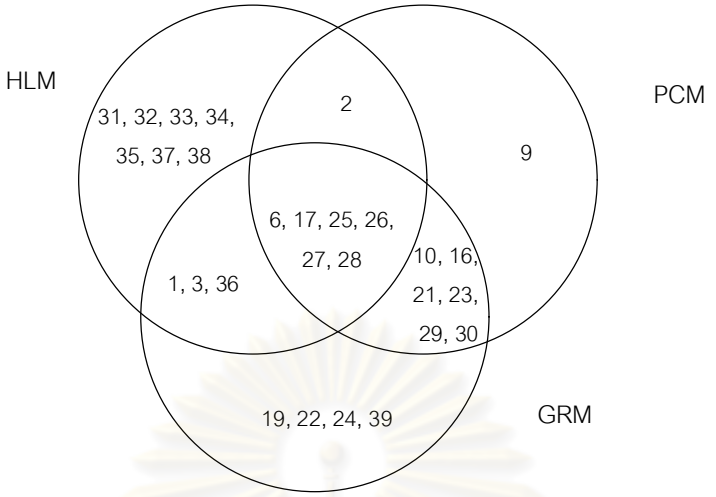
4. ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

4.1 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้ HLM พบว่า ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันมีจำนวน 17 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 6, 17, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 และ 38

4.2 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้ PCM พบว่า ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันมีจำนวน 14 ข้อ คือ ข้อที่ 2, 6, 9, 10, 16, 17, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29 และ 30

4.3 ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้ GRM พบว่า ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันมีจำนวน 19 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 3, 6, 10, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 36 และ 38

4.4 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบร่วมระหว่าง HLM, PCM และ GRM มี 6 ข้อ คือ ข้อที่ 6, 17, 25, 26, 27 และ 28 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของร่วมระหว่าง HLM กับ PCM มี 1 ข้อ คือข้อ 2 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของร่วมระหว่าง HLM กับ GRM มี 3 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 3 และ 36 และ ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของร่วม PCM กับ GRM มี 6 ข้อ คือ ข้อที่ 10, 16, 21, 23, 29 และ 30 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้ HLM มี 7 ข้อ คือข้อที่ 31, 32, 33, 34, 35, 37 และ 38 ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้ PCM มี 1 ข้อ คือข้อที่ 9 และ ข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้ GRM มี 4 ข้อ คือข้อที่ 19, 22, 24 และ 39 ผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดังภาพ 5.1



ภาพ 5.1 ข้อที่เกิด DIF ร่วมกันระหว่าง HLM, PCM และ GRM

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์: การเปรียบเทียบระหว่างไฮราชิคอลลิเนียร์โมเดล พาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล มีการอภิปรายใน 5 ประเด็น ดังนี้

ประเด็นที่ 1 การวิเคราะห์ข้อคำถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM

จากผลการวิจัยบ่งชี้ว่า การวิเคราะห์ข้อคำถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามได้คงเส้นคงวา โดยดูจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยโดยมีค่าไม่สูง คือ 0.074 หากเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย PCM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.593 การที่ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM มีค่าไม่สูงนั้นเป็นลักษณะที่ดีของโปรแกรม โปรแกรม HLM จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้วิเคราะห์ข้อสอบหรือข้อคำถาม เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ได้ ทั้งพารามิเตอร์ของข้อคำถาม พารามิเตอร์ของผู้สอบ ทั้งยังสามารถนำตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบมาร่วมวิเคราะห์ได้อีกด้วย อันจะทำให้เกิดสารสนเทศเพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์ ข้อคำถาม หากใช้โปรแกรมอื่นในการวิเคราะห์ จะไม่สามารถนำตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบเข้าร่วมวิเคราะห์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของอิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์ (2551) ที่ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ข้อสอบและการตรวจสอบการ

ทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ: การวิเคราะห์พหุระดับ ผลการศึกษา พบว่า การวิเคราะห์ข้อสอบด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM ทั้ง 2 ระดับและ 3 ระดับสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบได้ ทั้งยังมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรม BILOG อีกด้วย

ประเด็นที่ 2 ความเหมือน ความแตกต่าง ระหว่างการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ระหว่าง HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

จากการวิเคราะห์ข้อถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ระหว่าง HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE พบว่า การวิเคราะห์ข้อถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มีค่าความสัมพันธ์ที่สูงกว่าการวิเคราะห์ข้อถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วยแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM เป็นการวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบแบบ 1 พารามิเตอร์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ข้อคำถามด้วยแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปแบบแบบ 1 พารามิเตอร์ เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ มีการกำหนดค่า slope ให้เท่ากับ 1 แต่ในการวิเคราะห์ข้อถามแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE นั้น แม้ PCM จะเป็นโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ แต่เมื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PARSCALE ตัวโปรแกรมยอมให้เกิดความแตกต่างของค่า slope ได้ ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ข้อคำถามระหว่าง HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE จึงมีความสัมพันธ์กันสูงกว่า ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ข้อคำถามระหว่าง HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE เช่นเดียวกับการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของผู้สอบ ซึ่งพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ผู้สอบเมื่อวิเคราะห์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มีค่าความสัมพันธ์สูงกว่า ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ผู้สอบเมื่อวิเคราะห์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

ประเด็นที่ 3 ผลของการศึกษาตัวแปรภายนอกที่ส่งผลต่อโอกาสการตอบข้อคำถามระดับนักเรียน

จากผลการวิเคราะห์ตัวแปรภายนอกที่ส่งผลต่อโอกาสการตอบข้อคำถามระดับนักเรียน พบว่า ตัวแปรดัมมี่ความเป็นเพศหญิงมีความสัมพันธ์ต่อค่าเฉลี่ยของโอกาสในการตอบข้อคำถามอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า ตัวแปรดัมมี่เพศหญิงมีผลต่อมีผลต่อค่าเฉลี่ยรวมของโอกาสในการตอบข้อคำถามของนักเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับ Hendershot (2000) ที่พบว่า นักศึกษาชายกับนักศึกษาหญิง มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดเกี่ยวกับการรับรู้การสอนของครูคณิตศาสตร์ และระดับของความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ Nasser และ Takahashi (1996) พบว่า นักเรียนหญิงมีความวิตกกังวลในการสอบมากกว่านักเรียนชาย ในเรื่องเกี่ยวกับความกังวล ความเครียด ความไม่สนใจร่างกาย Zettle และ Raines (2000) พบว่า นักศึกษาหญิงมีระดับความวิตกกังวลเกี่ยวกับการสอบและความวิตกกังวลเกี่ยวกับการสอบคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงกว่านักศึกษาชาย Miller และ Bichsel (2004) พบว่า เพศหญิงมีระดับความวิตกกังวลมากกว่าเพศชาย โดยมีความเฉลี่ยความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ 212.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.86 ในขณะที่เพศชายมีความเฉลี่ยความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ 180.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.94 Ghee และ Khoury (2008) พบว่า นักเรียนชายจะมีระดับความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์น้อยกว่านักเรียนหญิง และ Van Dam และคณะ (2008) พบว่า นักศึกษาหญิงแสดงระดับของความวิตกกังวลสูงกว่านักศึกษาชาย

ตัวแปรการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ต่อค่าเฉลี่ยของโอกาสในการตอบข้อคำถาม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ตัวแปรการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อค่าเฉลี่ยความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้ปกครองที่มีความคาดหวังในเรื่องการเรียนของบุตร ดูแลบุตรในเรื่องการเรียนเป็นอย่างดี ทำให้บุตรเกิดความเครียด ความวิตกกังวลในการเรียนก็เป็นได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Johnson และคณะ (2006) ที่พบว่า ผู้ปกครองให้ความเห็นกับโรงเรียนเป็นอย่างดี ในเรื่องของการเรียนต่อในระดับมัธยมศึกษา และผู้ปกครองมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งหวังให้บุตรหลานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองวิชาสูงขึ้น เพื่ออนาคตที่ดีเกี่ยวกับอาชีพต่อไป ตัวแปรเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ส่งผลทางบวกต่อค่าเฉลี่ยความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนบางคนอาจมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ในห้องเรียนอาจไม่สนใจเรียนก็เป็นไปได้ ทำให้เวลาทำข้อสอบคิดคำนวณไม่ได้ จึงเกิดความวิตกกังวลขึ้นมา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mackenzie (2002)

ที่พบว่า เพศ เจตคติต่อคณิตศาสตร์และความมั่นใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ และงานวิจัยของ Marsh, Tapia และ Martha (2002) พบว่า ขนาดอิทธิพลมีขนาดใหญ่ซึ่งมีนัยสำคัญระหว่างความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบของเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับความมั่นใจในตนเอง ความสนุกสนาน และแรงจูงใจ แสดงว่า ความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ส่วนตัวแปรการสนับสนุนทางสังคม การเตรียมตัวสอบกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ต่อค่าเฉลี่ยของโอกาสในการตอบข้อคำถามของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ รังรอง งามศิริ (2540) ที่ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีผลต่อความวิตกกังวลในการสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร โดยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความวิตกกังวลในการสอบ คือ ความคิดทางลบ และการรับรู้ความสามารถตนเองด้านการเรียน ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความวิตกกังวลในการสอบ คือ นิสัยการเรียน อัตมโนทัศน์การเรียน และการรับรู้ ความคาดหวังของผู้ปกครอง ส่วนตัวแปรการสนับสนุนทางสังคม การเตรียมตัวสอบ กลยุทธ์ในการทำข้อสอบ ไม่มีอิทธิพลต่อความวิตกกังวลในการสอบ สำหรับตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ต่อค่าเฉลี่ยของโอกาสในการตอบข้อคำถามของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์เช่นกัน อาจเป็นเพราะระดับความวิตกกังวลของนักเรียนไม่สูงพอ จึงทำให้ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์ต่อค่าเฉลี่ยของโอกาสในการตอบข้อคำถามของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

ประเด็นที่ 4 การเปรียบเทียบการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบในเรื่องของเพศ ระหว่าง HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE

4.1 ในเรื่องของการเปรียบเทียบการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบโดยใช้ HLM, PCM และ GRM พบว่าให้ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ของข้อสอบแตกต่างกัน จึงยังสรุปไม่ได้ว่าวิธีการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบวิธีใดดีกว่าวิธีใด ซึ่งหากต้องการทราบว่าวิธีใดดีกว่า ต้องทำในสถานการณ์ที่มีการจำลองข้อมูลขึ้นมาและตั้งเกณฑ์ในการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

4.2 จากผลการวิจัย พบว่า HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE สามารถตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ได้ทั้งสามโมเดล โดยข้อคำถามที่ทำหน้าที่ต่างกันของร่วมระหว่าง HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE มี 6 ข้อ คือ ข้อที่ 6, 17, 25, 26, 27 และ 28 เมื่อพิจารณาเนื้อความในข้อคำถาม มีดังนี้

ข้อที่ 6 ฉันไม่เคยกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

ข้อที่ 17 ฉันตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ไม่ตรงประเด็น

ข้อที่ 25 ฉันมักจะแยกตัว ไม่อยากพบปะผู้คน ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่ 27 ฉันมีเรื่องทะเลาะกับเพื่อน ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่ 28 ฉันปล่อยปละละเลยไม่สนใจตนเอง ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์

จากข้อคำถามทั้ง 6 ข้อ พบว่า ข้อคำถามที่ 6 นักเรียนชายจะตอบข้อคำถามได้สูงกว่านักเรียนหญิง ส่วนข้อ 17, 25, 27 และ 28 นักเรียนหญิงจะตอบข้อคำถามได้คะแนนสูงกว่านักเรียนชาย ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ข้อคำถามที่ 6 เป็นข้อคำถามนิเสธ นักเรียนชายอาจใช้ความคิดในการตอบมากกว่านักเรียนหญิง มีการพิจารณาข้อคำถามอย่างละเอียด จึงทำให้ตอบข้อคำถามข้อนี้ได้คะแนนสูงกว่านักเรียนหญิง ส่วนข้อ 17, 25, 27 และ 28 เป็นข้อคำถามที่มีลักษณะอ่อนไหวทางอารมณ์นักเรียนหญิงซึ่งมีลักษณะอารมณ์ที่อ่อนไหวกว่านักเรียนชาย ทำให้ใช้ความคิดในการตัดสินใจมากกว่า จึงตอบข้อคำถามเหล่านี้ได้คะแนนสูงกว่า ส่วนข้อคำถามในข้อที่ 26 ไม่ได้นำมาพิจารณา เนื่องจาก ผลการตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย HLM กับ GRM ให้ผลตรงข้ามกับ PCM

ประเด็นที่ 5 ความเป็นเอกมิติของแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

จากผลการตรวจสอบความเป็นเอกมิติพบว่า แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์เป็นแบบวัดที่เป็นเอกมิติ (unidimentionality) แต่อาจมีความเป็นไปได้ว่าแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นพหุมิติ เนื่องจากผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า ความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบย่อย คือ ความกังวลก่อนสอบ ความกังวลในขณะสอบ สภาวะทางอารมณ์ก่อนสอบ และสภาวะทางอารมณ์ในขณะสอบ ทำให้แบบวัดนี้ ให้ผลการวิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับ PCM และ GRM ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป อาจใช้การวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่แบบวัดมีลักษณะเป็นพหุมิติ (multidimentionality)

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.1 จากผลการวิจัย พบว่า HLM โดยใช้โปรแกรม HLM สามารถวิเคราะห์ข้อคำถามแบบ 1 พารามิเตอร์ ได้คงเส้นคงวา โดยสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งพารามิเตอร์ของข้อคำถามและพารามิเตอร์ของผู้สอบ ทั้งยังนำตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบเข้าร่วมวิเคราะห์ได้อีกด้วย จึงควรนำ HLM โดยใช้โปรแกรม HLM ไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อคำถาม ในบริบทที่มีความสนใจในระดับของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์ข้อคำถามที่มีตัวแปรในระดับนักเรียน หรือระดับโรงเรียน เข้าร่วมวิเคราะห์ด้วย อันจะทำให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับตัวแปรที่นำมาศึกษาเพิ่มขึ้น แต่หากไม่สนใจที่จะนำตัวแปรคุณลักษณะภายในของผู้สอบเข้าร่วมวิเคราะห์ สามารถ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE ที่มีการบังคับให้ค่า slope ให้เป็น 1 ซึ่งจะทำให้เป็นโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ เหมือน HLM โดยใช้โปรแกรม HLM แต่ไม่ควรใช้ PCM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE เนื่องจากแม้ PCM จะเป็นโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ก็ตาม แต่โปรแกรม PARSCALE ยอมให้มีความแตกต่างของค่า slope ทำให้โมเดลไม่เป็นโมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์

1.2 การตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ พบว่า ทั้งสามโมเดลสามารถตรวจสอบ DIF ได้ จึงสามารถนำโมเดลไปใช้ตรวจสอบการทำหน้าที่ต่างกันได้ทั้งสามโมเดล สำหรับโมเดลที่ไม่ยุ่งยากในการวิเคราะห์ น่าจะเป็น DIF ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM เนื่องจากสามารถศึกษาได้จากคู่มือ การอ่านค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก หรือซับซ้อน ตลอดจนไม่มีความจำเป็นต้องเขียนคำสั่งเข้าไปในโปรแกรม เมื่อการวิเคราะห์ด้วยแม้ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE นอกจากนี้ การอ่านผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม PARSCALE มีความยุ่งยาก ทั้งยังต้องมีการคำนวณค่าต่าง ๆ อีกด้วย

1.3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ควรนำโมเดลการวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM ในส่วนของผลของตัวแปรคุณลักษณะผู้สอบไปแก้ปัญหาในเรื่องความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ของนักเรียน อันจะทำให้นักเรียนลดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ลงได้ ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ตัวแปรเพศ การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแปรการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกต่อความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ จึงควรลดปัจจัยทั้งสองตัวนี้ เพื่อให้นักเรียนมีความวิตกกังวลน้อยลง เช่น ผู้ปกครองมีความคาดหวังในการเรียนของบุตร แต่ไม่ควรตั้งเป้าหมายให้สูงเกินความสามารถของบุตร เพื่อให้บุตร

ไม่มีความวิตกกังวลในการสอบ หรือในกรณีของตัวแปรเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ การมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ดีอยู่แล้ว แต่ควรเพิ่มความขยัน ความสนใจในการเรียนให้มากยิ่งขึ้น อันจะทำให้ไม่มีความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ และควรมีการเพิ่มปัจจัยอื่น ๆ เช่น การสนับสนุนทางสังคม การเตรียมตัวสอบ กลยุทธ์ในการสอบ และแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4 สถานศึกษา ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า ตัวแปรเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ส่งความสัมพันธ์ต่อความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ควรมีการวางแผนพัฒนาตัวแปรดังกล่าวให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น โดยอาจมีการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีความน่าสนใจ จัดการเรียนการสอนให้มีนักเรียนมีความคิด มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

1.5 สำหรับผู้ปกครอง ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า ตัวแปรการรับรู้ความคาดหวังความสัมพันธ์ต่อความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ผู้ปกครองควรให้ความสนใจสนับสนุนเกี่ยวกับการเรียนของบุตรหลาน ในขณะเดียวกันก็ไม่ควรสร้างความเครียดให้กับบุตรหลาน เช่น การคาดหวังให้บุตรหลานเข้าเรียนต่อในมหาวิทยาลัยที่สูงเกินความสามารถของนักเรียน แต่ควรสนับสนุนเรียนการเรียนของนักเรียน ตลอดจนคาดหวังความสำเร็จของนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้ เพื่อลดความกังวลในการสอบลง

อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานในระดับชาติ ระดับสถานศึกษา หรือ ผู้ปกครอง ต้องอาศัยความร่วมมือกัน ทั้งนี้เนื่องจาก ปัจจัยหรือตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อความวิตกกังวลในการสอบ ไม่ได้แสดงความสัมพันธ์เพียงตัวแปรเดียว แต่เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน เช่น นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูง แต่ผู้ปกครองมีความคาดหวังในการเรียนคณิตศาสตร์สูงด้วย นักเรียนอาจเกิดความเครียด ความวิตกกังวลในการเรียนได้ ดังนั้น ในการจัดการศึกษาจึงควรวางแผนและทำให้เกิดความร่วมมือกันอย่างเป็นระบบ

2. ข้อเสนอในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัย พบว่า การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ทั้งสามโมเดล คือ HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม และพารามิเตอร์ของผู้สอบได้ แต่ให้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ต่างกัน ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการจำลองข้อมูล กำหนดค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถาม และพารามิเตอร์ของผู้สอบ แล้วทดสอบว่า โมเดลวิเคราะห์ข้อคำถามโมเดลใด สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ถูกต้อง และมีความคงเส้นคงวาในการประมาณค่าพารามิเตอร์ เช่น จำลองข้อมูล 20 ข้อ กำหนดค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามในแต่ละข้อ แล้วใช้ทั้งสาม

โมเดลวิเคราะห์ข้อคำถาม ดูว่าโมเดลใดสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามพารามิเตอร์ของผู้สอบได้ตรงกับข้อมูลที่จำลองขึ้นมา

2.2 จากการวิจัย พบว่า การตรวจสอบ DIF ทั้งสามโมเดล คือ การตรวจสอบ DIF ด้วย HLM โดยใช้โปรแกรม HLM กับ PCM และ GRM โดยใช้โปรแกรม PARSCALE สามารถตรวจสอบ DIF ได้ แต่ได้ผลการตรวจสอบต่างกัน ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการจำลองข้อมูลขึ้นมากำหนดให้มีข้อที่มี DIF แล้วใช้โมเดลการตรวจสอบทั้งสามโมเดลตรวจสอบ DIF แล้วดูว่าโมเดลใดสามารถตรวจสอบได้ถูกต้อง ตรงกับข้อมูลที่มีการจำลองขึ้นมา เช่น จำลองข้อมูล 20 ข้อ กำหนดให้เกิด DIF 6 ข้อ โดยกำหนดขนาดของ DIF แตกต่างกันทั้งในระดับน้อย ปานกลาง และมากอย่างละ 2 ข้อ แล้วใช้ทั้งสามโมเดลตรวจสอบ ดูว่าโมเดลใดสามารถตรวจสอบ DIF ได้ถูกต้อง ทั้งข้อที่เกิด DIF และขนาดของการเกิด DIF และความไวในการตรวจสอบ DIF

2.3 จากการวิจัยพบว่า จำนวนข้อคำถามที่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบมีจำนวน 28 ข้อ จากจำนวนข้อคำถามทั้งสิ้น 39 ข้อ จะเห็นได้ว่า ข้อคำถามจำนวนมากที่สร้างขึ้นทำให้เกิด DIF ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป ควรระมัดระวังในการสร้างข้อคำถามเพื่อไม่ให้เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบในแต่ละข้อคำถาม โดยการศึกษาโครงสร้าง ทฤษฎีของเรื่องที่จะทำการศึกษาอย่างลึกซึ้ง สร้างข้อคำถามที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

2.4 จากการวิจัยครั้งนี้ ใช้ตัวแปรระดับผู้สอบ 7 ตัว ในการวิเคราะห์ความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแปรทีมีความสัมพันธ์ต่อโอกาสการตอบข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ คือ ตัวแปรเพศ การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จึงควรมีการเพิ่มตัวแปรในการวิเคราะห์ให้มากกว่านี้ เพื่อที่จะได้สารสนเทศเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ มากขึ้น เช่น อาจเพิ่มตัวแปร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของภาคเรียนที่ผ่านมา เศรษฐานะของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง เป็นต้น

2.5 การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ ด้วย HLM, PCM และ GRM ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบโมเดล 1 พารามิเตอร์ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อคำถามในโมเดลประเภทอื่น เช่น โมเดลแบบ 2 พารามิเตอร์ เช่น Graded Response Model ที่ไม่ต้องกำหนดค่า slope = 1, Modified Graded Response Model, Generalized Partial Credit Model และ Nominal Response Model อันจะเป็นการขยายองค์ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อคำถามแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่าให้ขยายวงออกไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤษณา ศักดิ์ศรี. (2530). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ : บำรุงสาสน์การพิมพ์.

เกษม วัฒนชัย. (2539). ความคาดหวังของพ่อแม่ต่อการศึกษาของลูก. *รายงานการสัมมนา เรื่อง ความคาดหวังของพ่อแม่ต่อการศึกษาของลูก.*

จินตนา เล็กล้วน. (2541). *ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รังรอง งามศิริ. (2540) *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีผลต่อความวิตกกังวลในการสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร.* วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย.* กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วงพักตร์ ภู่พันธ์ศรี และ ศิรินันท์ ดำรงผล. (2538). *จิตวิทยาพัฒนาการประยุกต์การศึกษา.* กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และ ดิเรก ศรีสุโข (2544). *การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย.* กรุงเทพฯ : บริษัท บุญศิริการพิมพ์ จำกัด.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). *การวิเคราะห์พหุระดับ.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2549). การวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ. *วารสารครุศาสตร์.* 3. 42-52.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุธิดา เกตุแก้ว. (2547). *ผลของการใช้กระบวนการสื่อสารที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

อานันต์ชนก วิจิตรนิเทศ. (2546). *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความวิตกกังวลในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เอมอร จังศิริพรปกรณ์. (2548). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบระหว่างแบบสอบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวถูกตัวเดียวกับตัวถูกมากกว่า 1 ตัว เมื่อตรวจด้วยวิธีการให้คะแนนความรู้บางส่วน.* รายงานวิจัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุทุมพร จามรมาน. (2538). *เทคนิคการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่ พับบลิชชิ่ง.

ภาษาอังกฤษ

Acar Tulin and Kelecioglu Hulya. (2010). Comparision of Differential Item Functioning Determination Techniques: HGLM, LR and IRT-LR. *Educational Sciences: Theory & Practice*. 2. 639-649

Ackerman, Terry A. (1986, April). *Use of the Graded Response IRT Model to Assess the Reliability of Direct and Indirect Measures of Writing Assessment.* Paper Presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.

Adams, R. J., Walson, M., and Wu, M. (1997). Multilevel Item Response Models: An Approach to Errors in Variables Regression. *Journal of Educational and Behavioral Statistic.* 22. 47-76.

Ankenmann, Robert D., and Stone, Clement A. (1992, April). *A Monte Carlo Study of Marginal Maximum Likelihood Parameter Estimates for the Graded Model.* Paper Presented at the annual meeting of the National Council on Educational Measurement in Education, San Francisco, CA.

Beretvas, S. N., and Williams, N. J. (2004). The use of hierarchical generalized linear model for Item dimensionality assessment. *Journal of Educational Measurement.* 41. 379-395.

Beretvas, S. N., and Williams,N.J. (2006). DIF Identification Using HGLM for Polytomous Items. *Applied Psychological Measurement.* 30. 22-42.

Bishop, N Scott and Omar, Md Hafidz. (2002, April). *Comparing Vertical Scales Derived From Dichotomous and Polytomous IRT Modes for a Test Composed of Testlets.* Paper Presented at the annual meeting of the National Council on Educational Measurement, New Orleans, LA.

Bursal, M., and Paznokas, L. (2006). Mathematics anxiety and pre-service elementary teachers' confidence to teach mathematics and science. *School Science and Mathematics.* 4. 173-179.

Cater, E. W., et al. (2005). Preparing Adolescents With Disabilities for High-Stakes Testing With Strategy Instruction. *Preventing School Failure.* 49. 55-62.

Cheong Yuk Fai. (2006). Analysis of School Context Effects on Differential Item Functioning Using Hierarchical Generalized Linear Models. *International Journal of Testing.* 1. 57-79.

Chu, K. L., and Kamata, A. (2003, April). *Test Equating with the Presence of DIF.* Paper Presented at the annual meeting of American Educational Research Association, Chicago.

Chu, M. S. (2007). *Mathematics as Mother/bias of Science in Affect: Analysis of TIMSS 2003 Data.* Paper Presented at the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Seoul, Korea.

Cohen, Allan S., Kim, Seock-Ho., and Wollack, James A. (1998, April). *A Comparison of Item Response Theory and Observed Score DIF Detection Measures for the Graded Response Model.* Paper Presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, San Diego, CA.

De Ayala, R. J., et al. (1989, March). *A Comparison of the Graded Response and Partial Credit Model for Assessing Writing Ability.* Paper Presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.

De Ayala, R. J., et al. (1990, April). *A Comparison of the Partial Credit Model and Graded Response Model in Computerized Adaptive Testing.* Paper Presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, MA.

De Ayala, R. J., et al. (1991, April). *An Investigation of the Robustness of a Partial Credit Model-Based Computerized Adaptive Test to Misfitting Item.* Paper Presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, Chicago, IL.

DeMars, Christine. (1998, April). *Item Estimates under Low-Stakes Conditions: How Should Omits Be Treated?.* Paper Presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.

Endler, N. S., and Edwards, J. (1982). *Stress and personality.* In L. Goldberger and S. Breznitz (ed.), Handbook of stress theoretical and clinical aspects. New York: Macmillan, Inc.

Embretson, E. S., and Reise, P. S. (2000). *Item Response Theory For Phychologists*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Foxcroft, C. (2005). *Cognitive development*. New Jersey: Prentice-Hall.

Frenzel, A. C., Pekrun, R. and Goetz, T. (2007). Girls and mathematics – A "hopeless" issue ? A Control – value approach to gender differences in emotions towards mathematics. *European Journal of Psychology of Education*. 4. 497-514.

Ghee, A. C., and Khoury, J. C. (2008). Feeling about math and science: reciprocal determinism and catholic school education. *Journal of Inquiry and Practic.* 11. 333-354.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education.* 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

Gresham, G. (2007). A Study Of Mathematic Anxiety in Pre-Service Teachers. *Early Childhood Education Journal*. 35. 181-188.

Hair, J.F., Blace, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., and Tatham, R.L. (2006). *Multivariate Data Analysis*. 6th ed. New Jersey: Pearson Education.

Hambleton, R. K., and Swaminathan, A. (1985). *Item Response Theory.* MA: Kluwer Academic Publishers.

Hambree, R. (1990). *Cause and effects of test anxiety Review of Educational research*. 58. 47-77.

Hazirlanan, S. S., Depresyon, T. O. and Sosyal Destek, S. K. (2007). Depression, Test Anxiety and Social Support among Turkish Students Preparing for the University Entrance Examination. *Eurasian Journal of Educational Research.* 29: 171-184.

Hendershot, R. L. (2000). *Attitude Differences between Male and Female Students at Clovis Community College and Their Relationships to Math Anxiety: A Case Study*. Doctor of Education Dissertation, California Coast University.

Hennings, Sara S., et al. (1996, April). *A Comparison of Equating Methods Applied to Performance-Based Assessment.* Paper Presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, New York, NY.

Holland, P.W., and Wainer, H. (1993). *Differential Item Functioning*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaun Associates.

John Chi-kin Lee, Hongbiao Yin, and Zhonghua Zhang. (2010). Adaptation and Analysis of Motivated Strategies for Learning Questionnaire in the Chinese Setting. *International Journal of Testing.* 10. 149-165.

Jonn, G. Baker., James, B. Rounds., and Michael, A. Zevon. (2000). A Comparison of Graded Response and Rasch Partial Credit Models with Subject Well-Being. *Journal of Educational and Behavioral Statistics.* 25. 253-270.

Kamata, A. (1998, April). *One-parameter Hierarchical Generalized Linear Logistic Model: An Application of HGLM to IRT.* Paper Presented at the annual meeting of American Educational Research Association, San Diego, CA.

Kamata, A. (2001). Item analysis by the hierarchical generalized linear model. *Journal of Educational Measurement.* 38. 79-93.

Kamata, A., Chaimongkol, S., Genc, E., and Bilir, K. (2005, April). *Random-Effect Differential Item Functioning Across Group Unites by the Hierarchical Generalized Linear Model.* Paper Presented at the annual meeting of American Educational Research Association, Montreal, Canada.

Kellowey, E. (1998). *Using LISREL for structural equation modeling: A researcher's guide.* Thousand Oaks: SAGE Publications.

Kim, Seock-Ho., and Cohen, Allan S. (1997, March). *An Investigation of the Likelihood Ratio Test for Detection of Differential Item Functioning under the Graded Response Model.* Paper Presented at the annual meeting of American Educational Research Association, Chicago, IL.

Kim, Seock-Ho., Cohen, Allan S., Disterano, Christine A., and Kim, Sooyeon. (1998, April). *An Investigation of the Likelihood Ratio Test for Detection of Differential Item Functioning under the Partial Credit Model.* Paper Presented at the annual meeting of American Educational Research Association, San Diego, CA.

Kim, H. S., Cohen, S. A., and Kim, S. (2007). DIF Detection and Effect Size Measures for Polytomously Scored Items. *Journal of Educational Measurement*. 44. 93-116.

Kim, J. and Mclean, J.E. (1995). *The Influence of Examinee Test-Taking Motivation in Computerized Adaptive Testing.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, CA, USA.

Liebert, R. M., and Morris, L. W. (1973). Cognitive and emotional components of test anxiety: A distinction and some initial data. *Psychological Reports.* 20. 975-978.

Loulou, D. (1995). *Making the A: How to study for test.* ERIC/ AE Digest.

Loulou, D. (1997). *How to study for and Take College tests.* Office of Educational Research and Improvement (ED), Washington, DC.

Luc T. Le. (2002). Investigation Gender Differential Item Functioning Across Countries and Test Languages for PISA Science Item. *International Journal of Testing*. 9. 122-133.

Lucas, M. D. and Fugitt, J. (2007). The Perception of Math and Math Education in the Rural Midwest. *Appalachian Collaborative Center for Learning, Assessment, and Instruction in Mathematics.* 37. 1-43.

Luppescu, S. (2002, April). *DIF Detection in HLM.* Paper Presented at the annual meeting of American Educational Research Association, New Orleans, LA.

Maier, K. S. (2001). A Rasch Hierarchical Measurement Model. *Journal of Educational and Behavioral Statistic.* 26- 307-330.

Marsh, George E., Tapia and Martha. (2002, November). *Feeling Good about Mathematics: Are The Sex Difference?.* Paper Presented at the annual meeting of the Mid-South Educational Research Association, Chattanooga, TN.

Martinez, J. G., and Martinez, N. C. (1996). *Math without fear*. Needham Height, MA: Allyn and Bacon.

McClelland, D. C. (1953). *The Achievement Motive.* New York: Appleton – Century – Inc.

Miller, H. and Bichsel, J. (2004). Anxiety, working memory, gender, and math performance. *Personality and Individual Difference.* 37:591-606.

Nasser, Fadia; Takahashi, Tomene. (1996, April). *An Application of Confirmatory Factor Analysis With Item Parcels for Testing the Structure of Test Anxiety among Israeli- Arab High School Students.* Paper Presented at the annual meeting of the National Concil on Measurement in Education, New York, U.S.A.

Neale, D. C. (1969). The role of attitudes in learning mathematics. *Arithmetic Teacher.* 16. 631-460.

Orpen, C. (1996). *The Interactive Effects of Social Support and Test Anxiety on Student Acaademic Performance.* Doctor of Education Dissertation, Bournemouth University.

Pastor, D. A. (2003). The Use of Multilevel Item Response Theory Modeling in Applied Research: An Illustration. *Applied Measurement in Education.* 16. 223-243.

Pauk, W. (1974). *How to study to college.* Boston: Houghton Mifflin Company.

Pintrich, P. R. and Schunk, D. H. (1996). *Motivation in Education:* Theory, research and applications. New York: Spinger.

Powell, T. J. and Enright, S. J. (1989). *Anxiety and Stress Management.* North Yorkshire: J&S Composition Ltd:

Prieto, G. and Delgado, A. R. (2007). Measuring Math Anxiety (in Spanish) with the Rasch Rating Scale Model. *Journal of Applied Measurement.* 2. 149-160.

Raudenbush, S. W., and Bryk, A. S. (1999). *Hierarchical Linear Models*. London: SAGE Publications.

Raudenbush, S. W., and Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Method.* London: SAGE Publications.

Ronald, K. Hambleton, Wim, J Van der Linden, and Craig, S. Wells. (2010). *IRT Models For the Analysis of Polytomous Scored Data: Brief and Selected History of Model Building Advance.* USA: Taylor and Francis Group.

Sarason, I. G. (1994). *Test Anxiety.* In H. Leitenberg (Ed.), Handbook of social and Evaluation anxiety, New York: Plenum Press, 415-495.

Sawaminathan, H., and Rogers, H.J. (1990). Detecting defferential item functioning using logistic regression procedures. *Journal of Educational Measurement.* 27(4). 361-370.

Seong, Tae-Je, et al. (1997, March). *A Comparison of Procedures for Ability Estimation Under the Graded Response Model.* Paper Presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, Chicago, IL.

Shen, L. (1999, April). *A Multilevel Assessment of Differential Item Functioning.* Paper Presented at the annual meeting of American Educational Research Association, Montreal, Quebec, Canada.

Spieberger, C. D. (1972). *Anxiety and Behavior.* New York: acafe Press.

Swanson, D. B., Clauser, B. E., Case, S. M., Nungester, R.J., and Featherman, C. (2002). Analysis of Differential Item Functioning (DIF) Using Hierarchical Logistic Regression Models. *Journal of Educational and Behavioral Statistic,* 27. 53-75.

Van Dam, N. T., Earleywine, M. and Forsyth, J. P. (2008). Gender bias in the sixteen-item Anxiety Sensitivity Index: An application of polytomous differential item functioning. *Journal of Anxiety Disorder.* Doi: 10.1016/j.janxdis.2008.07.008.

Vaughn, B K. (2006). *A Hierarchical Generalized Linear Model of random Differential Item Functioning for Polytomous Items: A Bayesian Multilevel Approach*. Unpublished doctoral dissertation, Florida State University,Department of Educational Psychology and Learning Systems.

Walker, C. M., and Beretvas, S. N. (2001). An Empirical Investigation Demonstrating the Multidimensional DIF Paradigm: A Cognitive Explanation for DIF. *Journal of Educational Measurement.* 38. 147-163.

Zakaria, E. and Nordin,N. M. (2008). The Effects of Mathematics Anxiety on Matriculation Students as Related to Motivation and Achievement. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education.* 4. 27-30.

Zettle, R. D., and Raines, S. J. (2000). The relationship of trait and test anxiety with mathematics anxiety. *College Student Journal,* 34. 246-258.

Zwick, R., Donoghue, J. R., and Grima, A. (1993). Assessment of Differential Functioning for Performance Tasks. *Journal of Educational Measurement.* 30. 233-251.

Zwinderman, A. H. (1991). A Generalized Rasch Model for Manifest Predictors. *Psychometrika.* 56. 589-600.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง	ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.ปิยวรรณ พันธุ์มงคล	ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ดร.สังวรณ์ งัดกระโทก	คณะวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
4. อาจารย์ ดร.พัชรี จันทร์เพ็ง	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. ดร.กฤษณา คิดดี	ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 1
6. ครูศุภชัย พ่อค้า	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 4
7. ครูลัดดา เต็มตุ่ม	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอยุธยานุสรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ 0512.6(2755) / 599

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10130

30 ธันวาคม 2552

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

ด้วย นางสาวศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์ นิสิตชั้นปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ : การเปรียบเทียบระหว่างไฮราชิคอลลิเนียร์โมเดลกับพาเชียลเครดิตโมเดล” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล และศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้นิสิตเก็บข้อมูลในการวิจัย ซึ่งนิสิตขออนุญาตดำเนินการเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ)
หัวหน้าภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
โทรศัพท์ 0-2218-2581 ถึง 97 ต่อ 800
นางสาวศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์
โทรศัพท์มือถือ 08-3021-9669

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดในการวิจัยเรื่อง
"การวิเคราะห์ข้อคำถามในแบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์ : การเปรียบเทียบระหว่างไฮราชิคอลลิเนียร์โมเดล พาเชียลเครดิตโมเดลและเกรดเรสพอนส์โมเดล"

คำชี้แจง แบบวัดฉบับนี้ มีทั้งสิ้น 8 ตอน ประกอบด้วย
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป
ตอนที่ 2 แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์
ตอนที่ 3 แบบวัดความคาดหวังของผู้ปกครอง
ตอนที่ 4 แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม
ตอนที่ 5 แบบวัดการเตรียมตัวสอบ
ตอนที่ 6 แบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ
ตอนที่ 7 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และ
ตอนที่ 8 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ขอให้นักเรียนทำแบบวัดให้ครบทุกตอน ทุกข้อ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ.....นามสกุล.....เพศ.....ชั้น.....

โรงเรียน.....จังหวัด.....

ตอนที่ 2 แบบวัดความวิตกกังวลในการสอบคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความต่อไปนี้ที่ตรงกับความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการหรือพฤติกรรมของนักเรียนในระดับใด แล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับประเมินตามการรับรู้ของนักเรียน โดยมีระดับให้ประเมิน 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด โดยมีเกณฑ์ประกอบการพิจารณา ดังนี้

น้อยที่สุด	หมายถึง	นักเรียนไม่มีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรมต่อไปนี้เกิดขึ้นเลย
น้อย	หมายถึง	นักเรียนมีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรมต่อไปนี้เกิดขึ้น 1-2 ครั้งภายใน 1 สัปดาห์
ปานกลาง	หมายถึง	นักเรียนมีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรมต่อไปนี้เกิดขึ้น 3-4 ครั้งภายใน 1 สัปดาห์
มาก	หมายถึง	นักเรียนมีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรมต่อไปนี้เกิดขึ้น 5-6 ครั้งภายใน 1 สัปดาห์
มากที่สุด	หมายถึง	นักเรียนมีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรมต่อไปนี้เกิดขึ้นทุกวัน

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1	ฉันกลัวการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
2	ฉันรู้สึกกระวนกระวายใจ เมื่อต้องสอบวิชาคณิตศาสตร์					
3	ฉันคาดว่าจะได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์น้อย					
4	ฉันกลัวว่าข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ทำจะเป็นส่วนที่ฉันไม่เข้าใจ					
5	ฉันคิดว่าข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์จะต้องยากจนฉันทำไม่ได้					
6	ฉันไม่เคยกังวลในการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
7	ฉันกลัวว่าจะขาดสมาธิในการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
8	ฉันกลัวว่าจะอ่านหนังสือไม่เต็มที่					
9	ฉันคาดว่าคงทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี					
10	ฉันมักจะอ่านหนังสือไม่ตรงกับข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
11	ฉันรู้สึกอยากจะร้องไห้ ขณะทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
12	ฉันรู้สึกท้อแท้ ที่ต้องแก้ปัญหาโจทย์วิชาคณิตศาสตร์					
13	ฉันไม่มีความมั่นใจ ขณะทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
14	ฉันมักไม่เข้าใจเวลาอ่านข้อคำถามในข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
15	ฉันทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ไม่เต็มความสามารถ					
16	ฉันสามารถแก้ปัญหาโจทย์วิชาคณิตศาสตร์ได้ดี					

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
17	ฉันตอบข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ไม่ตรงประเด็นคำถาม					
18	ฉันทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ไม่ทันเวลาที่กำหนด					
19	ฉันเกิดความสับสนในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
20	ขณะทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉันรู้สึกกังวลใจ					
21	ฉันหงุดหงิดเมื่อจะสอบวิชาคณิตศาสตร์					
22	ฉันเบื่อหน่ายเมื่อต้องสอบวิชาคณิตศาสตร์					
23	ฉันหมดกำลังใจที่จะสอบวิชาคณิตศาสตร์					
24	ฉันมักไม่มีสมาธิ ในวันที่ต้องทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
25	ฉันมักจะแยกตัว ไม่อยากพบปะผู้คน ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์					
26	ฉันมักจะฉุนเฉียว ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์					
27	ฉันมีเรื่องทะเลาะกับเพื่อน ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์					
28	ฉันปล่อยปละละเลยไม่สนใจตนเอง ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์					
29	ฉันมักจะโมโหง่าย ในวันสอบวิชาคณิตศาสตร์					
	นักเรียนมีอาการต่อไปนี้ ระดับใด ในขณะที่กำลังทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
30	มือเย็น					
31	มือสั่น					
32	ปวดท้อง					
33	อ่อนเพลีย					
34	เจ็บหน้าอก					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
35	หายใจติดขัด					
36	หายใจไม่ออก					
37	มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ					
38	หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ					
39	เวียนศีรษะ					

ตอนที่ 3 แบบวัดการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่า **นักเรียนคิดว่าผู้ปกครองของนักเรียนคาดหวัง** ให้นักเรียนทำพฤติกรรมต่อไปนี้ในระดับใด แล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับการรับรู้ของนักเรียน โดยมีระดับให้ประเมิน 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1	ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ได้เอง					
2	ทบทวนบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทุกวัน					
3	แบ่งเวลาให้กับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
4	ทำความเข้าใจเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนไปแล้วอย่างสม่ำเสมอ					
5	เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ					
6	ตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
7	ขยันเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
8	ใช้ความพยายามในการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
9	มีความรับผิดชอบในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
10	ขวนขวายหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์					
11	มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ดี					
12	สามารถสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
13	สามารถคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง					
14	สามารถแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ได้					
15	สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้เกรดสูงกว่าเพื่อน ๆ					
16	สอบได้เกรดวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าภาคการศึกษาที่ผ่านมา					
17	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาระดับชั้นสูงต่อไป					
18	นำความรู้วิชาคณิตศาสตร์ไปใช้สอนผู้อื่นได้					
19	ใช้ทักษะในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง					
20	ใช้ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ไปในชีวิตประจำวันได้					
21	ใช้เหตุผลในการตอบปัญหาต่าง ๆ ได้					
22	ใช้ความรู้วิชาคณิตศาสตร์สอบเข้ามหาวิทยาลัยได้					
23	สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบอาชีพเลี้ยงตนเองในอนาคตได้					
24	มีความรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อหางานทำได้					
25	มีความรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อจะได้มีความก้าวหน้าในอาชีพการงาน					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 4 แบบวัดการสนับสนุนทางสังคม

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่า นักเรียนได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้จากผู้ปกครอง ครู และเพื่อน ในระดับใด แล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับการรับรู้ของนักเรียน โดยมีระดับให้ประเมิน 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	ผู้ปกครองของนักเรียนมีการสนับสนุนนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ระดับใด					
1	ให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
2	ช่วยแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
3	ให้คำแนะนำอย่างเข้าใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
4	พูดคุยและซักถาม เกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
	ผู้ปกครองของนักเรียนมีการสนับสนุนนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ระดับใด					
5	อธิบายหรือแนะนำฉัน เมื่อฉันไม่เข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนในวิชาคณิตศาสตร์					
6	จัดหาอุปกรณ์การเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์					
7	จัดหาหนังสืออ่านเพิ่มเติมและเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์					
8	จัดหาหนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
9	บอกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
10	ชื่นชม เมื่อฉันสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนดี					
11	ดูแล เอาใจใส่ ช่วยเหลือเกี่ยวกับการบ้านหรือรายงานวิชาคณิตศาสตร์					

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	ผู้ปกครองของนักเรียนมีการสนับสนุนนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ระดับใด					
12	ให้กำลังใจ เมื่อผิดหวังจากการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
13	ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติตัวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
14	ไม่มีเวลาให้คำปรึกษา ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
	ครูมีการสนับสนุนนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ระดับใด					
15	ให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
16	ช่วยแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
17	ให้คำแนะนำอย่างเข้าใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น					
18	พูดคุยและซักถาม เกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
19	อธิบายหรือแนะนำฉัน เมื่อฉันไม่เข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนในวิชาคณิตศาสตร์					
20	จัดหาอุปกรณ์การเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์					
21	จัดหาหนังสืออ่านเพิ่มเติมและเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์					
22	จัดหาหนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
23	บอกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
24	ชื่นชม เมื่อฉันสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนดี					
25	ดูแล เอาใจใส่ ช่วยเหลือเกี่ยวกับการบ้านหรือรายงานวิชาคณิตศาสตร์					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	ครูมีการสนับสนุนนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ระดับใด					
26	ให้กำลังใจ เมื่อผิดหวังจากการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
27	ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติตัวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
28	ไม่มีเวลาให้คำปรึกษา ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
	เพื่อนมีการสนับสนุนนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ระดับใด					
29	ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
30	ได้รับคำชมจากเพื่อน เมื่อฉันสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนดี					
31	ช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
32	ให้กำลังใจ เมื่อฉันท้อแท้กับการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์					
33	ปลอบใจ เมื่อฉันผิดหวังจากการสอบวิชาคณิตศาสตร์					
34	ให้คำแนะนำในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
35	ให้ยืมอุปกรณ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
36	ติวให้ฉันก่อนสอบวิชาคณิตศาสตร์					
37	แนะนำเมื่อฉันทำงานผิดพลาด					
38	แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
39	รับฟัง เมื่อฉันระบายความคับข้องใจเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
40	แสดงความเห็นใจ เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	เพื่อนมีการสนับสนุนนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ระดับใด					
41	ชื่นชม เมื่อฉันสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนดี					
42	ให้กำลังใจ เมื่อฉันสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนไม่ดี					

ตอนที่ 5 แบบวัดการเตรียมตัวสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่า ในการเตรียมตัวสอบ นักเรียนมีพฤติกรรมต่อไปนี้ในระดับใด แล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับประเมินตามการรับรู้ของนักเรียน โดยมีระดับความถี่ให้ประเมิน 5 ระดับ คือ ไม่เคย นาน ๆ ครั้ง ปานกลาง บ่อย และบ่อยมาก

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		ไม่เคย	นาน ๆครั้ง	ปานกลาง	บ่อย	บ่อยมาก
1	ดูแลสุขภาพตนเองเป็นอย่างดีไม่ให้เจ็บป่วย					
2	กินอาหารเพื่อบำรุงร่างกาย					
3	สรุปเนื้อหาสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์					
4	ทดลองตั้งคำถามที่คาดว่าจะออกสอบแล้วพยายามตอบคำถามนั้นด้วยตนเอง					
5	ทบทวนบทเรียนที่เรียนในแต่ละวันตลอดภาคการศึกษา					
6	จัดกลุ่มติวกับเพื่อน ๆ					
7	ถ้าไม่เข้าใจบทเรียนเรื่องใด จะถามครูหรือเพื่อน					
8	ทำตารางอ่านหนังสือทันที เมื่อรู้ตารางสอบ					
9	อ่านหนังสือเสริมทักษะก่อนการสอบ					
10	นำข้อสอบเก่ามาทดลองทำ ก่อนการสอบ					
11	นอนพักผ่อนอย่างเพียงพอในคืนก่อนสอบ					
12	ทบทวนวิชาที่ต้องสอบในวันรุ่งขึ้นก่อนเข้านอน					

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		ไม่เคย	นาน ๆครั้ง	ปานกลาง	บ่อย	บ่อยมาก
13	ทำจิตใจให้แจ่มใสเบิกบานในวันสอบ					
14	ทำจิตใจไม่ให้ตื่นเต้นในวันสอบ					
15	ทำจิตใจให้สงบในวันสอบ					
16	ทำจิตใจให้ว่าง เพื่อให้มีสติในการคิดและใช้เหตุผลในการทำข้อสอบ					
17	ระมัดระวังเรื่องของการรับประทาน เพื่อไม่ให้เกิดอาการท้องเสีย					
18	ทำจิตใจให้สงบก่อนเข้าสอบ					
19	ตั้งสมาธิก่อนเข้าสอบ					
20	เตรียมความพร้อมก่อนเข้าสอบ					
21	ควบคุมอารมณ์ไม่ให้ตื่นเต้นก่อนเข้าสอบ					
22	ไปถึงห้องสอบก่อนเวลาสอบ					
23	ก่อนเข้าสอบ บอกกับตนเองว่า อะไรจะเกิดก็ต้องเกิด					
24	ก่อนเข้าสอบ บอกตนเองว่า จะต้องทำข้อสอบได้และข้อสอบไม่ยากเกินความสามารถ					

ตอนที่ 6 แบบวัดกลยุทธ์ในการทำข้อสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่า ในการทำข้อสอบ นักเรียนใช้วิธีการต่อไปนี้ในระดับใด แล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับการรับรู้ของนักเรียน โดยมีระดับให้ประเมิน 5 ระดับ คือ ไม่เคย นาน ๆ ครั้ง ปานกลาง บ่อย และบ่อยมาก

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		ไม่เคย	นาน ๆครั้ง	ปานกลาง	บ่อย	บ่อยมาก
1	ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ					
2	วางแผนแบ่งเวลาในการทำข้อสอบ					
3	ข้ามไปทำข้อสอบข้ออื่นก่อน เมื่อทำข้อสอบไม่ได้เพื่อไม่ให้เสียเวลา					

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		ไม่เคย	นาน ๆครั้ง	ปานกลาง	บ่อย	บ่อยมาก
4	กำหนดเวลาสำหรับการทำข้อสอบแต่ละข้อ					
5	ควบคุมตนเองให้ทำข้อสอบแต่ละข้อตามเวลาที่กำหนด					
6	เผื่อเวลาสำหรับการตรวจทานคำตอบ ก่อนส่งข้อสอบ					
7	อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจ ก่อนลงมือทำข้อสอบ					
8	ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อสอบ ก่อนทำข้อสอบ					
9	ลงมือทำข้อสอบทันที เมื่อครูผู้คุมสอบแจกข้อสอบให้					
10	ปฏิบัติตามคำชี้แจงในข้อสอบ					
11	คิดคำนวณตามขั้นตอนของการคำนวณ เพื่อกันความผิดพลาด					
12	ตรวจสอบการคิดคำนวณอย่างรอบคอบอีกครั้งก่อนส่งข้อสอบ					
13	ตรวจสอบความเรียบร้อยของกระดาษคำตอบก่อนส่งข้อสอบ					
14	พยายามอ่านคำถามให้เข้าใจก่อนตอบคำถาม					
15	ข้อสอบที่เว้นไว้ ถ้ามีเวลาเหลือจะย้อนกลับมาคิดทบทวนใหม่					
16	ตั้งสมาธิเพื่อนึกหาคำตอบหลังจากอ่านคำถาม					
17	ให้ความสนใจกับคำสำคัญในประโยคคำถามในขณะอ่านคำถาม					
18	เขียนคำตอบข้อสอบแบบบรรยายโดยขยายความจากประเด็นที่ถาม					
19	เขียนคำตอบให้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย ได้ใจความในการตอบข้อสอบแบบบรรยาย					

ตอนที่ 7 แบบวัดเจตคติต่อกาเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่า นักเรียนมีความรู้สึก ความคิดเห็นที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับใด แล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีระดับให้ประเมิน 5 ระดับ คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ไม่แน่ใจ เห็นด้วย และเห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทันสมัย					
2	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์					
3	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
4	คนเก่งวิชาคณิตศาสตร์จะแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี					
5	วิชาคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมีความรอบคอบมากขึ้น					
6	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีค่าควรแก่การเรียนรู้					
7	วิชาคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ					
8	วิชาคณิตศาสตร์ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นได้					
9	ฉันชอบพูดคุยถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน					
10	ฉันชอบแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์					
11	ฉันรู้สึกภูมิใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12	ฉันชอบทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์					
13	ฉันรู้สึกสนุกกับการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน					
14	ฉันชอบเล่นเกมส่งเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์					
15	ฉันรู้สึกเบื่อกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
16	ฉันอยากให้ครูนำเนื้อหานอกบทเรียนมาสอนเพิ่มเติม					
17	ฉันอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มให้มากกว่านี้					
18	ถ้าโรงเรียนจัดตั้งชุมนุมคณิตศาสตร์ ฉันจะสมัครเป็นสมาชิกชุมนุมคณิตศาสตร์					
19	ฉันเข้าร่วมกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความกระตือรือร้น					
20	ฉันได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หลังจากที่ได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนแล้ว					
21	เมื่อพบหนังสือคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ฉันจะซื้อมาอ่าน					
22	ฉันทบทวนบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นประจำ					
23	ถ้ามีการบ้านหลายวิชา ฉันจะทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาสุดท้าย					

ตอนที่ 8 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่า นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิด หรือการกระทำบางอย่างของนักเรียนในเรื่องการเรียนและเรื่องทั่ว ๆ ไป ในระดับใด แล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับสภาพความเป็นจริงของนักเรียน โดยมีระดับให้ประเมิน 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1	เมื่อมีการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ที่ยาก ฉันพยายามทำด้วยตนเอง แม้จะต้องใช้เวลานาน ในการคิด					
2	ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น เมื่อทำแบบฝึกด้วยตนเอง					
3	ฉันพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างยิ่ง เมื่อได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่					
4	ฉันชอบแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีของตนเอง					
5	ฉันถือว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองเป็นสิ่งที่มีคุณค่า					
6	เมื่อแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ฉันจะคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ					
7	เมื่อได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ใด ๆ ก็ตาม ฉันจะทำอย่างเต็มความสามารถเพื่อให้งานนั้นสำเร็จ					
8	เมื่อเริ่มทำโจทย์ปัญหาหรือแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์แล้ว ฉันจะพยายามทำจนกระทั่งสำเร็จ					
9	เมื่อเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่เข้าใจ ฉันจะขอให้เพื่อนอธิบายให้ฟังหรือซักถามจากครู					

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
10	ฉันทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง					
11	ในคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉันเลือกที่นั่งข้างหน้า เพราะทำให้เรียนได้ดีขึ้น					
12	ฉันทุ่มเทกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คะแนนดีขึ้น					
13	ก่อนสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉันจะทำแบบฝึกหัดให้ได้มากที่สุด					
14	ในการทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ ฉันชอบทำข้อยาก ๆ					
15	ถ้าได้ทำโจทย์วิชาคณิตศาสตร์บางข้อที่ไม่เคยมีใครทำได้มาก่อน ฉันจะรู้สึกชอบมาก					
16	ฉันชอบทำโจทย์วิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ความพยายาม					
17	เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องใดที่ยังไม่รู้ ฉันจะค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม					
18	เมื่อทำโจทย์วิชาคณิตศาสตร์ข้อหนึ่งเสร็จแล้ว ฉันอยากทำข้อที่ยากขึ้นเรื่อย ๆ					
19	ฉันรู้สึกสนุกสนานกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีง่าย ๆ					
20	ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อมีการแข่งขันกับเพื่อน					
21	ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉันพยายามปรับปรุงตนเองให้เก่งขึ้นเรื่อย ๆ					
22	ฉันชอบนำแบบฝึกหัดจากหนังสือเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์มาฝึกทำเป็นประจำ					

ข้อ	ข้อความ	มีความสอดคล้องกับตัวนักเรียนในระดับ				
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
23	เมื่อเห็นเพื่อนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เก่ง ๆ ฉันยิ่งมีความพยายามมากขึ้น					
24	ฉันพยายามอ่านหนังสือและทำแบบฝึกหัดมาก ๆ เพราะอยากทำคะแนนสอบได้มากกว่าคนอื่น					
25	แม้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก แต่ฉันก็พยายามเรียน เพราะหวังว่า สักวันหนึ่งฉันจะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
26	ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉันพยายามเรียนให้เก่ง เพื่อจะได้ประกอบอาชีพที่ดีในอนาคต					
27	แม้จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่เข้าใจ แต่ฉันก็ยังตั้งใจเรียน					
28	ฉันอ่านและเตรียมตัวมาล่วงหน้าก่อนเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
29	เมื่อตั้งใจว่าจะอ่านทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ ฉันทำตามที่ตั้งใจไว้					
30	ก่อนทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ฉันจะทบทวนบทเรียนก่อน					
31	ฉันจัดตารางเวลาในการทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ก่อนสอบปลายภาคเรียน					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ภาคผนวก ง

Print out การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามจากโปรแกรม HLM และ PARSCALE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อคำถามจากโปรแกรม HLM

Program: HLM 6 Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling

Authors: Stephen Raudenbush, Tony Bryk, & Richard Congdon

Publisher: Scientific Software International, Inc. (c) 2000

techsupport@ssicentral.com

www.ssicentral.com

Module: HLM2.EXE (6.03.26284.1)

Date: 5 November 2010, Friday

Time: 15: 8:53

SPECIFICATIONS FOR THIS ORDINAL HLM2 RUN

Problem Title: no title

The data source for this run = hlm2(05.10.10).mdm

The command file for this run = D:\Thesis\DaTa\HLM\analysis\hlm2(05.11.10).hlm.mlm

Output file name = D:\Thesis\DaTa\HLM\analysis\hlm2(05.11.10).txt

The maximum number of level-1 units = 66690

The maximum number of level-2 units = 1710

The maximum number of micro iterations = 14

Number of categories = 5

Method of estimation: restricted PQL

Maximum number of macro iterations = 100

Distribution at Level-1: Ordinal

Weighting Specification

Weight

Variable

Weighting? Name Normalized?

Level 1 no

Level 2 no

Precision no

The outcome variable is SCORE

The model specified for the fixed effects was:

Level-1 Level-2

Coefficients Predictors

--- ---

INTRCPT1 slope, B0 INTRCPT2, G00

V1 slope, B1 INTRCPT2, G10

V2 slope, B2 INTRCPT2, G20

V3 slope, B3 INTRCPT2, G30

V4 slope, B4 INTRCPT2, G40

V5 slope, B5 INTRCPT2, G50

V6 slope, B6 INTRCPT2, G60

V7 slope, B7 INTRCPT2, G70

V8 slope, B8 INTRCPT2, G80

V9 slope, B9 INTRCPT2, G90

V10 slope, B10 INTRCPT2, G100

V11 slope, B11 INTRCPT2, G110

V12 slope, B12 INTRCPT2, G120

V13 slope, B13 INTRCPT2, G130

V14 slope, B14 INTRCPT2, G140

V15 slope, B15 INTRCPT2, G150

V16 slope, B16 INTRCPT2, G160

V17 slope, B17 INTRCPT2, G170

V18 slope, B18 INTRCPT2, G180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

V19 slope, B19 INTRCPT2, G190

V20 slope, B20 INTRCPT2, G200

V21 slope, B21 INTRCPT2, G210

V22 slope, B22 INTRCPT2, G220

V23 slope, B23 INTRCPT2, G230

V24 slope, B24 INTRCPT2, G240

V25 slope, B25 INTRCPT2, G250

V26 slope, B26 INTRCPT2, G260

V27 slope, B27 INTRCPT2, G270

V28 slope, B28 INTRCPT2, G280

V29 slope, B29 INTRCPT2, G290

V30 slope, B30 INTRCPT2, G300

V31 slope, B31 INTRCPT2, G310

V32 slope, B32 INTRCPT2, G320

V33 slope, B33 INTRCPT2, G330

V34 slope, B34 INTRCPT2, G340

V35 slope, B35 INTRCPT2, G350

V36 slope, B36 INTRCPT2, G360

V37 slope, B37 INTRCPT2, G370

V38 slope, B38 INTRCPT2, G380

THOLD2, d(2)

THOLD3, d(3)

THOLD4, d(4)

'#' - The residual parameter variance for this level-1 coefficient has been set to zero.

The model specified for the covariance components was:

Sigma squared (constant across level-2 units)

Tau dimensions

INTRCPT1

Summary of the model specified (in equation format)

Level-1 Model

Prob[R = 1|B] = P'(1) = P(1)

Prob[R <= 2|B] = P'(2) = P(1) + P(2)

Prob[R <= 3|B] = P'(3) = P(1) + P(2) + P(3)

Prob[R <= 4|B] = P'(4) = P(1) + P(2) + P(3) + P(4)

Prob[R <= 5|B] = 1.0

where

P(1) = Prob[Y(1) = 1|B]

P(2) = Prob[Y(2) = 1|B]

P(3) = Prob[Y(3) = 1|B]

P(4) = Prob[Y(4) = 1|B]

log[P'(1)/(1 - P'(1))] = B0 + B1*(V1) + B2*(V2) + B3*(V3) + B4*(V4) + B5*(V5) + B6*(V6) + B7*(V7) + B8*(V8) + B9*(V9) + B10*(V10) + B11*(V11) + B12*(V12) + B13*(V13) + B14*(V14) + B15*(V15) + B16*(V16) + B17*(V17) + B18*(V18) + B19*(V19) + B20*(V20) + B21*(V21) + B22*(V22) + B23*(V23) + B24*(V24) + B25*(V25) + B26*(V26) + B27*(V27) + B28*(V28) + B29*(V29) + B30*(V30) + B31*(V31) + B32*(V32) + B33*(V33) + B34*(V34) + B35*(V35) + B36*(V36) + B37*(V37) + B38*(V38)

log[P'(2)/(1 - P'(2))] = B0 + B1*(V1) + B2*(V2) + B3*(V3) + B4*(V4) + B5*(V5) + B6*(V6) + B7*(V7) + B8*(V8) + B9*(V9) + B10*(V10) + B11*(V11) + B12*(V12) + B13*(V13) + B14*(V14) + B15*(V15) + B16*(V16) + B17*(V17) + B18*(V18) + B19*(V19) + B20*(V20) + B21*(V21) + B22*(V22) + B23*(V23) + B24*(V24) + B25*(V25) + B26*(V26) + B27*(V27) + B28*(V28) + B29*(V29) + B30*(V30) + B31*(V31) + B32*(V32) + B33*(V33) + B34*(V34) + B35*(V35) + B36*(V36) + B37*(V37) + B38*(V38) + d(2)

log[P'(3)/(1 - P'(3))] = B0 + B1*(V1) + B2*(V2) + B3*(V3) + B4*(V4) + B5*(V5) + B6*(V6) + B7*(V7) + B8*(V8) + B9*(V9) + B10*(V10) + B11*(V11) + B12*(V12) + B13*(V13) + B14*(V14) + B15*(V15) + B16*(V16) + B17*(V17) + B18*(V18) + B19*(V19)

+ B20*(V20) + B21*(V21) + B22*(V22) + B23*(V23) + B24*(V24) + B25*(V25) + B26*(V26) + B27*(V27) + B28*(V28) + B29*(V29) + B30*(V30) + B31*(V31) + B32*(V32) + B33*(V33) + B34*(V34) + B35*(V35) + B36*(V36) + B37*(V37) + B38*(V38) + d(3)

log[P'(4)/(1 - P'(4))] = B0 + B1*(V1) + B2*(V2) + B3*(V3) + B4*(V4) + B5*(V5) + B6*(V6) + B7*(V7) + B8*(V8) + B9*(V9) + B10*(V10) + B11*(V11) + B12*(V12) + B13*(V13) + B14*(V14) + B15*(V15) + B16*(V16) + B17*(V17) + B18*(V18) + B19*(V19) + B20*(V20) + B21*(V21) + B22*(V22) + B23*(V23) + B24*(V24) + B25*(V25) + B26*(V26) + B27*(V27) + B28*(V28) + B29*(V29) + B30*(V30) + B31*(V31) + B32*(V32) + B33*(V33) + B34*(V34) + B35*(V35) + B36*(V36) + B37*(V37) + B38*(V38) + d(4)

Level-2 Model

B0 = G00 + U0

B1 = G10

B2 = G20

B3 = G30

B4 = G40

B5 = G50

B6 = G60

B7 = G70

B8 = G80

B9 = G90

B10 = G100

B11 = G110

B12 = G120

B13 = G130

B14 = G140

B15 = G150

B16 = G160

B17 = G170

B18 = G180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

B19 = G190

B20 = G200

B21 = G210

B22 = G220

B23 = G230

B24 = G240

B25 = G250

B26 = G260

B27 = G270

B28 = G280

B29 = G290

B30 = G300

B31 = G310

B32 = G320

B33 = G330

B34 = G340

B35 = G350

B36 = G360

B37 = G370

B38 = G380

RESULTS FOR ORDINAL ITERATION 9

Tau

INTRCPT1,B0 1.71571

Tau (as correlations)

INTRCPT1,B0 1.000

Random level-1 coefficient Reliability estimate

INTRCPT1, B0 0.945

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

The value of the likelihood function at iteration 2 = -2.506164E+005

The outcome variable is SCORE

Final estimation of fixed effects

(with robust standard errors)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	T-ratio	Approx. d.f.	P-value
For INTRCPT1 slope, B0					
INTRCPT2, G00	-0.506636	0.062625	-8.090	1709	0.000
For V1 slope, B1					
INTRCPT2, G10	-2.273895	0.075500	-30.118	66648	0.000
For V2 slope, B2					
INTRCPT2, G20	-2.272802	0.075171	-30.235	66648	0.000
For V3 slope, B3					
INTRCPT2, G30	-3.149613	0.077798	-40.484	66648	0.000
For V4 slope, B4					
INTRCPT2, G40	-3.260791	0.078088	-41.758	66648	0.000
For V5 slope, B5					
INTRCPT2, G50	-2.764041	0.077345	-35.737	66648	0.000
For V6 slope, B6					
INTRCPT2, G60	-3.702807	0.081152	-45.628	66648	0.000
For V7 slope, B7					
INTRCPT2, G70	-2.011014	0.075844	-26.515	66648	0.000
For V8 slope, B8					
INTRCPT2, G80	-3.061262	0.079668	-38.425	66648	0.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

For V9 slope, B9					
INTRCPT2, G90	-3.177261	0.077918	-40.777	66648	0.000
For V10 slope, B10					
INTRCPT2, G100	-1.969993	0.075926	-25.946	66648	0.000
For V11 slope, B11					
INTRCPT2, G110	-0.597655	0.074103	-8.065	66648	0.000
For V12 slope, B12					
INTRCPT2, G120	-1.730963	0.074176	-23.336	66648	0.000
For V13 slope, B13					
INTRCPT2, G130	-2.233057	0.074618	-29.927	66648	0.000
For V14 slope, B14					
INTRCPT2, G140	-2.109759	0.073533	-28.691	66648	0.000
For V15 slope, B15					
INTRCPT2, G150	-2.322658	0.075600	-30.723	66648	0.000
For V16 slope, B16					
INTRCPT2, G160	-3.357789	0.078489	-42.781	66648	0.000
For V17 slope, B17					
INTRCPT2, G170	-1.494423	0.072500	-20.613	66648	0.000
For V18 slope, B18					
INTRCPT2, G180	-2.555532	0.076860	-33.249	66648	0.000
For V19 slope, B19					
INTRCPT2, G190	-2.650236	0.073717	-35.952	66648	0.000
For V20 slope, B20					
INTRCPT2, G200	-2.500711	0.072918	-34.295	66648	0.000
For V21 slope, B21					
INTRCPT2, G210	-1.374844	0.073124	-18.802	66648	0.000
For V22 slope, B22					
INTRCPT2, G220	-1.617897	0.074793	-21.632	66648	0.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

For V23 slope, B23					
INTRCPT2, G230	-1.304807	0.070231	-18.579	66648	0.000
For V24 slope, B24					
INTRCPT2, G240	-1.459506	0.071813	-20.324	66648	0.000
For V25 slope, B25					
INTRCPT2, G250	0.289012	0.074772	3.865	66648	0.000
For V26 slope, B26					
INTRCPT2, G260	0.503860	0.072788	6.922	66648	0.000
For V27 slope, B27					
INTRCPT2, G270	1.594840	0.082566	19.316	66648	0.000
For V28 slope, B28					
INTRCPT2, G280	-0.139537	0.075340	-1.852	66648	0.064
For V29 slope, B29					
INTRCPT2, G290	-1.139326	0.071113	-16.021	66648	0.000
For V30 slope, B30					
INTRCPT2, G300	0.127835	0.072613	1.761	66648	0.078
For V31 slope, B31					
INTRCPT2, G310	0.792271	0.072669	10.903	66648	0.000
For V32 slope, B32					
INTRCPT2, G320	1.041243	0.068673	15.162	66648	0.000
For V33 slope, B33					
INTRCPT2, G330	0.323877	0.062614	5.173	66648	0.000
For V34 slope, B34					
INTRCPT2, G340	1.937092	0.075982	25.494	66648	0.000
For V35 slope, B35					
INTRCPT2, G350	1.762212	0.073040	24.127	66648	0.000
For V36 slope, B36					
INTRCPT2, G360	2.084979	0.074110	28.133	66648	0.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

For V37 slope, B37

INTRCPT2, G370 1.608765 0.069517 23.142 66648 0.000

For V38 slope, B38

INTRCPT2, G380 0.625455 0.067811 9.224 66648 0.000

For THOLD2,

d(2) 1.843687 0.026032 70.824 66648 0.000

For THOLD3,

d(3) 4.101766 0.040183 102.077 66648 0.000

For THOLD4,

d(4) 6.267427 0.066562 94.160 66648 0.000

Fixed Effect	Coefficient	Odds Ratio	Confidence Interval
For INTRCPT1 slope, B0			
INTRCPT2, G00	-0.506636	0.602519	(0.533,0.681)
For V1 slope, B1			
INTRCPT2, G10	-2.273895	0.102911	(0.089,0.119)
For V2 slope, B2			
INTRCPT2, G20	-2.272802	0.103023	(0.089,0.119)
For V3 slope, B3			
INTRCPT2, G30	-3.149613	0.042869	(0.037,0.050)
For V4 slope, B4			
INTRCPT2, G40	-3.260791	0.038358	(0.033,0.045)
For V5 slope, B5			
INTRCPT2, G50	-2.764041	0.063037	(0.054,0.073)
For V6 slope, B6			
INTRCPT2, G60	-3.702807	0.024654	(0.021,0.029)

For V7 slope, B7			
INTRCPT2, G70	-2.011014	0.133853	(0.115,0.155)
For V8 slope, B8			
INTRCPT2, G80	-3.061262	0.046829	(0.040,0.055)
For V9 slope, B9			
INTRCPT2, G90	-3.177261	0.041700	(0.036,0.049)
For V10 slope, B10			
INTRCPT2, G100	-1.969993	0.139458	(0.120,0.162)
For V11 slope, B11			
INTRCPT2, G110	-0.597655	0.550100	(0.476,0.636)
For V12 slope, B12			
INTRCPT2, G120	-1.730963	0.177114	(0.153,0.205)
For V13 slope, B13			
INTRCPT2, G130	-2.233057	0.107200	(0.093,0.124)
For V14 slope, B14			
INTRCPT2, G140	-2.109759	0.121267	(0.105,0.140)
For V15 slope, B15			
INTRCPT2, G150	-2.322658	0.098013	(0.085,0.114)
For V16 slope, B16			
INTRCPT2, G160	-3.357789	0.034812	(0.030,0.041)
For V17 slope, B17			
INTRCPT2, G170	-1.494423	0.224378	(0.195,0.259)
For V18 slope, B18			
INTRCPT2, G180	-2.555532	0.077651	(0.067,0.090)
For V19 slope, B19			
INTRCPT2, G190	-2.650236	0.070635	(0.061,0.082)
For V20 slope, B20			
INTRCPT2, G200	-2.500711	0.082027	(0.071,0.095)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

For V21 slope, B21			
INTRCPT2, G210	-1.374844	0.252879	(0.219,0.292)
For V22 slope, B22			
INTRCPT2, G220	-1.617897	0.198315	(0.171,0.230)
For V23 slope, B23			
INTRCPT2, G230	-1.304807	0.271225	(0.236,0.311)
For V24 slope, B24			
INTRCPT2, G240	-1.459506	0.232351	(0.202,0.267)
For V25 slope, B25			
INTRCPT2, G250	0.289012	1.335107	(1.153,1.546)
For V26 slope, B26			
INTRCPT2, G260	0.503860	1.655098	(1.435,1.909)
For V27 slope, B27			
INTRCPT2, G270	1.594840	4.927542	(4.191,5.793)
For V28 slope, B28			
INTRCPT2, G280	-0.139537	0.869761	(0.750,1.008)
For V29 slope, B29			
INTRCPT2, G290	-1.139326	0.320035	(0.278,0.368)
For V30 slope, B30			
INTRCPT2, G300	0.127835	1.136366	(0.986,1.310)
For V31 slope, B31			
INTRCPT2, G310	0.792271	2.208406	(1.915,2.546)
For V32 slope, B32			
INTRCPT2, G320	1.041243	2.832735	(2.476,3.241)
For V33 slope, B33			
INTRCPT2, G330	0.323877	1.382478	(1.223,1.563)
For V34 slope, B34			
INTRCPT2, G340	1.937092	6.938541	(5.978,8.053)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

For V35 slope, B35

INTRCPT2, G350 1.762212 5.825310 (5.048,6.722)

For V36 slope, B36

INTRCPT2, G360 2.084979 8.044426 (6.957,9.302)

For V37 slope, B37

INTRCPT2, G370 1.608765 4.996638 (4.360,5.726)

For V38 slope, B38

INTRCPT2, G380 0.625455 1.869096 (1.636,2.135)

For THOLD2,

d(2) 1.843687 6.319799 (6.005,6.651)

For THOLD3,

d(3) 4.101766 60.446926 (55.869,65.400)

For THOLD4,

d(4) 6.267427 527.119570 (462.648,600.576)

Final estimation of variance components:

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	df	Chi-square	P-value
INTRCPT1, U0	1.30985	1.71571	1709	29292.93911	0.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามด้วย Partial Credit Model
จากโปรแกรม PARSCALE

PARSCALE V4.1

MAXIMUM LIKELIHOOD ITEM ANALYSIS AND TEST SCORING: POLYTOMOUS MODEL

[PHASE 2]

CURRENT DATE: 2-19-2011

CURRENT TIME: 14:16:22

*** POLYTOMOUS MODEL ITEM ANALYSER ***

*** PHASE 2 ***

PARTIAL CREDIT MODEL

MAINTEST: TEST 01

****

CALIBRATION OF MAINTEST

TEST 01

****

ITEM BLOCK 1 SBLOCK1

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 5.523 1.721 -1.500 -5.744

S.E. : 0.000 0.020 0.017 0.013 0.030

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	0.238	0.011	-1.366	0.107	0.000	0.000
0002	1	0.268	0.012	-1.356	0.100	0.000	0.000
0003	1	1.168	0.012	-3.561	0.025	0.000	0.000
0004	1	1.237	0.011	-2.905	0.020	0.000	0.000
0005	1	0.225	0.010	-2.204	0.098	0.000	0.000

| 0006 | 1 | 0.128 | 0.006 | -3.706 | 0.147 | 0.000 | 0.000 |

| 0007 | 1 | 0.201 | 0.008 | -0.854 | 0.096 | 0.000 | 0.000 |

| 0008 | 1 | 0.151 | 0.007 | -2.749 | 0.117 | 0.000 | 0.000 |

| 0009 | 1 | 1.054 | 0.009 | -8.718 | 0.059 | 0.000 | 0.000 |

| 0010 | 1 | 0.195 | 0.008 | -0.928 | 0.095 | 0.000 | 0.000 |

| 0011 | 1 | 0.148 | 0.008 | 1.664 | 0.140 | 0.000 | 0.000 |

| 0012 | 1 | 0.217 | 0.010 | -0.384 | 0.104 | 0.000 | 0.000 |

| 0013 | 1 | 0.259 | 0.011 | -1.214 | 0.095 | 0.000 | 0.000 |

| 0014 | 1 | 0.215 | 0.010 | -1.109 | 0.096 | 0.000 | 0.000 |

| 0015 | 1 | 0.243 | 0.010 | -1.402 | 0.087 | 0.000 | 0.000 |

| 0016 | 1 | 3.727 | 0.012 | -2.762 | 0.010 | 0.000 | 0.000 |

| 0017 | 1 | 0.240 | 0.010 | 0.165 | 0.088 | 0.000 | 0.000 |

| 0018 | 1 | 0.149 | 0.007 | -1.722 | 0.115 | 0.000 | 0.000 |

| 0019 | 1 | 0.280 | 0.013 | -1.857 | 0.092 | 0.000 | 0.000 |

| 0020 | 1 | 0.273 | 0.011 | -1.705 | 0.090 | 0.000 | 0.000 |

| 0021 | 1 | 0.203 | 0.011 | 0.118 | 0.114 | 0.000 | 0.000 |

| 0022 | 1 | 0.174 | 0.010 | -0.281 | 0.130 | 0.000 | 0.000 |

| 0023 | 1 | 0.241 | 0.012 | 0.214 | 0.107 | 0.000 | 0.000 |

| 0024 | 1 | 0.242 | 0.011 | -0.020 | 0.092 | 0.000 | 0.000 |

| 0025 | 1 | 1.302 | 0.008 | 4.156 | 0.024 | 0.000 | 0.000 |

| 0026 | 1 | 0.047 | 0.010 | 3.874 | 1.317 | 0.000 | 0.000 |

| 0027 | 1 | 0.742 | 0.010 | 5.597 | 0.052 | 0.000 | 0.000 |

| 0028 | 1 | 0.110 | 0.007 | 3.232 | 0.209 | 0.000 | 0.000 |

| 0029 | 1 | 0.193 | 0.009 | 0.518 | 0.103 | 0.000 | 0.000 |

| 0030 | 1 | 0.834 | 0.008 | 2.887 | 0.030 | 0.000 | 0.000 |

| 0031 | 1 | 0.173 | 0.010 | 3.758 | 0.175 | 0.000 | 0.000 |

| 0032 | 1 | 0.018 | 0.009 | 3.634 | 6.512 | 0.000 | 0.000 |

| 0033 | 1 | 0.022 | 0.008 | 0.723 | 1.135 | 0.000 | 0.000 |

| 0034 | 1 | 0.013 | 0.016 | 8.860 | 9.501 | 0.000 | 0.000 |

| 0035 | 1 | 0.042 | 0.015 | 0.000 | 1.095 | 0.000 | 0.000 |

| 0036 | 1 | 0.801 | 0.016 | 6.893 | 0.088 | 0.000 | 0.000 |

| 0037 | 1 | 0.682 | 0.013 | 6.119 | 0.082 | 0.000 | 0.000 |

| 0038 | 1 | 0.611 | 0.009 | 3.216 | 0.040 | 0.000 | 0.000 |

| 0039 | 1 | 0.032 | 0.007 | 1.339 | 0.549 | 0.000 | 0.000 |

+------+-----+---------+---------+---------+---------+---------+---------+

SUMMARY STATISTICS OF PARAMETER ESTIMATES

+----------+---------+---------+----+

|PARAMETER | MEAN | STN DEV | N |

+==========+=========+=========+====+

|SLOPE | 0.438| 0.646| 39|

|LOG(SLOPE)| -1.495| 1.221| 39|

|THRESHOLD | 0.414| 3.374| 39|

|GUESSING | 0.000| 0.000| 0|

+----------+---------+---------+----+

TOTAL WEIGHT: 1.00000

MEAN : 0.00000

S.D. : 0.99986

ITEM FIT STATISTICS

| BLOCK | ITEM | CHI-SQUARE | D.F. | PROB. |

| SBLOCK1 | 0001 | 903.39404 | 12. | 0.000 |

| | 0002 | 959.08405 | 12. | 0.000 |

| | 0003 | 4836.73096 | 6. | 0.000 |

| | 0004 | 2648.36255 | 6. | 0.000 |

| | 0005 | 868.28442 | 12. | 0.000 |

| | 0006 | 283.18655 | 13. | 0.000 |

| | 0007 | 532.32385 | 13. | 0.000 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	0008	389.24042	13.	0.000
	0009	4238.86377	1.	0.000
	0010	639.70276	13.	0.000
	0011	747.02106	15.	0.000
	0012	988.43695	14.	0.000
	0013	1031.45886	12.	0.000
	0014	810.12250	13.	0.000
	0015	728.62683	12.	0.000
	0016	4853.34863	5.	0.000
	0017	595.56573	14.	0.000
	0018	363.42490	14.	0.000
	0019	777.77344	11.	0.000
	0020	1087.44238	12.	0.000
	0021	890.50873	14.	0.000
	0022	790.45068	14.	0.000
	0023	1064.64514	14.	0.000
	0024	897.15118	14.	0.000
	0025	4793.88281	9.	0.000
	0026	1079.47864	16.	0.000
	0027	1321.82947	9.	0.000
	0028	363.96027	16.	0.000
	0029	911.41742	14.	0.000
	0030	4286.93115	10.	0.000
	0031	930.74438	16.	0.000
	0032	1831.76855	16.	0.000
	0033	1534.75891	16.	0.000
	0034	2363.81055	16.	0.000
	0035	3591.92383	16.	0.000
	0036	1126.14587	8.	0.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
|          | 0037 | 1173.26013 |    9. | 0.000 |
|          | 0038 | 3187.38989 |   11. | 0.000 |
|          | 0039 | 1151.58728 |   16. | 0.000 |
-------------------------------------------------
|  TOTAL   |      | ********** |  477. | 0.000 |
-------------------------------------------------
 289484 BYTES OF NUMERICAL WORKSPACE USED OF 8192000 AVAILABLE IN PHASE 2
268 BYTES OF CHARACTER WORKSPACE USED OF 2048000 AVAILABLE IN PHASE 2
  NORMAL END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อคำถามด้วย Graded Response Model
จากโปรแกรม PARSCALE

PARSCALE V4.1

MAXIMUM LIKELIHOOD ITEM ANALYSIS AND TEST SCORING: POLYTOMOUS MODEL

[PHASE 2]

CURRENT DATE: 2-19-2011

CURRENT TIME: 14:21:52

*** POLYTOMOUS MODEL ITEM ANALYSER ***

*** PHASE 2 ***

GRADED RESPONSE MODEL

MAINTEST: SCALE1

****

CALIBRATION OF MAINTEST

SCALE1

****

ITEM BLOCK 1 SBLOCK1

CATEGORY PARAMETER : 0.839 -0.046 -1.239 -2.444

S.E. : 0.000 0.000 0.000 0.000

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	1.000	0.000	-2.503	0.000	0.000	0.000
0002	1	1.000	0.000	-2.429	0.000	0.000	0.000
0003	1	1.000	0.000	-4.071	0.000	0.000	0.000
0004	1	1.000	0.000	-4.223	0.000	0.000	0.000
0005	1	1.000	0.000	-3.443	0.000	0.000	0.000
0006	1	1.000	0.000	-4.969	0.000	0.000	0.000
0007	1	1.000	0.000	-1.942	0.000	0.000	0.000

| 0008 | 1 | 1.000 | 0.000 | -3.861 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0009 | 1 | 1.000 | 0.000 | -4.198 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0010 | 1 | 1.000 | 0.000 | -2.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0011 | 1 | 1.000 | 0.000 | 0.063 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0012 | 1 | 1.000 | 0.000 | -1.508 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0013 | 1 | 1.000 | 0.000 | -2.245 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0014 | 1 | 1.000 | 0.000 | -2.239 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0015 | 1 | 1.000 | 0.000 | -2.610 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0016 | 1 | 1.000 | 0.000 | -4.915 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0017 | 1 | 1.000 | 0.000 | -0.693 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0018 | 1 | 1.000 | 0.000 | -2.984 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0019 | 1 | 1.000 | 0.000 | -3.195 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0020 | 1 | 1.000 | 0.000 | -2.829 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0021 | 1 | 1.000 | 0.000 | -0.954 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0022 | 1 | 1.000 | 0.000 | -1.470 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0023 | 1 | 1.000 | 0.000 | -0.781 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0024 | 1 | 1.000 | 0.000 | -0.885 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0025 | 1 | 1.000 | 0.000 | 1.721 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0026 | 1 | 1.000 | 0.000 | 2.144 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0027 | 1 | 1.000 | 0.000 | 3.541 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0028 | 1 | 1.000 | 0.000 | 1.081 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0029 | 1 | 1.000 | 0.000 | -0.608 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0030 | 1 | 1.000 | 0.000 | 1.228 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0031 | 1 | 1.000 | 0.000 | 2.107 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0032 | 1 | 1.000 | 0.000 | 2.493 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0033 | 1 | 1.000 | 0.000 | 1.115 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0034 | 1 | 1.000 | 0.000 | 4.132 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0035 | 1 | 1.000 | 0.000 | 3.676 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0036 | 1 | 1.000 | 0.000 | 4.421 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0037 | 1 | 1.000 | 0.000 | 3.526 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0038 | 1 | 1.000 | 0.000 | 1.739 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 0039 | 1 | 1.000 | 0.000 | 0.162 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

+------+-----+---------+---------+---------+---------+---------+---------+

SUMMARY STATISTICS OF PARAMETER ESTIMATES

+----------+---------+---------+----+

|PARAMETER | MEAN | STN DEV | N |

+==========+=========+=========+====+

|SLOPE | 1.000| 0.000| 39|

|LOG(SLOPE)| 0.000| 0.000| 39|

|THRESHOLD | -0.729| 2.708| 39|

|GUESSING | 0.000| 0.000| 0|

+----------+---------+---------+----+

302696 BYTES OF NUMERICAL WORKSPACE USED OF 8192000 AVAILABLE IN PHASE 2

268 BYTES OF CHARACTER WORKSPACE USED OF 2048000 AVAILABLE IN PHASE 2

NORMAL END

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

Print out ผลการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วยโปรแกรม HLM และ PARSCALE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Print out ผลการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วยโปรแกรม HLM Program:

HLM 6 Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling

Authors: Stephen Raudenbush, Tony Bryk, & Richard Congdon

Publisher: Scientific Software International, Inc. (c) 2000

techsupport@ssicentral.com

www.ssicentral.com

Module: HLM2.EXE (6.03.26284.1)

Date: 17 November 2010, Wednesday

Time: 10:43:21

SPECIFICATIONS FOR THIS ORDINAL HLM2 RUN

Problem Title: hlm2(DIF)

The data source for this run = hlm2(gender_17_11_10).mdm

The command file for this run=

D:\Thesis\DaTa\HLM\analysis\17.11.10)\hlm2(gender_17_11_10).hlm.mlm

Output file name =

D:\Thesis\DaTa\HLM\analysis\17.11.10)\hlm2(gender_17_11_10)txt

The maximum number of level-1 units = 66846

The maximum number of level-2 units = 1714

The maximum number of micro iterations = 14

Number of categories = 5

Method of estimation: restricted PQL

Maximum number of macro iterations = 100

Distribution at Level-1: Ordinal

Weighting Specification

Weight

Variable

Weighting? Name Normalized?

Level 1 no

Level 2 no

Precision no

The outcome variable is SCORE

The model specified for the fixed effects was:

Level-1 Level-2

Coefficients Predictors

--- ---

INTRCPT1 slope, B0 INTRCPT2, G00

GENDER, G01

V1 slope, B1 INTRCPT2, G10

GENDER, G11

V2 slope, B2 INTRCPT2, G20

GENDER, G21

V3 slope, B3 INTRCPT2, G30

GENDER, G31

V4 slope, B4 INTRCPT2, G40

GENDER, G41

V5 slope, B5 INTRCPT2, G50

GENDER, G51

V6 slope, B6 INTRCPT2, G60

GENDER, G61

V7 slope, B7 INTRCPT2, G70

GENDER, G71

V8 slope, B8 INTRCPT2, G80

GENDER, G81

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
#       V9 slope, B9      INTRCPT2, G90
                          GENDER, G91
#       V10 slope, B10    INTRCPT2, G100
                          GENDER, G101
#       V11 slope, B11    INTRCPT2, G110
                          GENDER, G111
#       V12 slope, B12    INTRCPT2, G120
                          GENDER, G121
#       V13 slope, B13    INTRCPT2, G130
                          GENDER, G131
#       V14 slope, B14    INTRCPT2, G140
                          GENDER, G141
#       V15 slope, B15    INTRCPT2, G150
                          GENDER, G151
#       V16 slope, B16    INTRCPT2, G160
                          GENDER, G161
#       V17 slope, B17    INTRCPT2, G170
                          GENDER, G171
#       V18 slope, B18    INTRCPT2, G180
                          GENDER, G181
#       V19 slope, B19    INTRCPT2, G190
                          GENDER, G191
#       V20 slope, B20    INTRCPT2, G200
                          GENDER, G201
#       V21 slope, B21    INTRCPT2, G210
                          GENDER, G211
#       V22 slope, B22    INTRCPT2, G220
                          GENDER, G221
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

V23 slope, B23 INTRCPT2, G230
GENDER, G231
V24 slope, B24 INTRCPT2, G240
GENDER, G241
V25 slope, B25 INTRCPT2, G250
GENDER, G251
V26 slope, B26 INTRCPT2, G260
GENDER, G261
V27 slope, B27 INTRCPT2, G270
GENDER, G271
V28 slope, B28 INTRCPT2, G280
GENDER, G281
V29 slope, B29 INTRCPT2, G290
GENDER, G291
V30 slope, B30 INTRCPT2, G300
GENDER, G301
V31 slope, B31 INTRCPT2, G310
GENDER, G311
V32 slope, B32 INTRCPT2, G320
GENDER, G321
V33 slope, B33 INTRCPT2, G330
GENDER, G331
V34 slope, B34 INTRCPT2, G340
GENDER, G341
V35 slope, B35 INTRCPT2, G350
GENDER, G351
V36 slope, B36 INTRCPT2, G360
GENDER, G361

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

V37 slope, B37 INTRCPT2, G370

GENDER, G371

V38 slope, B38 INTRCPT2, G380

GENDER, G381

THOLD2, d(2)

THOLD3, d(3)

THOLD4, d(4)

'#' - The residual parameter variance for this level-1 coefficient has been set to zero.

The model specified for the covariance components was:

Sigma squared (constant across level-2 units)

Tau dimensions

INTRCPT1

Summary of the model specified (in equation format)

Level-1 Model

Prob[R = 1|B] = P'(1) = P(1)

Prob[R <= 2|B] = P'(2) = P(1) + P(2)

Prob[R <= 3|B] = P'(3) = P(1) + P(2) + P(3)

Prob[R <= 4|B] = P'(4) = P(1) + P(2) + P(3) + P(4)

Prob[R <= 5|B] = 1.0

where

P(1) = Prob[Y(1) = 1|B]

P(2) = Prob[Y(2) = 1|B]

P(3) = Prob[Y(3) = 1|B]

P(4) = Prob[Y(4) = 1|B]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

log[P'(1)/(1 - P'(1))] = B0 + B1*(V1) + B2*(V2) + B3*(V3) + B4*(V4) + B5*(V5) + B6*(V6) + B7*(V7) + B8*(V8) + B9*(V9) + B10*(V10) + B11*(V11) + B12*(V12) + B13*(V13) + B14*(V14) + B15*(V15) + B16*(V16) + B17*(V17) + B18*(V18) + B19*(V19) + B20*(V20) + B21*(V21) + B22*(V22) + B23*(V23) + B24*(V24) + B25*(V25) + B26*(V26) + B27*(V27) + B28*(V28) + B29*(V29) + B30*(V30) + B31*(V31) + B32*(V32) + B33*(V33) + B34*(V34) + B35*(V35) + B36*(V36) + B37*(V37) + B38*(V38)

log[P'(2)/(1 - P'(2))] = B0 + B1*(V1) + B2*(V2) + B3*(V3) + B4*(V4) + B5*(V5) + B6*(V6) + B7*(V7) + B8*(V8) + B9*(V9) + B10*(V10) + B11*(V11) + B12*(V12) + B13*(V13) + B14*(V14) + B15*(V15) + B16*(V16) + B17*(V17) + B18*(V18) + B19*(V19) + B20*(V20) + B21*(V21) + B22*(V22) + B23*(V23) + B24*(V24) + B25*(V25) + B26*(V26) + B27*(V27) + B28*(V28) + B29*(V29) + B30*(V30) + B31*(V31) + B32*(V32) + B33*(V33) + B34*(V34) + B35*(V35) + B36*(V36) + B37*(V37) + B38*(V38) + d(2)

log[P'(3)/(1 - P'(3))] = B0 + B1*(V1) + B2*(V2) + B3*(V3) + B4*(V4) + B5*(V5) + B6*(V6) + B7*(V7) + B8*(V8) + B9*(V9) + B10*(V10) + B11*(V11) + B12*(V12) + B13*(V13) + B14*(V14) + B15*(V15) + B16*(V16) + B17*(V17) + B18*(V18) + B19*(V19) + B20*(V20) + B21*(V21) + B22*(V22) + B23*(V23) + B24*(V24) + B25*(V25) + B26*(V26) + B27*(V27) + B28*(V28) + B29*(V29) + B30*(V30) + B31*(V31) + B32*(V32) + B33*(V33) + B34*(V34) + B35*(V35) + B36*(V36) + B37*(V37) + B38*(V38) + d(3)

log[P'(4)/(1 - P'(4))] = B0 + B1*(V1) + B2*(V2) + B3*(V3) + B4*(V4) + B5*(V5) + B6*(V6) + B7*(V7) + B8*(V8) + B9*(V9) + B10*(V10) + B11*(V11) + B12*(V12) + B13*(V13) + B14*(V14) + B15*(V15) + B16*(V16) + B17*(V17) + B18*(V18) + B19*(V19) + B20*(V20) + B21*(V21) + B22*(V22) + B23*(V23) + B24*(V24) + B25*(V25) + B26*(V26) + B27*(V27) + B28*(V28) + B29*(V29) + B30*(V30) + B31*(V31) + B32*(V32) + B33*(V33) + B34*(V34) + B35*(V35) + B36*(V36) + B37*(V37) + B38*(V38) + d(4)

Level-2 Model

B0 = G00 + G01*(GENDER) + U0

B1 = G10 + G11*(GENDER)

B2 = G20 + G21*(GENDER)

B3 = G30 + G31*(GENDER)

B4 = G40 + G41*(GENDER)

B5 = G50 + G51*(GENDER)

B6 = G60 + G61*(GENDER)

B7 = G70 + G71*(GENDER)

B8 = G80 + G81*(GENDER)

B9 = G90 + G91*(GENDER)

B10 = G100 + G101*(GENDER)

B11 = G110 + G111*(GENDER)

B12 = G120 + G121*(GENDER)

B13 = G130 + G131*(GENDER)

B14 = G140 + G141*(GENDER)

B15 = G150 + G151*(GENDER)

B16 = G160 + G161*(GENDER)

B17 = G170 + G171*(GENDER)

B18 = G180 + G181*(GENDER)

B19 = G190 + G191*(GENDER)

B20 = G200 + G201*(GENDER)

B21 = G210 + G211*(GENDER)

B22 = G220 + G221*(GENDER)

B23 = G230 + G231*(GENDER)

B24 = G240 + G241*(GENDER)

B25 = G250 + G251*(GENDER)

B26 = G260 + G261*(GENDER)

B27 = G270 + G271*(GENDER)

B28 = G280 + G281*(GENDER)

B29 = G290 + G291*(GENDER)

B30 = G300 + G301*(GENDER)

B31 = G310 + G311*(GENDER)

B32 = G320 + G321*(GENDER)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

B33 = G330 + G331*(GENDER)

B34 = G340 + G341*(GENDER)

B35 = G350 + G351*(GENDER)

B36 = G360 + G361*(GENDER)

B37 = G370 + G371*(GENDER)

B38 = G380 + G381*(GENDER)

RESULTS FOR ORDINAL ITERATION 11

Tau

INTRCPT1,B0 1.72077

Tau (as correlations)

INTRCPT1,B0 1.000

Random level-1 coefficient Reliability estimate

INTRCPT1, B0 0.945

The value of the likelihood function at iteration 2 = -2.402442E+005

The outcome variable is SCORE

Final estimation of fixed effects

(with robust standard errors)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	T-ratio	Approx. d.f.	P-value
For INTRCPT1 slope, B0					
INTRCPT2, G00	-0.336135	0.112020	-3.001	1712	0.003
GENDER, G01	-0.260042	0.136047	-1.911	1712	0.056

For V1 slope, B1					
INTRCPT2, G10	-2.047140	0.131642	-15.551	66765	0.000
GENDER, G11	-0.359678	0.156594	-2.297	66765	0.022
For V2 slope, B2					
INTRCPT2, G20	-2.040994	0.130275	-15.667	66765	0.000
GENDER, G21	-0.364407	0.155551	-2.343	66765	0.019
For V3 slope, B3					
INTRCPT2, G30	-2.920535	0.132448	-22.050	66765	0.000
GENDER, G31	-0.369525	0.158492	-2.332	66765	0.020
For V4 slope, B4					
INTRCPT2, G40	-3.180751	0.134057	-23.727	66765	0.000
GENDER, G41	-0.143680	0.156361	-0.919	66765	0.359
For V5 slope, B5					
INTRCPT2, G50	-2.633627	0.132911	-19.815	66765	0.000
GENDER, G51	-0.218481	0.158037	-1.382	66765	0.167
For V6 slope, B6					
INTRCPT2, G60	-3.433380	0.134296	-25.566	66765	0.000
GENDER, G61	-0.431275	0.157100	-2.745	66765	0.006
For V7 slope, B7					
INTRCPT2, G70	-2.081665	0.127682	-16.304	66765	0.000
GENDER, G71	0.095293	0.153648	0.620	66765	0.535
For V8 slope, B8					
INTRCPT2, G80	-3.051982	0.135260	-22.564	66765	0.000
GENDER, G81	-0.032967	0.157533	-0.209	66765	0.834
For V9 slope, B9					
INTRCPT2, G90	-3.006739	0.133661	-22.495	66765	0.000
GENDER, G91	-0.276675	0.158279	-1.748	66765	0.080

For V10 slope, B10					
INTRCPT2, G100	-2.128975	0.128954	-16.510	66765	0.000
GENDER, G101	0.225325	0.156598	1.439	66765	0.150
For V11 slope, B11					
INTRCPT2, G110	-0.471078	0.133195	-3.537	66765	0.001
GENDER, G111	-0.190811	0.160082	-1.192	66765	0.234
For V12 slope, B12					
INTRCPT2, G120	-1.586009	0.131044	-12.103	66765	0.000
GENDER, G121	-0.232009	0.156663	-1.481	66765	0.139
For V13 slope, B13					
INTRCPT2, G130	-2.069207	0.130524	-15.853	66765	0.000
GENDER, G131	-0.262137	0.155491	-1.686	66765	0.091
For V14 slope, B14					
INTRCPT2, G140	-2.138494	0.125113	-17.093	66765	0.000
GENDER, G141	0.024069	0.151756	0.159	66765	0.874
For V15 slope, B15					
INTRCPT2, G150	-2.342259	0.126209	-18.559	66765	0.000
GENDER, G151	0.007200	0.153421	0.047	66765	0.963
For V16 slope, B16					
INTRCPT2, G160	-3.178394	0.131405	-24.188	66765	0.000
GENDER, G161	-0.290291	0.155860	-1.863	66765	0.062
For V17 slope, B17					
INTRCPT2, G170	-1.709646	0.122970	-13.903	66765	0.000
GENDER, G171	0.308311	0.149205	2.066	66765	0.038
For V18 slope, B18					
INTRCPT2, G180	-2.640301	0.130907	-20.169	66765	0.000
GENDER, G181	0.107344	0.155925	0.688	66765	0.491

For V19 slope, B19					
INTRCPT2, G190	-2.665673	0.126514	-21.070	66765	0.000
GENDER, G191	0.002333	0.150387	0.016	66765	0.988
For V20 slope, B20					
INTRCPT2, G200	-2.459757	0.125084	-19.665	66765	0.000
GENDER, G201	-0.078822	0.149394	-0.528	66765	0.597
For V21 slope, B21					
INTRCPT2, G210	-1.455154	0.127862	-11.381	66765	0.000
GENDER, G211	0.104161	0.154536	0.674	66765	0.500
For V22 slope, B22					
INTRCPT2, G220	-1.609446	0.131124	-12.274	66765	0.000
GENDER, G221	-0.032003	0.158800	-0.202	66765	0.841
For V23 slope, B23					
INTRCPT2, G230	-1.349201	0.122234	-11.038	66765	0.000
GENDER, G231	0.050088	0.148099	0.338	66765	0.735
For V24 slope, B24					
INTRCPT2, G240	-1.496924	0.123757	-12.096	66765	0.000
GENDER, G241	0.045666	0.149416	0.306	66765	0.760
For V25 slope, B25					
INTRCPT2, G250	-0.150914	0.133984	-1.126	66765	0.260
GENDER, G251	0.658700	0.161496	4.079	66765	0.000
For V26 slope, B26					
INTRCPT2, G260	0.212311	0.131867	1.610	66765	0.107
GENDER, G261	0.433647	0.158403	2.738	66765	0.007
For V27 slope, B27					
INTRCPT2, G270	1.042469	0.144499	7.214	66765	0.000
GENDER, G271	0.842054	0.177923	4.733	66765	0.000

For V28 slope, B28					
INTRCPT2, G280	-0.597236	0.135546	-4.406	66765	0.000
GENDER, G281	0.677062	0.162474	4.167	66765	0.000
For V29 slope, B29					
INTRCPT2, G290	-1.194451	0.124564	-9.589	66765	0.000
GENDER, G291	0.068216	0.150674	0.453	66765	0.650
For V30 slope, B30					
INTRCPT2, G300	0.061158	0.121028	0.505	66765	0.613
GENDER, G301	0.094745	0.151308	0.626	66765	0.531
For V31 slope, B31					
INTRCPT2, G310	0.459814	0.126400	3.638	66765	0.001
GENDER, G311	0.499080	0.154835	3.223	66765	0.002
For V32 slope, B32					
INTRCPT2, G320	0.713744	0.119136	5.991	66765	0.000
GENDER, G321	0.489911	0.146525	3.344	66765	0.001
For V33 slope, B33					
INTRCPT2, G330	0.140849	0.112188	1.255	66765	0.210
GENDER, G331	0.271744	0.135108	2.011	66765	0.044
For V34 slope, B34					
INTRCPT2, G340	1.448799	0.127367	11.375	66765	0.000
GENDER, G341	0.748292	0.160062	4.675	66765	0.000
For V35 slope, B35					
INTRCPT2, G350	1.298894	0.121704	10.673	66765	0.000
GENDER, G351	0.713924	0.153059	4.664	66765	0.000
For V36 slope, B36					
INTRCPT2, G360	1.617868	0.122437	13.214	66765	0.000
GENDER, G361	0.723887	0.155086	4.668	66765	0.000

For V37 slope, B37

INTRCPT2, G370	1.152618	0.114535	10.063	66765	0.000
GENDER, G371	0.698612	0.144399	4.838	66765	0.000

For V38 slope, B38

INTRCPT2, G380	0.326924	0.111135	2.942	66765	0.004
GENDER, G381	0.440724	0.140260	3.142	66765	0.002

For THOLD2,

d(2)	1.851518	0.026076	71.005	66765	0.000

For THOLD3,

d(3)	4.122900	0.040291	102.327	66765	0.000

For THOLD4,

d(4)	6.300651	0.067045	93.977	66765	0.000

Fixed Effect	Coefficient	Odds Ratio	Confidence Interval

For INTRCPT1 slope, B0

INTRCPT2, G00	-0.336135	0.714527	(0.574,0.890)
GENDER, G01	-0.260042	0.771019	(0.591,1.007)

For V1 slope, B1

INTRCPT2, G10	-2.047140	0.129104	(0.100,0.167)
GENDER, G11	-0.359678	0.697901	(0.513,0.949)

For V2 slope, B2

INTRCPT2, G20	-2.040994	0.129899	(0.101,0.168)
GENDER, G21	-0.364407	0.694608	(0.512,0.942)

For V3 slope, B3

INTRCPT2, G30	-2.920535	0.053905	(0.042,0.070)
GENDER, G31	-0.369525	0.691063	(0.507,0.943)

For	V4 slope, B4			
	INTRCPT2, G40	-3.180751	0.041554	(0.032,0.054)
	GENDER, G41	-0.143680	0.866165	(0.638,1.177)
For	V5 slope, B5			
	INTRCPT2, G50	-2.633627	0.071818	(0.055,0.093)
	GENDER, G51	-0.218481	0.803739	(0.590,1.096)
For	V6 slope, B6			
	INTRCPT2, G60	-3.433380	0.032278	(0.025,0.042)
	GENDER, G61	-0.431275	0.649680	(0.477,0.884)
For	V7 slope, B7			
	INTRCPT2, G70	-2.081665	0.124722	(0.097,0.160)
	GENDER, G71	0.095293	1.099981	(0.814,1.487)
For	V8 slope, B8			
	INTRCPT2, G80	-3.051982	0.047265	(0.036,0.062)
	GENDER, G81	-0.032967	0.967571	(0.711,1.318)
For	V9 slope, B9			
	INTRCPT2, G90	-3.006739	0.049453	(0.038,0.064)
	GENDER, G91	-0.276675	0.758301	(0.556,1.034)
For	V10 slope, B10			
	INTRCPT2, G100	-2.128975	0.118959	(0.092,0.153)
	GENDER, G101	0.225325	1.252730	(0.922,1.703)
For	V11 slope, B11			
	INTRCPT2, G110	-0.471078	0.624329	(0.481,0.811)
	GENDER, G111	-0.190811	0.826289	(0.604,1.131)
For	V12 slope, B12			
	INTRCPT2, G120	-1.586009	0.204741	(0.158,0.265)
	GENDER, G121	-0.232009	0.792939	(0.583,1.078)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

For V13 slope, B13			
INTRCPT2, G130	-2.069207	0.126286	(0.098,0.163)
GENDER, G131	-0.262137	0.769406	(0.567,1.044)
For V14 slope, B14			
INTRCPT2, G140	-2.138494	0.117832	(0.092,0.151)
GENDER, G141	0.024069	1.024361	(0.761,1.379)
For V15 slope, B15			
INTRCPT2, G150	-2.342259	0.096110	(0.075,0.123)
GENDER, G151	0.007200	1.007226	(0.746,1.361)
For V16 slope, B16			
INTRCPT2, G160	-3.178394	0.041652	(0.032,0.054)
GENDER, G161	-0.290291	0.748046	(0.551,1.015)
For V17 slope, B17			
INTRCPT2, G170	-1.709646	0.180930	(0.142,0.230)
GENDER, G171	0.308311	1.361125	(1.016,1.823)
For V18 slope, B18			
INTRCPT2, G180	-2.640301	0.071340	(0.055,0.092)
GENDER, G181	0.107344	1.113317	(0.820,1.511)
For V19 slope, B19			
INTRCPT2, G190	-2.665673	0.069553	(0.054,0.089)
GENDER, G191	0.002333	1.002335	(0.746,1.346)
For V20 slope, B20			
INTRCPT2, G200	-2.459757	0.085456	(0.067,0.109)
GENDER, G201	-0.078822	0.924205	(0.690,1.239)
For V21 slope, B21			
INTRCPT2, G210	-1.455154	0.233364	(0.182,0.300)
GENDER, G211	0.104161	1.109780	(0.820,1.502)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

For V22 slope, B22			
INTRCPT2, G220	-1.609446	0.199998	(0.155,0.259)
GENDER, G221	-0.032003	0.968503	(0.709,1.322)
For V23 slope, B23			
INTRCPT2, G230	-1.349201	0.259447	(0.204,0.330)
GENDER, G231	0.050088	1.051363	(0.786,1.405)
For V24 slope, B24			
INTRCPT2, G240	-1.496924	0.223817	(0.176,0.285)
GENDER, G241	0.045666	1.046725	(0.781,1.403)
For V25 slope, B25			
INTRCPT2, G250	-0.150914	0.859921	(0.661,1.118)
GENDER, G251	0.658700	1.932278	(1.408,2.652)
For V26 slope, B26			
INTRCPT2, G260	0.212311	1.236533	(0.955,1.601)
GENDER, G261	0.433647	1.542874	(1.131,2.105)
For V27 slope, B27			
INTRCPT2, G270	1.042469	2.836211	(2.137,3.765)
GENDER, G271	0.842054	2.321129	(1.638,3.290)
For V28 slope, B28			
INTRCPT2, G280	-0.597236	0.550331	(0.422,0.718)
GENDER, G281	0.677062	1.968087	(1.431,2.706)
For V29 slope, B29			
INTRCPT2, G290	-1.194451	0.302870	(0.237,0.387)
GENDER, G291	0.068216	1.070596	(0.797,1.438)
For V30 slope, B30			
INTRCPT2, G300	0.061158	1.063067	(0.839,1.348)
GENDER, G301	0.094745	1.099379	(0.817,1.479)

For V31 slope, B31			
INTRCPT2, G310	0.459814	1.583780	(1.236,2.029)
GENDER, G311	0.499080	1.647206	(1.216,2.231)
For V32 slope, B32			
INTRCPT2, G320	0.713744	2.041620	(1.616,2.579)
GENDER, G321	0.489911	1.632170	(1.225,2.175)
For V33 slope, B33			
INTRCPT2, G330	0.140849	1.151251	(0.924,1.434)
GENDER, G331	0.271744	1.312251	(1.007,1.710)
For V34 slope, B34			
INTRCPT2, G340	1.448799	4.257997	(3.317,5.465)
GENDER, G341	0.748292	2.113388	(1.544,2.892)
For V35 slope, B35			
INTRCPT2, G350	1.298894	3.665240	(2.887,4.653)
GENDER, G351	0.713924	2.041988	(1.513,2.756)
For V36 slope, B36			
INTRCPT2, G360	1.617868	5.042329	(3.967,6.410)
GENDER, G361	0.723887	2.062434	(1.522,2.795)
For V37 slope, B37			
INTRCPT2, G370	1.152618	3.166472	(2.530,3.963)
GENDER, G371	0.698612	2.010960	(1.515,2.669)
For V38 slope, B38			
INTRCPT2, G380	0.326924	1.386696	(1.115,1.724)
GENDER, G381	0.440724	1.553832	(1.180,2.045)
For THOLD2,			
d(2)	1.851518	6.369479	(6.052,6.703)
For THOLD3,			
d(3)	4.122900	61.738027	(57.050,66.811)

For THOLD4,

d(4) 6.300651 544.926720 (477.824,621.452)

Final estimation of variance components:

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	df	Chi-square	P-value
INTRCPT1, U0	1.31178	1.72077	1712	29448.36083	0.000

ตัวอย่างการอ่านค่าการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบจากโปรแกรม HLM

Final estimation of fixed effects (with robust standard errors)

Fixed Effect	Coefficient	Standard Error	T-ratio	Approx. d.f.	P-value
For V1 slope, B1					
GENDER, G11	-0.359678	0.156594	-2.297	66765	0.022
For V2 slope, B2					
GENDER, G21	-0.364407	0.155551	-2.343	66765	0.019
For V3 slope, B3					
GENDER, G31	-0.369525	0.158492	-2.332	66765	0.020
For V4 slope, B4					
GENDER, G41	-0.143680	0.156361	-0.919	66765	0.359
For V17 slope, B17					
GENDER, G171	0.308311	0.149205	2.066	66765	0.038

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การดูว่าข้อใดเกิดการทำหน้าทีต่างกันของข้อสอบ

จาก print out ให้พิจารณาค่า T-ratio ว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในที่นี้ พบว่าข้อคำถามข้อที่ 1, 2, 3 และ 17 เป็นข้อที่เกิดการทำหน้าทีต่างกันของข้อสอบ ส่วนข้อคำถามข้อที่ 4 ไม่เกิดการทำหน้าทีต่างกันของข้อสอบเนื่องจากค่า T-ratio ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การดูว่าข้อคำถามที่เกิดการทำหน้าทีต่างกันของข้อสอบมีแนวโน้มเข้าหาเพศหญิงหรือเพศชาย

จาก print out ให้พิจารณาค่า Coefficient ของข้อคำถามที่เกิดการทำหน้าทีต่างกันของข้อสอบ หากค่า Coefficient มีค่าเป็นบวก แสดงว่าเพศหญิงตอบข้อคำถามได้สูงกว่าเพศชาย หากค่า Coefficient มีค่าเป็นลบ แสดงว่าเพศชายตอบข้อคำถามได้สูงกว่าเพศหญิง ในที่นี้ พบว่าข้อคำถามข้อที่ 1, 2 และ 3 เพศชายตอบข้อคำถามได้สูงกว่าเพศหญิง ข้อคำถามข้อที่ 17 เพศหญิงตอบข้อคำถามได้สูงกว่าเพศชาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Print out ผลการวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย Partial Credit Model
จากโปรแกรม PARSCALE

```
PARSCALE V4.1
MAXIMUM LIKELIHOOD ITEM ANALYSIS AND TEST SCORING: POLYTOMOUS MODEL
   [ PHASE 2 ]
   CURRENT DATE:  2-19-2011
   CURRENT TIME: 14:35:20

            ***  POLYTOMOUS MODEL ITEM ANALYSER  ***
                    *** PHASE 2  ***
 EXAMPL04.PSL - DIF ANALYSIS USING PARTIAL CREDIT MODEL
          TWO SAMPLES (EACH WITH N=1715, N=(0,1)), 23 ITEMS
 MAINTEST: TEST  01
                 ******************************
                   CALIBRATION OF MAINTEST
                        TEST  01
                 ******************************
   MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]
---------------------------------------
[GROUP:   1  MALE    ]
  ITEM BLOCK   1  BLOCK

  SCORING FUNCTION   :    1.000    2.000    3.000    4.000    5.000
  STEP PARAMTER      :    0.000    1.814    0.846   -0.956   -1.704
  S.E.               :    0.000    0.066    0.044    0.048    0.083
  ITEM BLOCK   2  BLOCK
  SCORING FUNCTION   :    1.000    2.000    3.000    4.000    5.000
  STEP PARAMTER      :    0.000    1.875    0.722   -0.722   -1.875
  S.E.               :    0.000    0.074    0.043    0.042    0.081
```

ITEM BLOCK 3 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.838 0.860 -0.756 -1.942

S.E. : 0.000 0.103 0.056 0.044 0.066

ITEM BLOCK 4 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.050 0.753 -0.568 -2.235

S.E. : 0.000 0.117 0.060 0.047 0.070

ITEM BLOCK 5 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.961 0.775 -0.858 -1.879

S.E. : 0.000 0.093 0.052 0.047 0.074

ITEM BLOCK 6 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.411 1.904 -0.754 -3.561

S.E. : 0.000 0.365 0.201 0.133 0.178

ITEM BLOCK 7 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.924 1.407 -1.435 -2.896

S.E. : 0.000 0.121 0.085 0.099 0.187

ITEM BLOCK 8 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.113 1.462 -1.012 -2.563

S.E. : 0.000 0.289 0.160 0.122 0.192

ITEM BLOCK 9 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.113 0.812 -0.734 -2.192

S.E. : 0.000 0.120 0.057 0.044 0.069

ITEM BLOCK 10 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.438 0.762 -1.002 -2.199

S.E. : 0.000 0.104 0.068 0.080 0.147

ITEM BLOCK 11 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.265 0.526 -0.692 -1.099

S.E. : 0.000 0.057 0.061 0.088 0.142

ITEM BLOCK 12 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.526 0.637 -0.625 -1.538

S.E. : 0.000 0.048 0.038 0.044 0.082

ITEM BLOCK 13 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.719 0.760 -0.626 -1.853

S.E. : 0.000 0.053 0.036 0.036 0.073

ITEM BLOCK 14 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.954 0.633 -0.857 -1.729

S.E. : 0.000 0.074 0.046 0.053 0.094

ITEM BLOCK 15 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.476 0.933 -1.131 -2.278

S.E. : 0.000 0.117 0.062 0.066 0.129

ITEM BLOCK 16 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 3.604 2.240 -2.002 -3.842

S.E. : 0.000 0.384 0.150 0.099 0.148

ITEM BLOCK 17 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.845 0.974 -1.296 -2.523

S.E. : 0.000 0.095 0.061 0.097 0.265

ITEM BLOCK 18 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.809 0.907 -0.784 -2.932

S.E. : 0.000 0.170 0.104 0.101 0.168

ITEM BLOCK 19 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.362 0.733 -0.760 -2.335

S.E. : 0.000 0.107 0.046 0.042 0.095

ITEM BLOCK 20 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.836 0.695 -0.651 -1.880

S.E. : 0.000 0.066 0.039 0.037 0.070

ITEM BLOCK 21 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.776 0.449 -0.672 -1.554

S.E. : 0.000 0.053 0.043 0.057 0.108

ITEM BLOCK 22 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.663 0.515 -0.731 -1.447

S.E. : 0.000 0.056 0.045 0.056 0.095

ITEM BLOCK 23 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.722 0.489 -0.740 -1.471

S.E. : 0.000 0.045 0.035 0.050 0.097

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	0.926	0.032	0.143	0.063	0.000	0.000
0002	2	0.986	0.040	0.550	0.058	0.000	0.000
0003	3	0.846	0.031	-0.166	0.063	0.000	0.000
0004	4	0.775	0.030	-0.238	0.068	0.000	0.000
0005	5	0.833	0.030	-0.023	0.063	0.000	0.000
0006	6	0.256	0.010	-0.670	0.113	0.000	0.000
0007	7	0.423	0.014	0.375	0.106	0.000	0.000
0008	8	0.284	0.012	-0.292	0.093	0.000	0.000
0009	9	0.819	0.028	-0.153	0.063	0.000	0.000
0010	10	0.530	0.019	0.347	0.077	0.000	0.000
0011	11	0.667	0.029	1.165	0.067	0.000	0.000
0012	12	1.070	0.042	0.616	0.057	0.000	0.000
0013	13	1.198	0.040	0.388	0.056	0.000	0.000
0014	14	0.827	0.029	0.272	0.061	0.000	0.000
0015	15	0.615	0.019	0.195	0.070	0.000	0.000
0016	16	0.337	0.011	-0.611	0.113	0.000	0.000
0017	17	0.556	0.019	0.809	0.076	0.000	0.000
0018	18	0.367	0.015	-0.022	0.093	0.000	0.000
0019	19	0.940	0.034	0.019	0.064	0.000	0.000
0020	20	1.090	0.038	0.156	0.056	0.000	0.000
0021	21	0.891	0.036	0.666	0.064	0.000	0.000
0022	22	0.859	0.033	0.531	0.061	0.000	0.000
0023	23	1.105	0.042	0.705	0.058	0.000	0.000

[GROUP: 2 FEMALE]

ITEM BLOCK 1 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.814 0.846 -0.956 -1.704

S.E. : 0.000 0.066 0.044 0.048 0.083

ITEM BLOCK 2 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.875 0.722 -0.722 -1.875

S.E. : 0.000 0.074 0.043 0.042 0.081

ITEM BLOCK 3 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.838 0.860 -0.756 -1.942

S.E. : 0.000 0.103 0.056 0.044 0.066

ITEM BLOCK 4 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.050 0.753 -0.568 -2.235

S.E. : 0.000 0.117 0.060 0.047 0.070

ITEM BLOCK 5 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.961 0.775 -0.858 -1.879

S.E. : 0.000 0.093 0.052 0.047 0.074

ITEM BLOCK 6 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.411 1.904 -0.754 -3.561

S.E. : 0.000 0.365 0.201 0.133 0.178

ITEM BLOCK 7 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.924 1.407 -1.435 -2.896

S.E. : 0.000 0.121 0.085 0.099 0.187

ITEM BLOCK 8 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.113 1.462 -1.012 -2.563

S.E. : 0.000 0.289 0.160 0.122 0.192

ITEM BLOCK 9 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.113 0.812 -0.734 -2.192

S.E. : 0.000 0.120 0.057 0.044 0.069

ITEM BLOCK 10 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.438 0.762 -1.002 -2.199

S.E. : 0.000 0.104 0.068 0.080 0.147

ITEM BLOCK 11 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.265 0.526 -0.692 -1.099

S.E. : 0.000 0.057 0.061 0.088 0.142

ITEM BLOCK 12 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.526 0.637 -0.625 -1.538

S.E. : 0.000 0.048 0.038 0.044 0.082

ITEM BLOCK 13 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.719 0.760 -0.626 -1.853

S.E. : 0.000 0.053 0.036 0.036 0.073

ITEM BLOCK 14 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.954 0.633 -0.857 -1.729

S.E. : 0.000 0.074 0.046 0.053 0.094

ITEM BLOCK 15 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.476 0.933 -1.131 -2.278

S.E. : 0.000 0.117 0.062 0.066 0.129

ITEM BLOCK 16 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 3.604 2.240 -2.002 -3.842

S.E. : 0.000 0.384 0.150 0.099 0.148

ITEM BLOCK 17 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.845 0.974 -1.296 -2.523

S.E. : 0.000 0.095 0.061 0.097 0.265

ITEM BLOCK 18 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.809 0.907 -0.784 -2.932

S.E. : 0.000 0.170 0.104 0.101 0.168

ITEM BLOCK 19 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.362 0.733 -0.760 -2.335

S.E. : 0.000 0.107 0.046 0.042 0.095

ITEM BLOCK 20 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.836 0.695 -0.651 -1.880

S.E. : 0.000 0.066 0.039 0.037 0.070

ITEM BLOCK 21 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.776 0.449 -0.672 -1.554

S.E. : 0.000 0.053 0.043 0.057 0.108

ITEM BLOCK 22 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.663 0.515 -0.731 -1.447

S.E. : 0.000 0.056 0.045 0.056 0.095

ITEM BLOCK 23 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.722 0.489 -0.740 -1.471

S.E. : 0.000 0.045 0.035 0.050 0.097

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	0.926	0.032	0.192	0.045	0.000	0.000
0002	2	0.986	0.040	0.294	0.044	0.000	0.000
0003	3	0.846	0.031	-0.262	0.046	0.000	0.000
0004	4	0.775	0.030	-0.300	0.048	0.000	0.000
0005	5	0.833	0.030	-0.022	0.045	0.000	0.000
0006	6	0.256	0.010	-1.186	0.086	0.000	0.000
0007	7	0.423	0.014	0.530	0.073	0.000	0.000
0008	8	0.284	0.012	-0.289	0.069	0.000	0.000
0009	9	0.819	0.028	-0.332	0.048	0.000	0.000
0010	10	0.530	0.019	0.593	0.054	0.000	0.000
0011	11	0.667	0.029	1.144	0.048	0.000	0.000
0012	12	1.070	0.042	0.566	0.040	0.000	0.000
0013	13	1.198	0.040	0.367	0.040	0.000	0.000
0014	14	0.827	0.029	0.390	0.044	0.000	0.000
0015	15	0.615	0.019	0.261	0.051	0.000	0.000
0016	16	0.337	0.011	-1.096	0.088	0.000	0.000
0017	17	0.556	0.019	1.137	0.056	0.000	0.000

| 0018 | 18 | 0.367 | 0.015 | 0.201 | 0.068 | 0.000 | 0.000 |

| 0019 | 19 | 0.940 | 0.034 | 0.078 | 0.043 | 0.000 | 0.000 |

| 0020 | 20 | 1.090 | 0.038 | 0.197 | 0.041 | 0.000 | 0.000 |

| 0021 | 21 | 0.891 | 0.036 | 0.836 | 0.044 | 0.000 | 0.000 |

| 0022 | 22 | 0.859 | 0.033 | 0.616 | 0.046 | 0.000 | 0.000 |

| 0023 | 23 | 1.105 | 0.042 | 0.846 | 0.041 | 0.000 | 0.000 |

MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]

CONTRAST OF ITEM LOCATIONS:

GROUP 2: FEMALE MINUS REFERENCE GROUP 1: MALE

ITEM	BLOCK	CONTRAST	STD (S.E.)	(PROB.)
0001	1	0.049	0.630	
		(0.078)	(0.264)	
0002	2	-0.256	-3.495	
		(0.073)	(0.000)	
0003	3	-0.095	-1.224	
		(0.078)	(0.111)	
0004	4	-0.062	-0.744	
		(0.083)	(0.228)	
0005	5	0.001	0.010	
		(0.077)	(0.496)	
0006	6	-0.516	-3.638	
		(0.142)	(0.000)	
0007	7	0.155	1.203	
		(0.129)	(0.114)	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0008	8	0.003	0.024
		(0.115)	(0.490)
0009	9	-0.179	-2.257
		(0.079)	(0.012)
0010	10	0.247	2.618
		(0.094)	(0.004)
0011	11	-0.021	-0.256
		(0.083)	(0.399)
0012	12	-0.049	-0.704
		(0.070)	(0.241)
0013	13	-0.021	-0.312
		(0.069)	(0.378)
0014	14	0.118	1.574
		(0.075)	(0.058)
0015	15	0.065	0.759
		(0.086)	(0.224)
0016	16	-0.485	-3.375
		(0.144)	(0.000)
0017	17	0.328	3.464
		(0.095)	(0.000)
0018	18	0.223	1.931
		(0.116)	(0.027)
0019	19	0.059	0.765
		(0.077)	(0.222)
0020	20	0.041	0.592
		(0.070)	(0.277)
0021	21	0.170	2.188
		(0.078)	(0.014)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

|0022 | 22 | 0.084 | 1.107 |

| | |(0.076)|(0.134)|

|0023 | 23 | 0.141 | 1.981 |

| | |(0.071)|(0.024)|

+---------------------------------+

CHI-SQUARES OF ITEM LOCATION CONTRASTS:

+---------------------------------+

|ITEM BLOCK CHI-SQRS D.F. |

| PROB. |

+=====+=====+==========+==========+

|0001 | 1 | 0.397 | 1. |

| | | | 0.536 |

|0002 | 2 | 12.213 | 1. |

| | | | 0.001 |

|0003 | 3 | 1.498 | 1. |

| | | | 0.219 |

|0004 | 4 | 0.554 | 1. |

| | | | 0.463 |

|0005 | 5 | 0.000 | 1. |

| | | | 0.939 |

|0006 | 6 | 13.233 | 1. |

| | | | 0.000 |

|0007 | 7 | 1.448 | 1. |

| | | | 0.227 |

|0008 | 8 | 0.001 | 1. |

| | | | 0.930 |

|0009 | 9 | 5.096 | 1. |

| | | | 0.023 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0010	10	6.853	1.	
			0.009	
0011	11	0.065	1.	
			0.787	
0012	12	0.496	1.	
			0.488	
0013	13	0.097	1.	
			0.750	
0014	14	2.478	1.	
			0.111	
0015	15	0.576	1.	
			0.454	
0016	16	11.391	1.	
			0.001	
0017	17	11.998	1.	
			0.001	
0018	18	3.729	1.	
			0.051	
0019	19	0.586	1.	
			0.450	
0020	20	0.351	1.	
			0.561	
0021	21	4.786	1.	
			0.027	
0022	22	1.225	1.	
			0.268	
0023	23	3.923	1.	
			0.045	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
|TOTAL|     |   82.995 |      23. |
          |    |    |          |    0.000 |
 +---------------------------------+
  SUMMARY STATISTICS OF PARAMETER ESTIMATES
       1    GROUP NAME: MALE
    +----------+---------+---------+----+
    |PARAMETER |   MEAN  | STN DEV |  N |
    +==========+=========+=========+====+
    |SLOPE     |    0.748|    0.280|  23|
    |LOG(SLOPE)|   -0.377|    0.455|  23|
    |THRESHOLD |    0.207|    0.453|  23|
    |GUESSING  |    0.000|    0.000|   0|
    +----------+---------+---------+----+
       2    GROUP NAME: FEMALE
    +----------+---------+---------+----+
    |PARAMETER |   MEAN  | STN DEV |  N |
    +==========+=========+=========+====+
    |SLOPE     |    0.748|    0.280|  23|
    |LOG(SLOPE)|   -0.377|    0.455|  23|
    |THRESHOLD |    0.207|    0.599|  23|
    |GUESSING  |    0.000|    0.000|   0|
    +----------+---------+---------+----+
  491452 BYTES OF NUMERICAL WORKSPACE USED OF   8192000 AVAILABLE IN
PHASE 2
   1268 BYTES OF CHARACTER WORKSPACE USED OF   2048000 AVAILABLE IN
PHASE 2
  NORMAL END
```

PARSCALE V4.1

MAXIMUM LIKELIHOOD ITEM ANALYSIS AND TEST SCORING: POLYTOMOUS MODEL

[PHASE 2]

CURRENT DATE: 2-19-2011

CURRENT TIME: 14:55:14

*** POLYTOMOUS MODEL ITEM ANALYSER ***

*** PHASE 2 ***

EXAMPL04.PSL - DIF ANALYSIS USING PARTIAL CREDIT MODEL

TWO SAMPLES (EACH WITH N=1715, N=(0,1)), 16 ITEMS

MAINTEST: TEST 01

****

CALIBRATION OF MAINTEST

TEST 01

****

MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]

[GROUP: 1 MALE]

ITEM BLOCK 1 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.837 0.950 -1.405 -2.382

S.E. : 0.000 0.105 0.079 0.110 0.225

ITEM BLOCK 2 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.208 0.496 -0.757 -0.948

S.E. : 0.000 0.094 0.103 0.162 0.280

ITEM BLOCK 3 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.279 0.412 -0.947 -0.744

S.E. : 0.000 0.050 0.068 0.129 0.225

ITEM BLOCK 4 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.647 0.420 -0.466 -0.601

S.E. : 0.000 0.064 0.102 0.191 0.355

ITEM BLOCK 5 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.728 0.979 -2.095 -0.612

S.E. : 0.000 0.137 0.147 0.287 0.465

ITEM BLOCK 6 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.859 0.850 -1.232 -1.477

S.E. : 0.000 0.112 0.099 0.138 0.234

ITEM BLOCK 7 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.985 0.886 -0.462 -1.409

S.E. : 0.000 0.062 0.075 0.110 0.219

ITEM BLOCK 8 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.818 0.416 -0.429 -0.805

S.E. : 0.000 0.049 0.060 0.094 0.168

ITEM BLOCK 9 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.752 0.505 -0.521 -0.735

S.E. : 0.000 0.046 0.065 0.115 0.213

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM BLOCK 10 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.668 0.449 -0.264 -0.853

S.E. : 0.000 0.060 0.078 0.108 0.175

ITEM BLOCK 11 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.840 0.284 -0.163 -0.961

S.E. : 0.000 0.023 0.037 0.065 0.167

ITEM BLOCK 12 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.774 0.264 -0.315 -0.723

S.E. : 0.000 0.023 0.033 0.062 0.118

ITEM BLOCK 13 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.810 0.384 -0.378 -0.816

S.E. : 0.000 0.027 0.044 0.095 0.208

ITEM BLOCK 14 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.808 0.396 -0.276 -0.929

S.E. : 0.000 0.041 0.060 0.102 0.231

ITEM BLOCK 15 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.672 0.676 -0.348 -1.000

S.E. : 0.000 0.057 0.075 0.113 0.209

ITEM BLOCK 16 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.674 0.575 -0.625 -0.624

S.E. : 0.000 0.088 0.109 0.157 0.231

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	0.439	0.017	0.924	0.097	0.000	0.000
0002	2	0.390	0.027	1.727	0.086	0.000	0.000
0003	3	0.704	0.037	1.481	0.089	0.000	0.000
0004	4	0.583	0.039	1.812	0.112	0.000	0.000
0005	5	0.258	0.015	1.888	0.112	0.000	0.000
0006	6	0.369	0.017	1.265	0.088	0.000	0.000
0007	7	0.595	0.027	1.636	0.086	0.000	0.000
0008	8	0.845	0.048	1.545	0.065	0.000	0.000
0009	9	0.846	0.042	1.606	0.073	0.000	0.000
0010	10	0.634	0.035	1.525	0.079	0.000	0.000
0011	11	2.293	0.128	1.757	0.055	0.000	0.000
0012	12	2.381	0.161	1.626	0.052	0.000	0.000
0013	13	1.846	0.094	1.837	0.059	0.000	0.000
0014	14	1.078	0.068	1.833	0.069	0.000	0.000
0015	15	0.667	0.037	1.539	0.083	0.000	0.000
0016	16	0.416	0.027	1.649	0.103	0.000	0.000

[GROUP: 2 FEMALE]

ITEM BLOCK 1 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 2.837 0.950 -1.405 -2.382

S.E. : 0.000 0.105 0.079 0.110 0.225

ITEM BLOCK 2 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.208 0.496 -0.757 -0.948

S.E. : 0.000 0.094 0.103 0.162 0.280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM BLOCK 3 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.279 0.412 -0.947 -0.744

S.E. : 0.000 0.050 0.068 0.129 0.225

ITEM BLOCK 4 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.647 0.420 -0.466 -0.601

S.E. : 0.000 0.064 0.102 0.191 0.355

ITEM BLOCK 5 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.728 0.979 -2.095 -0.612

S.E. : 0.000 0.137 0.147 0.287 0.465

ITEM BLOCK 6 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 1.859 0.850 -1.232 -1.477

S.E. : 0.000 0.112 0.099 0.138 0.234

ITEM BLOCK 7 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.985 0.886 -0.462 -1.409

S.E. : 0.000 0.062 0.075 0.110 0.219

ITEM BLOCK 8 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.818 0.416 -0.429 -0.805

S.E. : 0.000 0.049 0.060 0.094 0.168

ITEM BLOCK 9 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.752 0.505 -0.521 -0.735

S.E. : 0.000 0.046 0.065 0.115 0.213

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM BLOCK 10 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.668 0.449 -0.264 -0.853

S.E. : 0.000 0.060 0.078 0.108 0.175

ITEM BLOCK 11 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.840 0.284 -0.163 -0.961

S.E. : 0.000 0.023 0.037 0.065 0.167

ITEM BLOCK 12 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.774 0.264 -0.315 -0.723

S.E. : 0.000 0.023 0.033 0.062 0.118

ITEM BLOCK 13 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.810 0.384 -0.378 -0.816

S.E. : 0.000 0.027 0.044 0.095 0.208

ITEM BLOCK 14 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.808 0.396 -0.276 -0.929

S.E. : 0.000 0.041 0.060 0.102 0.231

ITEM BLOCK 15 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.672 0.676 -0.348 -1.000

S.E. : 0.000 0.057 0.075 0.113 0.209

ITEM BLOCK 16 BLOCK

SCORING FUNCTION : 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000

STEP PARAMTER : 0.000 0.674 0.575 -0.625 -0.624

S.E. : 0.000 0.088 0.109 0.157 0.231

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

+------+-----+---------+---------+---------+---------+---------+---------+

| ITEM |BLOCK| SLOPE | S.E. |LOCATION | S.E. |GUESSING | S.E. |

+======+=====+=========+=========+=========+=========+======

| 0001 | 1 | 0.439 | 0.017 | 0.726 | 0.067 | 0.000 | 0.000 |

| 0002 | 2 | 0.390 | 0.027 | 1.973 | 0.066 | 0.000 | 0.000 |

| 0003 | 3 | 0.704 | 0.037 | 1.185 | 0.075 | 0.000 | 0.000 |

| 0004 | 4 | 0.583 | 0.039 | 2.259 | 0.104 | 0.000 | 0.000 |

| 0005 | 5 | 0.258 | 0.015 | 2.278 | 0.092 | 0.000 | 0.000 |

| 0006 | 6 | 0.369 | 0.017 | 0.955 | 0.063 | 0.000 | 0.000 |

| 0007 | 7 | 0.595 | 0.027 | 1.333 | 0.066 | 0.000 | 0.000 |

| 0008 | 8 | 0.845 | 0.048 | 1.571 | 0.050 | 0.000 | 0.000 |

| 0009 | 9 | 0.846 | 0.042 | 1.694 | 0.060 | 0.000 | 0.000 |

| 0010 | 10 | 0.634 | 0.035 | 1.390 | 0.065 | 0.000 | 0.000 |

| 0011 | 11 | 2.293 | 0.128 | 1.780 | 0.041 | 0.000 | 0.000 |

| 0012 | 12 | 2.381 | 0.161 | 1.726 | 0.043 | 0.000 | 0.000 |

| 0013 | 13 | 1.846 | 0.094 | 1.886 | 0.047 | 0.000 | 0.000 |

| 0014 | 14 | 1.078 | 0.068 | 1.933 | 0.054 | 0.000 | 0.000 |

| 0015 | 15 | 0.667 | 0.037 | 1.546 | 0.067 | 0.000 | 0.000 |

| 0016 | 16 | 0.416 | 0.027 | 1.415 | 0.078 | 0.000 | 0.000 |

MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]

CONTRAST OF ITEM LOCATIONS:

GROUP 2: FEMALE MINUS REFERENCE GROUP 1: MALE

+--------------------------------+

|ITEM |BLOCK| CONTRAST | STD |

| | | (S.E.) | (PROB.) |

+=====+=====+==========+==========+

|0001 | 1 | -0.198 | -1.690 |

| | | |(0.117)|(0.046)|

0002	2	0.246	2.281
		(0.108)	(0.011)
0003	3	-0.296	-2.546
		(0.116)	(0.005)
0004	4	0.447	2.923
		(0.153)	(0.002)
0005	5	0.390	2.704
		(0.144)	(0.003)
0006	6	-0.310	-2.863
		(0.108)	(0.002)
0007	7	-0.303	-2.806
		(0.108)	(0.003)
0008	8	0.026	0.325
		(0.081)	(0.373)
0009	9	0.088	0.925
		(0.095)	(0.177)
0010	10	-0.135	-1.314
		(0.103)	(0.094)
0011	11	0.023	0.337
		(0.069)	(0.368)
0012	12	0.099	1.480
		(0.067)	(0.069)
0013	13	0.049	0.645
		(0.076)	(0.259)
0014	14	0.100	1.140
		(0.088)	(0.127)
0015	15	0.007	0.066
		(0.106)	(0.474)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
|0016 |  16 |   -0.233 |   -1.801 |
    |    |    |(   0.130)|(   0.036)|
+---------------------------------+
```

CHI-SQUARES OF ITEM LOCATION CONTRASTS:

```
+---------------------------------+
|ITEM  BLOCK  CHI-SQRS    D.F.    |
|                    PROB.    |
+=====+=====+==========+==========+
|0001 |   1 |    2.857 |      1. |
    |    |    |         |    0.087 |
|0002 |   2 |    5.204 |      1. |
    |    |    |         |    0.021 |
|0003 |   3 |    6.483 |      1. |
    |    |    |         |    0.011 |
|0004 |   4 |    8.542 |      1. |
   |    |    |         |    0.004 |
|0005 |   5 |    7.311 |      1. |
    |    |    |         |    0.007 |
|0006 |   6 |    8.197 |      1. |
    |    |    |         |    0.004 |
|0007 |   7 |    7.876 |      1. |
    |    |    |         |    0.005 |
|0008 |   8 |    0.106 |      1. |
    |    |    |         |    0.741 |
|0009 |   9 |    0.856 |      1. |
    |    |    |         |    0.358 |
|0010 |  10 |    1.726 |      1. |
     |    |    |         |    0.185 |
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0011	11	0.113	1.
			0.733
0012	12	2.192	1.
			0.134
0013	13	0.416	1.
			0.526
0014	14	1.300	1.
			0.253
0015	15	0.004	1.
			0.904
0016	16	3.243	1.
			0.068
TOTAL		56.427	16.
			0.000

+---------+

SUMMARY STATISTICS OF PARAMETER ESTIMATES

1 GROUP NAME: MALE

PARAMETER	MEAN	STN DEV	N
SLOPE	0.897	0.675	16
LOG(SLOPE)	-0.326	0.653	16
THRESHOLD	1.603	0.242	16
GUESSING	0.000	0.000	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
+----------+---------+---------+----+
  2   GROUP NAME: FEMALE
+----------+---------+---------+----+
|PARAMETER |   MEAN  | STN DEV |  N |
+==========+=========+=========+====+
|SLOPE     |    0.897|    0.675|  16|
|LOG(SLOPE)|   -0.326|    0.653|  16|
|THRESHOLD |    1.603|    0.431|  16|
|GUESSING  |    0.000|    0.000|   0|
+----------+---------+---------+----+
 334624 BYTES OF NUMERICAL WORKSPACE USED OF   8192000 AVAILABLE IN
PHASE 2
   904 BYTES OF CHARACTER WORKSPACE USED OF   2048000 AVAILABLE IN
PHASE 2
 NORMAL END
```

ตัวอย่างการอ่านค่าการทำหน้าที่ต่างกันของขอสอบจากโปรแกรม PARSCALE
ทั้ง Partial Credit Model และGraded Response Model

```
CHI-SQUARES OF ITEM LOCATION CONTRASTS:
 +--------------------------------+
 |ITEM  BLOCK  CHI-SQRS    D.F.   |
 |                PROB.   |
 +=====+=====+==========+==========+
 |0001 |   1 |    0.397 |       1. |
     |    |    |         |    0.536 |
 |0002 |   2 |   12.213 |       1. |
     |    |    |         |    0.001 |
 |0010 |  10 |    6.853 |       1. |
     |    |    |         |    0.009 |
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การดูว่าข้อใดเกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ

จาก print out ให้พิจารณาค่า chi-square ว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในที่นี้ พบว่า ข้อคำถามข้อที่ 2 และ 10 เป็นข้อที่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ ส่วนข้อคำถามข้อที่ 1 ไม่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบเนื่องจากค่า chi-square ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]

CONTRAST OF ITEM LOCATIONS:

GROUP 2: FEMALE MINUS REFERENCE GROUP 1: MALE

ITEM	BLOCK	CONTRAST	STD (S.E.)	(PROB.)
0001	1	0.049	0.630	
		(0.078)	(0.264)	
0002	2	-0.256	-3.495	
		(0.073)	(0.000)	
0010	10	0.247	2.618	
		(0.094)	(0.004)	

2. การดูว่าข้อคำถามที่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบมีแนวโน้มเข้าหาเพศหญิงหรือเพศชาย

จาก print out ให้พิจารณาค่า Contrast ของข้อคำถามที่เกิดการทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบ หากค่า Contrast มีค่าเป็นบวก แสดงว่าเพศหญิงตอบข้อคำถามได้สูงกว่าเพศชาย หากค่า Coefficient มีค่าเป็นลบ แสดงว่าเพศชายตอบข้อคำถามได้สูงกว่าเพศหญิง ในที่นี้ พบว่า ข้อคำถามข้อที่ 2 เพศชายตอบข้อคำถามได้สูงกว่าเพศหญิง ข้อคำถามข้อที่ 10 เพศหญิงตอบข้อคำถามได้สูงกว่าเพศชาย

Print out การวิเคราะห์การทำหน้าที่ต่างกันของข้อสอบด้วย Graded Response Model จากโปรแกรม PARSCALE

```
PARSCALE V4.1
MAXIMUM LIKELIHOOD ITEM ANALYSIS AND TEST SCORING: POLYTOMOUS MODEL
   [ PHASE 2 ]
   CURRENT DATE:  2-19-2011
   CURRENT TIME: 15:09:02
            ***  POLYTOMOUS MODEL ITEM ANALYSER  ***
                  *** PHASE 2  ***
 EXAMPL04.PSL - DIF ANALYSIS USING GRADED RESPONSE MODEL
          TWO SAMPLES (EACH WITH N=1715, N=(0,1)), 23 ITEMS
 MAINTEST: TEST  01
               ******************************
                 CALIBRATION OF MAINTEST
                      TEST  01
               ******************************
MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]
 -------------------------------------
 [GROUP:  1  MALE   ]
  ITEM BLOCK   1  BLOCK
  CATEGORY PARAMETER :    1.900    0.733   -0.866   -1.767
  S.E.               :    0.068    0.040    0.039    0.068
  ITEM BLOCK   2  BLOCK
  CATEGORY PARAMETER :    1.958    0.662   -0.691   -1.929
  S.E.               :    0.070    0.039    0.038    0.075
  ITEM BLOCK   3  BLOCK
  CATEGORY PARAMETER :    1.940    0.735   -0.698   -1.976
  S.E.               :    0.097    0.049    0.037    0.055
```

ITEM BLOCK 4 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.193 0.658 -0.635 -2.217

S.E. : 0.113 0.053 0.041 0.064

ITEM BLOCK 5 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.033 0.691 -0.750 -1.974

S.E. : 0.089 0.045 0.039 0.061

ITEM BLOCK 6 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.270 1.126 -0.948 -3.448

S.E. : 0.235 0.120 0.075 0.098

ITEM BLOCK 7 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.123 1.165 -1.064 -3.225

S.E. : 0.110 0.065 0.077 0.161

ITEM BLOCK 8 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.977 1.348 -1.097 -3.228

S.E. : 0.192 0.094 0.077 0.120

ITEM BLOCK 9 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.148 0.687 -0.700 -2.135

S.E. : 0.120 0.052 0.039 0.061

ITEM BLOCK 10 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.502 0.771 -0.908 -2.365

S.E. : 0.081 0.050 0.058 0.115

ITEM BLOCK 11 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.578 0.605 -0.584 -1.599

S.E. : 0.044 0.041 0.055 0.093

ITEM BLOCK 12 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.590 0.613 -0.591 -1.612

S.E. : 0.045 0.032 0.037 0.071

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM BLOCK 13 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.711 0.681 -0.654 -1.738

S.E. : 0.055 0.034 0.034 0.074

ITEM BLOCK 14 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.013 0.574 -0.741 -1.846

S.E. : 0.065 0.039 0.043 0.078

ITEM BLOCK 15 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.455 0.803 -0.961 -2.296

S.E. : 0.096 0.048 0.049 0.100

ITEM BLOCK 16 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.806 1.302 -1.555 -3.553

S.E. : 0.446 0.127 0.071 0.115

ITEM BLOCK 17 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.893 0.942 -1.053 -2.783

S.E. : 0.078 0.050 0.078 0.226

ITEM BLOCK 18 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.027 0.743 -0.948 -2.822

S.E. : 0.122 0.069 0.067 0.125

ITEM BLOCK 19 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.438 0.756 -0.841 -2.353

S.E. : 0.100 0.042 0.038 0.085

ITEM BLOCK 20 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.919 0.571 -0.667 -1.823

S.E. : 0.062 0.037 0.034 0.067

ITEM BLOCK 21 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.923 0.470 -0.728 -1.666

S.E. : 0.046 0.035 0.045 0.091

ITEM BLOCK 22 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.720 0.453 -0.622 -1.551

S.E. : 0.050 0.036 0.043 0.079

ITEM BLOCK 23 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.870 0.480 -0.684 -1.665

S.E. : 0.042 0.032 0.043 0.085

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	1.230	0.034	0.488	0.064	0.000	0.000
0002	2	1.261	0.038	0.262	0.062	0.000	0.000
0003	3	1.165	0.033	-0.055	0.064	0.000	0.000
0004	4	1.018	0.029	-0.367	0.068	0.000	0.000
0005	5	1.142	0.031	0.070	0.063	0.000	0.000
0006	6	0.498	0.012	-0.609	0.108	0.000	0.000
0007	7	0.603	0.015	0.648	0.097	0.000	0.000
0008	8	0.485	0.013	-0.214	0.114	0.000	0.000
0009	9	1.099	0.029	-0.290	0.065	0.000	0.000
0010	10	0.805	0.020	0.396	0.074	0.000	0.000
0011	11	1.034	0.031	1.215	0.066	0.000	0.000
0012	12	1.443	0.042	0.575	0.056	0.000	0.000
0013	13	1.517	0.042	0.338	0.056	0.000	0.000
0014	14	1.160	0.031	0.330	0.062	0.000	0.000
0015	15	0.935	0.023	0.229	0.069	0.000	0.000
0016	16	0.525	0.013	-0.707	0.107	0.000	0.000
0017	17	0.798	0.020	0.866	0.078	0.000	0.000
0018	18	0.591	0.015	0.005	0.093	0.000	0.000
0019	19	1.220	0.033	-0.048	0.064	0.000	0.000

| 0020 | 20 | 1.427 | 0.039 | 0.151 | 0.056 | 0.000 | 0.000 |

| 0021 | 21 | 1.239 | 0.036 | 0.619 | 0.062 | 0.000 | 0.000 |

| 0022 | 22 | 1.216 | 0.035 | 0.555 | 0.063 | 0.000 | 0.000 |

| 0023 | 23 | 1.449 | 0.041 | 0.713 | 0.057 | 0.000 | 0.000 |

[GROUP: 2 FEMALE]

ITEM BLOCK 1 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.001 0.767 -0.806 -1.962

S.E. : 0.068 0.040 0.039 0.068

ITEM BLOCK 2 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.093 0.740 -0.737 -2.096

S.E. : 0.070 0.039 0.038 0.075

ITEM BLOCK 3 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.043 0.791 -0.739 -2.095

S.E. : 0.097 0.049 0.037 0.055

ITEM BLOCK 4 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.248 0.782 -0.692 -2.338

S.E. : 0.113 0.053 0.041 0.064

ITEM BLOCK 5 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.136 0.725 -0.808 -2.053

S.E. : 0.089 0.045 0.039 0.061

ITEM BLOCK 6 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.337 1.426 -1.099 -3.663

S.E. : 0.235 0.120 0.075 0.098

ITEM BLOCK 7 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.225 1.127 -1.141 -3.211

S.E. : 0.110 0.065 0.077 0.161

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM BLOCK 8 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.599 1.223 -1.231 -3.591

S.E. : 0.192 0.094 0.077 0.120

ITEM BLOCK 9 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.302 0.801 -0.787 -2.316

S.E. : 0.120 0.052 0.039 0.061

ITEM BLOCK 10 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.539 0.763 -0.860 -2.441

S.E. : 0.081 0.050 0.058 0.115

ITEM BLOCK 11 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.609 0.504 -0.570 -1.543

S.E. : 0.044 0.041 0.055 0.093

ITEM BLOCK 12 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.678 0.605 -0.575 -1.708

S.E. : 0.045 0.032 0.037 0.071

ITEM BLOCK 13 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.865 0.733 -0.591 -2.006

S.E. : 0.055 0.034 0.034 0.074

ITEM BLOCK 14 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.072 0.679 -0.770 -1.981

S.E. : 0.065 0.039 0.043 0.078

ITEM BLOCK 15 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.599 0.863 -0.941 -2.522

S.E. : 0.096 0.048 0.049 0.100

ITEM BLOCK 16 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 4.683 1.538 -1.860 -4.360

S.E. : 0.446 0.127 0.071 0.115

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM BLOCK 17 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.037 1.058 -1.059 -3.036

S.E. : 0.078 0.050 0.078 0.226

ITEM BLOCK 18 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.993 0.996 -0.866 -3.123

S.E. : 0.122 0.069 0.067 0.125

ITEM BLOCK 19 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.446 0.760 -0.749 -2.457

S.E. : 0.100 0.042 0.038 0.085

ITEM BLOCK 20 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.894 0.742 -0.628 -2.008

S.E. : 0.062 0.037 0.034 0.067

ITEM BLOCK 21 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.829 0.549 -0.589 -1.789

S.E. : 0.046 0.035 0.045 0.091

ITEM BLOCK 22 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.808 0.585 -0.649 -1.744

S.E. : 0.050 0.036 0.043 0.079

ITEM BLOCK 23 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.787 0.571 -0.675 -1.683

S.E. : 0.042 0.032 0.043 0.085

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	1.230	0.034	0.264	0.046	0.000	0.000
0002	2	1.261	0.038	0.284	0.044	0.000	0.000
0003	3	1.165	0.033	-0.269	0.045	0.000	0.000
0004	4	1.018	0.029	-0.306	0.047	0.000	0.000

| 0005 | 5 | 1.142 | 0.031 | -0.030 | 0.043 | 0.000 | 0.000 |

| 0006 | 6 | 0.498 | 0.012 | -1.231 | 0.076 | 0.000 | 0.000 |

| 0008 | 8 | 0.485 | 0.013 | -0.456 | 0.079 | 0.000 | 0.000 |

| 0009 | 9 | 1.099 | 0.029 | -0.327 | 0.046 | 0.000 | 0.000 |

| 0010 | 10 | 0.805 | 0.020 | 0.659 | 0.052 | 0.000 | 0.000 |

| 0011 | 11 | 1.034 | 0.031 | 1.172 | 0.046 | 0.000 | 0.000 |

| 0012 | 12 | 1.443 | 0.042 | 0.611 | 0.040 | 0.000 | 0.000 |

| 0013 | 13 | 1.517 | 0.042 | 0.376 | 0.039 | 0.000 | 0.000 |

| 0014 | 14 | 1.160 | 0.031 | 0.445 | 0.043 | 0.000 | 0.000 |

| 0015 | 15 | 0.935 | 0.023 | 0.311 | 0.049 | 0.000 | 0.000 |

| 0016 | 16 | 0.525 | 0.013 | -1.314 | 0.075 | 0.000 | 0.000 |

| 0017 | 17 | 0.798 | 0.020 | 1.243 | 0.054 | 0.000 | 0.000 |

| 0018 | 18 | 0.591 | 0.015 | 0.212 | 0.066 | 0.000 | 0.000 |

| 0019 | 19 | 1.220 | 0.033 | 0.107 | 0.044 | 0.000 | 0.000 |

| 0020 | 20 | 1.427 | 0.039 | 0.234 | 0.040 | 0.000 | 0.000 |

| 0021 | 21 | 1.239 | 0.036 | 0.872 | 0.044 | 0.000 | 0.000 |

| 0022 | 22 | 1.216 | 0.035 | 0.705 | 0.043 | 0.000 | 0.000 |

| 0023 | 23 | 1.449 | 0.041 | 0.886 | 0.041 | 0.000 | 0.000 |

MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]

CONTRAST OF ITEM LOCATIONS:

GROUP 2: FEMALE MINUS REFERENCE GROUP 1: MALE

+---------------------------------+

|ITEM |BLOCK| CONTRAST | STD |

| | | (S.E.) | (PROB.) |

+=====+=====+==========+==========+

|0001 | 1 | -0.224 | -2.836 |

| | | |(0.079)|(0.002)|

0002	2	0.021	0.281
		(0.076)	(0.389)
0003	3	-0.214	-2.751
		(0.078)	(0.003)
0004	4	0.061	0.731
		(0.083)	(0.232)
0005	5	-0.099	-1.299
		(0.077)	(0.097)
0006	6	-0.621	-4.701
		(0.132)	(0.000)
0007	7	0.075	0.640
		(0.117)	(0.261)
0008	8	-0.242	-1.742
		(0.139)	(0.041)
0009	9	-0.036	-0.455
		(0.079)	(0.325)
0010	10	0.263	2.895
		(0.091)	(0.002)
0011	11	-0.043	-0.541
		(0.080)	(0.294)
0012	12	0.036	0.521
		(0.069)	(0.301)
0013	13	0.038	0.565
		(0.068)	(0.286)
0014	14	0.116	1.534
		(0.076)	(0.062)
0015	15	0.082	0.969
		(0.085)	(0.166)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
|0016 |  16 |   -0.607 |   -4.651 |
    |     |     |(   0.131)|(   0.000)|
|0017 |  17 |    0.376 |    3.984 |
    |     |     |(   0.094)|(   0.000)|
|0018 |  18 |    0.206 |    1.809 |
    |     |     |(   0.114)|(   0.035)|
|0019 |  19 |    0.154 |    1.990 |
   |     |     |(   0.078)|(   0.023)|
|0020 |  20 |    0.084 |    1.218 |
    |     |     |(   0.069)|(   0.112)|
|0021 |  21 |    0.253 |    3.325 |
   |     |     |(   0.076)|(   0.000)|
|0022 |  22 |    0.150 |    1.968 |
    |     |     |(   0.076)|(   0.025)|
|0023 |  23 |    0.172 |    2.449 |
     |     |     |(   0.070)|(   0.007)|
+---------------------------------+
```

CHI-SQUARES OF ITEM LOCATION CONTRASTS:

```
+-------------------------------+
|ITEM  BLOCK  CHI-SQRS    D.F.   |
|                  PROB.   |
+=====+=====+==========+==========+
|0001 |   1 |   8.045 |      1. |
    |     |     |         |   0.005 |
|0002 |   2 |   0.079 |      1. |
    |     |     |         |   0.770 |
|0003 |   3 |   7.567 |      1. |
    |     |     |         |   0.006 |
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0004	4	0.535	1.	
				0.471
0005	5	1.688	1.	
				0.191
0006	6	22.104	1.	
				0.000
0007	7	0.409	1.	
				0.530
0008	8	3.033	1.	
				0.078
0009	9	0.207	1.	
				0.654
0010	10	8.379	1.	
				0.004
0011	11	0.292	1.	
				0.596
0012	12	0.272	1.	
				0.609
0013	13	0.319	1.	
				0.579
0014	14	2.354	1.	
				0.121
0015	15	0.939	1.	
				0.334
0016	16	21.631	1.	
				0.000
0017	17	15.872	1.	
				0.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0018	18	3.272	1.
			0.067
0019	19	3.961	1.
			0.044
0020	20	1.483	1.
			0.221
0021	21	11.055	1.
			0.001
0022	22	3.874	1.
			0.046
0023	23	5.999	1.
			0.014
TOTAL		123.366	23.
			0.000

SUMMARY STATISTICS OF PARAMETER ESTIMATES

1 GROUP NAME: MALE

PARAMETER	MEAN	STN DEV	N
SLOPE	1.037	0.325	23
LOG(SLOPE)	-0.020	0.364	23
THRESHOLD	0.225	0.473	23
GUESSING	0.000	0.000	0

```
    +----------+---------+---------+----+
      2    GROUP NAME: FEMALE
    +----------+---------+---------+----+
    |PARAMETER |   MEAN  | STN DEV |  N |
    +==========+=========+=========+====+
    |SLOPE     |    1.037|    0.325|  23|
    |LOG(SLOPE)|   -0.020|    0.364|  23|
    |THRESHOLD |    0.225|    0.659|  23|
    |GUESSING  |    0.000|    0.000|   0|
    +----------+---------+---------+----+
BYTES OF NUMERICAL WORKSPACE USED OF   8192000 AVAILABLE IN PHASE 2
    1268 BYTES OF CHARACTER WORKSPACE USED OF   2048000 AVAILABLE IN
PHASE 2
 NORMAL END


    PARSCALE V4.1
MAXIMUM LIKELIHOOD ITEM ANALYSIS AND TEST SCORING: POLYTOMOUS MODEL
    [ PHASE 2 ]
    CURRENT DATE:  2-19-2011
    CURRENT TIME: 15:23:14
            ***  POLYTOMOUS MODEL ITEM ANALYSER  ***
                 *** PHASE 2  ***
 EXAMPL04.PSL - DIF ANALYSIS USING GRADED RESPONSE MODEL
          TWO SAMPLES (EACH WITH N=1715, N=(0,1)), 16 ITEMS
 MAINTEST: TEST  01
               ******************************
                 CALIBRATION OF MAINTEST
                      TEST  01
               ******************************
```

MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]

[GROUP: 1 MALE]

ITEM BLOCK 1 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.453 1.099 -1.263 -3.289

S.E. : 0.096 0.067 0.092 0.208

ITEM BLOCK 2 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.805 0.591 -0.745 -1.651

S.E. : 0.067 0.066 0.111 0.369

ITEM BLOCK 3 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.998 0.619 -0.654 -1.962

S.E. : 0.044 0.056 0.110 0.184

ITEM BLOCK 4 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.861 0.566 -0.687 -1.740

S.E. : 0.059 0.087 0.180 0.513

ITEM BLOCK 5 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.049 1.053 -1.280 -2.821

S.E. : 0.088 0.094 0.201 0.383

ITEM BLOCK 6 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.476 0.847 -0.904 -2.419

S.E. : 0.076 0.064 0.091 0.166

ITEM BLOCK 7 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.005 0.922 -0.679 -2.248

S.E. : 0.046 0.052 0.073 0.141

ITEM BLOCK 8 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.279 0.446 -0.534 -1.191

S.E. : 0.043 0.050 0.082 0.186

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM BLOCK 9 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.520 0.487 -0.618 -1.390

S.E. : 0.040 0.050 0.085 0.168

ITEM BLOCK 10 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.334 0.387 -0.512 -1.209

S.E. : 0.048 0.054 0.075 0.153

ITEM BLOCK 11 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.167 0.476 -0.254 -1.389

S.E. : 0.030 0.050 0.092 0.250

ITEM BLOCK 12 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.151 0.433 -0.485 -1.099

S.E. : 0.028 0.040 0.071 0.147

ITEM BLOCK 13 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.390 0.601 -0.483 -1.508

S.E. : 0.034 0.052 0.103 0.196

ITEM BLOCK 14 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.329 0.482 -0.411 -1.401

S.E. : 0.044 0.058 0.106 0.257

ITEM BLOCK 15 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.604 0.645 -0.541 -1.709

S.E. : 0.043 0.050 0.074 0.137

ITEM BLOCK 16 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.723 0.617 -0.584 -1.756

S.E. : 0.053 0.057 0.078 0.116

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	0.563	0.015	1.498	0.102	0.000	0.000
0002	2	0.643	0.023	2.016	0.082	0.000	0.000

| 0003 | 3 | 0.923 | 0.030 | 1.987 | 0.090 | 0.000 | 0.000 |

| 0004 | 4 | 0.731 | 0.033 | 2.703 | 0.103 | 0.000 | 0.000 |

| 0005 | 5 | 0.432 | 0.013 | 2.466 | 0.115 | 0.000 | 0.000 |

| 0006 | 6 | 0.599 | 0.016 | 1.560 | 0.095 | 0.000 | 0.000 |

| 0007 | 7 | 0.863 | 0.027 | 2.009 | 0.087 | 0.000 | 0.000 |

| 0008 | 8 | 1.094 | 0.046 | 1.973 | 0.066 | 0.000 | 0.000 |

| 0009 | 9 | 1.142 | 0.041 | 2.006 | 0.077 | 0.000 | 0.000 |

| 0010 | 10 | 0.886 | 0.035 | 1.935 | 0.072 | 0.000 | 0.000 |

| 0011 | 11 | 2.230 | 0.103 | 2.274 | 0.060 | 0.000 | 0.000 |

| 0012 | 12 | 2.469 | 0.122 | 2.113 | 0.052 | 0.000 | 0.000 |

| 0013 | 13 | 1.858 | 0.082 | 2.475 | 0.063 | 0.000 | 0.000 |

| 0014 | 14 | 1.163 | 0.060 | 2.391 | 0.069 | 0.000 | 0.000 |

| 0016 | 16 | 0.742 | 0.025 | 1.982 | 0.097 | 0.000 | 0.000 |

[GROUP: 2 FEMALE]

ITEM BLOCK 1 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.376 1.157 -1.166 -3.367

S.E. : 0.096 0.067 0.092 0.208

ITEM BLOCK 2 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.070 0.889 -0.501 -2.458

S.E. : 0.067 0.066 0.111 0.369

ITEM BLOCK 3 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.136 0.722 -0.966 -1.892

S.E. : 0.044 0.056 0.110 0.184

ITEM BLOCK 4 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.203 0.872 -0.634 -2.441

S.E. : 0.059 0.087 0.180 0.513

ITEM BLOCK 5 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 3.295 1.325 -1.464 -3.155

S.E. : 0.088 0.094 0.201 0.383

ITEM BLOCK 6 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 2.641 0.924 -1.019 -2.546

S.E. : 0.076 0.064 0.091 0.166

ITEM BLOCK 7 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.826 0.706 -0.533 -1.999

S.E. : 0.046 0.052 0.073 0.141

ITEM BLOCK 8 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.279 0.464 -0.389 -1.355

S.E. : 0.043 0.050 0.082 0.186

ITEM BLOCK 9 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.507 0.605 -0.511 -1.601

S.E. : 0.040 0.050 0.085 0.168

ITEM BLOCK 10 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.345 0.443 -0.362 -1.427

S.E. : 0.048 0.054 0.075 0.153

ITEM BLOCK 11 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.167 0.343 -0.319 -1.190

S.E. : 0.030 0.050 0.092 0.250

ITEM BLOCK 12 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.027 0.322 -0.346 -1.004

S.E. : 0.028 0.040 0.071 0.147

ITEM BLOCK 13 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.145 0.384 -0.444 -1.085

S.E. : 0.034 0.052 0.103 0.196

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ITEM BLOCK 14 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.205 0.431 -0.376 -1.261

S.E. : 0.044 0.058 0.106 0.257

ITEM BLOCK 15 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.541 0.600 -0.468 -1.673

S.E. : 0.043 0.050 0.074 0.137

ITEM BLOCK 16 BLOCK

CATEGORY PARAMETER : 1.827 0.603 -0.675 -1.755

S.E. : 0.053 0.057 0.078 0.116

ITEM	BLOCK	SLOPE	S.E.	LOCATION	S.E.	GUESSING	S.E.
0001	1	0.563	0.015	1.166	0.071	0.000	0.000
0002	2	0.643	0.023	2.448	0.057	0.000	0.000
0003	3	0.923	0.030	1.756	0.065	0.000	0.000
0004	4	0.731	0.033	3.376	0.082	0.000	0.000
0005	5	0.432	0.013	3.128	0.084	0.000	0.000
0006	6	0.599	0.016	1.292	0.065	0.000	0.000
0007	7	0.863	0.027	1.664	0.064	0.000	0.000
0008	8	1.094	0.046	1.964	0.049	0.000	0.000
0009	9	1.142	0.041	2.113	0.062	0.000	0.000
0010	10	0.886	0.035	1.819	0.053	0.000	0.000
0011	11	2.230	0.103	2.259	0.045	0.000	0.000
0012	12	2.469	0.122	2.113	0.044	0.000	0.000
0013	13	1.858	0.082	2.304	0.050	0.000	0.000
0014	14	1.163	0.060	2.405	0.054	0.000	0.000
0015	15	0.982	0.037	1.828	0.060	0.000	0.000
0016	16	0.742	0.025	1.639	0.066	0.000	0.000

MULTIPLE GROUP MODEL [DIF(TREND) MODEL]

CONTRAST OF ITEM LOCATIONS:

GROUP 2: FEMALE MINUS REFERENCE GROUP 1: MALE

ITEM	BLOCK	CONTRAST	STD (S.E.)	STD (PROB.)
0001	1	-0.332	-2.678	
			(0.124)	(0.004)
0002	2	0.432	4.316	
			(0.100)	(0.000)
0003	3	-0.231	-2.074	
			(0.111)	(0.019)
0004	4	0.673	5.099	
			(0.132)	(0.000)
0005	5	0.662	4.637	
			(0.143)	(0.000)
0006	6	-0.268	-2.325	
			(0.115)	(0.010)
0007	7	-0.346	-3.197	
			(0.108)	(0.001)
0008	8	-0.009	-0.111	
			(0.082)	(0.456)
0009	9	0.107	1.080	
			(0.099)	(0.140)
0010	10	-0.115	-1.288	
			(0.090)	(0.099)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
|0011 |  11 |   -0.015 |   -0.202 |
     |     |     |(   0.075)|(   0.420)|
|0012 |  12 |    0.000 |    0.006 |
     |     |     |(   0.068)|(   0.497)|
|0013 |  13 |   -0.172 |   -2.135 |
     |     |     |(   0.080)|(   0.016)|
|0014 |  14 |    0.015 |    0.169 |
     |     |     |(   0.087)|(   0.433)|
|0015 |  15 |   -0.059 |   -0.580 |
     |     |     |(   0.101)|(   0.281)|
|0016 |  16 |   -0.343 |   -2.926 |
     |     |     |(   0.117)|(   0.002)|
+---------------------------------+
```

CHI-SQUARES OF ITEM LOCATION CONTRASTS:

```
+---------------------------------+
|ITEM  BLOCK  CHI-SQRS    D.F.    |
|                         PROB.   |
+=====+=====+==========+==========+
|0001 |   1 |    7.173 |      1. |
     |     |     |         |    0.007 |
|0002 |   2 |   18.627 |      1. |
     |     |     |         |    0.000 |
|0003 |   3 |    4.301 |      1. |
     |     |     |         |    0.036 |
|0004 |   4 |   25.997 |      1. |
     |     |     |         |    0.000 |
|0005 |   5 |   21.500 |      1. |
     |     |     |         |    0.000 |
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

0006	6	5.405	1.
			0.019
0007	7	10.224	1.
			0.002
0008	8	0.012	1.
			0.877
0009	9	1.167	1.
			0.280
0010	10	1.658	1.
			0.195
0011	11	0.041	1.
			0.821
0012	12	0.000	1.
			0.943
0013	13	4.559	1.
			0.031
0014	14	0.028	1.
			0.842
0015	15	0.336	1.
			0.569
0016	16	8.564	1.
			0.004
TOTAL		109.593	16.
			0.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

+---------------------------------+

SUMMARY STATISTICS OF PARAMETER ESTIMATES

1 GROUP NAME: MALE

+----------+---------+---------+----+

|PARAMETER | MEAN | STN DEV | N |

+==========+=========+=========+====+

|SLOPE | 1.083| 0.596| 16|

|LOG(SLOPE)| -0.040| 0.489| 16|

|THRESHOLD | 2.080| 0.321| 16|

|GUESSING | 0.000| 0.000| 0|

+----------+---------+---------+----+

2 GROUP NAME: FEMALE

+----------+---------+---------+----+

|PARAMETER | MEAN | STN DEV | N |

+==========+=========+=========+====+

|SLOPE | 1.083| 0.596| 16|

|LOG(SLOPE)| -0.040| 0.489| 16|

|THRESHOLD | 2.080| 0.588| 16|

|GUESSING | 0.000| 0.000| 0|

+----------+---------+---------+----+

334624 BYTES OF NUMERICAL WORKSPACE USED OF 8192000 AVAILABLE IN PHASE 2

904 BYTES OF CHARACTER WORKSPACE USED OF 2048000 AVAILABLE IN PHASE 2

NORMAL END

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์ เกิดวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2515 ที่อำเภอมหาราช จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา จากสถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ในปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต (คณะรัฐศาสตร์ วิชาเอกบริหารรัฐกิจ) จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ในปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยการศึกษา จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542 ปีการศึกษา 2549 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันรับราชการ ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดไก่เตี้ย (นิเทศธรรมกถาประชานุสรณ์) อำเภอบ้านแพรก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยาเขต 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย