

ปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



นางสาวศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-5900-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**FACTORS AFFECTING THE GROWTH SCORES IN MATHEMATICS
OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS**



Miss Supaluk Jaisawangsub

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Educational Research

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-5900-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดย นางสาวศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์
สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา บวรกิตติวงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์: ปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (FACTORS AFFECTING THE GROWTH SCORES IN MATHEMATICS OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.อวยพร เรืองตระกูล, 185 หน้า. ISBN 974-17-5900-2

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ ประการแรก เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประการที่สอง เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง และประการที่สาม เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่มีการให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit) ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ตัวแปรแฝง 7 ตัวแปร และตัวแปรสังเกตได้ 12 ตัวแปร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 334 คน และครู จำนวน 11 คน ข้อมูลในส่วนของคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์เป็นข้อมูลทศนิยมที่ได้จากคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีการเก็บข้อมูล จากการสอบซ้ำ 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และการวิเคราะห์ด้วยสถิติขั้นสูงโดยการวิเคราะห์เส้นทางและการวิเคราะห์กลุ่มพหุ ด้วยโปรแกรมลิสเรล

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่า $\chi^2 = 2.295$, $df = 5$, $p = 0.807$, $GFI = 0.999$, $AGFI = 0.982$ และ $RMR = 0.017$ ตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 58.9
2. ตัวแปรพัฒนาการของการเรียนคณิตศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางตรงจากฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองสูงสุด รองลงมาคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม การศึกษาของครูผู้สอน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากการศึกษาของผู้ปกครองสูงสุด โดยส่งผ่านทางฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง โดยส่งผ่านทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม และการศึกษาของครูผู้สอน โดยส่งผ่านทางเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพศชายและเพศหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล และในด้านพารามิเตอร์ LX LY และ GA
4. โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล และในด้านพารามิเตอร์ LX LY GA BE และ PS

ภาควิชา ศึกษาศาสตร์

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา

ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

458 38039 27: MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEY WORD: FACTOR AFFECTING /GROWTH SCORES IN MATHEMATICS

SUPALUK JAISAWANGSUB: FACTORS AFFECTING THE GROWTH SCORES IN MATHEMATICS OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. AUYPORN RUENGTRAGUL, Ph.D., 185 pp. ISBN 974-17-5900-2

The purposes of this research were 1) to study factors effecting the growth scores in mathematics 2) to test the model invariance between male and female students and 3) to test the model invariance between dichotomous growth scores and partial credit growth scores. The developed model consisted of 7 latent variables and 12 observed variables. The research samples consisted of 334 Mathayom Suksa Three students and 11 teachers under the Department of General Education, Bangkok Metropolis. The data of growth scores in mathematics were secondary data obtaining from repeated measures, three-time-point measurement of mathematics achievement, with a four-week time-lag and using the same tests. Data were analyzed by descriptive statistics, Pearson's product moment correlation and advance statistical with path analysis and multi-group analysis by LISREL.

The major findings were as follows:

1. The model of growth scores in mathematics of Mathayom Suksa Three students was valid and fit to the empirical data. The model indicated that the Chi-square goodness of fit test was 2.295, $df = 5$, $p = 0.807$, GFI = 0.999, AGFI = 0.982 and RMR = 0.017. The model accounted 58.9 % of variance in growth scores of mathematics.

2. The growth scores in mathematics received the highest direct effects from economic of parents. The next direct effects were prior achievement, education of teacher and attitude toward mathematics of student. The growth scores in mathematics received the highest indirect effects from education of parents which pass on economic of parents and attitude toward mathematics. The next indirect effects were economic of parents which pass on prior achievement and education of teacher which pass on attitude toward mathematics.

3. The model of growth scores in mathematics of male and female students in Mathayom Suksa Three students indicated invariance of model form and parameter LX LY and GA.

4. The model of growth scores in mathematics of Mathayom Suksa Three students from dichotomous growth scores and partial credit growth scores indicated invariance of model form and parameter LX LY GA BE and PS.

Department	Educational Research	Student's signature
Field of study	Educational Measurement and Evaluation	Advisor's signature
Academic year	2004	Co-advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาแนะนำและดูแลเอาใจใส่ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ บ. 18 ทุกท่าน โดยเฉพาะ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวานิช ที่ให้คำแนะนำในการปรับแก้โครงร่างวิทยานิพนธ์ จนมีความชัดเจน ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิจัยการศึกษา ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา บวรกิตติวงศ์ และอาจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง ที่ให้ความกรุณาในการเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำชี้แนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยพร้อมทั้งให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการพัฒนาเครื่องมือ

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร อาจารย์และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณเพื่อนๆในสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา โดยเฉพาะ หนู่ย ปาล์ม อร ญี่ เน นัน ดี พีเอ็ม พีแจ๊ด ตลอดจนพี่และเพื่อน ในภาควิชาวิจัยการศึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยด้วยดีตลอดมา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกคนในครอบครัว สำหรับความรัก ความห่วงใย ความเอาใจใส่ กำลังใจ และสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญแผนภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	6
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ใช้ในการวิจัย.....	7
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการวัดพัฒนาการ.....	8
ตอนที่ 2 ทฤษฎีการเรียนรู้.....	10
ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	31
ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้างด้วยลิสเรล.....	33
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย.....	45
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	45
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	47
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	47
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	54

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน.....	59
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้.....	62
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการ วิชาคณิตศาสตร์.....	67
ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุ ปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์.....	72
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	86
สรุปการวิจัย.....	87
อภิปรายผลการวิจัย.....	89
ข้อเสนอแนะ.....	95
รายการอ้างอิง.....	97
ภาคผนวก.....	103
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	104
ภาคผนวก ข แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	105
ภาคผนวก ค แบบสอบถามข้อมูลนักเรียน.....	112
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลนักเรียน.....	114
ภาคผนวก จ แบบบันทึกคุณลักษณะของครู.....	116
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างคำสั่งและผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนน พัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์.....	118
ภาคผนวก ช ตัวอย่างคำสั่งและผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัย ที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการ ที่มีการตรวจให้ค่าแบบทวิภาคและให้คะแนนความรู้บางส่วน.....	140
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	185

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1	สรุปผลการวิจัยปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....29
2	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....46
3	ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับประเด็นชี้วัดในตารางโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....49
4	ค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....50
5	จำนวน และร้อยละของตัวแปรภูมิหลังของนักเรียนและครูผู้สอน.....61
6	ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่อเนื่องที่ใช้ในการศึกษา.....62
7	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิจัย.....65
8	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิจัยแยกตามเพศ.....66
9	ค่าสถิติผลการวิเคราะห์อิทธิพลของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการ วิชาคณิตศาสตร์ และผลการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร.....68
10	ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเพศชายและเพศหญิง.....73
11	เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัด ระหว่างกลุ่มประชากร.....74
12	ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่า คะแนนแบบทวิวิภาค (dichotomous) และได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้ บางส่วน (partial credit).....80

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Bloom.....	10
2	รูปแบบปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ตามแนวคิดของ Wang และคณะ.....	11
3	โมเดลของ Walberg (Walberg productivity model).....	12
4	รูปแบบของ Hamischfeger และ Wiley.....	13
5	ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของชั้นเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	14
6	องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	24
7	รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	26
8	ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียน.....	28
9	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	32
10	โมเดลใหญ่ในโปรแกรมลิสเรล.....	35
11	โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้ ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous).....	71
12	โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบและ สถานะของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ LX LY GA ไม่แปรเปลี่ยนระหว่าง นักเรียนเพศชายและเพศหญิง.....	78
13	โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบและ สถานะของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ LX LY GA BE PS ไม่แปรเปลี่ยน ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ.....	85

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาเป็นการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข หลักการจัดการศึกษาในปัจจุบัน ต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545)

กระบวนการจัดการศึกษาต้องสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ซึ่งการวัดพัฒนาการเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการจัดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน เนื่องจากการวัดพัฒนาการนั้นจะทำให้ทราบได้ว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด มีการพัฒนาไปตรงตามหลักสูตรที่ได้จัดตั้งขึ้นหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับ Turnbull (1987 cited in Marcia J. Belcher, 1987) ที่กล่าวว่า รากฐานความคิดของการประเมิน (root idea of assessing) เพื่ออยากรู้ว่านักเรียนเรียนรู้ได้เพิ่มขึ้นเท่าไร ในระหว่างที่อยู่ในโรงเรียน ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นความคิดที่ดีและสำคัญเท่านั้น แต่ยังเป็นเหมือนหัวใจสำคัญของแผนงานทางการศึกษา (education enterprise) นอกจากนี้การวัดพัฒนาการยังสามารถนำไปใช้ในการประเมินระบบการศึกษาที่จัดให้กับผู้เรียนด้วยว่ามีประสิทธิภาพในอันที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีเพียงใด (Willett, 1994 อ้างถึงใน อธิธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไถ, 2541)

จุดมุ่งหมายที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการวัดพัฒนาการนั้น นอกจากเพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีพัฒนาการมากน้อยเพียงใดก็คือ การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการ เพราะถ้าเรารู้ว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านการเรียนรู้ ซึ่งทำให้สามารถพัฒนาการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความเหมาะสมของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาได้เต็มตามศักยภาพ

ปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางการเรียนรู้ได้มากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนรู้ Jordan, Kaplan and Hanich (2002) ทำการศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ในระยะยาว (achievement growth) พบว่า ระดับสติปัญญาของผู้เรียน และระดับรายได้ของผู้ปกครอง เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง รวมทั้งผู้ปกครองมีรายได้สูง จะส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางการเรียนรู้ที่สูงตามไปด้วย

Muller, Stage and Kinzie (2001) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อชาติ และเพศ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอัตราพัฒนาการ (growth rate) ของนักเรียนก่อนเข้าเรียนมหาวิทยาลัย โดยมีตัวแปรที่ศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม (ประกอบด้วย การศึกษา อาชีพ และรายได้ของผู้ปกครอง) พฤติกรรมในการเรียนวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปริมาณเนื้อหาที่เรียนในโรงเรียน

ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณเนื้อหาที่สอนในโรงเรียนก่อนเข้าเรียนในระดับมหาวิทยาลัยเป็นตัวทำนายอัตราพัฒนาการที่ดี กล่าวคือถ้านักเรียนเรียนเนื้อหาในโรงเรียนมากก็จะส่งผลให้มีอัตราพัฒนาการที่สูง นอกจากนี้ยังพบว่า ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีแนวโน้มที่จะมีอัตราพัฒนาการทางการเรียนได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

Weiner and Robinson (1986) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศ ความสามารถทางปัญญา และบุคลิกภาพที่มีผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ในวัยรุ่น โดยทำการศึกษากับวัยรุ่นเพศชายและเพศหญิง ผลการวิจัย พบว่า วัยรุ่นเพศชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการใช้เหตุผลมากกว่าเพศหญิง และความสามารถในด้านการใช้เหตุผลนี้ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดในวัยรุ่นเพศชาย ความสามารถด้านภาษา เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดในวัยรุ่นเพศหญิง

นอกจากนั้น ทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom, 1976) ยังกล่าวว่า การเรียนรู้ของบุคคลจะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้เดิมหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมของผู้เรียน เนื่องจากถ้าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมดีย่อมช่วยให้รับความรู้ใหม่ได้มากกว่าผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้เดิมไม่ดี (อรุณี อ่อนสวัสดิ์, 2537)

บลูม (Bloom, 1976) ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของผู้เรียนและการเรียน สรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยแรกเป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย อันได้แก่ พื้นความรู้เดิมของผู้เรียน และความถนัด ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Walberg (1984 a, 1984 b, 1986 cited in Koutsoulis and Campbell, 2001) ที่กล่าวว่า ความถนัดของผู้เรียน เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ปัจจัยที่สองเป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะทางด้านจิตพิสัย ได้แก่ ความสนใจ เจตคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน การยอมรับความสามารถ เป็นต้น ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Wang, Haertel and Walberg (1993) ปัจจัยทางด้านจิตพิสัยก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในโรงเรียนเช่นเดียวกัน ส่วนปัจจัยที่สามเป็นปัจจัยทางด้านคุณภาพการสอน ได้แก่ การได้รับคำชี้แนะ การมีส่วนร่วมในการเรียน ซึ่งปัจจัยทางด้านคุณภาพการสอนนี้ยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Walberg (1984 a, 1984 b, 1986 cited in

Koutsoulis and Campbell, 2001) ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบทางการสอน ได้แก่ ปริมาณ เนื้อหาในการสอนของครู และคุณภาพการสอน ที่ต่างก็ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

นอกจากปัจจัยทั้งสามด้านที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูมแล้ว ตามทฤษฎี การเรียนรู้ของ Wang et al. (1993) ยังมีปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมทางครอบครัวซึ่งเป็นปัจจัยที่ ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมของผู้ปกครอง ทักษะติของผู้ปกครอง การสนับสนุนการศึกษาของผู้ปกครอง เป็นต้น นอกจากนี้ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Walberg ปัจจัยทางการศึกษาของผู้ปกครอง อาชีพของผู้ปกครอง และรายได้ของครอบครัว ต่างก็มี อิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยเช่นเดียวกัน

จากทฤษฎีการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น จะพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น ประกอบด้วยหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยทางด้านคุณลักษณะของผู้เรียน ปัจจัยทางด้านครูผู้สอนและ ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่บ้าน ต่างก็ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่ต่างกัน เมื่อ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วย่อมส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี และ เมื่อผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีแล้ว ก็จะส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางการเรียนรู้ที่ดีตามไปด้วย (Muller et al., 2001)

ในการจัดการศึกษาทุกระดับชั้น วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนทุก ระดับชั้น ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์มีความสำคัญในระบบการศึกษาอย่างมาก และมีบทบาทสำคัญยิ่ง ต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระเบียบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ช่วย พัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญที่ไม่อาจ ละเลยได้เลย ในประเทศไทยวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่หน่วยงานทางการศึกษาของรัฐหลายฝ่าย ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก แต่จากการรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ พบว่า ผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (General Achievement Test) วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระหว่าง ปีการศึกษา 2543 ถึง 2545 ที่ผ่านมา นักเรียนได้ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 31.22 32.37 และ 39.08 ตามลำดับ (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2547) จากผลการประเมินที่ได้นี้ แสดงให้เห็นว่าถึงแม้นักเรียนจะมีแนวโน้มคะแนนเพิ่มสูงขึ้น ใน แต่ละปี แต่คะแนนที่ได้ก็ยังไม่สูงนัก คืออยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ถึงร้อยละ 50 ดังนั้นความพยายามที่จะ ศึกษาวิจัยค้นหาว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น จึง

ควรได้รับการส่งเสริมให้เกิดขึ้น แต่จากการศึกษางานวิจัย พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่ ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่านั้น ในส่วนของปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษามาก่อนหน้านี้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อพัฒนาการของผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นสารสนเทศให้กับครู อาจารย์ นักศึกษา ผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาจะได้นำข้อมูลไปใช้ในการจัดปัจจัยเพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมผู้เรียนให้มีพัฒนาการทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการ โครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง
3. เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการ โครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่มีการให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ฐานข้อมูลคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ของ อวยพร เรืองตระกูล (2544) ซึ่งคะแนนพัฒนาการได้จากคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญการศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร ที่มีการวัดซ้ำ (repeat) 3 ครั้ง โดยใช้แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกัน และมีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit) ระยะเวลาเก็บข้อมูลห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 635 คน เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลัง ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสามารถตามเก็บรวบรวมข้อมูลได้ มีจำนวนทั้งสิ้น 334 คน
2. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญการศึกษา
เขตกรุงเทพมหานคร
3. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัย พบว่ามีตัวแปรเกี่ยวข้องหลายตัวแปร แบ่งเป็น *ตัวแปรด้านผู้เรียน* ได้แก่ เพศ เชื้อชาติ ปัญญา ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความถนัดทางการเรียน ความวิตกกังวล นิสัยในการเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง ความคิดสร้างสรรค์ ปัญหาส่วนตัว การกำกับตนเองในการเรียน เป็นต้น *ตัวแปรด้านครูผู้สอน* ได้แก่ การศึกษาของครู ประสบการณ์ คุณภาพการสอน สภาพการจัดการเรียนการสอน เป็นต้น *ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน* ได้แก่ รายได้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง อาชีพของผู้ปกครอง ความคาดหวังของผู้ปกครอง และการเอาใจใส่ของผู้ปกครอง เป็นต้น

เนื่องจากตัวแปรที่เกี่ยวข้องบางตัวไม่สามารถนำมาศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ได้ เช่น ในงานวิจัยต่างประเทศ มีตัวแปรขนาดของชั้นเรียน แต่เนื่องจากโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลมีขนาดของชั้นเรียนใกล้เคียงกัน ดังนั้น ตัวแปรนี้จึงไม่ได้นำมาใช้ศึกษาด้วย และเนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ ต้องเก็บข้อมูลย้อนหลังจากกลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่ ซึ่งมีข้อจำกัดที่จะศึกษาตัวแปรได้เพียงบางตัว ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปร ดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 6 ตัวแปร โดยแบ่งเป็นตัวแปรแฝงภายนอก 2 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรแฝงการศึกษาของผู้ปกครอง วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ ระดับการศึกษาของบิดาและระดับการศึกษาของมารดา ตัวแปรแฝงประสบการณ์ของครูผู้สอน วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ อายุราชการ และการได้รับการอบรมทางด้านการสอน

ตัวแปรแฝงภายใน 3 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรแฝงฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ รายได้ของบิดาและรายได้ของมารดา ตัวแปรแฝง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรแฝงการศึกษาของครู วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ ระดับการศึกษาของครู และสาขาที่จบการศึกษา ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเกรดเฉลี่ยรวมทุกวิชา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542

3.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 1 ตัว คือ พัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (growth) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ คะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีการประมาณค่าคะแนนพัฒนาการด้วยโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model: LGCM)

ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังของตัวแปรด้านนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ระดับการศึกษาของบิดามารดา รายได้ของบิดามารดาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม และเก็บข้อมูลย้อนหลังของตัวแปรด้านครูผู้สอน ได้แก่ ระดับการศึกษา สาขาวิชาที่จบการศึกษา อายุราชการและการได้รับการอบรมทางด้านการสอน ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากตัวแปรเหล่านี้ จึงเป็นการรายงานข้อมูลย้อนหลังของนักเรียนและครู ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง และได้พยายามอธิบายให้นักเรียนและครูเข้าใจ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ถือว่าข้อมูลทั้งหมดนี้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามความเป็นจริง

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม หมายถึง ระดับผลการเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำมาจาก ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเกรดเฉลี่ยรวม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การแสดงออกในรูปความพอใจ เห็นด้วย หรือสนับสนุน หรือชอบ ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ โดยวัดจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดย กฤษณา กิจดี (2535) ประกอบด้วยการวัดเจตคติทางตรง จำนวน 11 ข้อ และการวัดเจตคติทางอ้อม จำนวน 16 ข้อ

คะแนนพัฒนาการ หมายถึง ขนาดการเปลี่ยนแปลงของคะแนนที่แสดงถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากที่ได้รับการเรียนการสอนแล้ว ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับเดียวกัน เป็นเวลา 3 ครั้ง ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 สังกัดกรมสามัญการศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร โดยวัดจากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการตรวจให้คะแนนแบบทวิวิภาค(dichotomous) และตรวจให้คะแนนความรู้อย่างบางส่วน (partial credit) และประมาณค่าคะแนนพัฒนาการด้วยโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model: LGCM) ซึ่งเป็นฐานข้อมูล จากงานวิจัยของ อวยพร เรื่องตระกูล (2544)

คะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้ค่าแบบทวิภาค หมายถึง คะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้ค่าเป็น 1 และ 0 โดยที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

คะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน หมายถึง คะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนได้หลายค่า ตามความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทำแบบทดสอบที่วัดความรู้บางส่วน

คะแนนพัฒนาการที่มีการประมาณค่าด้วยโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝง หมายถึง คะแนนพัฒนาการที่มีการประมาณค่าตามโมเดลที่มีแนวความคิดว่า คะแนนการวัดแต่ละครั้งเป็นคะแนนประกอบ (composite score) ที่ประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น ส่วนที่สอง เป็นองค์ประกอบของคะแนนพัฒนาการทั้งหมด และส่วนที่สามเป็นองค์ประกอบเฉพาะ ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนในการวัด มีการประมาณค่าตามโมเดลพัฒนาการ โดยการใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) วิเคราะห์ตัวแปรแฝงและความคลาดเคลื่อนของส่วนที่เหลือ และตรวจสอบโมเดลด้วยสมการโครงสร้างเชิงยืนยัน ซึ่งโมเดลนี้ถือเป็นโมเดลที่ดีที่สุดในการวัดพัฒนาการ (Stoolmiller, 1995 อ้างถึงใน อวยพร เรื่องตระกูล, 2544)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้โมเดลเชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
2. ได้สารสนเทศเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อครูผู้สอน ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนนโยบาย พัฒนารูปแบบในการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและเป็นแนวทางในการปรับปรุง ส่งเสริม สนับสนุนผู้เรียน ให้มีพัฒนาการทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาในการนำเสนอออกเป็น 4 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการวัดพัฒนาการ ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย และตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้างด้วยลิสเรล โดยมีรายละเอียดในเนื้อหาสาระแต่ละตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการวัดพัฒนาการ

แนวคิดของวิธีการวัดพัฒนาการได้มีการพัฒนามาเป็นระยะเวลานานหลายปี นับตั้งแต่ การเริ่มต้นศึกษาของ Thorndike และ Thomson เมื่อ ค.ศ. 1924 เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบัน (Thomson, 1924; Thorndike, 1924 อ้างถึงใน ประสิทธิ์ ไชยกาล, 2539) โดยสามารถแบ่งได้เป็นสองแนวคิด (ประสิทธิ์ ไชยกาล, 2539; อธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไล, 2541; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ดังนี้

1. แนวคิดแรกเป็นวิธีการวัดพัฒนาการแบบดั้งเดิม (classical methods for measuring change) การวัดพัฒนาการตามแนวคิดนี้ มีการวัดเพียง 2 ครั้ง คือก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีการวัดคะแนนผลต่าง (difference scores) การวัดพัฒนาการที่แท้จริงของลอร์ด (estimated true gain score) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการส่วนที่เหลือ (residual change score) วิธีการวัดพัฒนาการที่เป็นอิสระจากคะแนนสอบก่อนเรียน (base-free measure of change) วิธีการวัดพัฒนาการจากคะแนนเพิ่มมาตรฐาน (standard score method) วิธีการวัดพัฒนาการจากลอการิทึมของคะแนนดิบ (logarithm of observed score method) วิธีการวัดพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain score) วิธีการวัดพัฒนาการโดยขจัดอิทธิพลเพดาน ของ อรุณี อ่อนสวัสดิ์ (2537) เป็นต้น

การวัดพัฒนาการแบบดั้งเดิมยังมีข้อจำกัด โดยเฉพาะวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ คือมีการอนุโลมให้ความคลาดเคลื่อนของการวัดในครั้งแรกกับการวัดในครั้งหลังนั้นสามารถหักลบกันหมดพอดี ซึ่งเป็นการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical test theory) นอกจากนี้การวัดเพียงสองครั้ง ไม่สามารถอธิบายกระบวนการของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างเพียงพอ และการวัดเพียงสองครั้ง จะทำให้พัฒนาการที่ได้อยู่ในรูปสมการเชิงเส้นตรง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วพัฒนาการที่เกิดขึ้นอาจอยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นโค้งก็ได้ (อรุณี อ่อนสวัสดิ์, 2537; เอี่ยมพร หลินเจริญ, 2539; ประสิทธิ์ ไชยกาล, 2539; อธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไล, 2541; มนต์ทิวา ไชยแก้ว, 2542)

2. แนวคิดในการวัดพัฒนาการแนวใหม่ (recent method for measuring change) การวัดพัฒนาการในแนวคิดนี้ เป็นการวัดตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป ซึ่งเป็นการศึกษากระบวนการพัฒนาที่มีการวัดหลาย ๆ ครั้ง เป็นวิธีการที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างกว้างขวาง ครอบคลุม มีความชัดเจน และมีการคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในการวัดด้วย การวัดพัฒนาการในแนวใหม่นี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม (สมถวิล วิจิตรวรรณ, 2543) กลุ่มแรกเป็นการประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model) ได้แก่ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลกึ่งซิมเพิลหรือการถดถอยแบบออต เป็นต้น กลุ่มที่สองเป็นการประยุกต์ใช้โมเดลสัมประสิทธิ์เชิงสุ่ม (Random Coefficient Models) ได้แก่ โมเดลพหุระดับ กลุ่มที่สาม เป็นกระบวนการวิธีการทฤษฎีการวัดเชิงพลวัต (Dynamic Measurement Theory) ได้แก่ โมเดลราล์ซพหุมิติ โมเดลการวัดตัวแปรพลวัตลำดับชั้น และกลุ่มที่สี่การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ทาง เศรษฐศาสตร์ (Economic Analysis Approaches) ได้แก่ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

การวัดพัฒนาการที่มีการประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างนั้น ได้มีการพัฒนาเป็นโมเดลต่าง ๆ ขึ้นมากมาย แต่โมเดลที่ได้รับความนิยมและใช้กันมากในการวัดพัฒนาการนั้น ได้แก่ โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model) โมเดลนี้ถือเป็นโมเดล ที่ดีที่สุดในการวัดพัฒนาการ (Stoolmiller, 1995 อ้างถึงใน อวยพร เรื่องตระกูล, 2544)

โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model) ใช้ในการศึกษาพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงทางด้านสติปัญญาของกลุ่มคนตลอดช่วงเวลาที่มีการวัด การเปลี่ยนแปลง (อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไธ, 2541) โมเดลนี้ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะรูปแบบความแตกต่างของแต่ละบุคคลอย่างเป็นระบบในการวัด การเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงเวลา (a systematic pattern of individual difference in chance over time) โมเดลนี้มีลักษณะการวิเคราะห์แบบแผนของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่สมบูรณ์และข้อมูลที่ขาดหาย เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความแปรเปลี่ยนที่เกิดขึ้น ทั้งในเชิงพัฒนาการ (growth) หรือความเสื่อมถอย (decline) โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงนี้มีจุดเด่นที่การแสดงรูปแบบของพัฒนาการตามลักษณะพัฒนาการของแต่ละบุคคลตามแบบแผนการเปลี่ยนแปลงหรือกระบวนการของพัฒนาการ (developmental process) อันเกิดจากข้อมูลระยะยาว (longitudinal data) และมีโครงสร้างของโมเดลที่คล้ายคลึงกับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว โดยกำหนดให้มีตัวแปรแฝง ค่าคะแนนเฉลี่ยของผลการวัดครั้งแรกเป็น องค์ประกอบเริ่มต้นและตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด นอกจากนี้ยังเพิ่มตัวแปรสังเกตได้ให้เป็นค่าคงที่ (constant) มีค่าเท่ากับ 1 และความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงในแต่ละองค์ประกอบอีกด้วย (อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไธ, 2541)

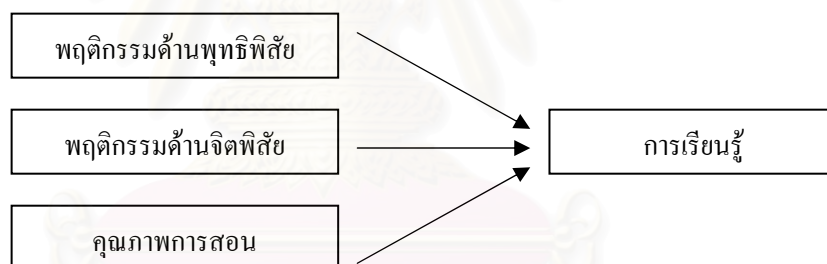
ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้

2.1 แนวคิดของ Bloom

Bloom (1976; ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ, 2531; อธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์, 2542) ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของผู้เรียนและการเรียน สรุปได้ว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ มี 3 ตัวแปรคือ

1. ตัวแปรที่เกี่ยวกับพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Entry Behaviors) หมายถึง การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนและมีมาก่อนการเรียน อันได้แก่ ความถนัดและพื้นความรู้เดิมของนักเรียน
2. ตัวแปรที่เกี่ยวกับลักษณะทางด้านจิตพิสัย (Affective Entry Characteristics) หมายถึง สถานการณ์ที่ผู้เรียนจะแสดงออกเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้แก่ ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหา ที่เรียนในโรงเรียน การยอมรับความสามารถ และบุคลิกภาพ
3. คุณภาพการสอน (Quality of instruction) หมายถึง ประสิทธิภาพซึ่งผู้เรียนจะได้รับผลสำเร็จในการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และการเรียนรู้ผลสะท้อนกลับของการกระทำว่าถูกต้องหรือไม่

แนวคิดการเรียนรู้ของ Bloom เขียนเป็นแผนภาพได้ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Bloom

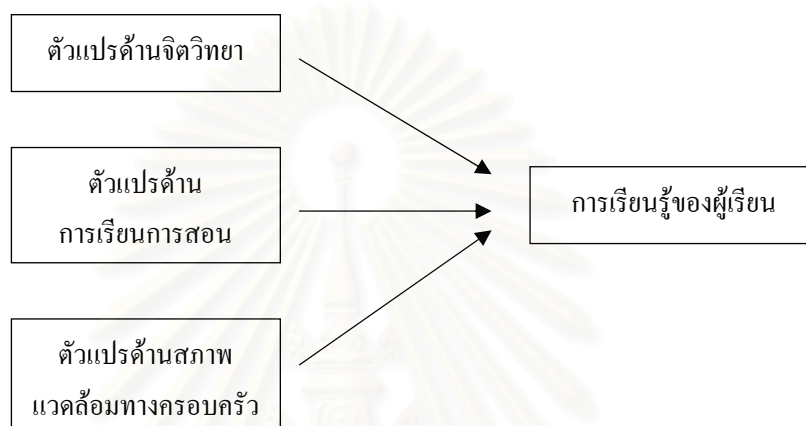
2.2 แนวคิดของ Wang, Haertel และ Walberg

Wang, Haertel and Walberg (1993 อ้างถึงใน อธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์, 2542) ได้ทำการศึกษาวินิจฉัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดการเรียนรู้ของนักเรียนมี 3 ด้านด้วยกัน ดังนี้

1. ตัวแปรด้านจิตวิทยา (psychological) เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในโรงเรียนอย่างมาก เช่น ตัวแปรด้านพุทธิพิสัย บรรยากาศในการเรียน และตัวแปรทางด้านจิตพิสัย
2. ตัวแปรด้านการเรียนการสอน (instruction) ได้แก่ ตัวแปรด้านรูปแบบการเรียนการสอน เทคนิคการสอน พฤติกรรมการสอนของครู และการเสริมแรงของครูผู้สอน

3. ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางครอบครัว (home environment) ได้แก่ ตัวแปรที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ปกครอง ทัศนคติของผู้ปกครอง การสนับสนุนการศึกษาของผู้ปกครอง และความคาดหวังต่อความสำเร็จทางการศึกษาของนักเรียน เป็นต้น

จากการศึกษาของ Wang, Haertel and Walberg สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังแผนภาพที่ 2



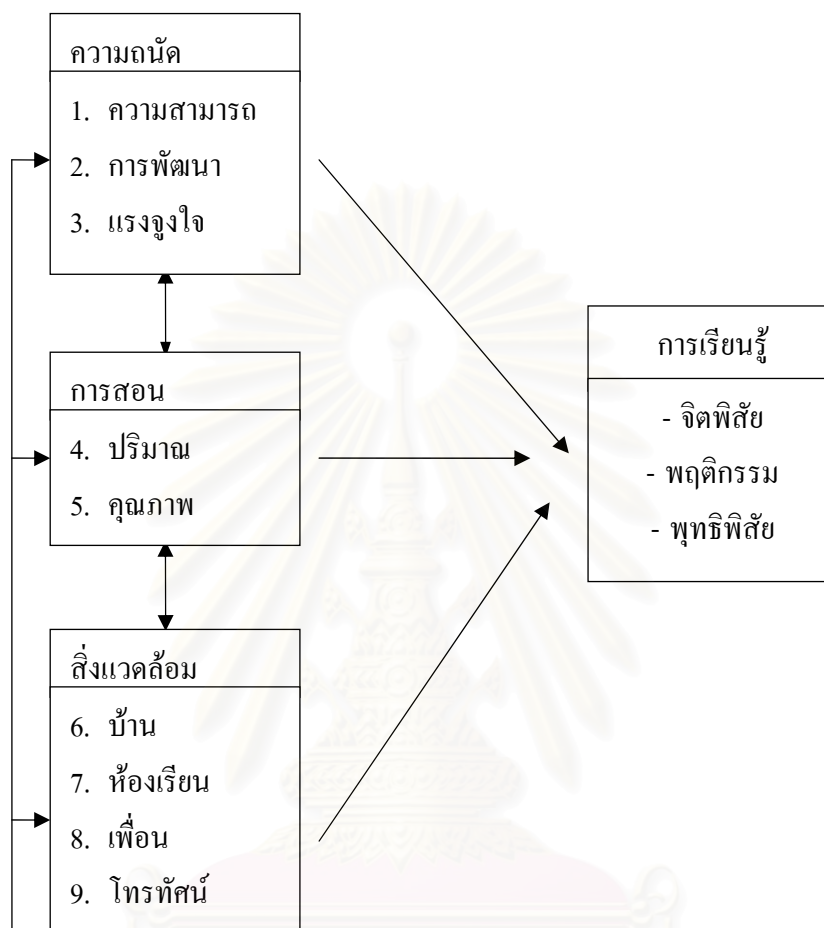
แผนภาพที่ 2 รูปแบบปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Wang และคณะ

2.3 แนวคิดของ Walberg

Walberg (1984 a , 1984 b, 1986 cited in Koutsoulis and Campbell, 2001) เสนอโมเดลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทางด้านจิตพิสัย พฤติกรรม และ พุทธิพิสัย โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 9 ปัจจัย ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านความถนัด (aptitude) ประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านความสามารถของผู้เรียน (ability) การพัฒนาตนเอง (development) และแรงจูงใจ (motivation)
2. องค์ประกอบทางการสอน (instruction) ประกอบด้วยปัจจัยที่เกี่ยวกับปริมาณ ในการสอนของครู (amount) และคุณภาพการสอน (quality)
3. องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม (environment) ประกอบด้วย ปัจจัยที่บ้าน ห้องเรียน เพื่อน และ โทรทัศน์

ปัจจัยทั้ง 9 ปัจจัยนี้จะส่งผลต่อการเรียนรู้ทางด้านจิตพิสัย พฤติกรรม และ พุทธิพิสัย สามารถเขียนเป็นโมเดลได้ดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 โมเดลของ Walberg (Walberg productivity model)

2.4 แนวคิดของ Hamischfeger และ Wiley

Hamischfeger and Wiley (1976 อ้างถึงใน นิตยา เหมอดิษฐา, 2543) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยผสมผสานแนวคิดบางส่วนจากแนวคิดพื้นฐานของ Carroll และแนวคิดของ Bloom ทำให้ได้ตัวแปรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. กลุ่มตัวแปรภูมิหลัง (background characteristics) แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1.1 ภูมิหลังของครู ซึ่งประกอบด้วย ภูมิหลังทางครอบครัวและสังคม อายุ เพศ และการศึกษาของครู เป็นต้น

1.2 ภูมิหลังของนักเรียน ประกอบด้วย ภูมิหลังทางครอบครัวและสังคม อายุ เพศ ความรู้พื้นฐานเดิม ความถนัด และแรงจูงใจ เป็นต้น

1.3 องค์ประกอบของหลักสูตรและสถาบัน ประกอบด้วย คุณลักษณะของประเทศ ชุมชน ท้องถิ่นและโรงเรียน เช่น ตัวหลักสูตร ความอุดมสมบูรณ์ของท้องถิ่น ขนาดของโรงเรียน เป็นต้น

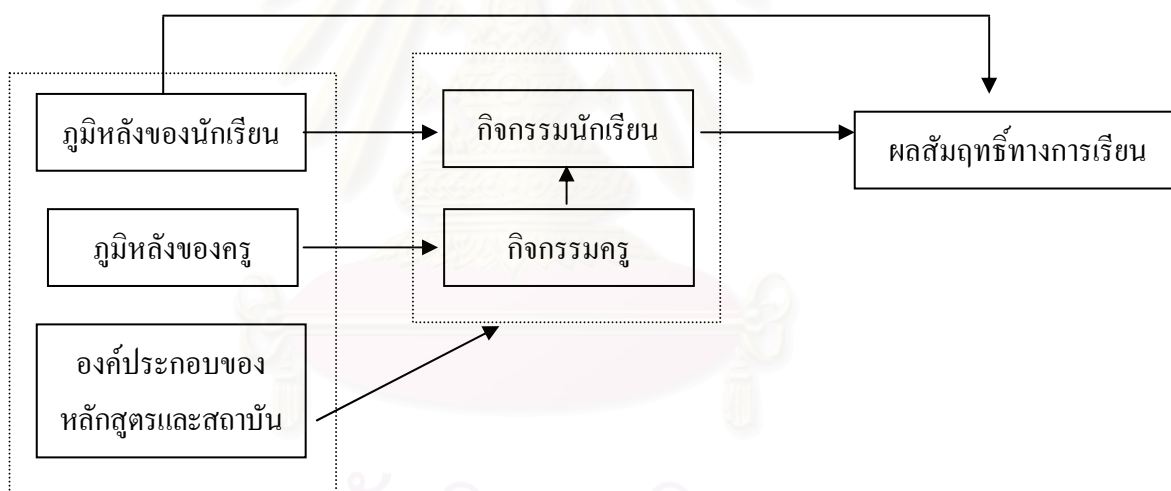
2. ตัวแปรกระบวนการเรียนการสอน (teaching-learning process) แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่

2.1 กิจกรรมการเรียนของนักเรียน หมายถึง สิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการเรียน การสอน เช่น ฟังครูอธิบาย ซักถามปัญหา ตอบคำถาม เป็นต้น

2.2 กิจกรรมของครู หมายถึง สิ่งที่ครูกระทำในกระบวนการเรียนการสอน

3. ตัวแปรผลลัพธ์หรือผลผลิตที่เกิดจากการเรียนการสอน (outcome) ซึ่งได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาของ Hamischfeger และ Wiley สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 รูปแบบของ Hamischfeger และ Wiley

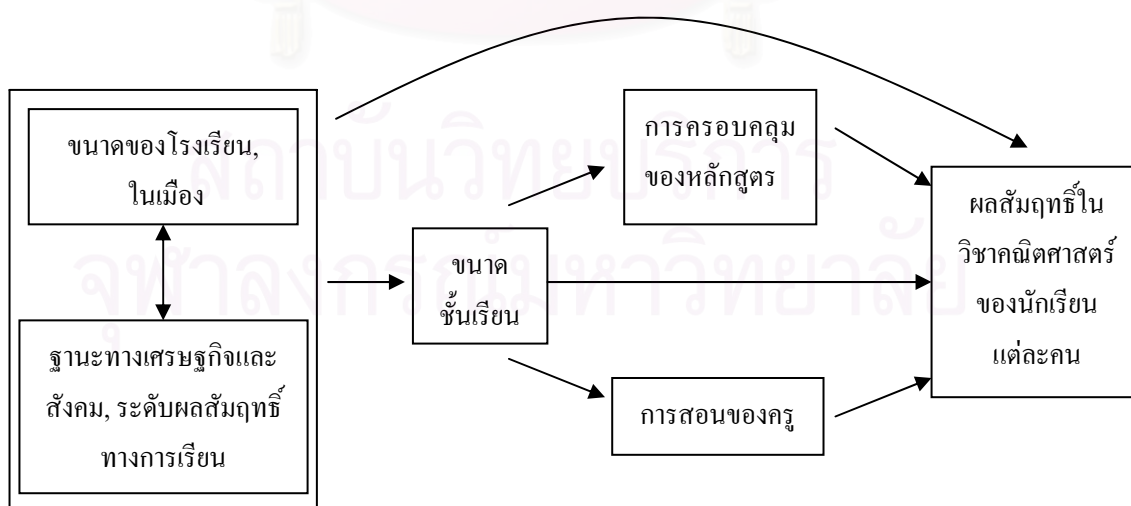
จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้นั้น ประกอบด้วยปัจจัยทางด้านนักเรียน ได้แก่ ความถนัด พื้นความรู้เดิม เจตคติต่อวิชา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นต้น ปัจจัยทางด้านครูผู้สอน ได้แก่ คุณภาพการสอน การเสริมแรงจากครูผู้สอน ประสบการณ์ของครูผู้สอน ปริมาณเนื้อหาที่สอน เป็นต้น และปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมทางครอบครัว ได้แก่ การสนับสนุนของผู้ปกครอง ทักษะคิดของผู้ปกครอง ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม ความคาดหวังต่อความสำเร็จของนักเรียน เป็นต้น

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

การศึกษาจาก Project STAR ของรัฐ Tennessee ที่ศึกษาขนาดของชั้นเรียน (class size) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาการอ่าน โดยทำการศึกษากับนักเรียน จำนวน 6,829 คน ในระดับ K-3 โดยสุ่มนักเรียนที่มีขนาดชั้นเรียนเล็กและใหญ่ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนในชั้นเรียนขนาดเล็ก (small class size) มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเพิ่มขึ้นประมาณหนึ่งในสามของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และยังพบอีกว่า ผลที่ได้จากการจัดชั้นเรียนขนาดเล็กนี้ จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเป็นเวลา 5 ปี หลังจากที่นักเรียนเริ่มเรียนเมื่อจัดชั้นเรียนขนาดเล็ก (Nye, Hedges and Konstantopoulos, 1999 cited in Pong and Pallas, 2001)

นอกจากนั้น Pong and Pallas (2001) ยังศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของชั้นเรียน การครอบคลุมของหลักสูตร (curriculum coverage) และการสอนของครู (instructional) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 จากประเทศออสเตรเลีย แคนาดา ฝรั่งเศส เยอรมัน ฮองกง เกาหลี ไช่แลนด์ สิงคโปร์และสหรัฐอเมริกา โดยใช้ข้อมูลจาก Third International Math and Science Study (TIMSS) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็ม โดยมีโมเดลในการวิจัย ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของชั้นเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัย พบว่า ประการแรกขนาดของชั้นเรียนมีผลต่อการสอนของครู โดยชั้นเรียนที่มีขนาดเล็ก ครูจะสามารถให้คำอธิบายกับนักเรียนในชั้นเรียนได้ครอบคลุมมากกว่าชั้นเรียนที่มีขนาดใหญ่ ประการที่สอง ชั้นเรียนที่มีขนาดเล็ก ครูจะมีเวลาในการอภิปรายหัวข้อนั้น ได้ครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรมากกว่าชั้นเรียนขนาดใหญ่ ซึ่งผลจากความสัมพันธ์ทั้งสองประการนี้ ทำให้ นักเรียนแต่ละคนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

Maryellen Schaub and David Baker (Bracey, 1991) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 โดยเปรียบเทียบระหว่างประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น พบว่าคะแนนของนักเรียนในประเทศญี่ปุ่นใกล้เคียงกัน (มีส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานแคบ) ในขณะที่คะแนนของนักเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกามีการกระจายมาก (มีส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานกว้าง) และยังพบอีกว่าตัวแปรในด้านคุณภาพการสอนของครู มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

Weiner and Robinson (1986) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศ ความสามารถทางปัญญาและบุคลิกภาพที่มีผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ในวัยรุ่น โดยทำการศึกษากับวัยรุ่นเพศชาย 77 คน เพศหญิง 62 คน โดยใช้แบบสอบ Scholastic Aptitude Test (SAT) วัดความสามารถทางการใช้เหตุผล (SAT-M) และวัดความสามารถทางภาษา (SAT-V) ทดสอบกับนักเรียนเกรด 8 ที่ได้คะแนนในตำแหน่งสเตนที่ตั้งแต่ 4 ขึ้นไป โดยมีสมมติฐานในการวิจัยว่า

1. เพศชายมีความสามารถทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการใช้เหตุผลมากกว่าเพศหญิงอย่าง มีนัยสำคัญ
2. ความสามารถทางการใช้ภาษา (verbal ability) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (spatial ability) องค์ประกอบบุคลิกภาพ (personality factors) ในวัยรุ่นเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน
3. ความสามารถทางด้านการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (mathematical reasoning ability) ความสามารถทางการใช้ภาษา ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบบุคลิกภาพ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ได้แตกต่างกัน

ผลการวิจัย พบว่า วัยรุ่นเพศชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการใช้เหตุผลมากกว่าเพศหญิง และความสามารถในด้านการใช้เหตุผลนี้ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดที่วัยรุ่นเพศชาย ความสามารถด้านภาษา เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดที่วัยรุ่นเพศหญิง ทั้งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และองค์ประกอบบุคลิกภาพเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่มีนัยสำคัญ ทั้งในเพศชายและเพศหญิง

Hadfield, Littleton, Steiner, and Woods (1998) ทำการศึกษาตัวทำนายความมีประสิทธิภาพของครูระดับประถมศึกษาในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยศึกษากับครูจำนวน 48 คน โดยให้ครูแต่ละคนทำการสอนให้กลุ่มเพื่อนดู ผลการศึกษา พบว่า ตัวทำนายความมีประสิทธิภาพของครูในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ มีดังต่อไปนี้ คือ การเตรียมการสอนของครู รูปแบบการสอน ความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาและความสามารถในการรับรู้

Malpass, O' Nell and Hocesvar (1999) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกำกับตนเองในการเรียน (self-regulation) การกำหนดเป้าหมาย (goal orientation) การรับรู้ความสามารถของตนเอง (self-efficacy) ความกังวล (worry) และผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 144 คน ซึ่งเป็นเพศชาย 78 คน และเพศหญิง 66 คน ในเกรด 10-12 จากโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในทางตอนใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (structural equation model)

ผลการวิจัยพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียน และมีความสัมพันธ์ทางลบกับความกังวลใจ

การกำหนดเป้าหมายหรือคุณค่าในตนเอง มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการกำกับตนเองในการเรียน และความกังวลใจ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการรับรู้ความสามารถของตนเอง หรือผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์

เพศชายมีความกังวลน้อยกว่าและมีการรับรู้ความสามารถของตนเอง ในวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าเพศหญิง

Koutsoulis and Campbell (2001) ศึกษาอิทธิพลของพฤติกรรมและฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่ประกอบด้วยมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง (self-concepts) เจตคติต่อโรงเรียน (attitude toward school) และความปรารถนา (aspiration) โดยที่การศึกษานี้อยู่บนพื้นฐานโมเดลของ Walberg (1984a, 1984b, 1986 cited in Koutsoulis and Campbell, 2001) โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของนักเรียนจำนวน 737 คน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เส้นทาง (path analysis)

ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ดีที่สุด คือ ความรู้ความสามารถเดิม (prior ability) ของนักเรียน

มโนภาพของตนเองเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ดี แรงกดดันจากผู้ปกครอง (pressure) เป็นตัวทำนายแรงจูงใจ

และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในทางลบ โดยเฉพาะในเพศหญิง การได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครอง (parental psychological support) พบว่า มีอิทธิพลทางตรงต่อแรงจูงใจของนักเรียน และมีผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม (socioeconomic) พบว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากมีอิทธิพลทางตรงต่อความต้องการทางด้าน การศึกษา (educational aspirations) แรงกดดัน การส่งเสริมทางจิตใจ และมีอิทธิพลทางอ้อมต่อ ความรู้เดิม ความต้องการทางด้านการศึกษา เจตคติต่อโรงเรียน มโนภาพของตนเองเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

Muller, Stage and Kinzie (2001) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อชาติ และเพศ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอัตราพัฒนาการ (growth rate) ของนักเรียนก่อนเข้าเรียนมหาวิทยาลัย โดยมีตัวแปรที่ศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม (ประกอบด้วย การศึกษา อาชีพ และรายได้ของผู้ปกครอง) พฤติกรรมในการเรียนวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปริมาณเนื้อหาที่เรียนในโรงเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนจากเชื้อสายอเมริกันผิวดำ (African American) ลาตินอเมริกา (Latino) พวกผิวขาว (White) และเชื้อสายอเมริกันเอเชีย (Asian American) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เอชแอลเอ็ม

ผลการวิจัย พบว่า ในตอนต้นเพศชายมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนดีกว่าเพศหญิงในชนชาติเดียวกัน นักเรียนเชื้อสายอเมริกันผิวดำที่เป็นเพศหญิงมีอัตราพัฒนาการทางการเรียนที่ต่ำกว่า ชนชาติอื่นๆ นักเรียนเชื้อสายอเมริกันเอเชียเพศชาย มีอัตราพัฒนาการทางการเรียนสูงที่สุด ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม และระดับความรู้พื้นฐานเดิมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนั้น ผลการวิจัยยังพบว่า ปริมาณเนื้อหาที่สอนในโรงเรียนก่อนเข้าเรียนในระดับมหาวิทยาลัย เป็นตัวทำนายอัตราพัฒนาการที่ดี กล่าวคือถ้านักเรียนเรียนเนื้อหาในโรงเรียนมามากก็ จะส่งผลให้มีอัตราพัฒนาการที่สูง

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีแนวโน้มที่จะมีอัตราพัฒนาการทางการเรียนได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมมีความสัมพันธ์ ในทางบวกกับพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Jordan, Kaplan and Hanich (2002) ทำการศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ในระยะยาว (achievement growth) ของเด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้ (learning difficulties) ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษากับเด็กที่มีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์และเด็กที่มีปัญหาในด้านการอ่าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมี 180 คน โดยในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเด็กเป็น 4 กลุ่ม คือ เด็กที่มีปัญหาทั้งในการเรียนคณิตศาสตร์และการอ่าน เด็กที่มีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างเดียว เด็กที่มีปัญหาใน

การอ่านอย่างเดี่ยว และเด็กที่ไม่มีปัญหาทั้งการเรียนคณิตศาสตร์และในด้าน การอ่าน ผลการศึกษาพบว่า เด็กที่มีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างเดี่ยว มีอัตราพัฒนาการ ที่เร็วกว่าเด็กที่มีปัญหาทั้งในการเรียนคณิตศาสตร์และการอ่าน ความสามารถทางด้านการอ่าน มีอิทธิพลต่อพัฒนาการของเด็กในวิชาคณิตศาสตร์ แต่ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ไม่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการในการอ่านของเด็ก นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่า ระดับสติปัญญาของเด็ก และระดับรายได้มีอิทธิพลต่อพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 งานวิจัยในประเทศไทย

ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา (2523) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนโปรแกรมที่ 1 กับ โปรแกรมที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521

ผลการวิจัยพบว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนักเรียนที่เรียน โปรแกรมที่ 1 และ โปรแกรมที่ 2

จันทร์เพ็ญ ธนาสุภกรกุล (2525) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

อูรี ลิ้มพิสุทธิ์ (2525) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบบางประการซึ่งไม่ใช่ความสามารถทางสติปัญญา ได้แก่องค์ประกอบทางด้านตัวนักเรียน องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และภูมิหลังของครอบครัวองค์ประกอบทางด้าน โรงเรียน และองค์ประกอบทางด้านโรงเรียนและองค์ประกอบทางด้านกิจกรรมนอกชั้นเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หาสมการถดถอยพหุคูณเพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้องค์ประกอบบางประการซึ่งไม่ใช่ความสามารถทางสติปัญญาเป็นตัวพยากรณ์ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2525 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 398 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับ ตัว พยากรณ์ 17 ตัว ในองค์ประกอบซึ่งไม่ใช่ความสามารถทางสติปัญญาทั้ง 4 ด้าน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.01 2) ตัวพยากรณ์ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรียน ตามลำดับความสำคัญ ได้แก่ ขนาดของโรงเรียน การเข้าแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ การสอบซ่อม วิชาคณิตศาสตร์ เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการทำอุปกรณ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตัวพยากรณ์เหล่านี้สามารถร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 52.81

วัลลภา จันทร์เพ็ญ (2526) ศึกษานิสัยในการเรียน ทักษะคิดต่อการเรียนและความรับผิดชอบ ของนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงและนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนต่ำ แล้วสร้าง สมการทำนายสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงและต่ำจาก ตัว ทำนายที่ดีที่สุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดกองการมัธยมศึกษาศึกษา กรมสามัญศึกษา ในส่วนกลาง เขตกรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 320 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงมีนิสัยในการเรียน ทักษะคิดต่อ การเรียนดีกว่านักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนต่ำ และนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงมี ความรับผิดชอบสูงกว่านักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนต่ำ 2) นิสัยในการเรียน ทักษะคิดต่อการ เรียน และความรับผิดชอบมีความสัมพันธ์กับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนทั้งกลุ่มที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการ เรียนสูงและต่ำในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 3) นิสัยในการเรียน ทักษะคิดต่อการเรียน และ ความรับผิดชอบร่วมกันพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มอย่างมี นัยสำคัญ ที่ระดับ .01

รัตนา ดวงแก้ว (2526) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเขาวัวปัญญา สภาพแวดล้อมทางปัญญา ฐานะทางสังคมมิติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 314 คน

ผลการวิจัยพบว่า เขาวัวปัญญามีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางปัญญาในทางบวก อย่าง มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ฐานะทางสังคมมิติ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ .05 สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างเขาวัวปัญญา สภาพแวดล้อมทางปัญญา ฐานะทาง สังคมมิติ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.142 และตัวแปรทำนายที่สำคัญมีเพียง ตัวเดียว คือ ฐานะทางสังคมมิติ

ปาจริย์ วัชชวัลคุ (2527) ทำการวิจัยเพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (causal model) ขององค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน (แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ทักษะคิดต่อ

วิชาที่เรียน ความรู้พื้นฐานเดิม และความถนัดทางเรียนเรียน) องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน (ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว และฐานะทางเศรษฐกิจ) และองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน (ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของครูใหญ่ และคุณภาพของการสอน) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่หก โรงเรียนเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 617 คน

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของครูใหญ่ คุณภาพของการสอน มโนภาพเกี่ยวกับตนเองและทัศนคติต่อวิชาที่เรียน โดยที่ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของครูใหญ่ และคุณภาพของการสอน ส่งผลทางตรงเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทางตรง ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิม และความสัมพันธ์ภายในครอบครัว โดยที่ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว จะส่งผลทางตรงเชิงนิเสธต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทางอ้อม ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความถนัดทางการเรียน และฐานะทางเศรษฐกิจ

อุทัย ตั้งคำ (2527) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพส่วนตัวนักเรียน (เชาว์ปัญญา ความรู้พื้นฐาน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบการเรียนรู้แบบอิสระ แบบการเรียนรู้แบบหลักเล็ง แบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบการเรียนรู้แบบฟังพา แบบการเรียนรู้แบบแข่งขัน แบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนพิเศษ การควบคุมตนเอง) สภาพแวดล้อมทางบ้าน (ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ฐานะทางเศรษฐกิจ และสภาพที่อยู่อาศัย) และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน (คุณภาพของการสอน ความเป็นผู้นำวิชาการของผู้อำนวยการ และบรรยากาศในชั้นเรียน) กับผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 601 คน

ผลการวิจัยพบว่า ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีนัยสำคัญ คือ ความรู้พื้นฐาน เชาว์ปัญญา แผนการเรียนรู้แบบร่วมมือ ฐานะทางเศรษฐกิจ และ ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของผู้อำนวยการ

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2528) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับองค์ประกอบบางประการของตัวนักเรียน ได้แก่ ความสามารถทางการคำนวณเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นิสัยในการเรียน และแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2528 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 550 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความถนัดทางการคำนวณ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นิัยในการเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) ตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดคือความสามารถทางการคำนวณ รองลงมา คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นิัยในการเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตามลำดับ

จันทนีย์ กาญจนะโรจน์ (2529) ศึกษาภูมิหลังทางครอบครัวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภูมิหลังทางครอบครัวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2528 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดชลบุรี จำนวน 200 คน และบิดาหรือมารดาหรือผู้ปกครองของนักเรียนดังกล่าว จำนวน 200 คน

ผลการวิจัยพบว่า ภูมิหลังทางครอบครัวที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ภูมิหลังในด้านต่อไปนี้ อาชีพของมารดาหรือภรรยาผู้ปกครอง ที่อยู่อาศัยของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง ความคาดหวังของบิดามารดาหรือผู้ปกครองในการศึกษาต่อของนักเรียน ความเห็นของบิดามารดาหรือผู้ปกครองต่อวิชาคณิตศาสตร์ การให้คำปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง การเอาใจใส่ของบิดามารดาหรือผู้ปกครองต่อการทำบ้านวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน การเสริมทักษะและการให้ความรู้เพิ่มเติมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การเสริมทักษะและการให้ความรู้เพิ่มเติมทางคณิตศาสตร์ของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง การติดตามผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง และการให้การสนับสนุนและเสริมกำลังใจนักเรียน

นิตยา ใจตาบ (2529) ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวทำนายร่วมกันจากองค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน ด้านสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน ด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านกับตัวเกณฑ์แต่ละตัวคือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และหาความสัมพันธ์คานอนิโคลระหว่างชุดตัวแปรอิสระร่วมกันจากองค์ประกอบด้านลักษณะของ นักเรียน สภาพแวดล้อมทางโรงเรียน และด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านกับชุดตัวแปรตามร่วมกัน คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จาก โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษา กลุ่มที่ 10/7 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 450 คน

ผลงานวิจัยพบว่า 1) สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวทำนายที่ดีที่สุดคือ พื้นความรู้เดิม ความถนัดด้านเหตุผลเชิงนามธรรม นิัยในการเรียนด้านการหลีกเลี่ยง การผลัดเวลา และความสนใจในชั่วโมงเรียน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เท่ากับ

.60 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) สหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างชุดของตัวแปรอิสระร่วมกันจากองค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน ด้านสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน และด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านกับชุดตัวแปรตามร่วมกัน คือ ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 2 ชุด ชุดแรกมีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิค .76 ค่าสหสัมพันธ์ในชุดนี้เกิดขึ้นจากตัวแปรตามที่มีน้ำหนักเด่นด้านทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์กับตัวแปรอิสระด้านมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง และพื้นฐานความรู้เดิม ส่วนชุดที่สอง มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคเท่ากับ .55 ความสัมพันธ์ในชุดนี้ เกิดจากตัวแปรตามที่มีน้ำหนักเด่นด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับตัวแปรอิสระด้านพื้นฐานความรู้เดิม ความถนัดด้านเหตุผล เชิงนามธรรม และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง

เจลิยว บุษเนียร (2530) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และสร้างสมการทำนายผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จากตัวแปรทั้ง 4 ดังกล่าวข้างต้น ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 8 จำนวน 680 คน

ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทุกตัว โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2963, 0.1038, 0.7804 และ 0.4099 ตามลำดับ

ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2531) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านนักเรียน องค์ประกอบด้านครู สภาพแวดล้อมทางบ้านและสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และสร้างสมการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากองค์ประกอบด้านนักเรียน องค์ประกอบด้านครู สภาพแวดล้อมทางบ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับตัวทำนายทั้ง 16 ตัวในองค์ประกอบด้านนักเรียน องค์ประกอบด้านครู สภาพแวดล้อมทางบ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับตัวทำนาย 14 ตัว ในองค์ประกอบทั้ง 4 ด้านนี้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2) ตัวทำนายที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน มีทั้งหมด 8 ตัว โดยตัวทำนายเหล่านี้ร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 59.765

ชิตา ศาสตร์ (2531) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพของครูคณิตศาสตร์ตามการรับรู้ของตนเอง เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 3 ตัวอย่างประชากรเป็นครูคณิตศาสตร์ จำนวน 35 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1220 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) สมรรถภาพของครูคณิตศาสตร์ตามการรับรู้ของตนเอง และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 3 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 2) เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 3) สมรรถภาพของครูคณิตศาสตร์ตามการรับรู้ของตนเอง และเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ประกายศรี แคนทอง (2533) ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแตกต่างกัน ที่มีภูมิหลังทางการศึกษาของผู้ปกครองแตกต่างกัน และเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูและภูมิหลังทางการศึกษาของผู้ปกครองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 644 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนที่มีภูมิหลังทางการศึกษาของผู้ปกครองแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 3) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูและภูมิหลังทางการศึกษาของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

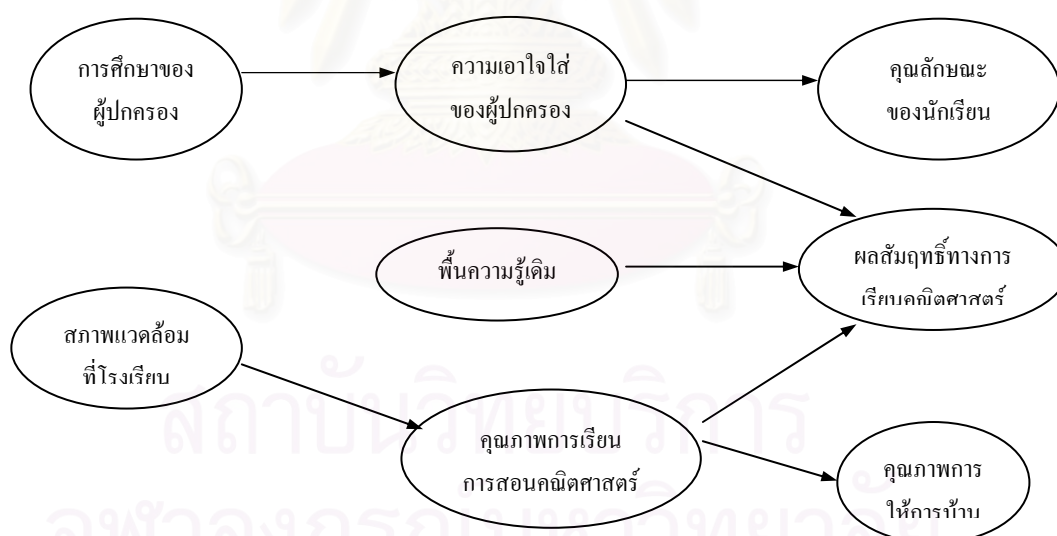
วราพร ขาวสุทธิ (2533) ศึกษาองค์ประกอบคัดสรรทางด้านจิตพิสัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และศึกษาองค์ประกอบคัดสรรทางด้านจิตพิสัยที่สัมพันธ์กับการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้น ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 367 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 252 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบคัดสรรทางด้านจิตพิสัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา คือ แรงจูงใจ ความวิตกกังวล และมโนคติแห่งตนสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้น 2) องค์ประกอบ คัดสรรทางด้านจิตพิสัยที่สัมพันธ์กับการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษา คือ ความวิตกกังวล สัมพันธ์กับการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ระดับชั้น

อรวรรณ ณรงค์ศรีศักดิ์ (2533) ศึกษาผลของคุณภาพการให้การบ้านที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร และศึกษาลักษณะ การส่งผลของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อคุณภาพการให้การบ้าน และต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสังกัดต่างๆ ของ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1,160 คน

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ คุณภาพ การสอน ความสามารถพื้นฐานของนักเรียน และความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง องค์ประกอบที่ส่งผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ สภาพแวดล้อมในโรงเรียน และการศึกษาของผู้ปกครอง คุณภาพการสอน 2) องค์ประกอบที่ส่งผลทางตรงต่อคุณภาพการสอน คือ สภาพแวดล้อมที่โรงเรียน 3) องค์ประกอบที่ส่งผลทางตรงต่อคุณภาพการให้การบ้าน คือ คุณภาพการสอน 4) องค์ประกอบที่มีผลกระทบรวมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงสุด คือ คุณภาพ การสอน รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐานเดิม ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง สภาพแวดล้อมที่ โรงเรียน และ การศึกษาของผู้ปกครอง ตามลำดับ ดังแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นภาลักษณ์ รุ่งสุวรรณ (2534) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความเชื่อมั่นในตนเองแตกต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนที่มีระดับความเชื่อมั่นในตนเองแตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2534 สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 352 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ที่มีระดับความเชื่อมั่นมาก ได้แก่ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง สูง และต่ำ ตามลำดับ 2)นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ที่มีระดับความเชื่อมั่นปานกลาง ได้แก่ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ 3) นักเรียนที่มีระดับความเชื่อมั่นในตนเองแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

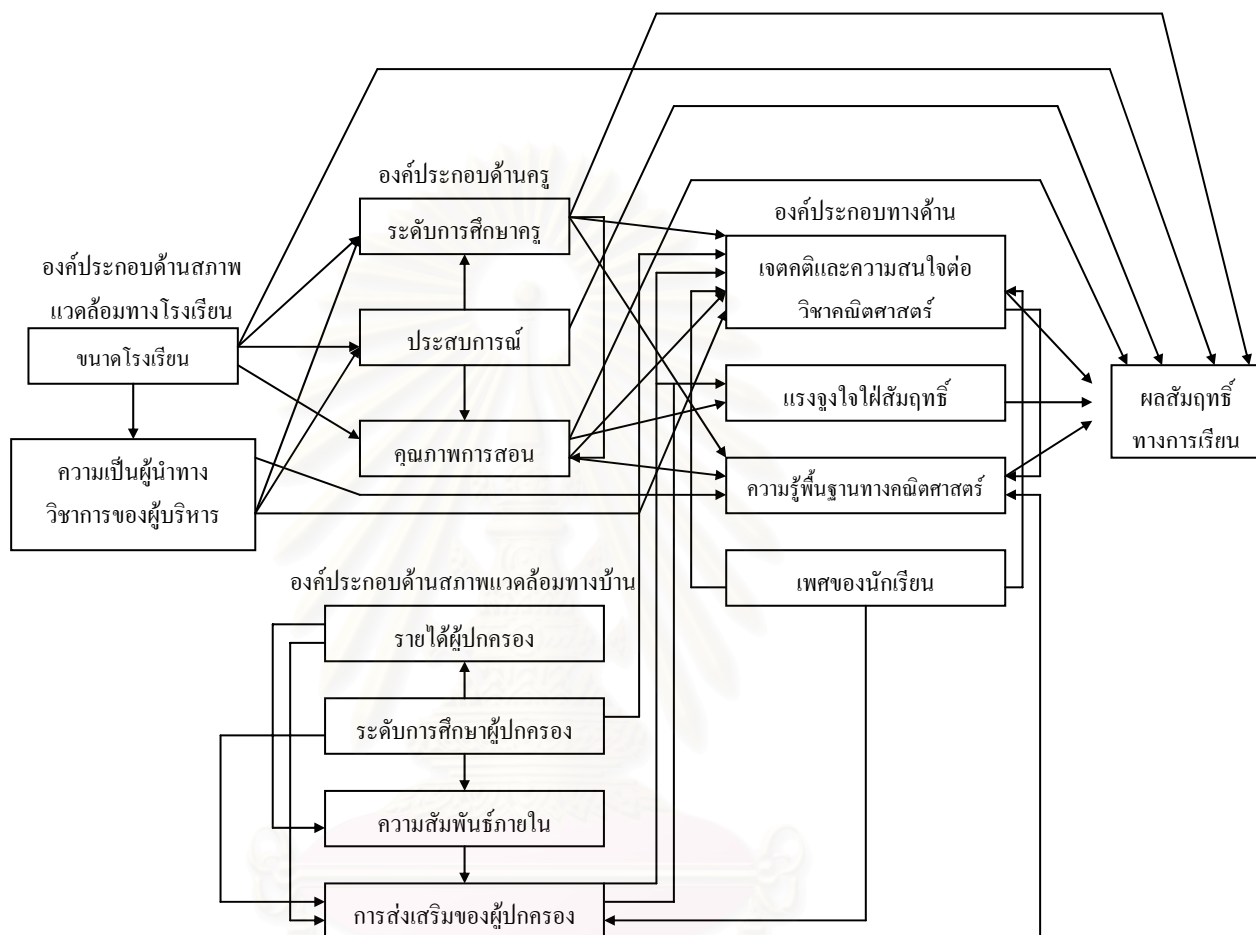
ศุภวรรณ ตันท์พูนเกียรติ (2534) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เชาวนปัญญา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร และเพื่อสร้างสมการถดถอยพหุคูณในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร โดยใช้ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ และเชาวนปัญญาเป็นตัวทำนาย กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2534 สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 318 คน

ผลการวิจัยพบว่า ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เชาวนปัญญา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุนันทา ประไพตระกูล (2534) วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบด้านนักเรียน องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน องค์ประกอบด้านครู และองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 663 คน และครูที่ทำการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 28 คน ในปีการศึกษา 2534 จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร

ผลการวิจัยพบว่า 1) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 2) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ ความเป็นผู้นำทางด้าน วิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง และ เพศของนักเรียน โดยเพศของนักเรียนส่งผลทางอ้อมเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนคือ

คุณภาพการสอน ขนาดของโรงเรียน ระดับการศึกษาของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ และประสบการณ์การสอน โดยขนาดของโรงเรียนส่งผล ทางตรงเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ ดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วรารณ วิหคโต (2536) ศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ได้จากการวิเคราะห์หุระดับด้วยเทคนิคโอแอลเอส เซพเพอร์เรท อีเควชัน กับเทคนิค เอชแอลเอ็ม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 649 คน และครูจำนวน 21 คน

ผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์หุระดับด้วยเทคนิคโอแอลเอสฯ ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เชาวน์ปัญญา เจตคติ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในบางห้องเรียน แต่โดยเฉลี่ยทุกห้องเรียนไม่มีนัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเอชแอลเอ็มที่พบว่า เชาวน์ปัญญาและเจตคติมี

อิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าคงที่อย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 2 วิธีเหมือนกัน คือ ประสบการณ์ในการสอนและขนาดของโรงเรียน

นริสา อุปกุล (2538) ศึกษาองค์ประกอบเชิงสาเหตุด้านตัวนักเรียน แบบการคิด คุณภาพการสอน ที่มีผลต่อความมั่นใจในการตอบแบบสอบถามแบบเลือกตอบ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2538 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร

ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีผลทั้งทางตรง และทางอ้อม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่มีผลทางตรงอย่างเดียว ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความมั่นใจในการตอบแบบสอบถามแบบเลือกตอบ และตัวแปรที่มีผลทางอ้อมอย่างเดียว ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ การรับรู้คุณภาพการสอน เพศหญิง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

อุษา คงทอง (2538) ศึกษาสำนักทางด้านจำนวน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และวิเคราะห์หารูปแบบของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสำนักทางด้านจำนวน และตัวแปรคัดสรรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ส่งผลทางตรงสูงสุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้านความรู้และทักษะ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ความรู้พื้นฐานเดิมและสำนักทางด้านจำนวน ตามลำดับ

จิราภรณ์ กุณสิทธิ์ (2541) ทำการศึกษาเพื่อสร้างสมการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยตัวแปรด้านการกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ทักษะคิดต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และหาตัวทำนายที่ดีที่สุดสำหรับทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 397 คน

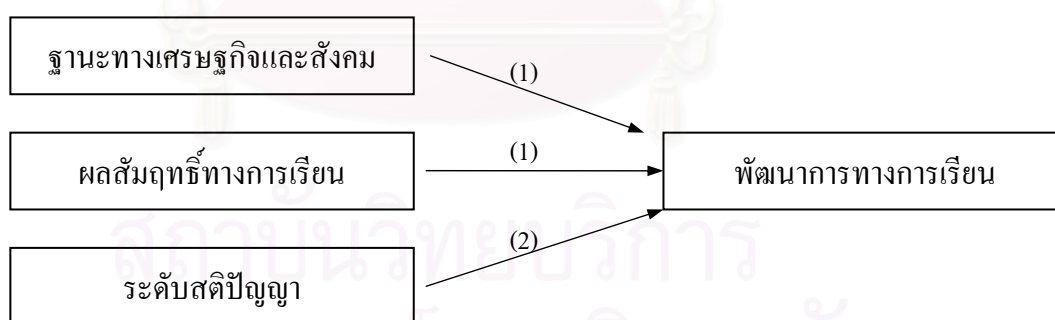
ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถทำนายได้จากการกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และทักษะคิดต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีตัวทำนายที่ดีที่สุด คือ การรับรู้ ความสามารถของ

ตนเองทางคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ทักษะคิดต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และ การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อัญชลี สิทธิกุลธร (2543) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงพหุระดับ โดยใช้เทคนิค SEM และศึกษาอิทธิพลของคุณลักษณะ ครู และเชาว์ปัญญาของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ

ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรคณะที่ครูจบการศึกษา และตัวแปรการศึกษาขั้นสูงสุดที่ครูสำเร็จ การศึกษา มีอิทธิพลทางตรงกับตัวแปรวิธีการสอนของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมี อิทธิพลเท่ากับ -0.169 และ -0.456 ตามลำดับ ตัวแปรคณะที่ครูจบการศึกษามีอิทธิพลเท่ากับ 0.489 ต่อตัวแปรแฝงความชัน หรือพัฒนาการของผู้เรียนในระดับระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ ระดับ .01 ตัวแปรเชาว์ปัญญาของนักเรียนมีอิทธิพลทางตรงต่อคะแนนในระดับตั้งต้นระดับภายใน กลุ่ม เท่ากับ 0.562 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียน พบว่า มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งประกอบด้วย ระดับ การศึกษา อาชีพ และรายได้ของผู้ปกครอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือ พื้นความรู้เดิมของ นักเรียน และ ระดับเชาว์ปัญญาของนักเรียน สามารถสรุปได้ ดังแผนภาพที่ 8



แผนภาพที่ 8 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียน

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงผู้ที่ศึกษา 1. Muller et al. 2. Jordan et al.

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถ แบ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็น 3 ด้าน คือปัจจัยด้านนักเรียน ด้านครู และด้าน สภาพแวดล้อมที่บ้าน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการวิจัยปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัย	ผู้ศึกษา																														
	1. Weiner & Robinson 1986	2. Malpass et al. 1999	3. Kousoulis & Campbell 1999	4. Muller et al. 2001	5. Jordan 2002	6. ทรงวิทย์ 2523	7. อินทร์เพ็ญ 2525	8. อารี 2525	9. วัลลภา 2526	10. รัตนา 2526	11. ปาจิณี 2527	12. อุทัย 2527	13. โมตรี 2528	14. อินทนิษฐ์ 2529	15. นิตยา 2529	16. เฉลียว 2530	17. ประเสริฐ 2531	18. จิตา 2531	19. ประภาศรี 2533	20. วราพร 2533	21. อรวรรณ 2533	22. นภาลักษณ์ 2534	23. ศุภวรรณ 2534	24. ศุภนภา 2534	25. วราภรณ์ 2536	26. นริศรา 2538	27. อุษา 2538	28. จิราภรณ์ 2541	29. อัญชลี 2543	รวม	
1. ด้านนักเรียน																															
1.1 เพศ	✓			✓																					✓		✓				4
1.2 เซาว์ปัญญา					✓					✓		✓												✓		✓				✓	6
1.3 ความรู้พื้นฐานเดิม			✓	✓		✓			✓		✓	✓			✓	✓	✓				✓			✓		✓	✓	✓		13	
1.4 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์											✓	✓	✓	✓					✓		✓			✓	✓	✓	✓			8	
1.5 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์							✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓	✓		14	
1.6 ความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์															✓					✓										2	
1.7 ความถนัดทางการเรียน											✓		✓														✓			3	
1.8 ความวิตกกังวล		✓														✓				✓			✓							4	
1.9 นิสัยในการเรียน												✓			✓	✓														3	
1.10 ความเชื่อมั่นในตนเอง																							✓				✓			2	
1.11 ความคิดสร้างสรรค์							✓		✓																					2	
1.12 ความสามารถด้านเหตุผล	✓							✓																						2	
1.13 มโนคติแห่งตน																		✓		✓										2	
1.14 การกำกับตนเองในการเรียน		✓																										✓		2	
1.15 การรับรู้ความสามารถของตนเอง		✓					✓																					✓		3	
1.16 สำนักทางด้านจำนวน																											✓			1	

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กลุ่มพหุ

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กลุ่มพหุ พบว่ามีผู้ศึกษาไว้หลายท่าน ดังนี้

จิราพร ผลประเสริฐ (2542) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้สถานภาพของโรงเรียน ความพึงพอใจในงาน และความผูกพันในอาชีพ โดยการประยุกต์การวิเคราะห์โครงสร้างค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนร่วมแบบกลุ่มพหุที่มีตัวแปรแบบแฟนทอม (phantom variables) กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นกลุ่มครูผู้สอนและกลุ่มหัวหน้าหมวด จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานการศึกษาท้องถิ่น สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กรมสามัญศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จำนวน 1,066 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า มีความแปรเปลี่ยนในรูปแบบของโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้สถานภาพของโรงเรียน ความพึงพอใจในงาน และความผูกพันในอาชีพระหว่างกลุ่มโรงเรียน 5 สังกัด แต่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ที่ทดสอบ และมีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้สถานภาพของโรงเรียน ความพึงพอใจในงาน และความผูกพันในอาชีพระหว่างกลุ่มครูผู้สอนและกลุ่มหัวหน้าหมวดในกลุ่มโรงเรียนแต่ละสังกัด และค่าพารามิเตอร์ของน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ แต่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เหลือทุกค่าที่ทดสอบ

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2540) ศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครูระหว่างบุคลากรครู 2 กลุ่ม โดยประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างชนิดกลุ่พหุกลุ่มพหุ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นกลุ่มครูผู้สอนและกลุ่มหัวหน้าหมวดในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 2,938 คน และ 1,609 คน ตามลำดับ โดยมีการสุ่มครูผู้สอน 5-10 คน และหัวหน้าหมวด 5 คน จากโรงเรียนแต่ละโรงเรียน รวม 334 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครูระหว่างกลุ่มครูผู้สอนและกลุ่มครูหัวหน้าหมวด สำหรับความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์นั้น ผลการวิเคราะห์ในตอนแรกพบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ (LX, LY) และเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปร ภายในแฝง (GA) ส่วนการวิเคราะห์เพื่อยืนยันในตอนที่สอง พบว่า โมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (GA) เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ (LX, LY) เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง (PH) และเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด ตัวแปรภายในแฝง (PS) แต่มีความแปรเปลี่ยนในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่าง

ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (TD) และเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรภายในสังเกตได้ (TE)

ประภัสสร พูลโรจน์ (2543) ได้พัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุแบบอิทธิพลย้อนกลับของสภาพการแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุแบบอิทธิพลย้อนกลับของสภาพการแก้ปัญหาในการทำวิจัยของนิสิตบัณฑิตศึกษาที่ศึกษาในสาขาที่ต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนิสิตระดับปริญญาโท ชั้นปีที่ 2-4 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 428 คน จาก 4 กลุ่มสาขาวิชา คือ สาขาสังคมศาสตร์ สาขาสังคมวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ ผลการศึกษา พบว่า โมเดลเชิงสาเหตุแบบอิทธิพลย้อนกลับของสภาพการแก้ปัญหาในการทำวิจัยของนิสิตบัณฑิตศึกษาทั้ง 4 สาขาวิชา มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบของโมเดล แต่ค่าพารามิเตอร์ในโมเดลทุกค่าที่ทดสอบมีความแปรเปลี่ยนระหว่างนิสิตทั้ง 4 สาขาวิชา

จิตตานันท์ ดิกุล (2545) ได้พัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยได้ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 1,241 คน จาก 4 กลุ่มสาขาวิชา คือ สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ เทคโนโลยีการเกษตร และเทคโนโลยีสารสนเทศ ผลการศึกษา พบว่าโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบของโมเดล แต่ค่าพารามิเตอร์ในโมเดลทุกค่าที่ทดสอบมีความแปรเปลี่ยนระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีแต่ละกลุ่มสาขาวิชา

นิตารัตน์ ตรีโรจน์อนันต์ (2545) พัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยได้ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้ง 4 สังกัด และระหว่างกลุ่มโรงเรียนที่อยู่ในภาคภูมิศาสตร์ทั้ง 4 ภาค ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติที่รวบรวมจากแบบสอบถาม 3 ฉบับ จากโรงเรียนที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจำนวน 1,025 โรงเรียน ผลการศึกษา พบว่า โมเดลคุณภาพการศึกษาระหว่างกลุ่มโรงเรียน ทั้ง 4 สังกัด มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบของโมเดล และในด้านพารามิเตอร์ของเมตริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบและเมตริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายใน และผลการศึกษามอเดลคุณภาพการศึกษาระหว่างกลุ่มโรงเรียนที่อยู่ในภาคภูมิศาสตร์ทั้ง 4 ภาค พบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนใน

ด้านรูปแบบของโมเดล และในด้านพารามิเตอร์ของเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบและเมทริกซ์ อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายใน

จากผลการศึกษาดูจะเห็นว่า ส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกัน คือ มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล แต่มีความแปรเปลี่ยนในด้านพารามิเตอร์ที่ทดสอบ ซึ่งมีทั้งมีความแปรเปลี่ยนทุกค่าพารามิเตอร์ที่ทดสอบ หรือ มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์บางค่าที่ทดสอบ

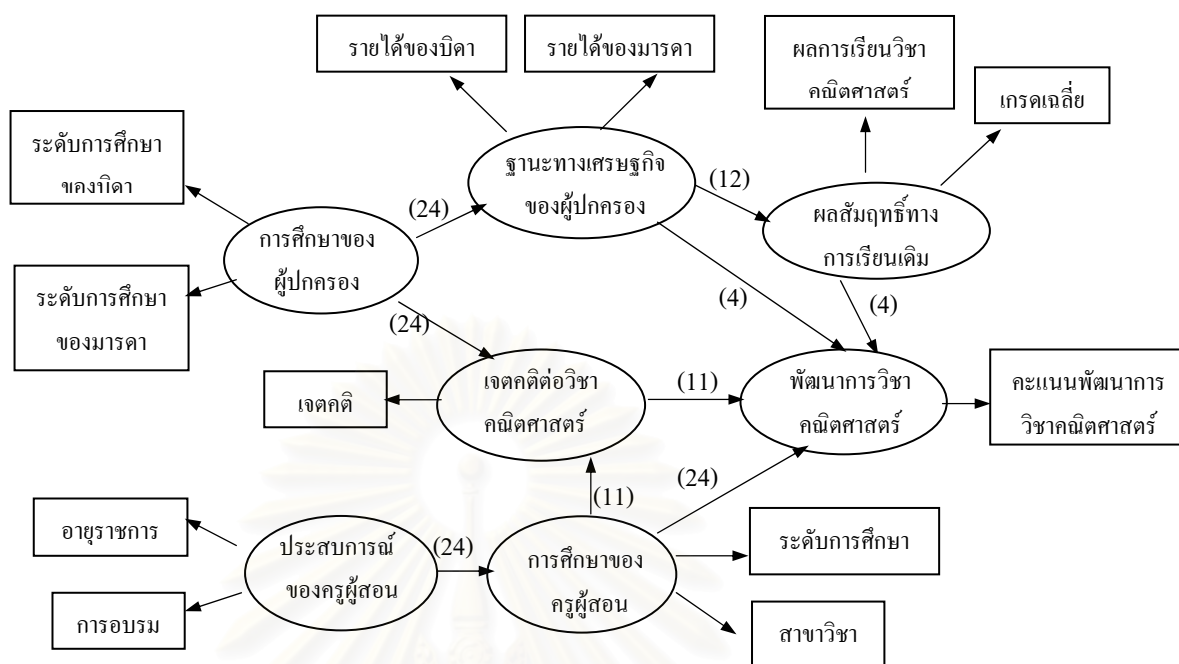
ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกตัวแปรที่มีผู้ทำการศึกษาไว้หลายท่านเพื่อนำมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยทำการคัดเลือกปัจจัย ทั้งปัจจัยด้านผู้เรียน ด้านครูผู้สอน และด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน โดยคัดเลือกปัจจัยที่สำคัญที่มีผู้ทำการศึกษาไว้ ตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป ได้ปัจจัย ดังนี้ ด้านนักเรียน ได้แก่ เขาว่าปัญญา ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความถนัดทางการเรียน ความวิตกกังวล นิสัยในการเรียน และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ด้านครูผู้สอน ได้แก่ ประสบการณ์ และคุณภาพการสอน ด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน ได้แก่ รายได้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง การสนับสนุนและเสริมกำลังใจ ความคาดหวังของผู้ปกครอง และการเอาใจใส่ของผู้ปกครอง

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ ฐานข้อมูลในส่วนของคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากงานวิจัยของ อวยพร เรื่องตระกูล ปีการศึกษา 2544 ในส่วนของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียน ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลเอง ดังนั้นปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญ ที่มีผู้ทำการศึกษาไว้ตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป ดังกล่าวข้างต้น ในบางปัจจัยจึงไม่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังได้ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องคัดเลือกปัจจัยที่สามารถเก็บข้อมูลได้ในปัจจุบัน โดยเหลือปัจจัยที่นำมาศึกษา ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง การศึกษาของผู้ปกครอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม ประสบการณ์ และการศึกษาของครู ซึ่งปัจจัยทางการศึกษาของครูนี้ มีผู้ศึกษาไว้เพียง 1 คน แต่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญ ปัจจัยหนึ่งและสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังได้ จึงควรนำมาศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ด้วย

เนื่องจากพัฒนาการทางการเรียน คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มมากขึ้นในระยะยาว ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยจึงคาดว่าน่าจะส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนด้วย การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้



แผนภาพที่ 9 กรอบแนวคิดในการวิจัย

(ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงผู้ที่ศึกษา จากตารางที่ 1)

จากแผนภาพที่ 9 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่คาดว่าจะส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียน ดังนี้

1. การศึกษาของผู้ปกครอง มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง มีอิทธิพลในรูปแบบที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม โดยผ่านมาทางฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง และมีอิทธิพลในรูปแบบที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยทางที่หนึ่งผ่านมาทางเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทางที่สองผ่านมาทางฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองและทางที่สามผ่านมาทางฐานะทางเศรษฐกิจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม
2. ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม และพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และมีอิทธิพลในรูปแบบที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยผ่านมาทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

5. การศึกษาของครู มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และพัฒนาการคณิตศาสตร์ และมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยผ่านมาทางเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้างด้วยลิสเรล

5.1 การวิเคราะห์เส้นทาง

การวิเคราะห์เส้นทาง(path Analysis) เป็นวิธีการประยุกต์การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณตามพื้นฐานความรู้ทางทฤษฎีให้ทราบว่าตัวแปรซึ่งเป็นเหตุมีอิทธิพลต่อตัวแปรที่เป็นผลในลักษณะใด อิทธิพลแต่ละประเภทมีปริมาณและทิศทางอย่างไร และเพื่อวิเคราะห์ตรวจสอบทฤษฎีว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลจาก ปรากฏการณ์จริงสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความสัมพันธ์ตามทฤษฎี (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

การวิเคราะห์เส้นทางแบบดั้งเดิมเป็นวิธีที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งจะวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์จากการถดถอยสมการโครงสร้างของแต่ละสมการ และมีการตรวจสอบความสอดคล้องหรือความตรงของรูปแบบ 2 วิธี คือ วิธีของดันแคน (Duncan) และวิธีของสเปช (Specht) (สำราญ มีแจ้ง, 2544)

การวิเคราะห์แบบดั้งเดิมยังมีจุดอ่อนหลายประการ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) **ประการแรก** การประมาณค่าขนาดอิทธิพลจากสมการโครงสร้างยังเป็นการประมาณค่าจากสมการโครงสร้างแต่ละสมการแยกจากกัน **ประการที่สอง** การประมาณค่าอิทธิพลทางอ้อมและผลรวมอิทธิพลนั้น ยังไม่มีการพัฒนาวิธีการทดสอบนัยสำคัญของขนาดอิทธิพล **ประการที่สาม** กระบวนการวิเคราะห์ยังใช้การวิเคราะห์การถดถอย และนำผลการวิเคราะห์มาคำนวณต่อ จุดอ่อนที่สำคัญที่สุด คือ การปรับแก้โมเดลโดยให้โมเดลมีความสัมพันธ์ย้อนกลับ หรือ โมเดลมีตัวแปรแฝง หรือ เทอมความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันทำไม่ได้

การวิเคราะห์เส้นทางได้รับการพัฒนาทางวิธีวิทยาสูงสุดเมื่อ K.G. Joreskog, J.W. Keesling และ D.E. Wiley ได้พัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1972-1973 โมเดลนี้ รู้จักกันในชื่อ JKW Model และต่อมาเมื่อ Joreskog เริ่มใช้ศัพท์คำว่าลิสเรล โมเดล JKW ก็เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในชื่อ โมเดลลิสเรล การวิเคราะห์เส้นทางด้วยโมเดลลิสเรลนั้น นักวิจัยจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยไม่มีปัญหาเกี่ยวกับจุดอ่อนของการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม

โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น หรือ โมเดลลิสเรล (Linear Structural Relationship model or LISREL model) หมายถึง โมเดลที่อธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ(causal)ระหว่างตัวแปรที่วัดได้(observed variable) หรือ (manifest variable) และตัวแปรแฝง (latent variable) โดยไม่มีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดเกี่ยวกับทิศทางของการเป็นสาเหตุ

5.1.1 รูปแบบของลิสเรล

โมเดลสมการโครงสร้างหรือ โมเดลลิสเรลเป็น โมเดลที่สร้างขึ้นมาจากทฤษฎีเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรหลายๆ ตัว โมเดลนี้พัฒนามาจากเทคนิคการวิเคราะห์ 2 เทคนิค คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบของเทอร์สต์โดน (Thurstonian factor analysis) และการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis) (Kaplan และ Elliott, 1997 อ้างถึงใน สังวร งดกระโทก, 2541) ลักษณะที่สำคัญของโมเดลลิสเรล คือ เน้นความสำคัญของเมทริกซ์ความแปรปรวน- ความแปรปรวนร่วมที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์กับเมทริกซ์ที่ได้จากการประมาณค่าตามโมเดล ลิสเรลที่เป็นสมมติฐาน (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation model) ประกอบด้วย 2 โมเดล คือ โมเดลการวัด (measurement model) และโมเดลโครงสร้าง (structural model)

1. โมเดลการวัด (measurement model) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝง(latent variable) มี 2 โมเดล คือ โมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายนอกและโมเดลการวัดสำหรับตัวแปรแฝงภายใน โดย 2 โมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้(นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)โมเดลการวัดเขียนในรูปเมทริกซ์พร้อมทั้งขนาดของเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\mathbf{X} = \Lambda_x \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\delta}$$

(px1) (pxm)(mx1) (px1)

$$\mathbf{Y} = \Lambda_y \boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

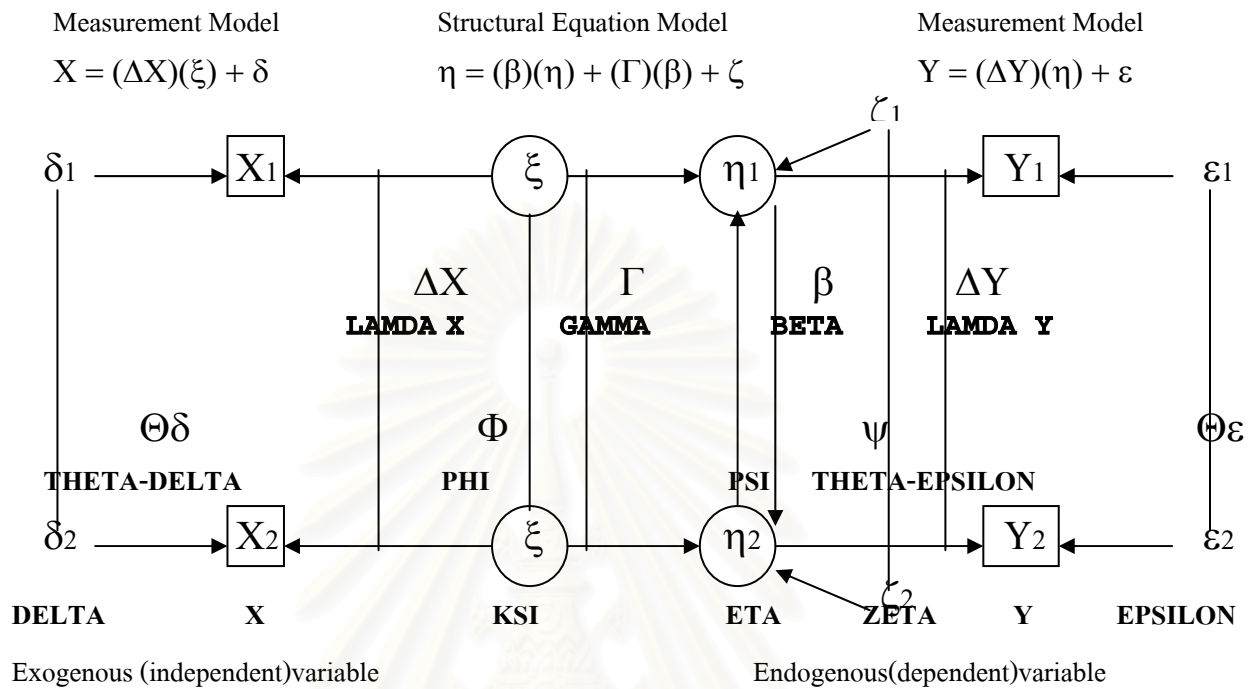
(qx1) (qxn)(nx1) (qx1)

2. โมเดลสมการโครงสร้าง (structural model) เป็นโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดล มีการระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบหรือตัวแปรแฝงกับตัวแปรแฝง $\boldsymbol{\eta}$ และ $\boldsymbol{\xi}$ มักมีความสัมพันธ์กันทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มตัวแปร โดย $\boldsymbol{\eta}$ เป็นตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรตาม(latent endogeneous variable) และ $\boldsymbol{\xi}$ เป็นตัวแปรอิสระ (latent ex endogeneous variable) ดังสมการ

$$\boldsymbol{\eta} = \boldsymbol{\beta} \boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\Gamma} \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta}$$

(nx1) (nxn)(nx1) (nxm)(mx1) (nx1)

เมื่อนำส่วนประกอบของโมเดลสมการโครงสร้างหรือโมเดลลิสมรทั้งสองส่วน มาเขียนเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จะเขียนได้ดังนี้



แผนภาพที่ 10 โมเดลใหญ่ในโปรแกรมลิสมร

- ในที่นี้ NX = จำนวนตัวแปรภายนอกที่สังเกตได้
- NY = จำนวนตัวแปรภายในที่สังเกตได้จำนวนตัวแปรภายนอกแฝง
- NK = จำนวนตัวแปรภายนอกแฝง
- NE = จำนวนตัวแปรภายในแฝง

เวกเตอร์ของตัวแปรในโมเดลมีสัญลักษณ์อักษรกรีก คำอ่าน และความหมายดังต่อไปนี้

- X = Eke = เวกเตอร์ตัวแปรแฝงภายนอกที่สังเกตได้ X ขนาด (NX x 1)
- Y = Wi = เวกเตอร์ตัวแปรภายในสังเกตได้ Y ขนาด (NY x 1)
- xi = Xi = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกแฝง K ขนาด (NK x 1)
- eta = Eta = เวกเตอร์ตัวแปรภายในแฝง E ขนาด (NE x 1)
- delta = Delta = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร X ขนาด (NX x 1)
- epsilon = Epsilon = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร Y ขนาด (NY x 1)
- zeta = Zeta = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนของตัวแปร e ขนาด (NE x 1)

เมทริกซ์พารามิเตอร์อิทธิพลเชิงสาเหตุ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย (causal effects regression coefficient) รวม 4 เมทริกซ์ และเมทริกซ์พารามิเตอร์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วม (variable-covariance) รวม 4 เมทริกซ์ มีสัญลักษณ์อักษรกรีก คำอ่าน ด้วยภาษาอังกฤษ และความหมายดังนี้

ΔX = Lambda – X = LX = เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ K บน X ขนาด
(NX x NX)

ΔY = Lambda – Y = LY = เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ E บน Y ขนาด
(NY x NE)

Γ = Gamma = GA = เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจาก K บน E ขนาด (NE x NK)

β = Beta = BE = เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่าง E ขนาด (NE x NE)

Φ = Phi = PH = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร
ภายนอกแฝง K ขนาด (NK x NK)

ψ = Psi = PS = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่าง
ความคลาดเคลื่อน z ขนาด (NE x NE)

Θ_δ = Theta – delta = TD = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่าง
ความคลาดเคลื่อน d ขนาด (NX x NX)

Θ_ϵ = Theta – epsilon = TE = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่าง
ความคลาดเคลื่อน e ขนาด (NY x NY)

5.1.2 ข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์

ข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ในโมเดลลิสเรลมีดังต่อไปนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

1. ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดในโมเดลเป็นความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงบวกและเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal relationship)

2. ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้งตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายใน และความคลาดเคลื่อนต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติ ความคลาดเคลื่อนต่างๆ ต้องมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์

3. ลักษณะความเป็นอิสระต่อกัน (independence) ระหว่างตัวแปรกับความคลาดเคลื่อนสามารถแยกได้ดังนี้ คือ ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ตัวแปรและความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน แต่ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแต่ละกลุ่มอาจสัมพันธ์กันได้

4. สำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (time series data) ที่มีการวัดข้อมูลมากกว่า 2 ครั้ง การวัดตัวแปรต้องไม่ได้รับอิทธิพลจากช่วงเวลาเหลือมระหว่างการวัด

5.1.3 การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล

เงื่อนไขที่ทำให้ระบุความเป็นได้ค่าเดียวพอดีที่ต้องพิจารณาอยู่ 3 ประเภท คือ เงื่อนไขจำเป็น เงื่อนไขพอเพียง และเงื่อนไขจำเป็นและพอเพียง (Bollen, 1989 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เงื่อนไขจำเป็นของการระบุได้พอดี โมเดลจะเป็นโมเดลระบุได้พอดีต้องมีเงื่อนไขจำเป็น คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนสมาชิกในเมทริกซ์ ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่าง เงื่อนไขข้อนี้เรียกว่ากฎที่ (t-rule) เป็นเงื่อนไขที่จำเป็นแต่ไม่พอเพียงที่จะระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล กฎที่กล่าวว่า โมเดลระบุค่าได้พอดีเมื่อ $t < (1/2)(NI)(NI+1)$

2. เงื่อนไขพอเพียงของการระบุได้พอดี เงื่อนไขพอเพียงสำหรับการระบุความเป็นได้ ค่าเดียวของโมเดลมีหลายกฎแตกต่างกันตามลักษณะของโมเดล โดยมีกฎทั่วไป ดังนี้

2.1 กฎสำหรับโมเดลอิสระที่ไม่มีใครความคลาดเคลื่อนในการวัด เงื่อนไขพอเพียงได้แก่กฎความสัมพันธ์ทางเดียว (recursive rule) กล่าวว่า เมทริกซ์ BE ต้องเป็นเมทริกซ์ได้แนวทแยง และเมทริกซ์ และ PS ต้องเป็นเมทริกซ์แนวทแยง

2.2 กฎสำหรับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เงื่อนไขพอเพียงได้แก่ กฎสามตัวบ่งชี้ (three-indicator rule) กล่าวว่า สมาชิกในเมทริกซ์ LX จะต้องมีค่าไม่เท่ากับศูนย์อย่างน้อยหนึ่งจำนวนในแต่ละแถว องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบต้องมีตัวบ่งชี้หรือตัวแปรสังเกตได้อย่างน้อยสามตัว และเมทริกซ์ TD ต้องเป็นเมทริกซ์แนวทแยง

2.3 กฎสำหรับโมเดลอิสระที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด เงื่อนไขพอเพียงได้แก่ กฎสองขั้นตอน (two-step rule) กล่าวว่า ขั้นตอนที่หนึ่งปรับโมเดลอิสระเป็นโมเดล การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน กล่าวคือ รวมตัวแปรภายในและภายนอกเป็นจุดเดียวเสมือนว่าเป็นตัวแปรภายนอกอย่างเดียวเช่นในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน แล้วตรวจสอบโดยใช้กฎ 2.2 หากพบว่าโมเดลระบุได้พอดีให้ตรวจสอบขั้นตอนที่สองต่อไป ขั้นตอนที่สองปรับโมเดลเป็นโมเดลอิสระที่ไม่มีใครความคลาดเคลื่อนในการวัด กล่าวคือเอาตัวแปรเฉพาะตัวแปรภายในมารวมเป็นชุดเดียวเสมือนว่าเป็นตัวแปรสังเกตได้เช่นในโมเดลอิสระที่ไม่มีใครความคลาดเคลื่อนในการวัดแล้วตรวจสอบโดยใช้กฎ 2.1

3. เงื่อนไขจำเป็นและพอเพียงของการระบุได้พอดี เงื่อนไขประเภทนี้เป็นเงื่อนไขที่มีประสิทธิภาพสูงสุด หากเปรียบเทียบกับเงื่อนไขทั้งหมด โดยกล่าวว่า โมเดลระบุได้พอดีก็ต่อเมื่อสามารถแสดงได้โดยการแก้สมการ โครงสร้างว่าค่าพารามิเตอร์แต่ละค่าได้จากการแก้สมการที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของประชากร

5.1.4 การตรวจสอบความตรงของโมเดล

การตรวจสอบความตรงของโมเดลที่เป็นสมมติฐานการวิจัย หรือการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดล ค่าสถิติที่ช่วยตรวจสอบความตรงของโมเดล (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) มีดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (standard errors and correlation of estimates) ผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสรจะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสถิติ และสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่ และโมเดลการวิจัยอาจจะยังไม่ดีพอ ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณมีค่าสูงมากเป็นสัญญาณแสดงว่าโมเดลการวิจัยใกล้จะไม่เป็นบวกแน่นอนและเป็นโมเดลที่ไม่ดีพอ

2. สหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (multiple correlation and coefficients of determination) สำหรับตัวแปรสังเกตได้แยกทีละตัวและรวมทุกตัว รวมทั้งสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของสมการ โครงสร้างด้วยค่าสถิติเหล่านี้ ควรค่าไม่เกินหนึ่งและค่าที่สูงแสดงว่า โมเดลมีความตรง

3. ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (goodness of fit measures) เป็นค่าสถิติที่ตรวจสอบความตรงในภาพรวมทั้งหมดของโมเดล และยังสามารถเปรียบเทียบระหว่างโมเดลได้ว่าโมเดลใดจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ากัน ค่าสถิติในกลุ่มนี้มี 4 ประเภท ได้แก่

3.1 ค่าสถิติไคว-สแควร์ (chi-square statistics) เป็นค่าที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ ถ้าค่าไคว-สแควร์มีค่าสูงมากแสดงว่า ฟังก์ชัน ความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าไคว-สแควร์มีค่าต่ำมาก ยิ่งมีค่าใกล้ศูนย์มากเท่าไร แสดงว่า โมเดล สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.2 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (goodness-of fit index = GFI) ดัชนี GFI จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 และเป็นค่าที่ไม่ขึ้นกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ลักษณะการแจกแจงขึ้นกับขนาดกับกลุ่มตัวอย่าง ดัชนี GFI ที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูล เชิงประจักษ์

3.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (adjusted goodness-of fit index = AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้ โดยคำนึงถึงองศาอิสระ ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จะได้ดัชนี AGFI ค่าดัชนี AGFI นี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI

3.4 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือ (root mean squared of residual = RMR) ดัชนี RMR เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดล 2 โมเดล

เฉพาะกรณีเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ค่าของดัชนี RMR ยิ่งเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4. การวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อน (analysis of residuals) การตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ควรพิจารณาถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานด้วย ถ้าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูล ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานไม่ควรมีค่าเกิน 2.00 ถ้ามีค่าเกิน 2.00 ต้องปรับโมเดล นอกจากนี้ โปรแกรมลิสเรลยังให้ผลในรูปของกราฟ (q-plot) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าควอไทล์ปกติ ถ้าได้ เส้นกราฟมีความชันมากกว่าเส้นทแยงมุมอันเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5. ดัชนีดัดแปรโมเดล (model modification indices) เป็นค่าสถิติเฉพาะของพารามิเตอร์แต่ละตัว มีค่าเท่ากับค่าไคว-สแควร์ที่จะลดลง เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ตัวนั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระหรือมีการผ่อนคลายข้อกำหนดเงื่อนไขบังคับพารามิเตอร์นั้น มีประโยชน์ช่วยในการตัดสินใจที่จะปรับโมเดลให้ดีขึ้น

ถ้าหากว่าโมเดลลิสเรลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จะต้องดำเนินการปรับโมเดลและวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ถ้าพบว่ามีค่าสอดคล้องกันแล้วจึงจะนำไปสู่ขั้นตอนของการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ที่ได้

5.2 การวิเคราะห์กลุ่มพหุ

การวิเคราะห์โมเดลลิสเรล สำหรับกรณีที่มีกลุ่มประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มนั้น มีชื่อเรียกว่า การวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multiple group analysis) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

จุดมุ่งหมายที่สำคัญในการวิเคราะห์กลุ่มพหุ คือ การตรวจสอบว่าโมเดลลิสเรลซึ่งเป็นกรอบความคิดที่นักวิจัยสร้างขึ้นจากทฤษฎีนั้น สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของแต่ละกลุ่มหรือไม่อย่างไร (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) หัวใจสำคัญของการวิเคราะห์กลุ่มพหุ คือการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาจากกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่ม โดยมีการกำหนดเงื่อนไขบังคับ (constraints) ให้โมเดลลิสเรลที่เป็นกรอบความคิดในการวิจัยนั้น มีลักษณะเป็นแบบเดียวกันสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลและข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าผลการวิเคราะห์ให้ผลว่า ค่าไคว-สแควร์ในการทดสอบความกลมกลืนมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤตอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จะสรุปได้ว่า โมเดลลิสเรลที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทุกกลุ่ม และโมเดลมีลักษณะเป็นแบบเดียวกัน เรียกตามศัพท์สถิติวิเคราะห์ลิสเรลว่า โมเดลลิสเรลไม่แปรเปลี่ยน (invariance across groups)

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล

การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล หมายถึง การทดสอบว่าโมเดลอิสระตามทฤษฎีที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มนั้น ประกอบด้วยจำนวนตัวแปรในโมเดล รูปแบบลักษณะโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นแบบเดียวกันหมดทุกกลุ่ม เมทริกซ์พารามิเตอร์ทั้ง 8 เมทริกซ์ในการวิเคราะห์โมเดลอิสระ มีขนาดของเมทริกซ์เท่ากัน มีรูปแบบเมทริกซ์ (matrix form) และสถานะเมทริกซ์ (matrix mode) เป็นแบบเดียวกันทุกกลุ่ม

สมมติฐานในการตรวจสอบรูปแบบโมเดลว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มประชากรหรือไม่ กรณีมีประชากร 3 กลุ่ม มีดังต่อไปนี้

$$H_0 : \text{Model Form(1) = Model Form (2) = Model Form (3)}$$

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดล

เป็นการทดสอบที่ต้องทำหลังจากที่ได้ทดสอบพบแล้วว่า รูปแบบไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มประชากร การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดล หมายถึง การทดสอบต่อจากการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล คือจากที่ทราบว่าเมทริกซ์พารามิเตอร์ทั้ง 8 เมทริกซ์ มีรูปแบบเมทริกซ์และสถานะเมทริกซ์ เป็นแบบเดียวกันสำหรับทุกกลุ่มประชากรแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบว่า ค่าพารามิเตอร์ในแต่ละเมทริกซ์มีค่าเท่ากันทุกกลุ่มประชากร โดยหลักการทดสอบจะทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์ที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุด (least restriction) คือ มีข้อกำหนดน้อยที่สุดเกี่ยวกับความเท่ากันของเมทริกซ์พารามิเตอร์ ไปจนถึงการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์ที่มีความเข้มงวดมากที่สุด (most restriction) คือ มีข้อกำหนดมากที่สุดเกี่ยวกับความเท่ากันของเมทริกซ์พารามิเตอร์

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ต้องทำการวิเคราะห์หลายครั้งตามจำนวนชุดของสมมติฐานที่ต้องการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์ ดังต่อไปนี้

เมื่อ Λ คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรที่สังเกตได้บนตัวแฝง

B คือ เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายใน (η)

Γ คือ เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก (ξ) กับตัวแปรแฝงภายใน (η)

Θ_x คือ เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปร X

Θ_y คือ เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปร Y

Φ คือ เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก (ξ)

Ψ คือ เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของ

ตัวแปรแฝงภายใน (η)

ตัวห้อย X, Y คือเวกเตอร์ของตัวแปรที่สังเกตได้

ตัวก(1)(2)(3) คือกลุ่มที่ของประชากร

1. H_0 สำหรับ Λ :

$$\Lambda_X^{(1)} = \Lambda_X^{(2)} = \Lambda_X^{(3)}$$

$$\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)} = \Lambda_Y^{(3)}$$

การตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 เป็นการตรวจสอบสถานะ (mode) ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอย หรือเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ

2. H_0 สำหรับ Λ, B และ Γ :

$$\Lambda_X^{(1)} = \Lambda_X^{(2)} = \Lambda_X^{(3)}$$

$$\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)} = \Lambda_Y^{(3)}$$

$$B^{(1)} = B^{(2)} = B^{(3)}$$

$$\Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)} = \Gamma^{(3)}$$

การตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 2 เป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 1 ทั้งหมดรวมกับการตรวจสอบสมมติฐานเกี่ยวกับเมทริกซ์อิทธิพล (effects) จากตัวแปรเหตุไปหาตัวแปรผล

3. H_0 สำหรับ Λ, B, Γ, Φ :

$$\Lambda_X^{(1)} = \Lambda_X^{(2)} = \Lambda_X^{(3)}$$

$$\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)} = \Lambda_Y^{(3)}$$

$$B^{(1)} = B^{(2)} = B^{(3)}$$

$$\Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)} = \Gamma^{(3)}$$

$$\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)} = \Phi^{(3)}$$

การตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 3 เป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 2 ทั้งหมดรวมกับการตรวจสอบสมมติฐานเกี่ยวกับเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝง

4. H_0 สำหรับเมทริกซ์พารามิเตอร์รวมหมดทั้ง 8 เมทริกซ์ :

$$\Lambda_X^{(1)} = \Lambda_X^{(2)} = \Lambda_X^{(3)}$$

$$\Lambda_Y^{(1)} = \Lambda_Y^{(2)} = \Lambda_Y^{(3)}$$

$$B^{(1)} = B^{(2)} = B^{(3)}$$

$$\Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)} = \Gamma^{(3)}$$

$$\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)} = \Phi^{(3)}$$

$$\Psi^{(1)} = \Psi^{(2)} = \Psi^{(3)}$$

$$\Theta_\delta^{(1)} = \Theta_\delta^{(2)} = \Theta_\delta^{(3)}$$

$$\Theta_\varepsilon^{(1)} = \Theta_\varepsilon^{(2)} = \Theta_\varepsilon^{(3)}$$

การตรวจสอบสมมติฐานสุดท้าย เป็นการตรวจสอบสมมติฐานในข้อ 3 ทั้งหมดรวมกับการตรวจสอบสมมติฐานเกี่ยวกับเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์สรุป

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์คำนวณหาผลต่างของดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ได้จากการตรวจสอบสมมติฐานในขั้นตอนที่ 2 ระหว่างคู่ที่มีเงื่อนไขบังคับน้อยกับมีเงื่อนไขบังคับมาก ผลต่างของค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ได้จะนำมาตีความหมายเพื่อสรุปผลการวิเคราะห์โมเดลกลุ่มพหุทั้งหมด

ในการวิเคราะห์สรุปนี้ ถ้าจุดมุ่งหมายของการวิจัยมุ่งตอบปัญหาว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรหรือไม่อย่างไร การแปลความหมายจะเน้นที่ลักษณะผลการตรวจสอบสมมติฐานว่าโมเดลที่ไม่แปรเปลี่ยนมีลักษณะอย่างไร พารามิเตอร์ใดที่แปรเปลี่ยนและพารามิเตอร์ใดไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มประชากร



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง และเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการ โครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่มีการให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ฐานข้อมูลในการวิจัย

ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือข้อมูลในส่วนของคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และข้อมูลในส่วนของปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ข้อมูลคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งผู้วิจัยใช้ฐานข้อมูลจากวิทยานิพนธ์คุณฐิติบัณฑิต เรื่องการพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบของอวยพร เรื่องตระกูล (2544) ซึ่งเป็นข้อมูลคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยวัดจากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบซ้ำ (repeat) 3 ครั้ง ระยะเวลาเก็บข้อมูลห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน ซึ่งมีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit) คะแนนพัฒนาการในครั้งนี้เป็นการประมาณค่าคะแนนพัฒนาการด้วยโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model: LGCM)

ข้อมูลในส่วนของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเอง ได้แก่ ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง การศึกษาของผู้ปกครอง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม ประสบการณ์และการศึกษาของครู

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2543 เลือกโดยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multistage) โดยการสุ่มสหวิทยาเขต จากนั้นสุ่มโรงเรียนภายในสหวิทยาเขต และสุ่มห้องเรียนภายในโรงเรียน

จากผลการคำนวณขนาดพหุติของกลุ่มตัวอย่าง กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (1970) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 397 คน แต่เพื่อให้งานวิจัยมีความแกร่ง (robustness) ดังนั้นจึงเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 635 คน (อวยพร เรื่องตระกูล, 2544)

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลังของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยในครั้งนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยของอวยพร เรื่องตระกูล (2544) ในขณะที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ดังนั้น ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 กลุ่มตัวอย่างเดิมได้กระจายไปศึกษาต่อในสถานศึกษาอื่น ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถติดตามได้ ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสามารถตามเก็บข้อมูลได้ จึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาต่อในสถานศึกษาเดิมเท่านั้น ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 334 คน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้

รายชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนที่ วัดพัฒนาการ	จำนวนนักเรียนที่ เก็บข้อมูลด้านปัจจัย
สหวิทยาเขตราชนครินทร์		
1. วัดสุทธิวาราม	114	82
2. ยานนาวาสวิทธาคม	119	71
3. นนทรีวิทยา	119	61
สหวิทยาเขตเพชรเกษม		
4. วัดรางบัว	81	36
5. ราชวินิตบางแคปานจ่า	116	40
6. ปัญญาวรคุณ	86	44
รวม	635	334 (52.60%)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง Saris และ Stronkhorst (1984 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) กำหนดว่าควรรใช้กลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 100 หน่วย ส่วน Lindemen (1980 อ้างถึงใน เบญจรัตน์ เชนูวัฒนชัย, 2541) กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างไว้ 20 หน่วยต่อ 1 ตัวแปร ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ มี 13 ตัวแปร ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างจึงควรมีขนาด 260 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้มีจำนวน 334 คน จึงเป็นไปตามข้อกำหนดของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลต่อไปได้

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษานี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ตัวแปรแฝง (unobserved variable) และตัวแปรสังเกตได้ (manifest variable) ดังนี้

ตัวแปรแฝง มี 7 ตัวแปร ได้แก่

1. การศึกษาของผู้ปกครอง (education) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร คือ ระดับการศึกษาของบิดาและระดับการศึกษาของมารดา

2. ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (economic) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร คือ รายได้ของบิดาและรายได้ของมารดา

3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (attitude) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

4. ประสบการณ์ของครูผู้สอน (experience) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร คือ อายุราชการ และการได้รับการอบรมทางด้านการสอน

5. การศึกษาของครู (education) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร คือ ระดับการศึกษาของครู และสาขาที่จบการศึกษา

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (achievement) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร คือ ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเกรดเฉลี่ยรวมทุกวิชา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542

7. พัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (growth) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ คะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยวัดจากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ และประมาณค่าคะแนนพัฒนาการด้วยโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model: LGCM)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนทั้งหมด 5 ชนิด ดังนี้

1. แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

อวยพร เรื่องตระกูล (2544) ได้สร้างเครื่องมือ สำหรับเก็บข้อมูลคะแนนพัฒนาการของนักเรียน คือ แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit) โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบซ้ำ 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน ที่เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีข้อสอบหลัก 22 ข้อ (66 ข้อย่อย) โดยมีค่าเฉลี่ยความยาก 0.448 ค่าอำนาจจำแนก 0.509 และค่าความเที่ยง (KR 20) 0.913

2. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ กฤษณา กิดดี เป็นผู้พัฒนาขึ้น ในปีการศึกษา 2535 ซึ่งเป็นแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ เนื่องจากมีการตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของแบบวัดเจตคติที่พัฒนาขึ้น

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นี้ประกอบด้วยการวัดเจตคติทางตรง มีลักษณะเป็นแบบจำแนกความหมาย จำนวน 11 ข้อ มีค่าความเที่ยง 0.8606 และการวัดเจตคติทางอ้อมจำนวน 16 ข้อ มีค่าความเที่ยง 0.8068

เนื่องจากการเก็บข้อมูลในส่วนของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นี้ เป็นการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ย้อนหลัง ในขณะที่นักเรียนศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดัดแปลงแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้วิจัยดำเนินการดัดแปลงข้อคำถามที่ใช้ในแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยเพิ่มข้อความที่เป็นการเน้นย้ำ ให้นักเรียนรายงานความรู้สึกของตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในขณะที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543

2) นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้วตรวจสอบแก้ไข

3) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ว่าสามารถทำให้นักเรียนรายงานความรู้สึกของตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในขณะที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 ได้หรือไม่ ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นชีวิตในตารางโครงสร้าง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ
ประเด็นชี้วัดในตารางโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการประเมิน			IOC
	ได้ (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่ได้ (-1)	
<i>การวัดเจตคติทางตรง</i>				
1	5	0	0	1.00
2	5	0	0	1.00
3	4	1	0	0.80
4	4	0	1	0.80
5	5	0	0	1.00
6	5	0	0	1.00
7	5	0	0	1.00
8	5	0	0	1.00
9	4	1	0	0.80
10	5	0	0	1.00
11	4	1	0	0.80
<i>การวัดเจตคติทางอ้อม</i>				
1	5	0	0	1.00
2	5	0	0	1.00
3	5	0	0	1.00
4	5	0	0	1.00
5	5	0	0	1.00
6	5	0	0	1.00
7	5	0	0	1.00
8	5	0	0	1.00
9	4	1	0	0.80
10	5	0	0	1.00
11	5	0	0	1.00
12	5	0	0	1.00
13	4	1	0	0.80
14	5	0	0	1.00
15	5	0	0	1.00
16	5	0	0	1.00

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการวัดเจตคติทางตรง จำนวน 11 ข้อ และการวัดเจตคติทางอ้อม จำนวน 16 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นชี้วัดในตารางโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (IOC) ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 และถือว่าส่วนใหญ่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นที่สอดคล้องกันมากกว่าร้อยละ 80

4) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนไพชญิมพลีวิทยาคม จำนวน 38 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว

เครื่องมือ	จำนวนข้อ	ความเที่ยง (α -Coefficient)
การวัดเจตคติทางตรง	11	0.8395
การวัดเจตคติทางอ้อม	16	0.7756
รวม	27	0.8724

จากตารางเห็นได้ว่าแบบวัดเจตคติที่ดัดแปลงแล้วมีค่าความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์สูงพอที่จะสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไปได้

เกณฑ์การแปลผลการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

-3.0 ถึง -1.8	แสดงว่า	มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก
-1.8 ถึง -0.6	แสดงว่า	มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
-0.6 ถึง 0.6	แสดงว่า	มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0.6 ถึง 1.8	แสดงว่า	มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
1.8 ถึง 3.0	แสดงว่า	มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

3. แบบบันทึกคุณลักษณะของครู

แบบบันทึกคุณลักษณะของครู สำหรับเก็บข้อมูลในส่วนของระดับการศึกษา อายุ ราชการ สาขาวิชา และการอบรม ของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาตัวแปรหรือคุณลักษณะของครูที่ผู้วิจัยต้องการวัด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านที่ 1 ระดับการศึกษาขั้นสูงสุดที่ครูสำเร็จการศึกษา แบ่งออกเป็นจบการศึกษาในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก ด้านที่ 2 อายุราชการ ด้านที่ 3 สาขาวิชาที่ครูสำเร็จ การศึกษา และด้านสุดท้าย คือ ด้านการได้รับการอบรมทางการสอน โดยแบ่งออกเป็น เคย หรือ ไม่เคย ได้รับการอบรม
- 2) สร้างแบบบันทึกคุณลักษณะของครู โดยสร้างให้ครอบคลุมหัวข้อดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ดังตัวอย่าง
- 3) นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแก้ไข

ตัวอย่าง แบบบันทึกคุณลักษณะของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์

โรงเรียน	ชื่อ-สกุล	ระดับการศึกษา			อายุ ราชการ (ปี)	สาขาที่ จบ การศึกษ ษา	ได้รับการ อบรม		หมายเหตุ
		ตรี	โท	เอก			เคย	ไม่เคย	

เกณฑ์การให้ค่าคะแนนในส่วนของระดับการศึกษาของครูผู้สอน ผู้วิจัยให้ค่าคะแนนโดย
นับจำนวนปีที่ศึกษา ดังนี้

ระดับการศึกษา	คะแนน
ปริญญาตรี	16
ปริญญาโท	18
ปริญญาเอก	22

4. แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน

แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน สำหรับเก็บข้อมูลในส่วนของ เพศ ระดับการศึกษาของบิดา ระดับการศึกษาของมารดา และรายได้ต่อเดือนของบิดามารดา โดยเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ และ เติมคำในช่องว่าง มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาตัวแปรที่ผู้วิจัยต้องการวัด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 เพศของนักเรียน แบ่งออกเป็นเพศหญิงและเพศชาย ด้านที่ 2 ระดับการศึกษาของบิดาและมารดา แบ่งออกเป็น ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ปริญญาตรี ปริญญาโท ปริญญาเอก และอื่นๆ และด้านสุดท้าย รายได้ของบิดาและมารดา
- 2) สร้างแบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน โดยสร้างให้ครอบคลุมหัวข้อดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น
- 3) นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแก้ไข

เกณฑ์การให้ค่าคะแนนในส่วนของระดับการศึกษาของบิดาและมารดา ผู้วิจัยให้ค่าคะแนนโดยนับจำนวนปีที่ศึกษา ดังนี้

ระดับการศึกษา	คะแนน
ไม่ได้รับการศึกษา	0
ประถมศึกษา	6
มัธยมศึกษาตอนต้น	9
มัธยมศึกษาตอนปลาย	12
ปริญญาตรี	16
ปริญญาโท	18
ปริญญาเอก	22

5. แบบบันทึกข้อมูลนักเรียน

แบบบันทึกข้อมูลนักเรียน สำหรับบันทึกระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเกรดเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.2 ปีการศึกษา 2542 ภาคเรียนที่ 2

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบบันทึกข้อมูลนักเรียน โดยพิมพ์รายชื่อของนักเรียนที่ต้องใช้เก็บข้อมูลในแต่ละโรงเรียน จากนั้นสร้างตารางสำหรับบันทึกข้อมูลในส่วนของระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเกรดเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.2 ปีการศึกษา 2542 ภาคเรียนที่ 2

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือข้อมูลในส่วนของคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และข้อมูลในส่วนของปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ข้อมูลในส่วนของคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์นั้นเป็นข้อมูลทุติยภูมิ จากงานวิจัยของอวยพร เรื่องตระกูล (2544) ที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้แล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้นำฐานข้อมูลคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 มาคัดลอกรายชื่อโรงเรียน รายชื่อนักเรียน ระดับชั้นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ทำหนังสือจากภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ เพื่อขอความอนุเคราะห์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม. ในการเก็บข้อมูล
3. ติดต่อกับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม. เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยแก่โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
4. ติดต่อขอความร่วมมือจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
5. ขอข้อมูลรายชื่อของนักเรียน ที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 จากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นผู้วิจัยทำการตรวจสอบรายชื่อของนักเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างเดิม (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543) กับรายชื่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 เพื่อสำรวจรายชื่อ ชั้น ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งศึกษาต่อในสถานศึกษาเดิม
6. ผู้วิจัยติดต่อกับทางโรงเรียน เพื่อขอวัน เวลา และสถานที่ สำหรับเก็บข้อมูลกับนักเรียน
7. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วน of นักเรียน โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน
8. ผู้วิจัยติดต่อกับฝ่ายทะเบียน-วัดผลของโรงเรียน เพื่อขอเก็บข้อมูลในส่วน of ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเกรดเฉลี่ยของนักเรียน ในขณะที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542
9. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วน of ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเกรดเฉลี่ยของนักเรียน ในขณะที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 โดยขอให้

ครูฝ่ายทะเบียน-วัดผล ช่วยทำสำเนาให้ ในกรณีที่โรงเรียนนั้นมีการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่ในกรณีที่ทางโรงเรียนไม่สามารถทำสำเนาให้ได้ ผู้วิจัยก็เก็บข้อมูล โดยทำการคัดลอกจากระเบียนสะสม (รบ.3ต.) จากฝ่ายทะเบียน- วัดผลของโรงเรียน โดยใช้แบบบันทึกข้อมูลนักเรียน

10. ผู้วิจัยติดต่อกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอเก็บข้อมูลในส่วนของระดับการศึกษา อายุราชการ สาขา และการได้รับการอบรม จากนั้นเก็บข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกคุณลักษณะของครู

11. เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเสร็จทุกโรงเรียนแล้ว ตรวจสอบความเรียบร้อยของข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการศึกษา เพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและลักษณะการแจกแจงของตัวแปร สถิติที่ใช้ ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าความเบ้ (skewness) ค่าความโด่ง (kurtosis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows

2. การวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้าง ตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรมลิสเรล (LISREL) ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีไลค์ลิฮูดสูงสุด (Maximum Likelihood Estimates) โมเดลที่ใช้วิเคราะห์ คือ โมเดลตามกรอบแนวคิดในการวิจัย ผลการวิเคราะห์จะนำเสนอในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และโมเดลแสดงอิทธิพลของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (path analysis)

ค่าสถิติสำคัญที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square) ดัชนี GFI (goodness-of-fit index) ดัชนี AGFI (adjusted goodness-of-fit index)

3. การวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง และข้อที่ 3 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่มีการให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit) การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลประกอบด้วย ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดล รวม 8 สมมติฐาน

ในที่นี้ ผู้วิจัยเลือกทดสอบสมมติฐานตามลำดับที่ของ Bryne (1998 อ้างถึงใน จิตตานันท์ ตีกุล, 2545) เสนอไว้โดยให้ลำดับความสำคัญในการทดสอบกับพารามิเตอร์ของสัมประสิทธิ์การ

ถดถอย ($\Lambda_x; \Lambda_y$) เป็นอันดับแรก รองลงมา คือ ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุ จากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (Γ) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุ ระหว่างตัวแปรภายในแฝง (β) และให้ความสำคัญกับค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด ($\Psi; \Theta_\delta; \Theta_\varepsilon$) น้อยที่สุด โดยมีลำดับของสมมติฐาน ดังนี้

1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์ และสถานะของพารามิเตอร์ เป็นแบบกำหนด, อิสระและบังคับ ในเมทริกซ์เหมือนกัน)

$$2) H_{\Lambda_x} : \Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$$

$$3) H_{\Lambda_x \Lambda_y} : \Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}, \Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}$$

$$4) H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma} : \Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}, \Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}$$

$$5) H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta} : \Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}, \Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}, \beta^{(1)} = \beta^{(2)}$$

$$6) H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \Psi} : \Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}, \Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}, \beta^{(1)} = \beta^{(2)}, \Psi^{(1)} = \Psi^{(2)}$$

$$7) H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \Psi \Theta_\delta} : \Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}, \Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}, \beta^{(1)} = \beta^{(2)}, \Psi^{(1)} = \Psi^{(2)}, \Theta_\delta^{(1)} = \Theta_\delta^{(2)}$$

$$8) H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \Psi \Theta_\delta \Theta_\varepsilon} : \Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}, \Lambda_y^{(1)} = \Lambda_y^{(2)}, \Gamma^{(1)} = \Gamma^{(2)}, \beta^{(1)} = \beta^{(2)}, \Psi^{(1)} = \Psi^{(2)}, \Theta_\delta^{(1)} = \Theta_\delta^{(2)}, \Theta_\varepsilon^{(1)} = \Theta_\varepsilon^{(2)}$$

การทดสอบสมมติฐานที่ 1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล โดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มมีค่าเท่ากัน นั่นคือ เป็นการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในแต่ละกลุ่มประชากรนั่นเอง

การทดสอบสมมติฐานที่ 2) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 1) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรที่สังเกตได้ หรือพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร (Λ_x) โดยเป็นการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างกลุ่ม

การทดสอบสมมติฐานที่ 3) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 2) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรที่สังเกตได้ (Λ_y)

การทดสอบสมมติฐานที่ 4) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 3) และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์อิทธิพลเชิงสาเหตุของตัวแปรภายนอกแฝงที่มีต่อตัวแปรภายในแฝง (Γ)

การทดสอบสมมติฐานที่ 5) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 4 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์อิทธิพลเชิงสาเหตุของตัวแปรภายในแฝง (β)

การทดสอบสมมติฐานที่ 6) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 5 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายในความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายใน (Ψ)

การทดสอบสมมติฐานที่ 7) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 6 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยของตัวแปรภายนอกสังเกตได้

การทดสอบสมมติฐานที่ 8) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนตามสมมติฐานที่ 7 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยของตัวแปรภายในสังเกตได้

การวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ ตามสมมติฐานดังกล่าวข้างต้นแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และการคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตอนนี้เป็นวิเคราะห์โดยไม่มีเงื่อนไขการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากัน

2. การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มและการคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตอนนี้เป็นวิเคราะห์โดยกำหนดเงื่อนไขให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากัน

3. การคำนวณผลต่างค่าไค-สแควร์ และผลต่างขององศาอิสระ (df) ที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 การแปรผลการวิเคราะห์ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากร แต่ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากรหรือค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากรมีค่าไม่เท่ากันนั่นเอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง และเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการ โครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่มีการให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็น 4 ตอน ดังนี้ **ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติขั้นพื้นฐาน **ตอนที่ 2** ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการศึกษาโมเดลของปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ **ตอนที่ 3** ผลการวิเคราะห์โมเดลของปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน **ตอนที่ 4** ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง และความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการ โครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่มีการให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสะดวก และมีความเข้าใจมากขึ้น ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์แทนสถิติและตัวแปรต่างๆ ในการนำเสนอ ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติ

\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
SD	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)
MAX	หมายถึง	ค่าสูงสุด (maximum)
MIN	หมายถึง	ค่าต่ำสุด (minimum)
SK	หมายถึง	ค่าความเบ้ (skewness)
KU	หมายถึง	ค่าความโด่ง (kurtosis)
χ^2	หมายถึง	ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืนประเภทค่าสถิติ-ไคสแควร์
Λ_x	หมายถึง	เมตริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้
Λ_y	หมายถึง	เมตริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรสังเกตได้

Γ	หมายถึง	เมตริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง
β	หมายถึง	เมตริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรภายในแฝง
Φ	หมายถึง	เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง
Ψ	หมายถึง	เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรภายในแฝง
Θ_{δ}	หมายถึง	เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้
Θ_{ε}	หมายถึง	เมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้
R^2	หมายถึง	สัมประสิทธิ์การทำนาย (coefficient of determination)
df	หมายถึง	ชั้นแห่งความอิสระ (degree of freedom)
p	หมายถึง	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
RMR	หมายถึง	ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือ (Root Mean Square Residual)
GFI	หมายถึง	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index)
AGFI	หมายถึง	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjust Goodness of Fit Index)
NFI	หมายถึง	ดัชนีวัดความเป็นปกติ (Normed Fit Index)
RFI	หมายถึง	ดัชนีวัดระดับความสัมพันธ์ (Relative Fit Index)
TE	หมายถึง	อิทธิพล โดยรวม (total effect)
DE	หมายถึง	อิทธิพลทางตรง (direct effect)
IE	หมายถึง	อิทธิพลทางอ้อม (indirect effect)

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรแฝง

PAR_EDU	หมายถึง	ตัวแปรแฝงการศึกษาของผู้ปกครอง
ECONOMIC	หมายถึง	ตัวแปรแฝงฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง
ATTITUDE	หมายถึง	ตัวแปรแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
ACHIEVE	หมายถึง	ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม

EXPER	หมายถึง	ตัวแปรแฝงประสบการณ์ของครูผู้สอน
TEAC_EDU	หมายถึง	ตัวแปรแฝงการศึกษาของครูผู้สอน
GROWTH	หมายถึง	ตัวแปรแฝงพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรสังเกตได้

FATH_EDU	หมายถึง	ระดับการศึกษาของบิดา
MOTH_EDU	หมายถึง	ระดับการศึกษาของมารดา
FATH_INC	หมายถึง	รายได้ของบิดา
MOTH_INC	หมายถึง	รายได้ของมารดา
ATT_SCOR	หมายถึง	คะแนนการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
GRADE	หมายถึง	ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
GPA	หมายถึง	ผลการเรียนเฉลี่ยรวมทุกวิชา
TRAIN	หมายถึง	ได้รับการอบรม
YEAR	หมายถึง	อายุราชการหรือจำนวนปีที่ครูทำการสอน
MAJOR	หมายถึง	สาขาที่จบการศึกษา
DEGREE	หมายถึง	ระดับการศึกษาของครู
GS1	หมายถึง	คะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการตรวจให้ คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous)
GS2	หมายถึง	คะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการตรวจให้ คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือ การนำเสนอค่าสถิติของตัวแปรภูมิหลังของนักเรียนและครูผู้สอน นำเสนอเป็นค่าร้อยละและความถี่ ส่วนที่สองเป็นการนำเสนอค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่อเนื่องที่ใช้ในการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 334 คน จากฐานข้อมูลของอวยพร เรื่องตระกูล (2544) ซึ่งผู้วิจัยสามารถติดตามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนี้มาได้ 334 คน โดยมีนักเรียนเพศชายมากกว่านักเรียนเพศหญิง (ร้อยละ 61.4 และ 38.6 ตามลำดับ)

ในส่วนองระดับการศึกษาของบิดา ส่วนใหญ่ศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 32.6) รองลงมาคือ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 32.3 และ 18.6 ตามลำดับ รายได้ของบิดาอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 14658.770$) ระดับการศึกษาของมารดา ส่วนใหญ่ศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ร้อยละ 31.7) รองลงมา คือ ระดับประถมศึกษา และ ปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 28.7 และ 22.2 ตามลำดับ รายได้ของมารดาอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ($\bar{X} = 9027.250$) การกระจายของรายได้ของมารดามากกว่าบิดา ($CV=78.797$ และ 65.626 ตามลำดับ)

ในส่วนองครูผู้สอนส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีมากกว่าปริญญาโท (ร้อยละ 72.73 และ 27.27 ตามลำดับ) จบการศึกษาในสาขาคณิตศาสตร์มากกว่าสาขาอื่นๆ (ร้อยละ 90.91 และ 9.09 ตามลำดับ) และเคยได้รับการอบรมทางด้านการสอนมากกว่าไม่เคย (ร้อยละ 90.91 และร้อยละ 9.09 ตามลำดับ) มีอายุราชการค่อนข้างมาก ($\bar{X} = 22.650$)

ในส่วนองเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง ($\bar{X} = 1.406$) ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และผลการเรียนเฉลี่ย อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ($\bar{X} = 2.640$ และ 2.848 ตามลำดับ) คะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้ค่าแบบทวิภาคและให้คะแนนความรู้บางส่วน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.607 และ 9.991 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.651 และ 7.787 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 จำนวน และร้อยละของตัวแปรภูมิหลังของนักเรียนและครูผู้สอน

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	205	61.4
หญิง	129	38.6
รวม	334	100
ระดับการศึกษาของบิดา		
ไม่ได้รับการศึกษา	3	0.9
มัธยมศึกษาตอนต้น	46	13.8
มัธยมศึกษาตอนปลาย	108	32.3
ปริญญาตรี	109	32.6
ปริญญาโท	5	1.5
ปริญญาเอก	1	0.3
รวม	334	100
ระดับการศึกษาของมารดา		
ไม่ได้รับการศึกษา	2	0.6
มัธยมศึกษาตอนต้น	52	15.6
มัธยมศึกษาตอนปลาย	106	31.7
ปริญญาตรี	74	22.2
ปริญญาโท	3	0.9
ปริญญาเอก	1	0.3
รวม	334	100
ระดับการศึกษาของครูผู้สอน		
ปริญญาตรี	8	72.73
ปริญญาโท	3	27.27
รวม	11	100
สาขาที่ครูผู้สอนจบการศึกษา		
คณิตศาสตร์	10	90.91
อื่นๆ	1	9.09
รวม	11	100
ได้รับการอบรมทางด้านการสอน		
เคย	10	90.91
ไม่เคย	1	9.09
รวม	11	100

ตารางที่ 6 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรต่อเนื่องที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	จำนวน	\bar{X}	SD	CV	MIN	MAX	SK	KU
รายได้ของบิดา	334	14658.770	9620.017	65.626	3000	50000	1.587	2.674
รายได้ของมารดา	334	9027.250	7113.208	78.797	0	45000	1.629	4.580
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	334	1.406	0.827	58.819	-2.070	2.700	-1.665	3.381
ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	334	2.640	1.192	45.152	1.000	4.000	-0.175	-1.499
ผลการเรียนเฉลี่ยรวม	334	2.848	0.753	26.440	1.100	3.980	-0.249	-1.043
คะแนนพัฒนาการ (dichotomous)	334	3.607	2.651	73.496	-2.584	10.151	0.272	-0.409
คะแนนพัฒนาการ (partial credit)	334	9.991	7.787	77.940	-6.310	31.897	0.483	-0.300
อายุราชการของครู	11	22.650	6.253	27.607	2.000	31.000	-1.453	3.284

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรสังเกตได้ ที่ใช้ในการศึกษาโมเดลปัจจัยที่ส่ง ผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ เป็นผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ที่ใช้ในการวิจัยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เพื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ และนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไปใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลอิสระและการวิเคราะห์กลุ่มพหุ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 13 ตัวแปร ที่แสดงในตารางที่ 7 เป็นการวิเคราะห์ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรรวม 78 คู่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -0.073 ถึง 0.924 โดยเป็นความสัมพันธ์ทางบวกจำนวน 75 คู่ เป็นความสัมพันธ์ทางลบจำนวน 3 คู่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ($r < 0.3$) จำนวน 47 คู่ ความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ($0.3 < r < 0.6$) จำนวน 27 คู่ และความสัมพันธ์ในระดับสูง ($0.6 < r < 1.0$) จำนวน 4 คู่ โดยคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือ คะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าแบบทวิภาค (GS1) และได้จากการตรวจให้ค่าความรู้บางส่วน (GS2) และคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือ อายุราชการ (YEAR) กับ สาขาที่ครูจบการศึกษา (MAJOR) ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ จำนวน 62 คู่ คิดเป็นร้อยละ 79.48 แบ่งเป็นตัวแปร มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จำนวน 12 คู่ คิดเป็นร้อยละ 15.38 และ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 จำนวน 50 คู่ คิดเป็นร้อยละ 64.10 เห็นได้ว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันสูง จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้วิเคราะห์โมเดลอิสระ

จากตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรแยกตามเพศชายและเพศหญิง ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันทั้งทางบวกและทางลบ สำหรับเพศชาย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -0.043 ถึง 0.937 โดยเป็นความสัมพันธ์ทางบวกจำนวน 75 คู่ เป็นความสัมพันธ์ทางลบจำนวน 3 คู่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ($r < 0.3$) จำนวน 44 คู่ ความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ($0.3 < r < 0.6$) จำนวน 31 คู่ และความสัมพันธ์ในระดับสูง ($0.6 < r < 1.0$) จำนวน 3 คู่ โดยคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือ คะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าแบบทวิภาค (GS1) และ ได้จากการตรวจให้ค่าความรู้บางส่วน (GS2) ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จำนวน 9 คู่ คิดเป็นร้อยละ 11.54 และ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 จำนวน 45 คู่ คิดเป็นร้อยละ 57.69

สำหรับเพศหญิง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -0.130 ถึง 0.885 โดยเป็นความสัมพันธ์ทางบวกจำนวน 75 คู่ เป็นความสัมพันธ์ทางลบจำนวน 3 คู่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ($r < 0.3$) จำนวน 50 คู่ ความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ($0.3 < r < 0.6$) จำนวน 25 คู่ และความสัมพันธ์ในระดับสูง ($0.6 < r < 1.0$) จำนวน 3 คู่ โดยคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือ คะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าแบบทวิภาค (GS1) และ ได้จากการตรวจให้ค่าความรู้บางส่วน (GS2) ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จำนวน 8 คู่ คิดเป็นร้อยละ 10.26 และ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 จำนวน 34 คู่ คิดเป็นร้อยละ 43.59

จากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ทั้ง 3 ชุด พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีค่าสหสัมพันธ์สอดคล้องกัน

ข้อสังเกต จากผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ เมื่อแยกตามเพศ พบว่า มีตัวแปรบางคู่ที่มีค่าสหสัมพันธ์แตกต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิง คือ ในกลุ่มนักเรียนเพศชาย มีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในเพศหญิงมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ได้แก่ 1. สหสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GRADE) กับ รายได้ของบิดา (FATH_INC) 2. ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GRADE) กับ รายได้ของมารดา (MOTH_INC) 3. ผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) กับ รายได้ของมารดา (MOTH_INC) 4. คะแนน

พัฒนาการแบบทวิภาค (GS1) กับระดับการศึกษาของครู (DEGREE) 5. คะแนนพัฒนาการแบบให้
ค่าความรู้บางส่วน (GS2) กับระดับการศึกษาของครู (DEGREE) 6. ระดับการศึกษาของบิดา
(FATH_EDU) กับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GRADE) 7. ระดับการศึกษาของมารดา
(MOTH_EDU) กับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GRADE) 8. อายุราชการ (YEAR) กับ
คะแนนพัฒนาการแบบทวิภาค (GS1) 9. อายุราชการ (YEAR) กับคะแนนพัฒนาการแบบให้
ค่าความรู้บางส่วน (GS2)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิจัย

	FATH_INC	MOTH_INC	ATTITUDE	DEGREE	MAJOR	GRADE	GPA	GS1	GS2	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_INC	1.000												
MOTH_INC	.405**	1.000											
ATTITUDE	.215**	.226**	1.000										
DEGREE	.211	.141*	.193	1.000									
MAJOR	.053	.106	.096	.117*	1.000								
GRADE	.320**	.152**	.413*	.177**	.149**	1.000							
GPA	.371**	.194**	.451*	.161**	.165**	.882**	1.000						
GS1	.531**	.438**	.429**	.268**	.137*	.442**	.524**	1.000					
GS2	.523**	.444**	.412**	.278**	.128*	.425**	.487**	.924**	1.000				
FATH_EDU	.510**	.319**	.332**	.093	.097	.336**	.399**	.423**	.399	1.000			
MOTH_EDU	.380**	.521**	.288**	.100	.094	.253**	.299**	.446**	.421**	.578*	1.000		
YEAR	.158**	.071	-.066	.709**	-.073	.191**	.172**	.227**	.233**	.143*	.156**	1.000	
TRAIN	.118*	.052	.033	.194*	-.030	.145**	.166**	.222**	.204**	.135*	.178*	.742**	1.000
MEAN	14658.770	9027.250	1.406	16.860	.980	2.640	2.848	3.607	9.991	11.790	10.710	22.650	.950
SD	9620.017	7113.208	.827	.991	.133	1.192	.753	2.651	7.787	3.909	3.892	6.253	.214

** p < .01

* p < .05

ตารางที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิจัยแยกตามเพศ

เพศหญิง													
MEAN	12220.160	8380.620	1.507	16.510	.980	2.630	2.850	3.002	8.234	10.860	10.070	20.320	.910
SD	7579.497	5977.593	.653	.876	.151	1.106	.684	2.285	6.147	3.809	3.790	6.786	.280
ตัวแปร	FATH_INC	MOTH_INC	ATTITUDE	DEGREE	MAJOR	GRADE	GPA	GS1	GS2	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_INC		.452**	.245**	.089	.032	.156	.247**	.434**	.413**	.475**	.319**	.066	.135
MOTH_INC	.381**		.322**	.147	.104	.082	.141	.406**	.430**	.379**	.523**	.043	.110
ATTITUDE	.260**	.204**		.029	.123	.371**	.417**	.515**	.420**	.361**	.376**	.136	.244**
DEGREE	.197	.117	.131		.090	.100	.085	.115	.142	.078	-.016	.577**	.179*
MAJOR	.087	.109	.089	.131		.182*	.220*	.132	.150	.035	.003	-.130	-.027
GRADE	.395**	.183**	.444**	.221**	.130		.872**	.338**	.415**	.138	.160	.173	.175*
GPA	.433**	.218**	.476**	.208**	.133	.887**		.473**	.501**	.207*	.184*	.176*	.238**
GS1	.544**	.444**	.450**	.386**	.139*	.499**	.560**		.885**	.427**	.475**	.069	.298**
GS2	.512**	.443**	.337**	.396**	.116	.439**	.496**	.937**		.406**	.439**	.032	.246**
FATH_EDU	.505**	.282**	.378**	.025	.138*	.452**	.514**	.392**	.372**		.531*	.172	.164
MOTH_EDU	.389**	.519**	.279**	.111	.160*	.304**	.365**	.414**	.398**	.592*		.164	.234**
YEAR	.132	.061	.139*	.774**	-.043	.219**	.189**	.266**	.292**	.033	.095	.	.827**
TRAIN	.077	-.010	.138*	.170*	-.019	.134	.124	.145*	.167*	.065	.102	.647**	
MEAN	16193.320	9434.150	1.292	17.070	.990	2.650	2.847	3.988	11.096	12.380	11.110	24.110	.980
SD	10435.157	7729.342	.705	1.000	.120	1.245	.795	2.796	8.490	3.865	3.912	5.417	.155

** p < .01 * p < .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

ในตอนนี้เป็นผลการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) มีรายละเอียดต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก โดยพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (Chi-square) มีค่าเท่ากับ 2.295 ที่องศาอิสระ 5 มีค่าความน่าจะเป็น เท่ากับ 0.807 นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า โมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และมีค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.999 มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.982 และค่า RMR เท่ากับ 0.017 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ มีค่า (χ^2/df) เท่ากับ 0.459 ซึ่งถ้าหากค่านี้มีค่าเท่ากับ 2 หรือน้อยกว่า ก็ถือว่า โมเดลที่ทดสอบสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับที่น่าพึงพอใจ (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์ และ สมชาย สว่างเนตร, 2535) และเมื่อพิจารณาค่าอิทธิพลของตัวแปรในโมเดล พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($P < 0.01$) รายละเอียดผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 9 และแผนภาพที่ 11

สำหรับค่าความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ พบว่า ตัวแปรระดับการศึกษาของครูผู้สอน (DEGREE) มีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.883 รองลงมา คือ ตัวแปรการที่ครูได้รับการอบรมทางด้านการสอน (TRAIN) มีค่าเท่ากับ 0.755 และตัวแปรอายุราชการของครู (YEAR) มีค่าเท่ากับ 0.729 และค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ หรือ R-SQUARE ของตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (GROWTH) มีค่าเท่ากับ 0.589 แสดงว่าตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (GROWTH) ได้ร้อยละ 58.9

ตารางที่ 9 ค่าสถิติผลการวิเคราะห์อิทธิพลของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการ
ตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และผลการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตัวแปรผล	ECONOMIC			ATTITUDE			TEAC_EDU			ACHIEVE			GROWTH		
	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE
PAR_EDU	.926**	-	.926**	.410**	-	.410**	-	-	-	.414**	.414**	-	.620**	.620**	-
	(.244)		(.244)	(.061)		(.061)				(.077)	(.077)		(.076)	(.076)	
EXPER	-	-	-	.171**	.171**	-	.880**	-	.880**	-	-	-	.232**	.232**	-
				(.057)	(.057)		(.095)		(.095)				(.053)	(.053)	
ECONOMIC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.447**	-	.447**	.599**	.127**	.472**
										(.161)		(.161)	(.193)	(.035)	(.158)
ATTITUDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.158*	-	.158*
													(.066)		(.066)
TEAC_EDU	-	-	-	.194**	-	.194**	-	-	-	-	-	-	.263**	.031*	.232*
				(.065)		(.065)							(.064)	(.014)	(.050)
ACHIEVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.283**	-	.283**
													(.087)		(.087)

หมายเหตุ *p < .05 **p < .01

ค่าสถิติ

ไคว์-สแควร์ = 2.295 df = 5 p = 0.807 GFI = 0.999 AGFI = 0.982 RMR = 0.017

ตัวแปร	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE	GPA	GS1
ความเที่ยง	.670	.171	1.000	.883	.014	.721	1.000	1.000
ตัวแปร	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN				
ความเที่ยง	.657	.503	.729	.755				
สมการโครงสร้างตัวแปร	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH			
R-SQUARE	.858	.205	.774	.200	.589			

เมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตัวแปรแฝง	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	1.000						
ATTITUDE	.379	1.000					
TEAC_EDU	-	.194	1.000				
ACHIEVE	.447	.170	-	1.000			
GROWTH	.660	.431	.263	.521	1.000		
PAR_EDU	.926	.410	-	.414	.620	1.000	
EXPER	-	.170	.880	-	.232	-	1.000

จากตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาโดยรวม พบว่า ตัวแปรได้รับอิทธิพลมีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทุกตัวแปร เมื่อพิจารณาตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (GROWTH) พบว่า ตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (GROWTH) ได้รับอิทธิพลทางตรงจากฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) สูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.472 รองลงมา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (ACHIEVE) การศึกษาของครูผู้สอน (TEAC_EDU) และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITUDE) มีค่าเท่ากับ 0.283 0.232 และ 0.158 ตามลำดับ แสดงว่าการที่ผู้ปกครองมีฐานะทางเศรษฐกิจดี นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมดี ระดับการศึกษาของครูสูงขึ้น รวมทั้งนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จะมีส่วนทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาอิทธิพลทางอ้อมที่ส่งผลต่อตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าการศึกษาของผู้ปกครอง (PAR_EDU) มีค่าอิทธิพลทางอ้อมสูงสุด เท่ากับ 0.620 ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าการศึกษาของผู้ปกครองจะมีอิทธิพลทางอ้อมต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ได้สามเส้นทาง คือ เส้นทางที่หนึ่ง โดยผ่านมาทางฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) แสดงว่าผู้ปกครองที่มีระดับการศึกษาสูงขึ้น ทำให้มีฐานะทางเศรษฐกิจสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้นักเรียนมีพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นด้วย เส้นทางที่สอง โดยผ่านมาทางเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITUDE) นั่นคือ ถ้าผู้ปกครองมีการศึกษาสูงส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์แล้ว ก็จะส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น และเส้นทางที่สาม โดยผ่านมาทางฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (ACHIEVE) แสดงว่า เมื่อผู้ปกครองมีการศึกษาสูง ส่งผลให้มีฐานะทางเศรษฐกิจดี นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก็ย่อมส่งผลให้มีพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีตามไปด้วย

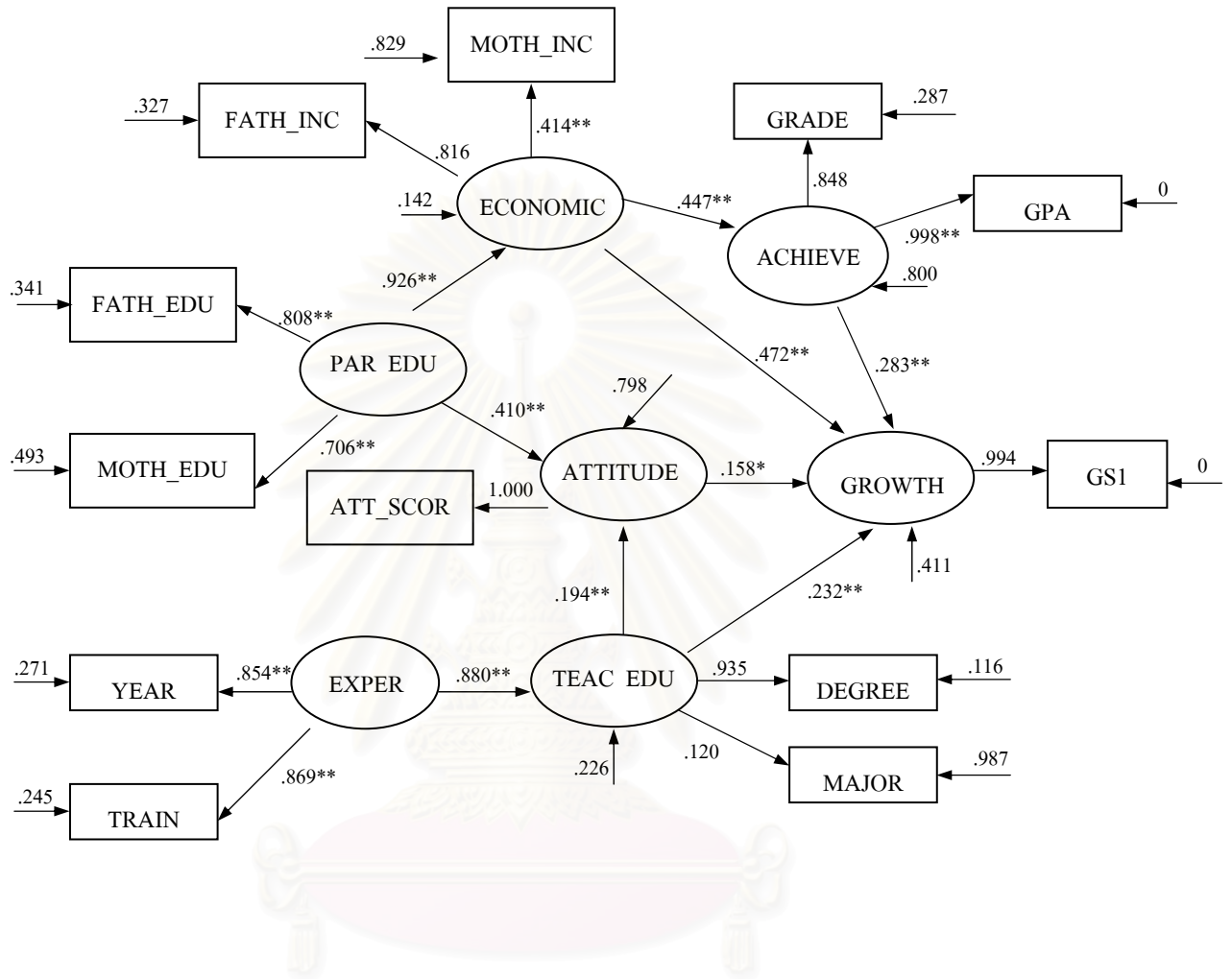
ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ประสบการณ์ของครูผู้สอน (EXPER) มีค่าเท่ากับ 0.232 โดยประสบการณ์ของครูผู้สอนนี้ จะมีอิทธิพลทางอ้อมต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ได้สองเส้นทาง คือ เส้นทางที่หนึ่ง โดยส่งผ่านมาทางการศึกษาของครูผู้สอน (TEAC_EDU) แสดงว่า ถ้าครูผู้สอนมีประสบการณ์ในการสอนมานานหลายปี มีการศึกษาในระดับสูง นักเรียนก็จะมีพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นด้วย และเส้นทางที่สอง โดยส่งผ่านมาทางการศึกษาของครูผู้สอน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นั่นคือ ถ้าครูผู้สอนมีประสบการณ์ ในการสอนมานานหลายปี รวมทั้งครูผู้สอนมีการศึกษาในระดับสูง ทำให้การสอนมีคุณภาพ นักเรียนก็จะมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นผลให้นักเรียนมีพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

นอกจากนั้น ตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ยังได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง โดยผ่านมาทางตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม มีค่าเท่ากับ 0.127 และตัวแปรการศึกษาของครูผู้สอน โดยผ่านมาทางตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.031

ส่วนในตัวแปรอื่นๆ พบว่า ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) ได้รับอิทธิพลทางตรงจากระดับการศึกษาของผู้ปกครอง มีค่าเท่ากับ 0.926 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITUDE) ได้รับอิทธิพลทางตรงจากระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (PAR_EDU) และการศึกษาของครูผู้สอน (TEAC_EDU) มีค่าเท่ากับ 0.410 และ 0.194 ตามลำดับ การศึกษาของครูผู้สอน (TEAC_EDU) ได้รับอิทธิพลทางตรง จากประสบการณ์ของครูผู้สอน (EXPER) มีค่าเท่ากับ 0.880 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (ACHIEVE) ได้รับอิทธิพลทางตรงจากฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) มีค่าเท่ากับ 0.447 และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากการศึกษาของผู้ปกครอง (PAR_EDU) มีค่าเท่ากับ 0.414

ในส่วนของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง ซึ่งให้เห็นว่า ตัวแปรแฝงส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันในทางบวก โดยตัวแปรที่ให้ค่าสหสัมพันธ์ต่อตัวแปรพัฒนาการทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GROWTH) สูงสุด คือ ตัวแปรฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) มีค่าเท่ากับ 0.660 รองลงมา คือ ตัวแปรการศึกษาของผู้ปกครอง (PAR_EDU) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (ACHIEVE) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITUDE) การศึกษาของครู (TEAC_EDU) และประสบการณ์ของครูผู้สอน (EXPER) มีค่าเท่ากับ 0.620 0.521 0.431 0.263 และ 0.232 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 11 โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาการคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล ซึ่งค่าพารามิเตอร์ในโมเดลทำการทดสอบประกอบด้วย 7 เมทริกซ์ คือ ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_x) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_y) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (Γ) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรภายในแฝง (β) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรภายในแฝง (ψ) เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Θ_δ) เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Θ_ϵ) รวมสมมติฐานที่ทดสอบทั้งสิ้น 8 สมมติฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอไว้ในตาราง 10

จากตารางที่ 10 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง พบว่า โมเดลตามสมมติฐานทางสถิติ 4 สมมติฐานแรก ได้แก่ โมเดลที่ไม่มีการกำหนดเงื่อนไขบังคับตามสมมติฐานข้อ 1 และโมเดลที่มีการกำหนดเงื่อนไขบังคับตามสมมติฐานข้อ 2-4 ล้วนแต่มีค่าไค-สแควร์ ซึ่งมีระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05 ค่า GFI, NFI และ RMI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนไค-สแควร์ต่อองศาความเป็นอิสระ พบว่า โมเดลตามสมมติฐานข้อ 1 มีค่าต่ำสุด น่าจะมีความกลมกลืนดีที่สุดในบรรดาโมเดลที่พิจารณา เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลในแต่ละสมมติฐาน ปรากฏผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 1 (H_{10m}) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลที่ไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิงมีค่าเท่ากัน พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 79.275 ($df = 74, p = 0.316$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.954,$

NFI = 0.965, RFI = 0.937) RMR = 0.092 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือ รูปแบบของโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเพศชายและเพศหญิง

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	P	GFI	NFI	RFI	RMR
1. H_{form}	79.275	74	1.071	0.316	0.954	0.965	0.937	0.092
2. H_{Λ_x}	91.201	78	1.169	0.146	0.943	0.960	0.932	0.096
3. $H_{\Lambda_x \Lambda_y}$	99.646	86	1.159	0.149	0.938	0.956	0.933	0.099
4. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma}$	102.451	88	1.164	0.139	0.937	0.955	0.932	0.098
5. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta}$	128.273	93	1.379	0.009	0.926	0.944	0.920	0.106
6. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \psi}$	132.403	96	1.379	0.008	0.918	0.942	0.920	0.104
7. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \psi \theta \delta}$	212.067	103	2.059	0.000	0.881	0.907	0.880	0.109
8. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \psi \theta \delta \theta \epsilon}$	390.047	116	3.362	0.000	0.822	0.828	0.805	0.112
$\Delta\chi^2_{2-1} = 11.926^*$		$\Delta df = 4$						
$\Delta\chi^2_{3-2} = 8.445$		$\Delta df = 8$						
$\Delta\chi^2_{4-3} = 2.805$		$\Delta df = 2$						
$\Delta\chi^2_{5-4} = 25.822^*$		$\Delta df = 5$						
$\Delta\chi^2_{6-5} = 4.130$		$\Delta df = 3$						
$\Delta\chi^2_{7-6} = 79.664^*$		$\Delta df = 7$						
$\Delta\chi^2_{8-7} = 177.980^*$		$\Delta df = 13$						

* หมายถึง $p < 0.05$

$\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึง ผลต่างของค่าไคว-สแควร์ ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

Δdf หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 2 (H_{Λ_x}) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างนักเรียนทั้งสองเพศ ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 91.201 ($df = 78, p = 0.146$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.943, NFI = 0.960, RFI = 0.932$) $RMR = 0.096$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนน

พัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทุกตัวเท่ากัน แต่ผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 1 และ 2 ได้ค่าผลต่างไคว-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 11.926 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 4 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แปลความหมายได้ว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง ไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่เมื่อพิจารณาค่าผลต่างของ GFI พบว่ามีความแตกต่างกันน้อยมาก Bollen (1989 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) เสนอแนะว่านักวิจัยควรตรวจสอบความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรที่เพิ่มเป็นเงื่อนไขบังคับว่าแตกต่างกันเล็กน้อยเพียงใด ระหว่างกลุ่มประชากรและตรวจสอบเมทริกซ์เศษเหลือ (fitted residual matrix) ก่อนที่จะตัดสินใจ ผู้วิจัยจึงนำค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ดังกล่าว มาพิจารณาดังตาราง

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดระหว่างกลุ่มประชากร

เพศ	พารามิเตอร์ ในเมทริกซ์	ตัวแปร			
		PAR_EDU		EXPER	
		FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
ชาย	Λ_x				
	B	0.898**	0.665**	0.955**	0.621**
	SE	(0.066)	(0.065)	(0.045)	(0.062)
หญิง	B	0.703**	0.745**	1.000**	0.854**
	SE	(0.085)	(0.085)	(0.062)	(0.070)

หมายเหตุ เมทริกซ์เศษเหลือ (fitted residual matrix)

นักเรียนเพศชาย มีค่าอยู่ระหว่าง -0.072 ถึง 0.221

นักเรียนเพศหญิง มีค่าอยู่ระหว่าง -0.069 ถึง 0.238

จากการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรในโมเดลการวัดระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง พบว่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรในทั้งสองเพศมีค่าใกล้เคียงกัน ทุกค่ามีความแตกต่างกันไม่เกิน 0.195 ยกเว้นตัวแปรการที่ครูได้รับการอบรมทางด้านการสอน มีค่าแตกต่างกัน เท่ากับ 0.233 นั่นคือ ในเพศชายมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.621 และเพศหญิงมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.854

เมื่อพิจารณาเมทริกซ์เศษเหลือจากผลการวิเคราะห์ตามสมมติฐานข้อ 2 พบว่า เมทริกซ์เศษเหลือของนักเรียนเพศชายมีค่าเศษเหลือ ดังนี้ เป็นลบ 17 ค่า เป็นศูนย์ 3 ค่า และเป็นบวก 58 ค่า ไม่มีค่าใดสูงเกิน 2.00 เมทริกซ์เศษเหลือของนักเรียนเพศหญิงมีค่าเศษเหลือ ดังนี้ เป็นลบ 14

ค่า เป็นศูนย์ 2 ค่า และเป็นบวก 62 ค่า ไม่มีค่าใดสูงเกิน 2.00 แสดงว่าการกำหนดเงื่อนไขบังคับให้พารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบในโมเดลการวัดไม่แปรเปลี่ยน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบสมมติฐานข้อต่อไป

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรภายในสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างนักเรียนทั้งสองเพศ ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 99.646 ($df = 86, p = 0.149$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.938, NFI = 0.956, RFI = 0.933$) $RMR = 0.099$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทุกตัวเท่ากัน และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 3 และ 2 ได้ค่าผลต่างไคว์-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 8.445 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 8 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มประชากร นั้นแปลความหมายได้ว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดมีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรภายในสังเกตได้ ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิงมีค่าเท่ากัน

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 4 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 3 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างนักเรียนทั้งสองเพศ ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 102.451 ($df = 88, p = 0.139$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.937, NFI = 0.955, RFI = 0.932$) $RMR = 0.098$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝงมีค่าเท่ากัน ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 4 และ 3 ได้ค่าผลต่างไคว์-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 2.805 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 2 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มประชากร นั้นแปลความหมายได้ว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดมีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยัง ตัวแปรภายในแฝง ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิงมีค่าเท่ากัน

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 5 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 4 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายในโดยการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างนักเรียนทั้งสองเพศ ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 128.273 $df = 93$, $p = 0.009$, $GFI = 0.926$, $NFI = 0.944$, $RFI = 0.920$ และ $RMR = 0.106$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายในแตกต่างกัน ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 5 และ 4 ได้ค่าผลต่างไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 25.822 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 5 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายใน มีความแปรเปลี่ยนระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 6 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \psi}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 5 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายในโดยการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างนักเรียนทั้งสองเพศ ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 132.403 $df = 96$, $p = 0.008$, $GFI = 0.918$, $NFI = 0.942$, $RFI = 0.920$ และ $RMR = 0.104$ แสดงว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายใน ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกัน

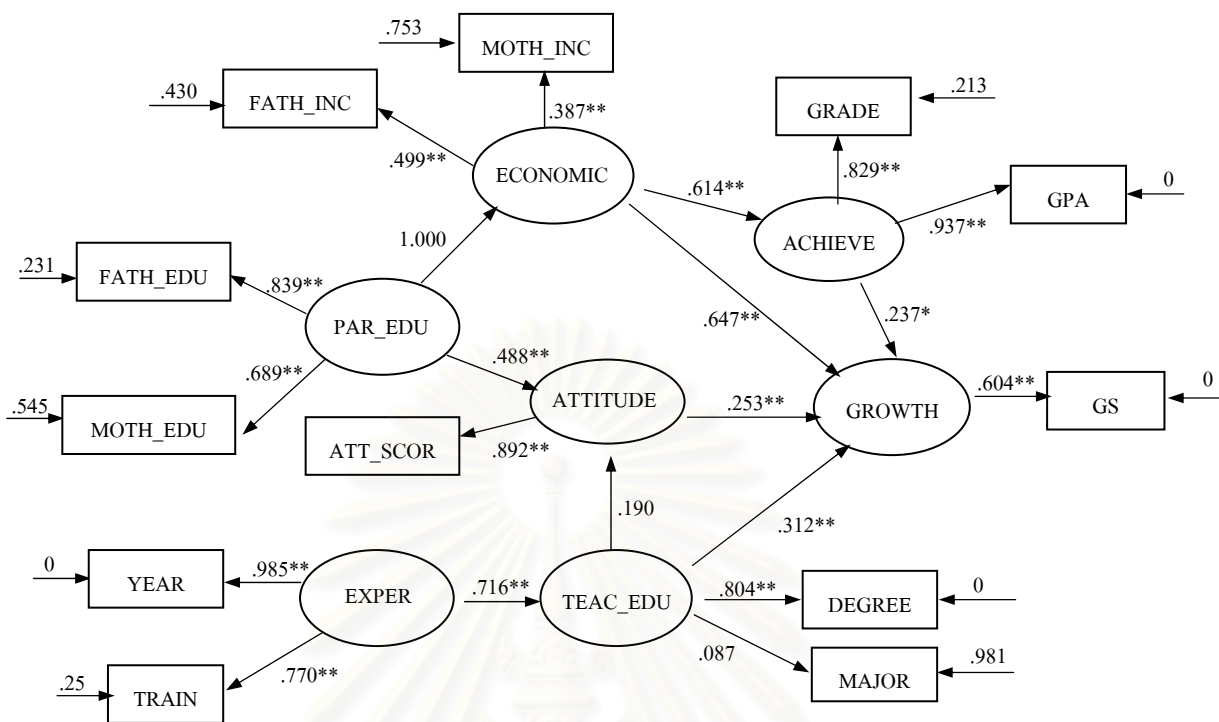
ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 7 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \phi \delta}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 6 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างนักเรียนทั้งสองเพศ ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 212.067 $df = 103$, $p = 0.000$, $GFI = 0.881$, $NFI = 0.907$, $RFI = 0.880$ และ $RMR = 0.109$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้แตกต่างกัน ระหว่างนักเรียน

เพศชายและเพศหญิง และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 7 และ 6 ได้ค่าผลต่างไคว-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 79.664 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 7 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ มีความแปรเปลี่ยนระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

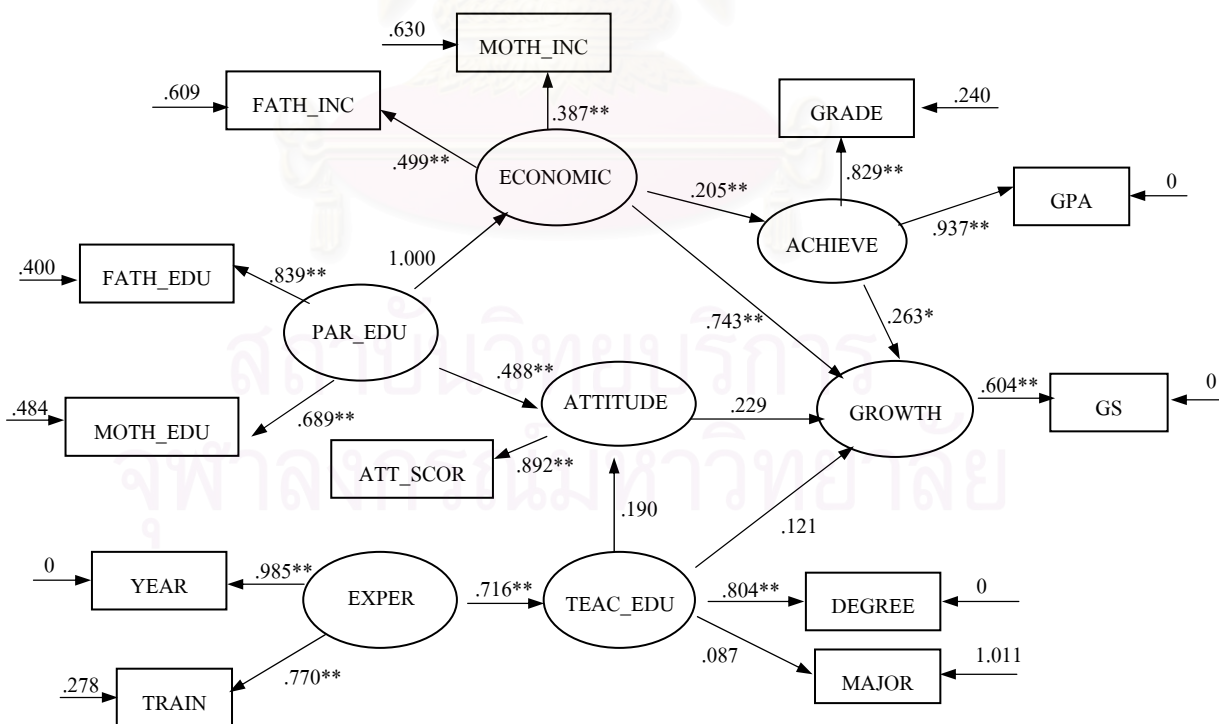
ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 8 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \Theta \delta \Theta \epsilon}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 7 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้ โดยการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างนักเรียนทั้งสองเพศ ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่า ไคว-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 390.047 $df = 116$, $p = 0.000$, $GFI = 0.822$, $NFI = 0.828$, $RFI = 0.805$ และ $RMR = 0.112$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้แตกต่างกัน ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 8 และ 7 ได้ค่าผลต่างไคว-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 177.980 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 13 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้ มีความแปรเปลี่ยนระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

โดยสรุปผลการวิเคราะห์กลุ่มพหุของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดลในด้านพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Λ_y) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (Γ) และมีความแปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรภายในแฝง (β) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรภายในแฝง (ψ) เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Θ_δ) และเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Θ_ϵ) โดยโมเดลที่มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด ได้แก่ โมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลมีค่าเท่ากันระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนเพศชาย



โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนเพศหญิง



แผนภาพที่ 12 โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบและสถานะของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ LX LY GA ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

4.2 ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล ซึ่งค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่ทำการทดสอบประกอบด้วย 7 เมทริกซ์ คือ ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_x) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_y) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (Γ) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรภายในแฝง (β) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรภายในแฝง (ψ) เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Θ_δ) เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Θ_ϵ) รวมสมมติฐานที่ทดสอบทั้งสิ้น 8 สมมติฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอไว้ในตาราง 12

จากตารางที่ 12 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit) พบว่า โมเดลตามสมมติฐานทางสถิติ 6 สมมติฐานแรก ได้แก่ โมเดลที่ไม่มีการกำหนดเงื่อนไขบังคับตามสมมติฐานข้อ 1 และโมเดลที่มีการกำหนดเงื่อนไขบังคับตามสมมติฐานข้อ 2-6 ล้วนแต่มีค่าไค-สแควร์ ซึ่งมีระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05 ค่า GFI, NFI และ RMI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMR มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนไค-สแควร์ต่อองศาความเป็นอิสระ พบว่า โมเดลตามสมมติฐานข้อ 6 มีค่าต่ำสุด น่าจะมีความกลมกลืนดีที่สุด เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลในแต่ละสมมติฐานปรากฏผลดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 1 (H_{form}) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลที่ไม่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน มีค่าเท่ากัน พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 69.337

(df = 53, p = 0.065) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 (GFI = 0.980, NFI = 0.985, RFI = 0.961) RMR = 0.069 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือ รูปแบบของโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	P	GFI	NFI	RFI	RMR
1. H_{form}	69.337	53	1.308	0.065	0.980	0.985	0.961	0.069
2. H_{Λ_x}	69.933	57	1.227	0.117	0.980	0.984	0.964	0.068
3. $H_{\Lambda_x \Lambda_y}$	70.247	65	1.081	0.306	0.980	0.984	0.968	0.068
4. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma}$	71.607	67	1.069	0.328	0.980	0.984	0.969	0.068
5. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta}$	74.505	72	1.035	0.397	0.979	0.983	0.970	0.070
6. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \psi}$	74.533	75	.994	0.494	0.979	0.983	0.971	0.068
7. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \psi \theta \delta}$	130.811	86	1.521	0.001	0.958	0.971	0.955	0.075
8. $H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \psi \theta \delta \theta \epsilon}$	684.969	104	6.586	0.000	0.847	0.847	0.806	0.094
$\Delta\chi^2_{2-1} = 0.596$	$\Delta df = 4$							
$\Delta\chi^2_{3-2} = 0.314$	$\Delta df = 8$							
$\Delta\chi^2_{4-3} = 1.360$	$\Delta df = 2$							
$\Delta\chi^2_{5-4} = 2.898$	$\Delta df = 5$							
$\Delta\chi^2_{6-5} = 0.028$	$\Delta df = 3$							
$\Delta\chi^2_{7-6} = 56.278^*$	$\Delta df = 11$							
$\Delta\chi^2_{8-7} = 554.158^*$	$\Delta df = 18$							

* หมายถึง $p < 0.05$

$\Delta\chi^2_{a-b}$ หมายถึง ผลต่างของค่าไคว-สแควร์ ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

Δdf หมายถึง ผลต่างของค่าองศาอิสระที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐานที่ a และ b

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 2 (H_{Λ_x}) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าว มีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน ผลการ

ทดสอบ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 69.933 ($df = 57, p = 0.117$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.980, NFI = 0.984, RFI = 0.964$) $RMR = 0.068$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทุกตัวเท่ากัน ผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 1 และ 2 ได้ค่าผลต่างไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.596 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 4 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ นั้นแปลความหมายได้ว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดมีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรภายนอกสังเกตได้ ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบมีค่าเท่ากัน

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรภายในสังเกตได้ โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน ผลการทดสอบพบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 70.247 ($df = 65, p = 0.306$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.980, NFI = 0.984, RFI = 0.968$) $RMR = 0.068$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทุกตัวเท่ากัน และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 3 และ 2 ได้ค่าผลต่างไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ .314 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 8 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ นั้นแปลความหมายได้ว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดมีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายในแฝงบนตัวแปรภายในสังเกตได้ ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบมีค่าเท่ากัน

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 4 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 3 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง โดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนน

แบบทวิวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 71.607 ($df = 67, p = 0.328$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.980, NFI = 0.984, RFI = 0.969$) $RMR = 0.068$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝงมีค่าเท่ากัน ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 4 และ 3 ได้ค่าผลต่างไคว-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 1.360 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 2 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ นั่นแปลความหมายได้ว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดมีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบมีค่าเท่ากัน

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 5 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 4 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายในโดยการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 74.505 ($df = 72, p = 0.397$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.979, NFI = 0.983, RFI = 0.970$) $RMR = 0.070$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายใน มีค่าเท่ากัน ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 5 และ 4 ได้ค่าผลต่างไคว-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 2.898 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 5 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ นั่นแปลความหมายได้ว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดมีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายใน มีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 6 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \beta \psi}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 5 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของ

เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายในโดยการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 74.533 ($df = 75, p = 0.494$) คณิตวิธีระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = 0.979, NFI = 0.983, RFI = 0.971$) $RMR = 0.068$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายใน มีค่าเท่ากัน ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 6 และ 5 ได้ค่าผลต่างไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.028 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 3 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ นั่นแปลความหมายได้ว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดมีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายใน ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบมีค่าเท่ากัน

ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 7 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \Theta \delta}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 6 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ โดยการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 130.811 ($df = 86, p = 0.001, GFI = 0.958, NFI = 0.971, RFI = 0.955$ และ $RMR = 0.075$) แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้แตกต่างกัน และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 7 และ 6 ได้ค่าผลต่างไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 56.278 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 11 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้มีความแปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ

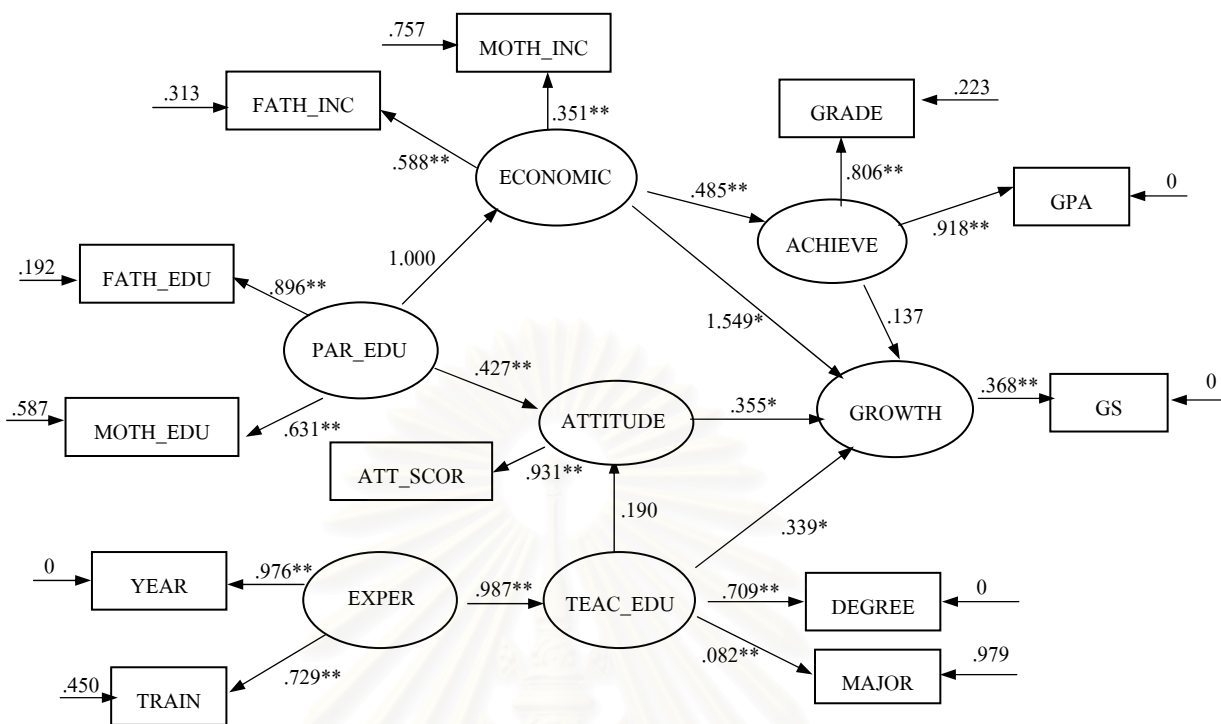
ผลการทดสอบสมมติฐานข้อ 8 ($H_{\Lambda_x \Lambda_y \Gamma \Theta \delta \Theta \epsilon}$) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมติฐานที่ 7 และเพิ่มการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปร

ภายในสังเกตได้ โดยการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ ผลการทดสอบ พบว่า โมเดลไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 684.969 $df = 104$, $p = 0.000$, $GFI = 0.847$, $NFI = 0.847$, $RFI = 0.806$ และ $RMR = 0.094$ แสดงว่าโมเดลปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง มีค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้แตกต่างกัน ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ และผลการเปรียบเทียบสมมติฐานข้อ 8 และ 7 ได้ค่าผลต่างไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 554.158 ที่ผลต่างองศาอิสระเท่ากับ 13 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้มีความแปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ

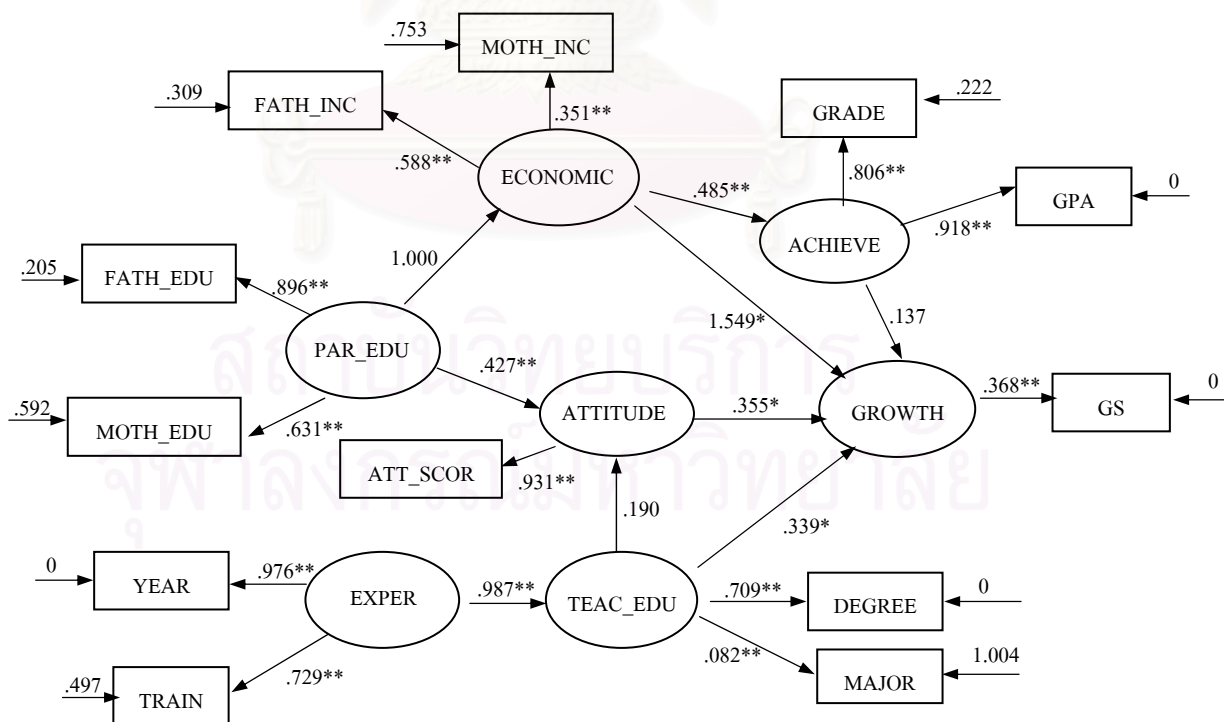
โดยสรุปผลการวิเคราะห์หากลุ่มพหุของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล ในด้านพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Λ_y) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (Γ) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรภายในแฝง (β) และค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรภายในแฝง (ψ) และมีความแปรเปลี่ยนในด้านเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Θ_δ) และเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Θ_ϵ)

โมเดลที่มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด ได้แก่ โมเดลตามสมมติฐานที่ 6 คือโมเดลที่มีเงื่อนไขการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Λ_y) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (Γ) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรภายในแฝง (β) และค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรภายในแฝง (ψ) มีค่าเท่ากันระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ

โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous)



โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)



แผนภาพที่ 13 โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบและสถานะของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ LX LY GA BE และ PS ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้ค่าทั้งสองแบบ

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง และเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการ โครงสร้างที่สร้างขึ้นระหว่างคะแนนพัฒนาการที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่มีการให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ข้อมูลคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งผู้วิจัยใช้ฐานข้อมูลจากวิทยานิพนธ์คุณัญญิบัณฑิต เรื่องการพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ของอวยพร เรื่องตระกูล (2544) โดยเป็นข้อมูลคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยวัดจากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบซ้ำ (repeat) 3 ครั้ง ระยะเวลาเก็บข้อมูลห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน ซึ่งมีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit) คะแนนพัฒนาการในครั้งนี้เป็นการประมาณค่าคะแนนพัฒนาการด้วยโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model: LGCM)

กลุ่มประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multistage) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 635 คน เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลัง ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 กลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2546 ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสามารถตามเก็บข้อมูลได้ จึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาต่อในสถานศึกษาเดิมเท่านั้น ซึ่งผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลได้จำนวนทั้งสิ้น 334 คน ซึ่งเพียงพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์โมเดลอิสระต่อไปได้

การดำเนินการวิจัยเริ่มด้วยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมากำหนดตัวแปรและสร้างโมเดลสมมติฐานปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้ ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 6 ตัวแปร ได้แก่ การศึกษาของผู้ปกครอง วัดได้จาก

ตัวแปรสังเกตได้ คือ ระดับการศึกษาของบิดาและระดับการศึกษาของมารดา ตัวแปรแฝงฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ รายได้ของบิดาและรายได้ของมารดา ตัวแปรแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรแฝงประสบการณ์ของครูผู้สอน วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ อายุราชการ และการได้รับการอบรมทางด้านการสอน ตัวแปรแฝงการศึกษาของครู วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ ระดับการศึกษาของครู และสาขาที่จบการศึกษา ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเกรดเฉลี่ยรวมทุกวิชา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542

ตัวแปรตาม ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 1 ตัว คือพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (growth) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ คะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการประมาณค่าคะแนนพัฒนาการด้วยโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝง (Latent Growth Curve Model: LGCM)

การวิเคราะห์ข้อมูลได้มีการหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าความเบ้ (skewness) ค่าความโด่ง (kurtosis) ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปร และการวิเคราะห์ด้วยสถิติขั้นสูงโดยการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) ประเภทมีตัวแปรแฝง ประมาณค่าด้วยวิธีไลค์ลิสต์สูงสุด (Maximum Likelihood Estimates) และการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multi-group analysis) โดยใช้โปรแกรมลิสเรล (LISREL)

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 334 คน โดยมี นักเรียนเพศชายมากกว่านักเรียนเพศหญิง (ร้อยละ 61.4 และ 38.6 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลตัวแปร มีทั้งที่สูงกว่าค่าเฉลี่ย (SK มีค่าเป็นลบ) และต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (SK มีค่าเป็นบวก) และส่วนใหญ่มีการกระจายของข้อมูลมาก ($KU < 3$)

2. ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 13 ตัวแปร ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรรวม 78 คู่ มีค่าอยู่ระหว่าง -0.073 ถึง 0.924 โดยส่วนใหญ่เป็นความสัมพันธ์ทางบวกโดยคู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือ คะแนนพัฒนาการที่ได้จากการ

ตรวจให้ค่าแบบทวิภาค (GS1) และได้จากการตรวจให้ค่าความรู้บางส่วน (GS2) และคู่ที่มีความสัมพันธ์กันต่ำสุด คือ อายุราชการ (YEAR) กับ สาขาที่ครูจบการศึกษา (MAJOR)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรแยกตามเพศชายและเพศหญิง สำหรับเพศชาย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -0.139 ถึง 0.937 โดยส่วนใหญ่เป็นความสัมพันธ์ทางบวก สำหรับเพศหญิง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -0.130 ถึง 0.885 โดยส่วนใหญ่เป็นความสัมพันธ์ทางบวกเช่นกัน

จากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ทั้ง 3 ชุด พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีค่าสหสัมพันธ์สอดคล้องกัน

3. ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากผลการทดสอบค่าไค-สแควร์ (Chi-square) มีค่าเท่ากับ 2.295 ที่องศาอิสระ 5 มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.807 มีค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.999 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.982 และค่า RMR เท่ากับ 0.017 ค่าความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรระดับการศึกษาของครูผู้สอน (DEGREE) มีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.883 ตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (GROWTH) ได้ร้อยละ 58.9

ตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (GROWTH) ได้รับอิทธิพลทางตรงมีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญ จากฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) สูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.472 รองลงมา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (ACHIEVE) การศึกษาของครูผู้สอน (TEAC_EDU) และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITUDE) มีค่าเท่ากับ 0.283 0.232 และ 0.158 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลทางอ้อมที่ส่งผลต่อตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าการศึกษาของผู้ปกครอง (PAR_EDU) มีค่าอิทธิพลทางอ้อมสูงสุด โดยส่งผ่านทางฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (ACHIEVE) และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITUDE) รองลงมา คือ ประสบการณ์ของครูผู้สอน (EXPER) โดยส่งผ่านทางการศึกษาของครู (TEAC_EDU) และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง โดยส่งผ่านทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม และการศึกษาของครูผู้สอน โดยส่งผ่านทางเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

4. ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชา คณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) ระหว่างนักเรียนเพศชายและ เพศหญิง

ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง พบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล ในด้านพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Λ_y) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (Γ) และมีความแปรเปลี่ยนในด้านค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรภายในแฝง (β) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรภายในแฝง (ψ) เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Θ_δ) และเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Θ_ϵ)

4.2 ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน พบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล ในด้านพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Λ_x) ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Λ_y) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (Γ) ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรภายในแฝง (β) และค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรภายในแฝง (ψ) และมีความแปรเปลี่ยนในด้านเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (Θ_δ) และเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรภายในสังเกตได้ (Θ_ϵ)

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งประเด็นการอภิปรายเป็น 4 ประเด็น ดังนี้ ประเด็นแรกเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิง ประเด็นที่สอง คือ ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประเด็นที่สาม คือ

ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง และประเด็นสุดท้าย คือ ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้อย่างบางส่วน (partial credit) โดยมีรายละเอียดแต่ละประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิง

จากผลการวิเคราะห์ พบว่ามีตัวแปรบางตัวในกลุ่มนักเรียนเพศชาย มีค่าเป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในเพศหญิงมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่หนึ่งในกลุ่มตัวแปรแฝงฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม กลุ่มที่สองในกลุ่มตัวแปรแฝง การศึกษาของผู้ปกครองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม และกลุ่มที่สาม ในกลุ่มตัวแปรแฝงพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์กับการศึกษาของครูและประสบการณ์ของครู ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 กลุ่มตัวแปรแฝงฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม ได้แก่ 1) ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GRADE) กับ รายได้ของบิดา (FATH_INC) 2) ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GRADE) กับ รายได้ของมารดา (MOTH_INC) 3) ผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) กับ รายได้ของมารดา (MOTH_INC) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนเพศชายส่วนใหญ่มีความกังวลในการเรียนน้อยกว่าเพศหญิง (Malpass et al., 1999) จึงอาจจะเอาใจใส่ในการเรียนน้อยกว่าเพศหญิง ผู้ปกครองจึงต้องกดดันในด้านการศึกษาให้มาก เช่น การส่งเสริมให้เรียนพิเศษ การซื้อหนังสือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนมีผลการเรียนที่ดี ในขณะที่นักเรียนเพศหญิงมักจะตั้งใจเรียนคืออยู่แล้ว ผู้ปกครองอาจไม่ต้องกดดันให้เรียนพิเศษมากเหมือนนักเรียนชาย ดังนั้น สำหรับนักเรียนเพศชายตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองกับผลการเรียนจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับในกลุ่มนักเรียนเพศหญิง มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

1.2 ในกลุ่มตัวแปรแฝง การศึกษาของผู้ปกครองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม ได้แก่ 1) ระดับการศึกษาของบิดา (FATH_EDU) กับ ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GRADE) 2) ระดับการศึกษาของมารดา (MOTH_EDU) กับ ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (GRADE) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก สำหรับนักเรียนเพศชาย ผู้ปกครองต้องดูแลเอาใจใส่ในเรื่องการศึกษามากกว่านักเรียนเพศหญิง ถ้าผู้ปกครองมีการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น ก็สามารถให้คำปรึกษาแนะนำในด้านการเรียน

ได้มากกว่า แต่สำหรับนักเรียนเพศหญิงมีความรับผิดชอบคืออยู่แล้ว ดังนั้น การศึกษาของผู้ปกครอง จึงมีความสัมพันธ์กับผลการเรียนของนักเรียนเพศหญิงอย่างไม่มีนัยสำคัญ

1.3 ในกลุ่มตัวแปรแฝงพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์กับการศึกษาของครูและ ประสบการณ์ของครู ได้แก่ 1) คะแนนพัฒนาการแบบทวีภาค (GS1) กับระดับการศึกษาของครู (DEGREE) 2) คะแนนพัฒนาการแบบให้ค่าความรู้บางส่วน (GS2) กับระดับการศึกษาของครู (DEGREE) 3) คะแนนพัฒนาการแบบทวีภาค (GS1) กับอายุราชการ (YEAR) 4) คะแนนพัฒนาการแบบให้ค่าความรู้บางส่วน (GS2) กับอายุราชการ (YEAR) อาจเนื่องมาจากกลุ่มนักเรียนเพศชาย ต้องได้ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนมานาน เพื่อที่ครูจะได้มีความชำนาญในการสอน เข้าใจใน ปัญหาของนักเรียน ครูต้องมีการศึกษาสูง เพื่อที่จะมีเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่จะกระตุ้นให้ นักเรียนชาย เกิดความสนใจและตั้งใจเรียนและครูต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี เพื่อที่นักเรียนจะได้ซักถามในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ เป็นผลให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนสูงขึ้น แต่สำหรับนักเรียนเพศหญิงขยัน และตั้งใจเรียนคืออยู่แล้ว สามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้เอง ดังนั้นการศึกษาและประสบการณ์ของครู จึงมีความสัมพันธ์กับคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ อย่างไม่มีนัยสำคัญสำหรับนักเรียนเพศหญิง แต่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญสำหรับนักเรียน เพศชาย

2.ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายรายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรได้ดังนี้

2.1 ตัวแปรการศึกษาของผู้ปกครอง (PAR_EDU) เมื่อพิจารณาจากตารางแสดง ค่าอิทธิพล จะเห็นว่า เป็นตัวแปรที่ให้ค่าอิทธิพลทางอ้อมสูงสุดต่อตัวแปรพัฒนาการวิชา คณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าการศึกษาของผู้ปกครองนี้ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อพัฒนาการ ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2531) ประกายศรี แคนทอง (2531) ที่พบว่าการศึกษาของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนั้น ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Muller et al. (2001) อรรวรรณ ฌรงค์สรศักดิ์ (2533) สุนันทา ประไพตระกูล (2534) ที่พบว่า การศึกษาของผู้ปกครอง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงให้เห็นว่า ผู้ปกครองที่มีระดับการศึกษาสูง จะมีความเข้าใจคุณค่าของการศึกษา และพยายามเอาใจใส่ในการเรียนของผู้เรียน สามารถให้ คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ช่วยเพิ่มพูนสติปัญญา กับผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น หรือมีพัฒนาการทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นนั่นเอง

2.2 ตัวแปรฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง (ECONOMIC) เป็นตัวแปรที่ให้ ค่าอิทธิพลทางตรงสูงสุด นอกจากนั้นยังมีอิทธิพลทางอ้อมต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดย

ส่งผ่านตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม เห็นได้ว่าตัวแปรฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองนี้เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Muller et al. (2001) ที่พบว่า รายได้ของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กับพัฒนาการของผู้เรียน นอกจากนี้ จากงานวิจัยของ Jordan et al. (2002) ยังพบว่า รายได้ของผู้ปกครองเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางการเรียนของผู้เรียน อธิบายได้ว่าเมื่อผู้ปกครองมีฐานะทางเศรษฐกิจที่ดี หรือผู้ปกครองมีรายได้สูง ย่อมทำให้นักเรียนได้รับการส่งเสริม สนับสนุนการเรียนจากผู้ปกครองได้อย่างเต็มที่ ไม่ว่าจะเป็นในด้านการเรียนพิเศษ หรือการเอาใจใส่ในด้านการจัดหาซื้อหาหนังสือหรืออุปกรณ์การเรียนต่างๆ เพื่อที่จะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2.3 ตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITUDE) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อพัฒนาการทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทรเพ็ญ ธนาศุกรกุล(2525) อูรี ลิ้มพิสุทธิ์ (2525) วัลลภา จันทรเพ็ญ(2526) ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2528) เฉลียว บุญเนียร (2530) ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2531) ชีสา ศาสตร์ (2531) วราพร ขาวสุทธิ (2533) วราภรณ์ วิหคโต (2536) ที่พบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาจริย์ วัชชวัลคุ (2527) สุนันทา ประไพตระกูล (25234) นริศา อุปลกุล (2538) ที่พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แสดงว่านักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จะเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญ เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนชอบเรียน เกิดความสนใจ และตั้งใจเรียน หมั่นฝึกฝนและทำโจทย์ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

2.4 ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (ACHIEVE) เป็นตัวแปรที่ให้ค่าอิทธิพลทางตรงต่อตัวแปรพัฒนาการทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Muller et al. (2001) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน มีความสัมพันธ์ในทางบวกที่ระดับ .01 กับพัฒนาการของผู้เรียน นั่นคือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีแนวโน้มที่จะมีพัฒนาการทางการเรียน ได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และจากทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom, 1976) ยังพบว่า การเรียนรู้ของบุคคลจะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้เดิม หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมของผู้เรียนเป็นสำคัญ ถ้าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมดี ย่อมช่วยให้รับความรู้ใหม่ได้มากกว่าผู้ที่พื้นฐานความรู้เดิมไม่ดี (อรุณี อ่อนสวัสดิ์, 2537)

2.5 ตัวแปรประสบการณ์ของครู (EXPER) เป็นตัวแปรที่ให้ค่าอิทธิพลทางอ้อมต่อตัวแปรพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยส่งผ่านตัวแปรการศึกษาของครู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2531) ที่พบว่า ประสบการณ์ของครูมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนันทา ประไพตระกูล (2534) วราภรณ์ วิหคโค (2536) ที่พบว่า ประสบการณ์ของครูมีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แสดงว่าครูที่สอนแล้วทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มักเป็นครูที่สอนมานาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครูที่มีประสบการณ์มานานหลายปี ได้รับการอบรมทางการสอนอยู่เสมอ มักจะมีวิธีการสอนที่ดี มีคุณภาพ ทำให้นักเรียนเข้าใจ นักเรียนก็ย่อมมีพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงตามไปด้วย

2.6 ตัวแปรการศึกษาของครู (TEAC_EDU) เป็นตัวแปรที่ให้ค่าอิทธิพลทางตรงและให้ค่าอิทธิพลทางอ้อมต่อตัวแปรพัฒนาการทางการเรียน โดยผ่านทางตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนันทา ประไพตระกูล (2534) ที่พบว่า การศึกษาของครูเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แสดงว่า ครูที่มีการศึกษาสูง จะมีโอกาสได้เรียนรู้เทคนิคการสอนต่างๆ มีความรู้ความเข้าใจในขอบข่ายและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สามารถอธิบายปัญหาต่างๆ ให้ความชัดเจนกับนักเรียนได้มากขึ้น ทำให้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ ซึ่งเป็นผลให้นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงตามไปด้วย

3. ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (*dichotomous*) ระหว่างนักเรียนเพศชายและเพศหญิง

3.1 ในโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาแยกตามเพศ พบว่า สำหรับนักเรียนเพศชาย ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครอง 0 (ECONOMIC) มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (ACHIEVE) เท่ากับ 0.614 สำหรับนักเรียนเพศหญิงมีค่าเท่ากับ 0.205 ซึ่งมีค่าต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนเพศชายมีความกังวลในการเรียนน้อยกว่าเพศหญิง (Malpass et al., 1999) จึงต้องได้รับการกระตุ้นและส่งเสริมในด้านการศึกษาจากผู้ปกครองอย่างเต็มที่ เช่น การส่งเสริมให้เรียนพิเศษ การซื้อหนังสือหรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่นักเรียนเพศหญิง มักจะตั้งใจเรียน เชื้อฟังคำสั่งสอนของผู้ปกครองและครูอาจารย์ เอาใจใส่ในการเรียนมากกว่าเพศชาย ผู้ปกครองอาจไม่ต้องกดดันให้เรียนพิเศษมากเหมือนนักเรียนชาย ดังนั้น สำหรับนักเรียนหญิง ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองจึงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยกว่าเพศชาย

3.2 ในโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาแยกตามเพศ พบว่า สำหรับนักเรียนเพศชาย การศึกษาของครูผู้สอน (TEAC_EDU) มีอิทธิพลทางตรงต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ (GROWTH) เท่ากับ 0.312 สำหรับนักเรียนเพศหญิงมีค่าเท่ากับ 0.121 ซึ่งมีค่าต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ครูที่มีการศึกษาในระดับสูง น่าจะมีเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่กระตุ้นให้นักเรียนชายสนใจในการเรียนสูงขึ้น มีเนื้อหาความรู้ที่แน่น ถ่ายทอดความรู้ได้ดี เมื่อนักเรียนชายไม่เข้าใจก็สามารถซักถามได้ ในขณะที่นักเรียนเพศหญิงมักจะมี ความรับผิดชอบ เอาใจใส่การเรียนอยู่แล้ว สามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ ดังนั้น ไม่ว่าจะครูจบการศึกษาในระดับใดก็มีผลต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงไม่ต่างกัน

4. ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาค (dichotomous) และคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (partial credit)

ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล พบว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการตรวจให้ค่าคะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดลและมีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านพารามิเตอร์ LX LY BE GA และ PS ทั้งนี้เนื่องจากคะแนนพัฒนาการทั้งสองแบบมาจากบุคคลเดียวกัน คนที่มีคะแนนพัฒนาการแบบทวิภาคสูง ก็จะมีคะแนนพัฒนาการแบบให้คะแนนความรู้บางส่วนสูงด้วย แต่สำหรับคนที่มีความคะแนนพัฒนาการแบบทวิภาคต่ำ ก็จะมีคะแนนพัฒนาการแบบให้คะแนนความรู้บางส่วนต่ำด้วย ดังนั้น โมเดลจึงมีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดลและในด้านพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ที่ทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษาเห็นได้ว่า ปัจจัยทางด้านครูผู้สอน ได้แก่ การศึกษาของครูผู้สอน ประสบการณ์ของครู เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ เนื่องจากต่างก็เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม และยังส่งผลต่อพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น สถานศึกษาต้องหาทางส่งเสริมในด้านการศึกษาของครู ให้ครูมีระดับการศึกษาที่สูงขึ้น เพื่อให้ครูจะได้มีโอกาสได้เรียนรู้เทคนิคการสอนต่างๆ มีความรู้ความเข้าใจในขอบข่ายและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สามารถอธิบายปัญหาต่าง ๆ ให้ความชัดเจนกับนักเรียนได้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและรู้สึกชอบ เป็นผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และยังผลให้มีพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

นอกจากนั้นสถานศึกษาและครูต้องร่วมมือกันหาทางพัฒนาความรู้พื้นฐานของนักเรียนให้ดีขึ้น เนื่องจากถ้านักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ดี จะสามารถรับความรู้ใหม่ ๆ ที่ครูสอนได้ดี ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนชายมากกว่านักเรียนหญิง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนชายสนใจ ตั้งใจเรียน และเอาใจใส่ต่อการเรียนให้มากขึ้น เป็นผลให้นักเรียนชายมีพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นด้วย สำหรับนักเรียนหญิง โดยธรรมชาตินักเรียนหญิงมีความสนใจและตั้งใจเรียนคืออยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้ตนเองมีพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ ตัวแปรที่ใช้ศึกษาเป็นตัวแปรที่มีลักษณะการวัดหลายระดับ เช่น ตัวแปรระดับนักเรียน ประกอบด้วย เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม ตัวแปรระดับชั้นเรียน ประกอบด้วย ประสบการณ์ของครู และการศึกษาของครู ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ต่างมีความสัมพันธ์กันในระดับเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างระดับ ดังนั้น ควรได้มีการศึกษาโดยคำนึงถึงระดับของข้อมูล โดยการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (Multilevel Causal Analysis) เพื่อให้ผลการวิจัยมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์นั้น ประกอบด้วยหลายปัจจัยที่ร่วมกันส่งผล ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ การเก็บข้อมูลในส่วนของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์เป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลัง ดังนั้น จึงมีข้อจำกัดในเรื่องของตัวแปรที่นำมาศึกษาซึ่งอาจมีจำนวนน้อยเกินไป ยังไม่ครอบคลุมปัจจัยทั้งหมด ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาโดยให้มีตัวแปรที่หลากหลาย ครอบคลุมมากกว่านี้ เช่น ระดับชาวปัญญา ความถนัดทางการเรียน นิสัยในการเรียน คุณภาพการสอนของครู การสนับสนุนและเสริมกำลังใจจากผู้ปกครอง การเอาใจใส่ของผู้ปกครอง เป็นต้น เพื่อให้สามารถอธิบายถึงปัจจัยต่างๆ ที่ร่วมกันส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ให้ดียิ่งขึ้น

3. เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น จากการวัด 3 ครั้ง ในภาคเรียนเดียวกัน ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการเก็บข้อมูลในระยะยาวที่แสดงถึงพัฒนาการของผู้เรียนเป็นช่วงชั้น เช่น พัฒนาการของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นจากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 หรือระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เป็นต้น เพื่อที่จะได้เห็นถึงพัฒนาการทางการเรียนของแต่ละบุคคลในแต่ละช่วงชั้นชัดเจนยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. กรมวิชาการ. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. (2547). ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ ปีการศึกษา ๒๕๔๕. [Online]. Available from: [http:// bet.obec.go.th](http://bet.obec.go.th) [2004, May 21]
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- จิตตานันท์ ติกุล. (2545). การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทนีย์ กาญจนะโรจน์. (2529). ความสัมพันธ์ภูมิหลังทางครอบครัว กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์เพ็ญ ธนาสุกรกุล. (2525). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิราภรณ์ กุณสิทธิ์. (2541). การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยตัวแปรด้านการกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ทำสนคดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เฉลียว บุญเนียร. (2530). ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียน พฤติกรรมการสอน พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 8. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชิตา ศาสตรี. (2531). *ความสัมพันธ์สมรรถภาพของครุคณิตศาสตร์ตามการรับรู้ของตนเอง*
เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชา
มัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงวิทย์ สุวรรณชาติ. (2523). *ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์*
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ในกรุงเทพมหานคร.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2540). *ความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครู*
ระหว่างบุคลากรสองกลุ่ม: การประยุกต์ใช้แบบจำลองสมการโครงสร้างชนิดกลุ่ม
พหุ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *โมเดลอิสระ: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร:*
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาลักษณ์ รุ่งสุวรรณ. (2534). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน*
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความเชื่อมั่นในตนเองต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นริศรา อุปถูล. (2538). *องค์ประกอบเชิงสาเหตุด้านตัวนักเรียน แบบการคิด คุณภาพการสอนที่*
มีผลต่อความมั่นใจในการตอบแบบสอบถามแบบเลือกตอบ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชา
วิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิตยา ใจตาบ. (2529). *ความสัมพันธ์เชิงคาโนนิคัลระหว่างองค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน*
สภาพแวดล้อมทางโรงเรียน และสภาพแวดล้อมที่บ้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนรัฐบาล กรุงเทพมหานคร.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- นิตยา เหมือดไธสง. (2543). *การส่งอิทธิพลผ่านตัวกลางเชิงสาเหตุของปัจจัยด้านนักเรียน ด้านครู*
และด้านโรงเรียน ไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์: การวิเคราะห์อภิมานงานวิจัย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- เบญจรัตน์ เดชนุวัฒน์ชัย. (2541). *การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อองค์กร และการ*

ปฏิบัติงานของครู โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกายศรี แคนทอง. (2533). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเลี้ยงดูและมีภูมิหลังทางการศึกษาของผู้ปกครองแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ. (2531). ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านลักษณะนักเรียน องค์ประกอบด้านครู สภาพแวดล้อมที่บ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปาจริย์ วัชชวัลลภ. (2527). อิทธิพลขององค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน สภาพแวดล้อมที่บ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์ และ สมชาติ สว่างเนตร. (2535). การวิเคราะห์เส้นโยงด้วยลิสมิเรล: สถิติสำหรับนักวิจัยทางวิทยาศาสตร์สังคมและพฤติกรรม. กรุงเทพมหานคร: โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

มนต์ทิศา ไชยแก้ว. (2542). การเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูล ช่วงเวลาการวัดและจำนวนครั้งที่วัดแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2528). การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยองค์ประกอบบางประการของตัวนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนา ดวงแก้ว. (2526). ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่าง เซาว์ปัญญา สภาพแวดล้อมทางปัญญา และฐานะทางสังคมมิติ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรภาพร ขาวสุทธิ. (2533). การศึกษาองค์ประกอบคัดสรรทางด้านจิตพิสัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญา

- มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วราภรณ์ วิหคโต. (2536). การวิเคราะห์ซ้ำตัวแปรพระคัมภีร์ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: การเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคโอแอลเอสเซพเพอร์เรทอเควชัน กับเทคนิคเอชแอลเอ็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัลลภา จันทร์เพ็ญ. (2526). ปัจจัยคัดสรรที่เกี่ยวข้องกับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงและต่ำ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภวรรณ ตันท์พูนเกียรติ. (2534). ความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เชาวปัญญา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมถวิล วิจิตรวรรณ. (2543). การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดพัฒนาการตัวแปรเอกนามและพหุนามจากการใช้ 3 โมเดล คือ โมเดลพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพระคัมภีร์ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนันทา ประไพตระกูล. (2534). การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรคัดสรรกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำราญ มีแจ้ง. (2544). สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: นิชินแอดเวอร์ไทซิงกรุ๊ป.
- อรวรรณ ณรงค์สรศักดิ์. (2533). ผลของการให้การบ้านที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร: เทคนิคการวิเคราะห์โครงสร้าง. ภาควิชาคณะกรรมการบริหารหลักสูตรดุสิตมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อวยพร เรืองตระกูล. (2544). การพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณี อ่อนสวัสดิ์. (2537). การพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัญชลี สิทธิกุลธร. (2543). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร.

การวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเชิงแบบพหุระดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไธ. (2541). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปร
แฝง 4 รูปแบบ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของพัฒนาการทางกาย และผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์. (2542). อิทธิพลของปัจจัยด้านนักเรียน ครู และโรงเรียนที่ส่งผลต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์: การวิเคราะห์ห่อถักด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับ
ลดหลั่นและวิธีการของกลาส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุทัย ตั้งคำ. (2527). ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพส่วนตัวนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน และ
โรงเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุษา คงทอง. (2538). ผลของสำนักทางด้านจำนวน และตัวแปรคัดสรรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุรี ลิ้มพิสุทธิ. (2525). ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบบางประการซึ่งไม่ใช่ความสามารถทาง
สติปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

เอี่ยมพร หลินเจริญ. (2539). การพัฒนาโมเดลอิสระในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Belcher, M. J. (1987). Value-Added Assessment: College Education and Student Growth.
In Bray, D. and Belcher, M. J.(eds), *Issues in Student Assessment*. San Francisco:
Jossey-bass.

Bloom, B. (1976). *Human Characteristics and school learning*. New York: McGraw-hill
Book Co.

- Bracey, G. W. (1991). Culture, Class Management, and Math Achievement. *Phi Delta Kappan* 73: 86-88.
- Hadfield, O. D., Littleton, C. E., Steiner, R. L., and Woods, E. S. (1998). Predictors of Preservice Elementary Teacher Effectiveness in the Micro-Teaching of Mathematics Lessons. *Journal of Instructional Psychology* [Online]. Available from: <http://www.cdn3.car.chula.ac.th/hwweda/detail.nsp>[2003, October 9]
- Jordan, N. C., Kaplan, D., and Hanich, L. B. (2002). Achievement Growth in Children With Learning Difficulties in Mathematics: Findings of Two-Year longitudinal Study. *Journal of Educational Psychology* 94: 586-597.
- Koutsoulis, M. K., and Campbell, J. R. (2001). Family Processes Affect Students Motivation, and Science and Math Achievement in Cypriot High schools. *Structural Equation Modeling* 8: 108-127.
- Malpass, J. R., O'Neill, H. F. , and Hocevar, D. (1999). Self-Regulation, goal orientation, self-efficacy, worry, and high-stakes math achievement for mathematically gifted high school students. *Roeper Review* [Online]. Available from: <http://www.cdn3.car.chula.ac.th/hwweda/detail.nsp>[2003, October 9]
- Muller, P. A., Stage, F. K., and Kinzie, J. (2001). Science Achievement Growth Trajectories: Understanding Factors Related to Gender and Racial-Ethnic Differences in Precollege Science Achievement. *American Education Research Journal* 38: 981-1012.
- Pong, S., and Pallas, A. (2001). Class Size and Eight-Grade Math Achievement in the United State and Abroad. *Educational Evaluation and Policy Analysis* 23: 251-273.
- Weiner, N. C. (1986). Cognitive Abilities, Personality and Gender Differences in Math Achievement of Gifted Adolescents. *Gifted Child Quarterly* 30: 83-87.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ | ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ | ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอมอร จังศิริพรปกรณ์ | ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ |
| 4. อาจารย์ ดร. วรรณิ แกมเกตุ | ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ |
| 5. อาจารย์ ดร. ณีฎฐกรณ์ หลาวทอง | ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข
แบบวัดเจตตติต่อวิชาคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

การรายงานความรู้สึกของนักเรียนในครั้งนี ขอให้นักเรียนรายงานความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบวัดความรู้สึกของนักเรียน แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 มีจำนวน 11 ข้อ และตอนที่ 2 มี 16 ข้อ
2. โปรดอ่านคำชี้แจงก่อนลงมือทำในแต่ละตอน
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
4. ให้นักเรียนตอบลงในแบบทดสอบ

ข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน

1. ชื่อ..... นามสกุล..... ชั้น.....
2. เพศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความรู้สึกของท่าน ในขณะที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คิดว่า การเรียนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่.....

1. สนุก: _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : นำเบื่อ
 มาก ปานกลาง น้อย ไม่ใช่ทั้ง น้อย ปานกลาง มาก
 สองอย่าง
2. น่าสนใจ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : ไม่น่าสนใจ
 มาก ปานกลาง น้อย ไม่ใช่ทั้ง น้อย ปานกลาง มาก
 สองอย่าง
3. เพื่อดูเพลิน : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : เบื่อหน่าย
 มาก ปานกลาง น้อย ไม่ใช่ทั้ง น้อย ปานกลาง มาก
 สองอย่าง
4. คืด: _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : เลว
 มาก ปานกลาง น้อย ไม่ใช่ทั้ง น้อย ปานกลาง มาก
 สองอย่าง
5. ง่าย: _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : ยาก
 มาก ปานกลาง น้อย ไม่ใช่ทั้ง น้อย ปานกลาง มาก
 สองอย่าง
6. มีประโยชน์: _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : ไร้ประโยชน์
 มาก ปานกลาง น้อย ไม่ใช่ทั้ง น้อย ปานกลาง มาก
 สองอย่าง
7. สบายใจ: _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : กัดผู้มใจ
 มาก ปานกลาง น้อย ไม่ใช่ทั้ง น้อย ปานกลาง มาก
 สองอย่าง
8. มีความสุข: _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : _____ : มีความทุกข์
 มาก ปานกลาง น้อย ไม่ใช่ทั้ง น้อย ปานกลาง มาก
 สองอย่าง



ผนวก ค
แบบสอบถามข้อมูลนักเรียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนกรอกข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียนลงในช่องว่าง หรือทำเครื่องหมาย ✓
หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลของนักเรียน และ โปรดตอบทุกข้อ

1. ชื่อ.....นามสกุล..... ชั้น.....เลขที่
2. เพศ 1. ชาย 2. หญิง
3. ระดับการศึกษาของบิดา ในปี 2543
 - 1. ประถมศึกษา 2. มัธยมศึกษาตอนต้น 3. มัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 4. ปริญญาตรี 5. ปริญญาโท 6. ปริญญาเอก
 - 7. อื่นๆ (โปรดระบุ).....
4. ระดับการศึกษาของมารดา ในปี 2543
 - 1. ประถมศึกษา 2. มัธยมศึกษาตอนต้น 3. มัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 4. ปริญญาตรี 5. ปริญญาโท 6. ปริญญาเอก
 - 7. อื่นๆ (โปรดระบุ).....
5. รายได้ต่อเดือนของบิดา ในปี 2543 (โดยประมาณ)
6. รายได้ต่อเดือนของมารดา ในปี 2543 (โดยประมาณ)
7. อาชีพบิดา
8. อาชีพมารดา.....

สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง
แบบบันทึกข้อมูลนักเรียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

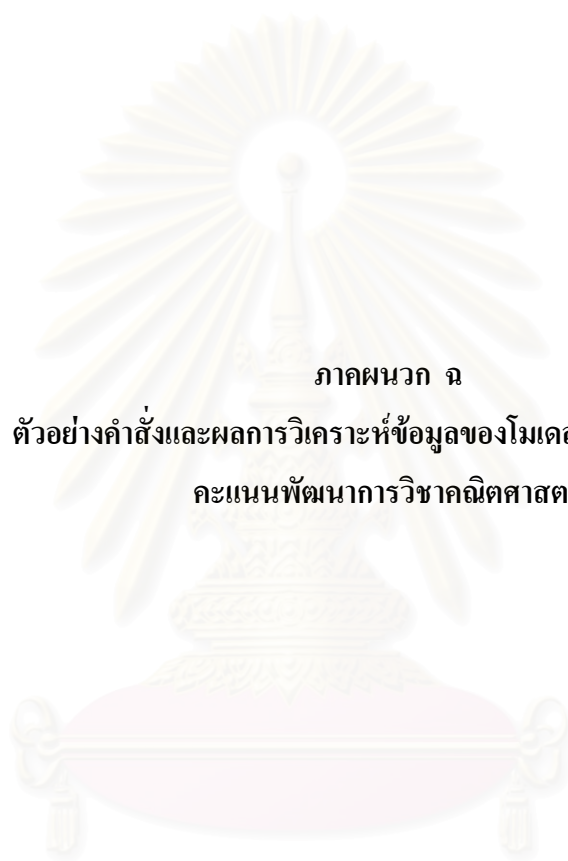
โรงเรียนวัดรางบัว
รายชื่อนักเรียนชั้น ม.3/1 ปีการศึกษา 2543

ที่	เลขประจำตัว	ชื่อ – สกุล	ระดับผลการเรียน (ค 204)	เกรดเฉลี่ย
1	21907	ค.ช.ชนพล จิวจินดา		
2	21951	ค.ช.ประสาน ส่งแสง		
3	22040	ค.ช.เจษฎา ฐิติภัทรกุล		
4	22069	ค.ช.ชฎิล สมุทรวานิชย์		
5	22070	ค.ช.ชนกร จิวจินดา		
6	22073	ค.ช.ธีรภัทร จิรวินทยากุล		
7	22074	ค.ช.นที จันทรพ่วงผล		
8	22076	ค.ช.พันธุ์ทวี แก้วชิงดวง		
9	22080	ค.ช.ลักขณ์ ปาณินิจ		
10	22082	ค.ช.วัชรินทร์ มีสมพร		
11	22083	ค.ช.วีรพงศ์ รัตนมณเฑียรชัย		
12	22086	ค.ช.ศรัณย์ มงคลสกุลฤทธิ์		
13	22087	ค.ช.สรุต จันทรทอง		
14	22088	ค.ช.ศุภชัย จำสัคคี		
15	22090	ค.ช.สาธิต กุณานุสรณ์ชัย		
16	22093	ค.ช.เอกภพ กรุฑชูชื่น		
17	23353	ค.ช.สุรศักดิ์ พาสาลี		
18	22141	ค.ญ.พนทิพา หันหาบุญ		
19	22148	ค.ญ.อมรรัตน์ อานนัทชัย		
20	22149	ค.ญ.อังคณา พุดศรี		
21	22155	ค.ญ.พิศษะเนตร โยชะพล		
22	22301	ค.ญ.กมลชนก ลิ้มประเสริฐ		
23	22302	ค.ญ.จารุณี ศิริบาล		
24	22305	ค.ญ.นวรรตน์ จิมพาลี		
25	22306	ค.ญ.นุชรีย์ พรหมณี		
26	22307	ค.ญ.พิลาศพรรณ ชูเกษ		
27	22308	ค.ญ.วราภรณ์ อุทัยรัตน์		
28	22309	ค.ญ.วาสนา ชุติมาเมธี		
29	22310	ค.ญ.สุนทราพร เสือแย้ม		
30	22311	ค.ญ.สุพัตรา สมบูรณ์ผล		
31	22873	ค.ช.วงศ์สถิตย์ ศรีชัยศิขริน		
32	22901	ค.ญ.จิราวรรณ นทีศิลาทิพย์		



ภาคผนวก จ
ตัวอย่างแบบบันทึกคุณลักษณะของครู

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างคำสั่งและผลการวิเคราะห์ข้อมูลของโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อ
คะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE: 6/ 7/2004
TIME: 0:41

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Joreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by
Scientific Software International, Inc.
7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100
Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.
Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140
Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002
Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.
Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file C:\My Documents\Path12-LS8:

```

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)
DA NI=12 NO=334 MA=KM
LA
'FATH_INC' 'MOTH_INC' 'ATT_SCOR' 'DEGREE' 'MAJOR' 'GRADE' 'GPA' 'GSI' 'FATH_EDU'
'MOTH_EDU' 'YEAR' 'TRAIN'
KM
1.00
.405 1.00
.215 .226 1.00
.211 .141 .193 1.00
.053 .106 .096 .117 1.00
.320 .152 .413 .177 .149 1.00
.371 .194 .451 .161 .165 .882 1.00
.531 .438 .429 .268 .137 .442 .524 1.00
.510 .319 .332 .093 .097 .336 .399 .423 1.00
.380 .521 .288 .100 .094 .253 .299 .446 .578 1.00
.158 .071 -.066 .709 -.073 .191 .172 .227 .143 .156 1.00
.118 .052 .033 .194 -.030 .145 .166 .222 .135 .178 .742 1.00
SD
9620.017 7113.208 .827 .991 .133 1.192 .753 2.651 3.909 3.892 6.253 .214
MO NY=8 NX=4 NE=5 NK=2 C
LX=FU,FI LY=FU,FI BE=FU,FI GA=FU,FI PH=DI,FR PS=DI,FR TE=FU,FI TD=FU,FI
FR LX(1,1) LX(2,1) LX(4,2) LX(3,2) C
LY(2,1) LY(1,1) LY(5,3) LY(6,4) LY(7,4) LY(8,5) LY(4,3) C
BE(2,3) BE(4,1) BE(5,1) BE(5,2) BE(5,3) BE(5,4) C
GA(1,1) GA(2,1) GA(3,2) C
TD(1,1) TD(2,2) TD(3,3) TD(4,4) C
TE(1,1) TE(2,2) TE(4,4) TE(5,5) TE(6,6) C
TH(3,1) TH(4,4) TE(4,1) TE(4,2) TH(3,3) TH(3,5) TH(3,6) C
TE(7,5) TE(8,1) TE(7,3) TH(1,8) TD(4,2) TE(6,3) TE(3,1) TH(4,3) C
TE(6,4) TH(2,1) TH(4,5) TE(7,4) TE(6,5) TD(3,2) TE(2,1) TE(5,2) C
TH(4,1) TE(8,5) TH(3,7) TH(4,7) TE(7,6) TH(4,6) TH(2,2) TH(1,1) C
TH(1,7) TE(5,1) TH(2,5) TH(1,8) TE(5,3) TE(8,2) TE(3,2) TD(3,1) C
TH(1,5) TD(4,1) TH(1,6) TH(2,4) TH(1,4)
ST 0 TD(3,3) TE(4,4) TE(8,8) TE(3,3) TE(7,7)
ST 1 LY(3,2)
LE
'ECONOMIC' 'ATTITUDE' 'TEAC_EDU' 'ACHIEVE' 'GROWTH'
LK
'PAR_EDU' 'EXPER'
PATH DIAGRAM
OU SE TV EF SS MI RS FS ND=3 AD=OFF

```

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Number of Input Variables 12
 Number of Y - Variables 8
 Number of X - Variables 4
 Number of ETA - Variables 5
 Number of KSI - Variables 2
 Number of Observations 334

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Covariance Matrix

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	1.000					
MOTH_INC	0.405	1.000				
ATT_SCOR	0.215	0.226	1.000			
DEGREE	0.211	0.141	0.193	1.000		
MAJOR	0.053	0.106	0.096	0.117	1.000	
GRADE	0.320	0.152	0.413	0.177	0.149	1.000
GPA	0.371	0.194	0.451	0.161	0.165	0.882
GS1	0.531	0.438	0.429	0.268	0.137	0.442
FATH_EDU	0.510	0.319	0.332	0.093	0.097	0.336
MOTH_EDU	0.380	0.521	0.288	0.100	0.094	0.253
YEAR	0.158	0.071	-0.066	0.709	-0.073	0.191
TRAIN	0.118	0.052	0.033	0.194	-0.030	0.145

Covariance Matrix

	GPA	GS1	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	1.000					
GS1	0.524	1.000				
FATH_EDU	0.399	0.423	1.000			
MOTH_EDU	0.299	0.446	0.578	1.000		
YEAR	0.172	0.227	0.143	0.156	1.000	
TRAIN	0.166	0.222	0.135	0.178	0.742	1.000

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Parameter Specifications

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0	0	0	0	0
MOTH_INC	1	0	0	0	0
ATT_SCOR	0	0	0	0	0
DEGREE	0	0	0	0	0
MAJOR	0	0	2	0	0
GRADE	0	0	0	0	0
GPA	0	0	0	3	0
GS1	0	0	0	0	0

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	4	0
MOTH_EDU	5	0
YEAR	0	6
TRAIN	0	7

	<u>ECONOMIC</u>	<u>ATTITUDE</u>	<u>TEAC_EDU</u>	<u>ACHIEVE</u>	<u>GROWTH</u>
ECONOMIC	0	0	0	0	0
ATTITUDE	0	0	8	0	0
TEAC_EDU	0	0	0	0	0
ACHIEVE	9	0	0	0	0
GROWTH	10	11	12	13	0

GAMMA

	<u>PAR_EDU</u>	<u>EXPER</u>
ECONOMIC	14	0
ATTITUDE	15	0
TEAC_EDU	0	16
ACHIEVE	0	0
GROWTH	0	0

PSI

<u>ECONOMIC</u>	<u>ATTITUDE</u>	<u>TEAC_EDU</u>	<u>ACHIEVE</u>	<u>GROWTH</u>
17	18	19	20	21

THETA-EPS

	<u>FATH_INC</u>	<u>MOTH_INC</u>	<u>ATT_SCOR</u>	<u>DEGREE</u>	<u>MAJOR</u>	<u>GRADE</u>
FATH_INC	22					
MOTH_INC	23	24				
ATT_SCOR	25	26	0			
DEGREE	27	28	0	29		
MAJOR	30	31	32	0	33	
GRADE	0	0	34	35	36	37
GPA	0	0	38	39	40	41
GS1	42	43	0	0	44	0

THETA-EPS

	<u>GPA</u>	<u>GS1</u>
GPA	0	
GS1	0	0

THETA-DELTA-EPS

	<u>FATH_INC</u>	<u>MOTH_INC</u>	<u>ATT_SCOR</u>	<u>DEGREE</u>	<u>MAJOR</u>	<u>GRADE</u>
FATH_EDU	45	0	0	46	47	48
MOTH_EDU	52	53	0	54	55	0
YEAR	57	0	58	0	59	60
TRAIN	65	0	66	67	68	69

THETA-DELTA-EPS

	<u>GPA</u>	<u>GS1</u>
FATH_EDU	49	50
MOTH_EDU	0	0
YEAR	61	0
TRAIN	70	0

THETA-DELTA

FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
----------	----------	------	-------

FATH_EDU	51			
MOTH_EDU	0	56		
YEAR	62	63	64	
TRAIN	71	72	0	73

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Number of Iterations =183

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.816	--	--	--	--
MOTH_INC	0.414 (0.112) 3.698	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	1.000	--	--	--
DEGREE	--	--	0.935	--	--
MAJOR	--	--	0.120 (0.062) 1.943	--	--
GRADE	--	--	--	0.848	--
GPA	--	--	--	0.998 (0.056) 17.802	--
GSI	--	--	--	--	0.994

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	0.808 (0.077) 10.532	--
MOTH_EDU	0.706 (0.072) 9.799	--
YEAR	--	0.854 (0.086) 9.933
TRAIN	--	0.869 (0.087) 10.000

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--

ATTITUDE	--	--	0.194 (0.065) 2.989	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.447 (0.161) 2.774	--	--	--	--
GROWTH	0.473 (0.189) 2.507	0.158 (0.066) 2.387	0.232 (0.065) 3.597	0.263 (0.087) 3.265	--

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.926 (0.244) 3.797	--
ATTITUDE	0.410 (0.061) 6.711	--
TEAC_EDU	--	0.880 (0.095) 9.281
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU
ECONOMIC	1.000					
ATTITUDE	0.380	1.000				
TEAC_EDU	--	0.194	1.000			
ACHIEVE	0.447	0.170	--	1.000		
GROWTH	0.660	0.432	0.263	0.521	1.000	
PAR_EDU	0.926	0.410	--	0.414	0.620	1.000
EXPER	--	0.171	0.880	--	0.232	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

	EXPER
EXPER	1.000

PHI

Note: This matrix is diagonal.

PAR_EDU	EXPER
1.000	1.000

PSI

Note: This matrix is diagonal.

ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
----------	----------	----------	---------	--------

0.142 (0.190) 0.750	0.798 (0.070) 11.397	0.226 (0.255) 0.888	0.800 (0.128) 6.266	0.411 (0.089) 4.627
---------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Squared Multiple Correlations for Structural Equations

ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
0.858	0.205	0.774	0.200	0.589

Squared Multiple Correlations for Reduced Form

ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
0.858	0.197	0.774	0.172	0.438

Reduced Form

	PAR_EDU	EXPER			
ECONOMIC	0.926 (0.244) 3.797	- -			
ATTITUDE	0.410 (0.061) 6.711	0.171 (0.057) 3.014			
TEAC_EDU	- -	0.880 (0.095) 9.281			
ACHIEVE	0.414 (0.077) 5.393	- -			
GROWTH	0.620 (0.076) 8.105	0.232 (0.053) 4.391			

THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	0.327 (0.244) 1.339					
MOTH_INC	0.058 (0.086) 0.670	0.829 (0.081) 10.289				
ATT_SCOR	-0.095 (0.092) -1.034	0.078 (0.045) 1.740	- -			
DEGREE	0.188 (0.052) 3.634	0.090 (0.028) 3.215	- -	0.116 (0.159) 0.732		
MAJOR	0.054 (0.055) 0.991	0.113 (0.055) 2.055	0.075 (0.054) 1.386	- -	0.987 (0.077) 12.861	

GRADE	--	--	0.270 (0.052) 5.153	0.168 (0.055) 3.074	0.151 (0.055) 2.724	0.27825 (0.071) 3.907
GPA	--	--	0.280 (0.053) 5.299	0.150 (0.054) 2.765	0.165 (0.055) 2.977	0.032 (0.040) 0.802
GS1	-0.013 (0.087) -0.153	0.152 (0.057) 2.688	--	--	0.107 (0.054) 1.973	--

THETA-EPS

	GPA	GS1
GPA	----	-----
GS1	--	--

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
-----	-----	-----	-----	-----	-----
0.670	0.171	1.000	0.883	0.014	0.721

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

GPA	GS1
-----	-----
1.000	1.000

THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_EDU	-0.107 (0.156) -0.686	--	--	0.075 (0.052) 1.436	0.098 (0.055) 1.781	0.046 (0.052) 0.868
MOTH_EDU	-0.162 (0.155) -1.042	0.242 (0.058) 4.137	--	0.072 (0.049) 1.482	0.096 (0.055) 1.758	--
YEAR	0.128 (0.050) 2.537	--	-0.229 (0.039) -5.816	--	-0.171 (0.042) -4.095	0.178 (0.055) 3.245
TRAIN	0.097 (0.050) 1.931	--	-0.128 (0.061) -2.093	-0.525 (0.128) -4.116	-0.127 (0.066) -1.915	0.135 (0.054) 2.488

THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS1
FATH_EDU	-----	-----
	0.059 (0.057) 1.038	-0.083 (0.076) -1.095
MOTH_EDU	--	--
YEAR	0.158 (0.054)	--

TRAIN 0.156 - -
(0.054)
2.870

THETA-DELTA

	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_EDU	0.341 (0.104) 3.266			
MOTH_EDU	- -	0.493 (0.086) 5.725		
YEAR	0.120 (0.052) 2.291	0.119 (0.047) 2.519	0.271 (0.128) 2.112	
TRAIN	0.119 (0.052) 2.270	0.151 (0.048) 3.184	- -	0.245 (0.132) 1.852

Squared Multiple Correlations for X - Variables

FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
0.657	0.503	0.729	0.755

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 5

Minimum Fit Function Chi-Square = 2.295 (P = 0.807)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 2.284 (P = 0.809)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 3.758)

Minimum Fit Function Value = 0.00689

Population Discrepancy Function Value (FD) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for FD = (0.0 ; 0.0113)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0475)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.957

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.453

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.453 ; 0.465)

ECVI for Saturated Model = 0.468

ECVI for Independence Model = 6.854

Chi-Square for Independence Model with 66 Degrees of Freedom = 2258.472

Independence AIC = 2282.472

Model AIC = 148.284

Saturated AIC = 156.000

Independence CAIC = 2340.206

Model CAIC = 499.498

Saturated CAIC = 531.269

Normed Fit Index (NFI) = 0.999

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.016

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.0757

Comparative Fit Index (CFI) = 1.000

Critical N (CN) = 2190.205

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0167

Standardized RMR = 0.0168

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.999

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.982

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.0640

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Fitted Covariance Matrix

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	0.993					
MOTH_INC	0.396	1.000				
ATT_SCOR	0.215	0.235	1.004			
DEGREE	0.188	0.090	0.181	0.990		
MAJOR	0.054	0.113	0.099	0.112	1.002	
GRADE	0.309	0.157	0.414	0.168	0.151	0.996
GPA	0.364	0.185	0.450	0.150	0.165	0.878
GS1	0.521	0.424	0.429	0.245	0.138	0.439
FATH_EDU	0.504	0.310	0.332	0.075	0.098	0.329
MOTH_EDU	0.372	0.513	0.290	0.072	0.096	0.248
YEAR	0.128	-	-0.083	0.702	-0.081	0.176
TRAIN	0.097	-	0.021	0.189	-0.036	0.135

Fitted Covariance Matrix

	GPA	GS1	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	0.996					
GS1	0.517	0.988				
FATH_EDU	0.394	0.415	0.995			
MOTH_EDU	0.292	0.435	0.571	0.991		
YEAR	0.158	0.196	0.120	0.119	0.999	
TRAIN	0.156	0.200	0.119	0.151	0.742	1.000

Fitted Residuals

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	0.007					
MOTH_INC	0.009	0.000				
ATT_SCOR	0.000	-0.009	-0.004			
DEGREE	0.023	0.051	0.012	0.010		
MAJOR	-0.001	-0.007	-0.003	0.005	-0.002	
GRADE	0.011	-0.005	-0.001	0.009	-0.002	0.004
GPA	0.007	0.009	0.001	0.011	0.000	0.004
GS1	0.010	0.014	0.000	0.023	-0.001	0.003
FATH_EDU	0.006	0.009	0.000	0.018	-0.001	0.007
MOTH_EDU	0.008	0.008	-0.002	0.028	-0.002	0.005
YEAR	0.030	0.071	0.017	0.007	0.008	0.013
TRAIN	0.021	0.052	0.012	0.005	0.006	0.010

Fitted Residuals

	GPA	GS1	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	0.004					
GS1	0.007	0.012				
FATH_EDU	0.005	0.008	0.005			
MOTH_EDU	0.007	0.011	0.007	0.009		

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.009
 Median Fitted Residual = 0.007
 Largest Fitted Residual = 0.071

Stemleaf Plot

```

- 0197543222211110000000
0111344455555667777778888899999
110000111222344678
211233378
31017
41
5112
61
711
  
```

Standardized Residuals

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	1.346					
MOTH_INC	1.346	-				
ATT_SCOR	0.023	-0.969	-0.949			
DEGREE	1.177	1.088	1.115	1.127		
MAJOR	-0.770	-1.342	-1.224	1.065	-1.360	
GRADE	0.489	-0.176	-0.184	1.103	-0.548	1.346
GPA	1.219	0.943	0.451	1.188	-0.130	1.317
GS1	1.291	1.221	-0.031	1.134	-0.780	0.280
FATH_EDU	1.281	1.283	0.058	1.175	-0.687	0.528
MOTH_EDU	1.251	1.010	-0.318	1.138	-0.934	0.202
YEAR	1.365	1.296	1.325	1.379	1.304	1.447
TRAIN	0.954	0.949	0.964	0.993	0.958	1.036

Standardized Residuals

	GPA	GS1	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
GPA	1.243					
GS1	1.116	1.221				
FATH_EDU	1.206	1.244	1.220			
MOTH_EDU	1.022	1.154	1.163	1.010		
YEAR	1.365	1.311	1.354	1.322	0.651	
TRAIN	0.970	0.950	0.952	0.951	0.423	0.410

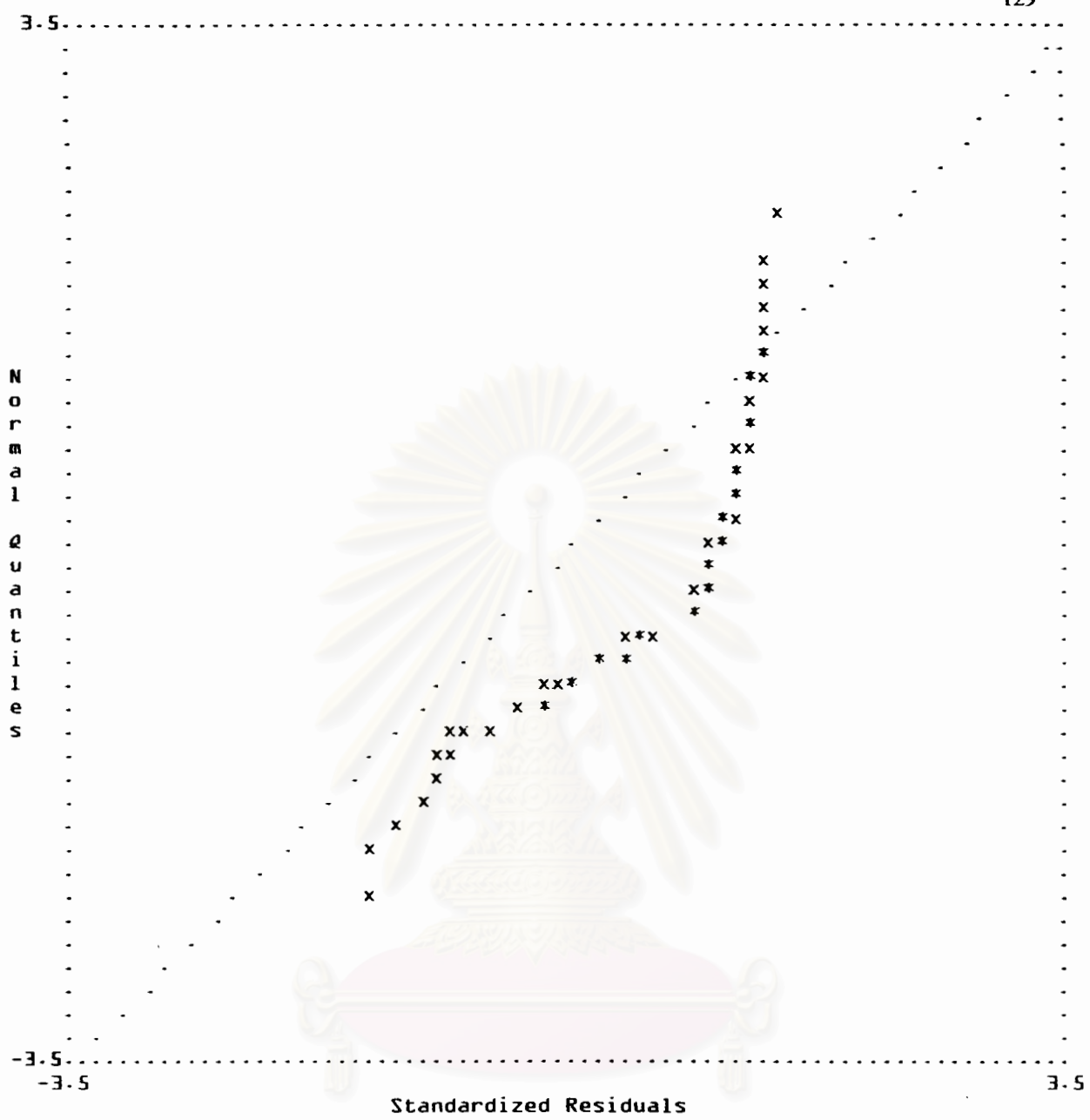
Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -1.360
 Median Standardized Residual = 1.029
 Largest Standardized Residual = 1.447

Stemleaf Plot

```

- 114320
- 01998875
- 013221000
0112344
01555799
110000000000001111111122222222222333333333333333344444
  
```



PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Modification Indices and Expected Change

Modification Indices for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	--	--	--	--
MOTH_INC	--	1.491	1.491	--	1.491
ATT_SCOR	--	--	--	--	--
DEGREE	--	--	--	--	--
MAJOR	--	--	--	--	--
GRADE	0.029	0.042	0.029	--	0.027
GPA	0.029	0.042	0.029	--	0.027
GSI	--	--	--	--	--

Expected Change for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	--	--	--	--
MOTH_INC	--	0.424	0.062	--	0.313
ATT_SCOR	--	--	--	--	--
DEGREE	--	--	--	--	--
MAJOR	--	--	--	--	--
GRADE	0.009	0.096	-0.018	--	-0.020
GPA	-0.011	-0.113	0.021	--	0.024
GS1	--	--	--	--	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	--	--	--	--
MOTH_INC	--	0.425	0.062	--	0.313
ATT_SCOR	--	--	--	--	--
DEGREE	--	--	--	--	--
MAJOR	--	--	--	--	--
GRADE	0.009	0.096	-0.018	--	-0.020
GPA	-0.011	-0.113	0.021	--	0.024
GS1	--	--	--	--	--

Modification Indices for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	--	--
MOTH_EDU	--	--
YEAR	0.916	--
TRAIN	0.006	--

Expected Change for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	--	--
MOTH_EDU	--	--
YEAR	0.091	--
TRAIN	-0.007	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	--	--
MOTH_EDU	--	--
YEAR	0.091	--
TRAIN	-0.007	--

Modification Indices for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	1.491	1.491	--	1.491
ATTITUDE	--	--	--	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	--	--	--	--	--
GROWTH	--	--	--	--	--

Expected Change for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	1.025	0.199	--	0.755

ATTITUDE	--	--	--	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	--	--	--	--	--
GROWTH	--	--	--	--	--

Standardized Expected Change for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	--	1.023	0.199	--	0.755
ATTITUDE	--	--	--	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	--	--	--	--	--
GROWTH	--	--	--	--	--

Modification Indices for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	--	1.491
ATTITUDE	--	--
TEAC_EDU	--	--
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Expected Change for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	--	0.175
ATTITUDE	--	--
TEAC_EDU	--	--
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Standardized Expected Change for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	--	0.175
ATTITUDE	--	--
TEAC_EDU	--	--
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Modification Indices for PHI

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
PAR_EDU	--	--
EXPER	1.491	--

Expected Change for PHI

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
PAR_EDU	--	--
EXPER	0.189	--

Standardized Expected Change for PHI

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
PAR_EDU	--	--
EXPER	0.189	--

No Non-Zero Modification Indices for PSI

Modification Indices for THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	--					
MOTH_INC	--	--				
ATT_SCOR	--	--	--			
DEGREE	--	--	--	--		
MAJOR	--	--	--	--	--	
GRADE	0.162	0.509	--	--	--	--
GPA	0.162	0.509	--	--	--	--
GS1	--	--	--	--	--	0.029

Modification Indices for THETA-EPS

	GPA	GS1
	-----	-----
GPA	--	
GS1	0.029	--

Expected Change for THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	--					
MOTH_INC	--	--				
ATT_SCOR	--	--	--			
DEGREE	--	--	--	--		
MAJOR	--	--	--	--	--	
GRADE	0.009	-0.015	--	--	--	--
GPA	-0.010	0.018	--	--	--	--
GS1	--	--	--	--	--	-0.005

Expected Change for THETA-EPS

	GPA	GS1
	-----	-----
GPA	--	
GS1	0.006	--

Modification Indices for THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_EDU	--	--	--	--	--	--
MOTH_EDU	--	--	--	--	--	0.037
YEAR	--	0.916	--	--	--	--
TRAIN	--	0.006	--	--	--	--

Modification Indices for THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS1
	-----	-----
FATH_EDU	--	--
MOTH_EDU	0.037	--
YEAR	--	--
TRAIN	--	--

Expected Change for THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_EDU	--	--	--	--	--	--
MOTH_EDU	--	--	--	--	--	0.004
YEAR	--	0.035	--	--	--	--
TRAIN	--	-0.003	--	--	--	--

Expected Change for THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS1
	-----	-----
FATH_EDU	- -	- -
MOTH_EDU	-0.005	- -
YEAR	- -	- -
TRAIN	- -	- -

Maximum Modification Index is 1.49 for Element (1, 5) of BETA

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Factor Scores Regressions

ETA

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	0.590	-0.114	0.276	-0.714	0.012	-0.051
ATTITUDE	0.504	-0.138	2.146	-2.475	0.470	-0.480
TEAC_EDU	-0.563	-0.035	-1.185	4.186	-0.578	0.389
ACHIEVE	-0.102	-0.010	-0.682	0.645	-0.320	0.027
GROWTH	-0.020	-0.228	-0.127	0.316	-0.163	0.059

ETA

	GPA	GS1	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	-0.048	0.270	0.201	0.259	0.848	-0.659
ATTITUDE	-0.417	0.122	-0.351	-0.058	3.774	-2.103
TEAC_EDU	-0.145	0.104	0.500	-0.016	-5.185	3.769
ACHIEVE	1.255	0.154	0.045	0.115	-1.126	0.473
GROWTH	-0.039	1.058	0.174	0.048	-0.465	0.244

KSI

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
PAR_EDU	0.496	-0.162	0.317	-0.685	0.012	-0.049
EXPER	-0.372	0.015	-0.596	2.610	-0.286	0.179

KSI

	GPA	GS1	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
PAR_EDU	-0.102	0.229	0.305	0.332	0.834	-0.653
EXPER	-0.156	0.062	0.289	-0.087	-2.960	2.575

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Standardized Solution

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	0.816	- -	- -	- -	- -
MOTH_INC	0.414	- -	- -	- -	- -
ATT_SCOR	- -	1.002	- -	- -	- -
DEGREE	- -	- -	0.935	- -	- -
MAJOR	- -	- -	0.120	- -	- -
GRADE	- -	- -	- -	0.848	- -
GPA	- -	- -	- -	0.998	- -
GS1	- -	- -	- -	- -	0.994

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	0.808	- -
MOTH_EDU	0.706	- -
YEAR	- -	0.854
TRAIN	- -	0.869

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	- -	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	- -	- -	0.194	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	- -	- -	- -
ACHIEVE	0.447	- -	- -	- -	- -
GROWTH	0.473	0.159	0.232	0.283	- -

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.926	- -
ATTITUDE	0.410	- -
TEAC_EDU	- -	0.880
ACHIEVE	- -	- -
GROWTH	- -	- -

Correlation Matrix of ETA and KSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU
ECONOMIC	1.000					
ATTITUDE	0.379	1.000				
TEAC_EDU	- -	0.194	1.000			
ACHIEVE	0.447	0.170	- -	1.000		
GROWTH	0.660	0.431	0.263	0.521	1.000	
PAR_EDU	0.926	0.410	- -	0.414	0.620	1.000
EXPER	- -	0.170	0.880	- -	0.232	- -

Correlation Matrix of ETA and KSI

	EXPER
EXPER	1.000

PSI

Note: This matrix is diagonal.

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	0.142	0.795	0.226	0.800	0.411

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.926	- -
ATTITUDE	0.410	0.170
TEAC_EDU	- -	0.880
ACHIEVE	0.414	- -
GROWTH	0.620	0.232

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Total and Indirect Effects

Total Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	0.926 (0.244) 3.797	- -
ATTITUDE	0.410 (0.061) 6.711	0.171 (0.057) 3.014
TEAC_EDU	- -	0.880 (0.095) 9.281
ACHIEVE	0.414 (0.077) 5.393	- -
GROWTH	0.620 (0.076) 8.105	0.232 (0.053) 4.391

Indirect Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	- -	- -
ATTITUDE	- -	0.171 (0.057) 3.014
TEAC_EDU	- -	- -
ACHIEVE	0.414 (0.077) 5.393	- -
GROWTH	0.620 (0.076) 8.105	0.232 (0.053) 4.391

Total Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	- -	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	- -	- -	0.194 (0.065) 2.989	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	- -	- -	- -
ACHIEVE	0.447 (0.161) 2.774	- -	- -	- -	- -
GROWTH	0.599 (0.193) 3.103	0.158 (0.066) 2.387	0.263 (0.064) 4.090	0.283 (0.087) 3.265	- -

Largest Eigenvalue of $B \cdot B'$ (Stability Index) is 0.525

Indirect Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	--	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	--	--	--	--	--
GROWTH	0.127 (0.035) 3.658	--	0.031 (0.014) 2.217	--	--

Total Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.816	--	--	--	--
MOTH_INC	0.414 (0.112) 3.698	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	1.000	0.194 (0.065) 2.989	--	--
DEGREE	--	--	0.935	--	--
MAJOR	--	--	0.120 (0.062) 1.943	--	--
GRADE	0.379 (0.137) 2.774	--	--	0.848	--
GPA	0.446 (0.159) 2.814	--	--	0.998 (0.056) 17.802	--
GSI	0.596 (0.192) 3.103	0.157 (0.066) 2.387	0.262 (0.064) 4.090	0.281 (0.086) 3.265	0.994

Indirect Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	--	--	--	--
MOTH_INC	--	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	--	0.194 (0.065) 2.989	--	--
DEGREE	--	--	--	--	--

MAJOR	--	--	--	--	--
GRADE	0.379 (0.137) 2.774	--	--	--	--
GPA	0.446 (0.159) 2.814	--	--	--	--
GSI	0.596 (0.192) 3.103	0.157 (0.066) 2.387	0.262 (0.064) 4.090	0.281 (0.086) 3.265	--

Total Effects of KSI on Y

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
FATH_INC	0.755 (0.199) 3.797	--
MOTH_INC	0.383 (0.068) 5.631	--
ATT_SCOR	0.410 (0.061) 6.711	0.171 (0.057) 3.014
DEGREE	--	0.822 (0.089) 9.281
MAJOR	--	0.105 (0.055) 1.925
GRADE	0.351 (0.065) 5.393	--
GPA	0.413 (0.072) 5.719	--
GSI	0.616 (0.076) 8.105	0.230 (0.052) 4.391

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Standardized Total and Indirect Effects

Standardized Total Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	0.926	--
ATTITUDE	0.410	0.170
TEAC_EDU	--	0.880
ACHIEVE	0.414	--
GROWTH	0.620	0.232

Standardized Indirect Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	- -	- -
ATTITUDE	- -	0.170
TEAC_EDU	- -	- -
ACHIEVE	0.414	- -
GROWTH	0.620	0.232

Standardized Total Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	- -	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	- -	- -	0.194	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	- -	- -	- -
ACHIEVE	0.447	- -	- -	- -	- -
GROWTH	0.599	0.159	0.263	0.283	- -

Standardized Indirect Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	- -	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	- -	- -	- -	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	- -	- -	- -
ACHIEVE	- -	- -	- -	- -	- -
GROWTH	0.127	- -	0.031	- -	- -

Standardized Total Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	0.816	- -	- -	- -	- -
MOTH_INC	0.414	- -	- -	- -	- -
ATT_SCOR	- -	1.002	0.194	- -	- -
DEGREE	- -	- -	0.935	- -	- -
MAJOR	- -	- -	0.120	- -	- -
GRADE	0.379	- -	- -	0.848	- -
GPA	0.446	- -	- -	0.998	- -
GS1	0.596	0.158	0.262	0.281	0.994

Standardized Indirect Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	- -	- -	- -	- -	- -
MOTH_INC	- -	- -	- -	- -	- -
ATT_SCOR	- -	- -	0.194	- -	- -
DEGREE	- -	- -	- -	- -	- -
MAJOR	- -	- -	- -	- -	- -
GRADE	0.379	- -	- -	- -	- -
GPA	0.446	- -	- -	- -	- -
GS1	0.596	0.158	0.262	0.281	- -

Standardized Total Effects of KSI on Y

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
FATH_INC	0.755	- -
MOTH_INC	0.383	- -
ATT_SCOR	0.410	0.171
DEGREE	- -	0.822
MAJOR	- -	0.105
GRADE	0.351	- -
GPA	0.413	- -
GS1	0.616	0.230



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

**ตัวอย่างคำสั่งและผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลปัจจัย
ที่ส่งผลกระทบต่อแผนพัฒนาการศึกษาคณิตศาสตร์ระหว่างแผนพัฒนาการ
ที่มีการตรวจให้ค่าแบบทวิภาคและให้คะแนนความรู้บางส่วน**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DATE: 6/ 7/2004
TIME: 0:56

L I S R E L 8.52

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by
Scientific Software International, Inc.
7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100
Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.
Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140
Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002
Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.
Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file C:\My Documents\MULTI-GS\SAME FORM-LS8:

```

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)
DA NI=12 NO=334 MA=KM NG=2
LA
'FATH_INC' 'MOTH_INC' 'ATT_SCOR' 'DEGREE' 'MAJOR' 'GRADE' 'GPA' 'GS' 'FATH_EDU'
'MOTH_EDU' 'YEAR' 'TRAIN'
KM
1.00
.405 1.00
.215 .226 1.00
.211 .141 .193 1.00
.053 .106 .096 .117 1.00
.320 .152 .413 .177 .149 1.00
.371 .194 .451 .161 .165 .882 1.00
.531 .438 .429 .268 .137 .442 .524 1.00
.510 .319 .332 .093 .097 .336 .399 .423 1.00
.380 .521 .288 .100 .094 .253 .299 .446 .578 1.00
.158 .071 -.066 .709 -.073 .191 .172 .227 .143 .156 1.00
.118 .052 .033 .194 -.030 .145 .166 .222 .135 .178 .742 1.00
SD
9620.017 7113.208 18.698 .991 .133 1.192 .753 2.651 3.909 3.892 6.253 .214
NO NY=8 NX=4 NE=5 NK=2 C
LX=FU,FI LY=FU,FI BE=FU,FI GA=FU,FI PH=DI,FR PS=FU,FI TE=FU,FI TD=FU,FI
FR LX(1,1) LX(2,1) LX(4,2) LX(3,2)
FR LY(2,1) LY(1,1) LY(5,3) LY(6,4) LY(7,4) LY(8,5) LY(4,3) LY(3,2)
VA .19 BE(2,3)
FR BE(4,1) BE(5,1) BE(5,2) BE(5,3) BE(5,4)
VA 1 GA(1,1)
FR GA(2,1) GA(3,2)
VA 1 PS(1,1) PS(2,2) PS(3,3) PS(4,4) PS(5,5)
FR PS(4,2) PS(4,1) PS(3,1) PS(3,2)
FR TD(1,1) TD(2,2) TD(4,4) TD(4,2) TD(3,2)
FR TE(1,1) TE(2,2) TE(5,5) TE(6,6)
FR TE(4,1) TE(4,2) TE(3,2) TE(6,4) TE(7,3) TE(5,2) TE(8,1) TE(7,5)
FR TH(3,1) TH(4,4) TH(3,3) TH(3,5) TH(3,6) TH(2,2) TH(1,8) TH(1,1) TH(4,2) TH(4,3)
TH(2,3) TH(4,5)
LE
'ECONOMIC' 'ATTITUDE' 'TEAC_EDU' 'ACHIEVE' 'GROWTH'
LK
'PAR_EDU' 'EXPER'
PATH DIAGRAM
OU SE TV EF SS MI RS FS ND=3 AD=OFF

```

Number of Input Variables 12
 Number of Y - Variables 8
 Number of X - Variables 4
 Number of ETA - Variables 5
 Number of KSI - Variables 2
 Number of Observations 334
 Number of Groups 2

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

DA NI=12 NO=334 MA=KM

LA

'FATH_INC' 'MOTH_INC' 'ATT_SCOR' 'DEGREE' 'MAJOR' 'GRADE' 'GPA' 'GS' 'FATH_EDU'
 'MOTH_EDU' 'YEAR' 'TRAIN'

KM

1.00
 .405 1.00
 .215 .226 1.00
 .211 .141 .193 1.00
 .053 .106 .096 .117 1.00
 .320 .152 .413 .177 .149 1.00
 .371 .194 .451 .161 .165 .882 1.00
 .523 .444 .412 .278 .128 .425 .487 1.00
 .510 .319 .332 .093 .097 .336 .399 .399 1.00
 .380 .521 .288 .100 .094 .253 .299 .421 .578 1.00
 .158 .071 -.066 .709 -.073 .191 .172 .233 .143 .156 1.00
 .118 .052 .033 .194 -.030 .145 .166 .204 .135 .178 .742 1.00

SD

9620.017 7113.208 18.698 .991 .133 1.192 .753 7.787 3.909 3.892 6.253 .214

NO NY=8 NX=4 NE=5 NK=2 C

LX=PS LY=PS BE=PS GA=PS PH=PS PS=FU,FI TE=FU,FI TD=FU,FI

VA 1 PS(1,1) PS(2,2) PS(3,3) PS(4,4) PS(5,5)

FR PS(4,2) PS(4,1) PS(3,2)

FR TD(1,1) TD(2,2) TD(4,4) TD(4,2) TD(3,2)

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

TE(8,1)

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

TH(4,5)

FR TH(4,6) TH(2,3)

LE

'ECONOMIC' 'ATTITUDE' 'TEAC_EDU' 'ACHIEVE' 'GROWTH'

LK

'PAR_EDU' 'EXPER'

PATH DIAGRAM

OU SE TV EF SS MI RS FS ND=3 AD=OFF

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Number of Input Variables 12
 Number of Y - Variables 8
 Number of X - Variables 4
 Number of ETA - Variables 5
 Number of KSI - Variables 2
 Number of Observations 334
 Number of Groups 2

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Covariance Matrix

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	1.000					
MOTH_INC	0.405	1.000				
ATT_SCOR	0.215	0.226	1.000			
DEGREE	0.211	0.141	0.193	1.000		

MAJOR	0.053	0.106	0.096	0.117	1.000	
GRADE	0.320	0.152	0.413	0.177	0.149	1.000
GPA	0.371	0.194	0.451	0.161	0.165	0.882
GS	0.531	0.438	0.429	0.268	0.137	0.442
FATH_EDU	0.510	0.319	0.332	0.093	0.097	0.336
MOTH_EDU	0.380	0.521	0.288	0.100	0.094	0.253
YEAR	0.158	0.071	-0.066	0.709	-0.073	0.191
TRAIN	0.118	0.052	0.033	0.194	-0.030	0.145

Covariance Matrix

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	1.000					
GS	0.524	1.000				
FATH_EDU	0.399	0.423	1.000			
MOTH_EDU	0.299	0.446	0.578	1.000		
YEAR	0.172	0.227	0.143	0.156	1.000	
TRAIN	0.166	0.222	0.135	0.178	0.742	1.000

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Covariance Matrix

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	1.000					
MOTH_INC	0.405	1.000				
ATT_SCOR	0.215	0.226	1.000			
DEGREE	0.211	0.141	0.193	1.000		
MAJOR	0.053	0.106	0.096	0.117	1.000	
GRADE	0.320	0.152	0.413	0.177	0.149	1.000
GPA	0.371	0.194	0.451	0.161	0.165	0.882
GS	0.523	0.444	0.412	0.278	0.128	0.425
FATH_EDU	0.510	0.319	0.332	0.093	0.097	0.336
MOTH_EDU	0.380	0.521	0.288	0.100	0.094	0.253
YEAR	0.158	0.071	-0.066	0.709	-0.073	0.191
TRAIN	0.118	0.052	0.033	0.194	-0.030	0.145

Covariance Matrix

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	1.000					
GS	0.487	1.000				
FATH_EDU	0.399	0.399	1.000			
MOTH_EDU	0.299	0.421	0.578	1.000		
YEAR	0.172	0.233	0.143	0.156	1.000	
TRAIN	0.166	0.204	0.135	0.178	0.742	1.000

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Parameter Specifications

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	1	0	0	0	0
MOTH_INC	2	0	0	0	0
ATT_SCOR	0	3	0	0	0
DEGREE	0	0	4	0	0
MAJOR	0	0	5	0	0
GRADE	0	0	0	6	0
GPA	0	0	0	7	0
GS	0	0	0	0	8

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
FATH_EDU	9	0
MOTH_EDU	10	0
YEAR	0	11
TRAIN	0	12

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	0	0	0	0	0
ATTITUDE	0	0	0	0	0
TEAC_EDU	0	0	0	0	0
ACHIEVE	13	0	0	0	0
GROWTH	14	15	16	17	0

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	0	0
ATTITUDE	18	0
TEAC_EDU	0	19
ACHIEVE	0	0
GROWTH	0	0

PHI EQUALS PHI IN THE FOLLOWING GROUP

PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	0				
ATTITUDE	0	0			
TEAC_EDU	20	21	0		
ACHIEVE	22	23	0	0	
GROWTH	0	0	0	0	0

THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	24					
MOTH_INC	0	25				
ATT_SCOR	0	26	0			
DEGREE	27	28	0	0		
MAJOR	0	29	0	0	30	
GRADE	0	0	0	31	0	32
GPA	0	0	33	0	34	0
GS	35	0	0	0	0	0

THETA-EPS

	GPA	GS
	-----	-----
GPA	0	
GS	0	0

THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_EDU	36	0	0	0	0	0

MOTh_EDU	0	39	40	0	0	0145
YEAR	42	0	43	0	44	45
TRAIN	0	47	48	49	50	0

THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS
FATH_EDU	0	37
MOTh_EDU	0	0
YEAR	0	0
TRAIN	0	0

THETA-DELTA

	FATH_EDU	MOTh_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_EDU	38			
MOTh_EDU	0	41		
YEAR	0	46	0	
TRAIN	0	51	0	52

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Parameter Specifications

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	53	0	0	0	0
MOTh_INC	54	0	0	0	0
ATT_SCOR	0	55	0	0	0
DEGREE	0	0	56	0	0
MAJOR	0	0	57	0	0
GRADE	0	0	0	58	0
GPA	0	0	0	59	0
GS	0	0	0	0	60

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	61	0
MOTh_EDU	62	0
YEAR	0	63
TRAIN	0	64

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0	0	0	0	0
ATTITUDE	0	0	0	0	0
TEAC_EDU	0	0	0	0	0
ACHIEVE	65	0	0	0	0
GROWTH	66	67	68	69	0

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0	0
ATTITUDE	70	0
TEAC_EDU	0	71
ACHIEVE	0	0

PSI

	<u>ECONOMIC</u>	<u>ATTITUDE</u>	<u>TEAC_EDU</u>	<u>ACHIEVE</u>	<u>GROWTH</u>
ECONOMIC	0				
ATTITUDE	0	0			
TEAC_EDU	0	72	0		
ACHIEVE	73	74	0	0	
GROWTH	0	0	0	0	0

THETA-EPS

	<u>FATH_INC</u>	<u>MOTH_INC</u>	<u>ATT_SCOR</u>	<u>DEGREE</u>	<u>MAJOR</u>	<u>GRADE</u>
FATH_INC	75					
MOTH_INC	0	76				
ATT_SCOR	0	77	0			
DEGREE	78	79	0	0		
MAJOR	0	0	0	0	80	
GRADE	0	0	0	0	81	82
GPA	0	0	0	0	83	0
GS	84	0	0	85	0	0

THETA-EPS

	<u>GPA</u>	<u>GS</u>
GPA	0	
GS	0	0

THETA-DELTA-EPS

	<u>FATH_EDU</u>	<u>MOTH_EDU</u>	<u>ATT_SCOR</u>	<u>DEGREE</u>	<u>MAJOR</u>	<u>GRADE</u>
FATH_EDU	86	0	0	0	0	0
MOTH_EDU	0	89	90	0	0	0
YEAR	92	0	93	0	94	95
TRAIN	0	0	0	98	99	100

THETA-DELTA-EPS

	<u>GPA</u>	<u>GS</u>
FATH_EDU	0	87
MOTH_EDU	0	0
YEAR	0	96
TRAIN	101	0

THETA-DELTA

	<u>FATH_EDU</u>	<u>MOTH_EDU</u>	<u>YEAR</u>	<u>TRAIN</u>
FATH_EDU	88			
MOTH_EDU	0	91		
YEAR	0	97	0	
TRAIN	0	102	0	103

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Number of Iterations =150

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

	<u>ECONOMIC</u>	<u>ATTITUDE</u>	<u>TEAC_EDU</u>	<u>ACHIEVE</u>	<u>GROWTH</u>
FATH_INC	0.589 (0.063) 9.379	--	--	--	--
MOTH_INC	0.344 (0.042) 8.124	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	0.932 (0.039) 23.943	--	--	--
DEGREE	--	--	0.716 (0.026) 27.139	--	--
MAJOR	--	--	0.083 (0.039) 2.119	--	--
GRADE	--	--	--	0.806 (0.047) 17.014	--
GPA	--	--	--	0.916 (0.047) 19.697	--
GS	--	--	--	--	0.357 (0.198) 1.801

LAMBDA-X

	<u>PAR_EDU</u>	<u>EXPER</u>
FATH_EDU	0.903 (0.077) 11.787	--
MOTH_EDU	0.630 (0.064) 9.918	--
YEAR	--	0.998 (0.038) 26.121
TRAIN	--	0.739 (0.046) 15.957

BETA

	<u>ECONOMIC</u>	<u>ATTITUDE</u>	<u>TEAC_EDU</u>	<u>ACHIEVE</u>	<u>GROWTH</u>
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	0.190	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--

ACHIEVE	0.488 (0.063) 7.719	--	--	--	--
GROWTH	1.602 (1.105) 1.450	0.363 (0.237) 1.532	0.263 (0.165) 1.598	0.184 (0.171) 1.077	--

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	1.000	--
ATTITUDE	0.432 (0.060) 7.189	--
TEAC_EDU	--	0.976 (0.074) 13.208
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU
ECONOMIC	2.000					
ATTITUDE	0.459	1.193				
TEAC_EDU	0.142	0.201	1.952			
ACHIEVE	0.678	0.595	0.069	1.186		
GROWTH	3.533	1.331	0.527	1.539	7.645	
PAR_EDU	1.000	0.432	--	0.488	1.849	1.000
EXPER	--	0.185	0.976	--	0.324	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

	EXPER
EXPER	1.000

PHI EQUALS PHI IN THE FOLLOWING GROUP

PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	1.000				
ATTITUDE	--	1.000			
TEAC_EDU	0.142 (0.067) 2.124	-0.170 (0.077) -2.219	1.000		
ACHIEVE	-0.297 (0.095) -3.142	0.371 (0.053) 6.963	--	1.000	
GROWTH	--	--	--	--	1.000

Squared Multiple Correlations for Structural Equations

ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
0.500	0.162	0.488	0.157	0.869

Squared Multiple Correlations for Reduced Form

ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
0.500	0.185	0.488	0.201	0.461

Reduced Form

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	1.000	- -
ATTITUDE	0.432 (0.060) 7.189	0.185 (0.014) 13.208
TEAC_EDU	- -	0.976 (0.074) 13.208
ACHIEVE	0.488 (0.063) 7.719	- -
GROWTH	1.849 (1.185) 1.560	0.324 (0.195) 1.666

THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	0.305 (0.128) 2.395	- -	- -	- -	- -	- -
MOTH_INC	- -	0.760 (0.070) 10.845	- -	- -	- -	- -
ATT_SCOR	- -	0.101 (0.043) 2.347	- -	- -	- -	- -
DEGREE	0.096 (0.049) 1.951	0.061 (0.036) 1.699	- -	- -	- -	- -
MAJOR	- -	0.045 (0.044) 1.030	- -	- -	0.987 (0.076) 12.909	- -
GRADE	- -	- -	- -	0.035 (0.025) 1.440	- -	0.223 (0.017) 12.913
GPA	- -	- -	-0.026 (0.025) -1.062	- -	0.026 (0.024) 1.075	- -

GS	-0.221 (0.116) -1.902	--	--	--	--	--
----	-----------------------------	----	----	----	----	----

THETA-EPS

	GPA	GS
GPA	--	--
GS	--	--

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
0.694	0.238	1.000	1.000	0.014	0.775

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

GPA	GS
1.000	1.000

THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_EDU	-0.020 (0.076) -0.261	--	--	--	--	--
MOTH_EDU	--	0.292 (0.051) 5.750	0.039 (0.043) 0.902	--	--	--
YEAR	0.044 (0.028) 1.554	--	-0.337 (0.053) -6.356	--	-0.162 (0.036) -4.502	0.043 (0.017) 2.456
TRAIN	--	-0.021 (0.031) -0.681	-0.198 (0.048) -4.100	-0.343 (0.031) -10.957	-0.102 (0.056) -1.818	--

THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS
FATH_EDU	--	-0.188 (0.077) -2.461
MOTH_EDU	--	--
YEAR	--	--
TRAIN	--	--

THETA-DELTA

FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
-----	-----	-----	-----

FATH_EDU	0.186 (0.117) 1.590			
MOTH_EDU	--	0.590 (0.071) 8.258		
YEAR	--	0.038 (0.029) 1.304	--	
TRAIN	--	0.079 (0.041) 1.920	--	0.452 (0.035) 13.052

Squared Multiple Correlations for X - Variables

FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
-----	-----	-----	-----
0.814	0.402	1.000	0.547

Group Goodness of Fit Statistics

Contribution to Chi-Square = 29.438
 Percentage Contribution to Chi-Square = 42.455

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0716
 Standardized RMR = 0.0717
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.986

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Fitted Covariance Matrix

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	0.999					
MOTH_INC	0.405	0.997				
ATT_SCOR	0.252	0.248	1.036			
DEGREE	0.156	0.096	0.134	1.002		
MAJOR	0.007	0.049	0.016	0.116	1.000	
GRADE	0.322	0.188	0.447	0.075	0.005	0.993
GPA	0.366	0.214	0.482	0.045	0.031	0.876
GS	0.522	0.434	0.443	0.211	0.025	0.443
FATH_EDU	0.512	0.311	0.364	--	--	0.355
MOTH_EDU	0.371	0.509	0.293	--	--	0.248
YEAR	0.044	--	-0.165	0.697	-0.081	0.043
TRAIN	--	-0.021	-0.070	0.174	-0.042	--

Fitted Covariance Matrix

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
GPA	0.996					
GS	0.504	0.975				
FATH_EDU	0.404	0.408	1.002			
MOTH_EDU	0.282	0.416	0.569	0.987		
YEAR	--	0.116	--	0.038	0.995	
TRAIN	--	0.086	--	0.079	0.737	0.998

Fitted Residuals

FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
-----	-----	-----	-----	-----	-----

FATH_INC	0.001					
MOTH_INC	0.000	0.003				
ATT_SCOR	-0.037	-0.022	-0.036			
DEGREE	0.055	0.045	0.059	-0.002		
MAJOR	0.046	0.057	0.080	0.001	0.000	
GRADE	-0.002	-0.036	-0.034	0.102	0.144	0.007
GPA	0.005	-0.020	-0.031	0.116	0.134	0.006
GS	0.009	0.004	-0.014	0.057	0.112	-0.001
FATH_EDU	-0.002	0.008	-0.032	0.093	0.097	-0.019
MOTH_EDU	0.009	0.012	-0.005	0.100	0.094	0.005
YEAR	0.114	0.071	0.099	0.012	0.008	0.148
TRAIN	0.118	0.073	0.103	0.020	0.012	0.145

Fitted Residuals

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	0.004					
GS	0.020	0.025				
FATH_EDU	-0.005	0.015	-0.002			
MOTH_EDU	0.017	0.030	0.009	0.013		
YEAR	0.172	0.111	0.143	0.118	0.005	
TRAIN	0.166	0.136	0.135	0.099	0.005	0.002

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.037
 Median Fitted Residual = 0.013
 Largest Fitted Residual = 0.172

Stemleaf Plot

- 2176642120
 - 019455222100
 0111234455556788999222357
 210050
 41565779
 6113
 81034799
 101023124688
 121456
 1413458
 16162

Standardized Residuals

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	0.081					
MOTH_INC	-0.014	0.251				
ATT_SCOR	-0.805	-0.781	-1.288			
DEGREE	1.576	1.039	1.838	-0.119		
MAJOR	0.844	1.743	1.461	0.088	-0.311	
GRADE	-0.059	-0.944	-1.640	2.239	2.647	0.686
GPA	0.264	-0.611	-1.353	2.289	2.734	0.693
GS	0.433	0.188	-0.482	1.345	2.131	-0.036
FATH_EDU	-0.069	0.189	-0.869	1.694	1.768	-0.685
MOTH_EDU	0.252	0.427	-0.189	1.835	1.726	0.186
YEAR	2.436	1.301	3.128	1.048	0.447	2.869
TRAIN	2.157	1.641	3.395	1.520	1.156	2.657

Standardized Residuals

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	0.434					
GS	1.287	1.239				

FATH_EDU	-0.293	0.538	-0.159			
MOTH_EDU	1.017	0.950	0.462	0.662		
YEAR	3.152	2.533	2.612	2.571	0.384	
TRAIN	3.038	2.792	2.463	2.768	0.556	0.224

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -1.640
 Median Standardized Residual = 0.768
 Largest Standardized Residual = 3.395

Stemleaf Plot

```

- 11643
- 019988765332211100
  011122223334444455677789
  11000223335566777888
  21122345566677889
  310124
  
```

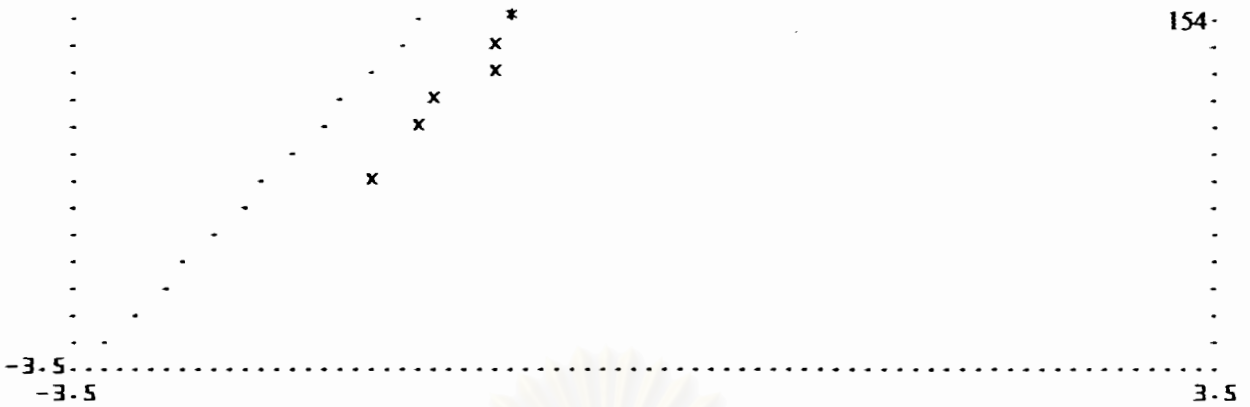
Largest Positive Standardized Residuals

Residual for	GRADE and MAJOR	2.647
Residual for	GPA and MAJOR	2.734
Residual for	YEAR and ATT_SCOR	3.128
Residual for	YEAR and GRADE	2.869
Residual for	YEAR and GPA	3.152
Residual for	YEAR and FATH_EDU	2.612
Residual for	TRAIN and ATT_SCOR	3.395
Residual for	TRAIN and GRADE	2.657
Residual for	TRAIN and GPA	3.038
Residual for	TRAIN and GS	2.792
Residual for	TRAIN and MOTH_EDU	2.768

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

plot of Standardized Residuals





Standardized Residuals

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Modification Indices and Expected Change

Modification Indices for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	0.137	0.000	0.149	0.029
MOTH_INC	--	0.493	0.007	0.750	0.233
ATT_SCOR	0.311	--	0.025	0.316	0.308
DEGREE	0.077	0.019	--	0.001	0.077
MAJOR	3.296	2.452	--	8.607	4.102
GRADE	0.658	0.582	0.000	--	0.653
GPA	0.658	2.275	2.123	--	1.006
GS	--	--	--	--	--

Expected Change for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	-0.018	0.001	0.035	-0.014
MOTH_INC	--	-0.082	-0.004	-0.049	-0.043
ATT_SCOR	-0.042	--	-0.034	-0.236	-0.025
DEGREE	-0.007	-0.008	--	-0.001	-0.004
MAJOR	0.065	0.078	--	0.158	0.037
GRADE	-0.016	-0.064	0.001	--	-0.008
GPA	0.018	0.135	0.040	--	0.011
GS	--	--	--	--	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	-0.019	0.001	0.038	-0.040
MOTH_INC	--	-0.089	-0.005	-0.053	-0.118
ATT_SCOR	-0.060	--	-0.047	-0.257	-0.069
DEGREE	-0.010	-0.009	--	-0.001	-0.011
MAJOR	0.092	0.085	--	0.173	0.103
GRADE	-0.023	-0.070	0.001	--	-0.023
GPA	0.026	0.148	0.056	--	0.032
GS	--	--	--	--	--

Modification Indices for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	--	1.150
MOTH_EDU	--	1.042
YEAR	0.730	--

TRAIN	0.240	--
-------	-------	----

Expected Change for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
FATH_EDU	--	0.045
MOTH_EDU	--	0.061
YEAR	0.016	--
TRAIN	0.013	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
FATH_EDU	--	0.045
MOTH_EDU	--	0.061
YEAR	0.016	--
TRAIN	0.013	--

Modification Indices for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	--	0.042	3.010	0.290	0.336
ATTITUDE	0.311	--	0.025	0.316	0.308
TEAC_EDU	0.030	0.006	0.025	0.037	0.020
ACHIEVE	--	4.302	4.734	--	5.080
GROWTH	--	--	--	--	--

Expected Change for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	--	-0.015	0.127	-0.102	0.071
ATTITUDE	-0.046	--	-0.036	-0.253	-0.027
TEAC_EDU	-0.006	0.006	-0.190	0.010	-0.003
ACHIEVE	--	0.535	0.096	--	0.318
GROWTH	--	--	--	--	--

Standardized Expected Change for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	--	-0.010	0.064	-0.066	0.018
ATTITUDE	-0.029	--	-0.024	-0.213	-0.009
TEAC_EDU	-0.003	0.004	-0.097	0.007	-0.001
ACHIEVE	--	0.450	0.063	--	0.106
GROWTH	--	--	--	--	--

Modification Indices for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	0.023	2.565
ATTITUDE	--	0.006
TEAC_EDU	0.013	--
ACHIEVE	0.103	5.235
GROWTH	0.000	0.006

Expected Change for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	-0.022	0.112
ATTITUDE	--	0.020
TEAC_EDU	-0.004	--

ACHIEVE	-0.125	0.117
GROWTH	0.007	0.014

Standardized Expected Change for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	-0.016	0.079
ATTITUDE	- -	0.018
TEAC_EDU	-0.003	- -
ACHIEVE	-0.115	0.108
GROWTH	0.002	0.005

Modification Indices for PHI

	PAR_EDU	EXPER
PAR_EDU	0.023	- -
EXPER	10.540	- -

Expected Change for PHI

	PAR_EDU	EXPER
PAR_EDU	-0.044	- -
EXPER	0.186	- -

Standardized Expected Change for PHI

	PAR_EDU	EXPER
PAR_EDU	-0.044	- -
EXPER	0.186	- -

Modification Indices for PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.023	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	0.311	0.025	- -	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	0.025	- -	- -
ACHIEVE	- -	- -	0.193	- -	- -
GROWTH	0.000	0.005	0.006	0.004	- -

Expected Change for PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.044	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	-0.046	0.380	- -	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	-0.380	- -	- -
ACHIEVE	- -	- -	0.018	- -	- -
GROWTH	0.005	-0.046	-0.014	0.070	- -

Standardized Expected Change for PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.022	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	-0.029	0.318	- -	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	-0.195	- -	- -
ACHIEVE	- -	- -	0.012	- -	- -
GROWTH	0.001	-0.015	-0.004	0.023	- -

Modification Indices for THETA-EPS

FATH_INC	NOth_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
----------	----------	----------	--------	-------	-------

FATH_INC	- -	- -	- -	- -	- -	- -
MOTH_INC	0.014	- -	- -	- -	- -	- -
ATT_SCOR	0.292	- -	0.073	- -	- -	- -
DEGREE	- -	- -	0.017	0.032	- -	- -
MAJOR	0.600	- -	0.019	0.924	- -	- -
GRADE	0.140	0.293	- -	- -	3.475	- -
GPA	0.014	0.007	- -	0.026	- -	0.811
GS	- -	0.000	0.005	0.037	0.726	0.330

Modification Indices for THETA-EPS

	GPA	GS
GPA	0.811	- -
GS	0.331	- -

Expected Change for THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	- -	- -	- -	- -	- -	- -
MOTH_INC	0.006	- -	- -	- -	- -	- -
ATT_SCOR	-0.024	- -	0.597	- -	- -	- -
DEGREE	- -	- -	0.029	0.050	- -	- -
MAJOR	-0.033	- -	-0.006	-0.192	- -	- -
GRADE	0.007	-0.011	- -	- -	0.083	- -
GPA	-0.003	0.002	- -	0.005	- -	0.034
GS	- -	0.000	-0.015	-0.009	0.033	-0.011

Expected Change for THETA-EPS

	GPA	GS
GPA	-0.039	- -
GS	0.012	- -

Modification Indices for THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_EDU	- -	0.175	0.316	0.363	0.486	0.378
MOTH_EDU	0.038	- -	- -	0.919	0.193	0.059
YEAR	- -	0.001	- -	0.001	- -	- -
TRAIN	0.078	- -	- -	- -	- -	0.002

Modification Indices for THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS
FATH_EDU	0.150	- -
MOTH_EDU	0.001	0.000
YEAR	0.395	0.178
TRAIN	0.033	0.664

Expected Change for THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_EDU	- -	0.018	0.039	-0.014	0.027	-0.012
MOTH_EDU	-0.007	- -	- -	0.040	0.019	0.005
YEAR	- -	-0.002	- -	-0.006	- -	- -
TRAIN	0.012	- -	- -	- -	- -	0.001

Expected Change for THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS
--	-----	----

FATH_EDU	0.008	- -
MOTH_EDU	0.001	0.000
YEAR	0.012	-0.009
TRAIN	0.003	0.022

Modification Indices for THETA-DELTA

	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_EDU	- -			
MOTH_EDU	0.057	- -		
YEAR	0.655	- -	0.679	
TRAIN	0.068	- -	0.664	- -

Expected Change for THETA-DELTA

	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_EDU	- -			
MOTH_EDU	-0.017	- -		
YEAR	0.013	- -	0.263	
TRAIN	-0.006	- -	-0.186	- -

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Factor Scores Regressions

ETA

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
ECONOMIC	0.593	0.044	-0.240	-0.085	-0.013	0.067
ATTITUDE	0.394	-0.087	2.408	-3.269	0.646	-0.622
TEAC_EDU	-0.608	-0.071	-1.554	5.345	-0.760	0.423
ACHIEVE	0.010	0.000	0.062	-0.055	-0.018	-0.016
GROWTH	0.744	-0.103	-0.021	-0.026	0.020	0.012

ETA

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
ECONOMIC	-0.197	1.085	0.384	-0.171	-0.154	0.033
ATTITUDE	0.134	0.020	-0.406	-0.167	5.001	-2.782
TEAC_EDU	0.183	0.000	0.606	0.117	-6.215	4.231
ACHIEVE	1.086	-0.010	-0.014	-0.004	0.084	-0.048
GROWTH	-0.232	2.475	0.627	-0.387	-0.021	0.076

KSI

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
PAR_EDU	0.082	-0.112	0.090	-0.346	0.058	-0.029
EXPER	0.150	0.023	1.098	-1.583	0.463	-0.457

KSI

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
PAR_EDU	-0.074	0.415	0.668	0.114	0.421	-0.289
EXPER	0.038	-0.073	-0.218	-0.154	3.357	-1.348

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Within Group Standardized Solution

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.833	--	--	--	--
MOTH_INC	0.487	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	1.018	--	--	--
DEGREE	--	--	1.001	--	--
MAJOR	--	--	0.116	--	--
GRADE	--	--	--	0.878	--
GPA	--	--	--	0.998	--
GS	--	--	--	--	0.987

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	0.903	--
MOTH_EDU	0.630	--
YEAR	--	0.998
TRAIN	--	0.739

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	0.243	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.633	--	--	--	--
GROWTH	0.519	0.143	0.133	0.073	--

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	--
ATTITUDE	0.396	--
TEAC_EDU	--	0.698
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Correlation Matrix of ETA and KSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU
ECONOMIC	1.000					
ATTITUDE	0.297	1.000				
TEAC_EDU	0.072	0.132	1.000			
ACHIEVE	0.440	0.500	0.045	1.000		
GROWTH	0.904	0.441	0.214	0.511	1.000	
PAR_EDU	0.707	0.396	--	0.448	0.669	1.000
EXPER	--	0.170	0.698	--	0.117	--

Correlation Matrix of ETA and KSI

	EXPER
EXPER	1.000

PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.500				
ATTITUDE	--	0.838			
TEAC_EDU	0.072	-0.111	0.512		
ACHIEVE	-0.193	0.312	--	0.843	

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	--
ATTITUDE	0.396	0.170
TEAC_EDU	--	0.698
ACHIEVE	0.448	--
GROWTH	0.669	0.117

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Total and Indirect Effects

Total Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	1.000	--
ATTITUDE	0.432 (0.060) 7.189	0.185 (0.014) 13.208
TEAC_EDU	--	0.976 (0.074) 13.208
ACHIEVE	0.488 (0.063) 7.719	--
GROWTH	1.849 (1.185) 1.560	0.324 (0.195) 1.666

Indirect Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	--	--
ATTITUDE	--	0.185 (0.014) 13.208
TEAC_EDU	--	--
ACHIEVE	0.488 (0.063) 7.719	--
GROWTH	1.849 (1.185) 1.560	0.324 (0.195) 1.666

Total Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	0.190	--	--

TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.488 (0.063) 7.719	--	--	--	--
GROWTH	1.692 (1.103) 1.534	0.363 (0.237) 1.532	0.332 (0.198) 1.682	0.184 (0.171) 1.077	--

Largest Eigenvalue of $B*B'$ (Stability Index) is 3.022

Indirect Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	--	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	--	--	--	--	--
GROWTH	0.090 (0.080) 1.123	--	0.069 (0.045) 1.532	--	--

Total Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.589 (0.063) 9.379	--	--	--	--
MOTH_INC	0.344 (0.042) 8.124	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	0.932 (0.039) 23.943	0.177 (0.007) 23.943	--	--
DEGREE	--	--	0.716 (0.026) 27.139	--	--
MAJOR	--	--	0.083 (0.039) 2.119	--	--
GRADE	0.393 (0.053) 7.362	--	--	0.806 (0.047) 17.014	--
GPA	0.447 (0.059) 7.535	--	--	0.916 (0.047) 19.697	--
GS	0.604 (0.065) 9.285	0.130 (0.044) 2.945	0.119 (0.030) 3.914	0.066 (0.071) 0.926	0.357 (0.198) 1.801

Indirect Effects of ETA on Y

	<u>ECONOMIC</u>	<u>ATTITUDE</u>	<u>TEAC_EDU</u>	<u>ACHIEVE</u>	<u>GROWTH</u>
FATH_INC	--	--	--	--	--
MOTH_INC	--	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	--	0.177 (0.007) 23.943	--	--
DEGREE	--	--	--	--	--
MAJOR	--	--	--	--	--
GRADE	0.393 (0.053) 7.362	--	--	--	--
GPA	0.447 (0.059) 7.535	--	--	--	--
GS	0.604 (0.065) 9.285	0.130 (0.044) 2.945	0.119 (0.030) 3.914	0.066 (0.071) 0.926	--

Total Effects of KSI on Y

	<u>PAR_EDU</u>	<u>EXPER</u>
FATH_INC	0.589 (0.063) 9.379	--
MOTH_INC	0.344 (0.042) 8.124	--
ATT_SCOR	0.403 (0.050) 8.040	0.173 (0.015) 11.577
DEGREE	--	0.699 (0.047) 14.920
MAJOR	--	0.081 (0.038) 2.161
GRADE	0.393 (0.053) 7.362	--
GPA	0.447 (0.059) 7.535	--
GS	0.660 (0.063) 10.453	0.116 (0.031) 3.747

Standardized Total and Indirect Effects

Standardized Total Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	--
ATTITUDE	0.396	0.170
TEAC_EDU	--	0.698
ACHIEVE	0.448	--
GROWTH	0.669	0.117

Standardized Indirect Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	--	--
ATTITUDE	--	0.170
TEAC_EDU	--	--
ACHIEVE	0.448	--
GROWTH	0.669	0.117

Standardized Total Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	0.243	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.633	--	--	--	--
GROWTH	0.865	0.143	0.168	0.073	--

Standardized Indirect Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	--	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	--	--	--	--	--
GROWTH	0.046	--	0.035	--	--

Standardized Total Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.833	--	--	--	--
MOTH_INC	0.487	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	1.018	0.247	--	--
DEGREE	--	--	1.001	--	--
MAJOR	--	--	0.116	--	--
GRADE	0.556	--	--	0.878	--
GPA	0.632	--	--	0.998	--
GS	0.854	0.142	0.166	0.072	0.987

Standardized Indirect Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	--	--	--	--
MOTH_INC	--	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	--	0.247	--	--
DEGREE	--	--	--	--	--
MAJOR	--	--	--	--	--
GRADE	0.556	--	--	--	--

GPA	0.632	--	--	--	--
GS	0.854	0.142	0.166	0.072	--

Standardized Total Effects of KSI on Y

	PAR_EDU	EXPER
FATH_INC	0.589	--
MOTH_INC	0.344	--
ATT_SCOR	0.403	0.173
DEGREE	--	0.699
MAJOR	--	0.081
GRADE	0.393	--
GPA	0.447	--
GS	0.660	0.116

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Number of Iterations =150

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.585 (0.063) 9.278	--	--	--	--
MOTH_INC	0.356 (0.044) 8.073	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	0.938 (0.039) 23.771	--	--	--
DEGREE	--	--	0.703 (0.026) 26.626	--	--
MAJOR	--	--	0.077 (0.038) 2.048	--	--
GRADE	--	--	--	0.812 (0.047) 17.338	--
GPA	--	--	--	0.925 (0.046) 20.121	--
GS	--	--	--	--	0.334 (0.225) 1.481

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	0.886 (0.076) 11.583	--

MOYH_EDU	0.632 (0.064) 9.854	--
YEAR	--	0.960 (0.036) 26.960
TRAIN	--	0.719 (0.047) 15.350

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	0.190	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.479 (0.063) 7.656	--	--	--	--
GROWTH	1.706 (1.379) 1.236	0.396 (0.293) 1.353	0.588 (0.474) 1.242	0.139 (0.184) 0.752	--

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	1.000	--
ATTITUDE	0.421 (0.059) 7.087	--
TEAC_EDU	--	0.996 (0.075) 13.187
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	2.000					
ATTITUDE	0.421	1.185				
TEAC_EDU	--	0.209	1.991			
ACHIEVE	0.645	0.541	--	1.159		
GROWTH	3.669	1.386	1.254	1.475	8.752	
PAR_EDU	1.000	0.421	--	0.479	1.940	1.000
EXPER	--	0.189	0.996	--	0.661	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

EXPER

EXPER 1.000

PHI

Note: This matrix is diagonal.

PAR_EDU	EXPER
1.000	1.000

PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	1.000				
ATTITUDE	--	1.000			
TEAC_EDU	--	-0.169 (0.078) -2.175	1.000		
ACHIEVE	-0.313 (0.093) -3.358	0.339 (0.048) 7.021	--	1.000	
GROWTH	--	--	--	--	1.000

Squared Multiple Correlations for Structural Equations

ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
0.500	0.156	0.498	0.137	0.886

Squared Multiple Correlations for Reduced Form

ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
0.500	0.180	0.498	0.198	0.480

Reduced Form

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	1.000	--
ATTITUDE	0.421 (0.060) 7.007	0.189 (0.014) 13.478
TEAC_EDU	--	0.996 (0.074) 13.478
ACHIEVE	0.479 (0.063) 7.577	--
GROWTH	1.940 (1.183) 1.640	0.661 (0.203) 3.251

THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE ⁶⁷
FATH_INC	0.315 (0.128) 2.456					
MOTH_INC	--	0.751 (0.072) 10.425				
ATT_SCOR	--	0.100 (0.043) 2.317	--			
DEGREE	0.132 (0.043) 3.047	0.068 (0.023) 2.909	--	--		
MAJOR	--	--	--	--	0.992 (0.077) 12.926	
GRADE	--	--	--	--	0.094 (0.046) 2.039	0.222 (0.017) 12.903
GPA	--	--	--	--	0.108 (0.044) 2.481	--
GS	-0.214 (0.119) -1.802	--	--	-0.112 (0.081) -1.375	--	--

THETA-EPS

	GPA	GS
GPA	--	--
GS	--	--

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
0.685	0.252	1.000	1.000	0.012	0.775

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

GPA	GS
1.000	1.000

THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_EDU	-0.007 (0.076) -0.093	--	--	--	--	--
MOTH_EDU	--	0.292 (0.052) 5.647	0.055 (0.043) 1.266	--	--	--

YEAR	0.031 (0.029) 1.057	--	-0.223 (0.038) -5.809	--	-0.159 (0.036) -4.404	0.018 (0.017) 1.092
TRAIN	--	--	--	-0.343 (0.032) -10.672	-0.109 (0.055) -1.967	0.051 (0.033) 1.572

THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS
FATH_EDU	--	-0.193 (0.077) -2.496
MOTH_EDU	--	--
YEAR	--	-0.071 (0.039) -1.788
TRAIN	0.068 (0.024) 2.831	--

THETA-DELTA

	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_EDU	0.214 (0.115) 1.872			
MOTH_EDU	--	0.588 (0.072) 8.125		
YEAR	--	0.049 (0.027) 1.776	--	
TRAIN	--	0.107 (0.040) 2.687	--	0.492 (0.036) 13.647

Squared Multiple Correlations for X - Variables

FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
0.785	0.405	1.000	0.513

Global Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 53

Minimum Fit Function Chi-Square = 69.337 (P = 0.0654)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 68.828 (P = 0.0708)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 15.828

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 41.366)

Minimum Fit Function Value = 0.104

Population Discrepancy Function Value (FO) = 0.0238

90 Percent Confidence Interval for FO = (0.0 ; 0.0621)
 Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0299
 90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.0484)
 P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.997

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.413
 90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.389 ; 0.451)
 ECVI for Saturated Model = 0.234
 ECVI for Independence Model = 6.762

Chi-Square for Independence Model with 132 Degrees of Freedom = 4479.375

Independence AIC = 4527.375
 Model AIC = 274.828
 Saturated AIC = 312.000
 Independence CAIC = 4659.478
 Model CAIC = 841.770
 Saturated CAIC = 1170.669

Normed Fit Index (NFI) = 0.985
 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.991
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.395
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.996
 Incremental Fit Index (IFI) = 0.996
 Relative Fit Index (RFI) = 0.961

Critical N (CN) = 767.917

Group Goodness of Fit Statistics

Contribution to Chi-Square = 39.900
 Percentage Contribution to Chi-Square = 57.545

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.0686
 Standardized RMR = 0.0700
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.980

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Fitted Covariance Matrix

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	1.000					
MOTH_INC	0.416	1.004				
ATT_SCOR	0.231	0.241	1.043			
DEGREE	0.132	0.068	0.138	0.985		
MAJOR	-	-	0.015	0.108	1.004	
GRADE	0.306	0.186	0.412	-	0.094	0.986
GPA	0.349	0.212	0.469	-	0.108	0.870
GS	0.502	0.435	0.434	0.183	0.032	0.399
FATH_EDU	0.511	0.315	0.350	-	-	0.344
MOTH_EDU	0.370	0.517	0.305	-	-	0.246
YEAR	0.031	-	-0.053	0.673	-0.085	0.018
TRAIN	-	-	0.128	0.161	-0.054	0.051

Fitted Covariance Matrix

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	0.992					
GS	0.455	0.974				
FATH_EDU	0.392	0.380	0.999			
MOTH_EDU	0.280	0.409	0.560	0.988		
YEAR	-	0.141	-	0.049	0.922	
TRAIN	0.068	0.159	-	0.107	0.691	1.009

Fitted Residuals

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	0.000					
MOTH_INC	-0.011	-0.004				
ATT_SCOR	-0.016	-0.015	-0.043			
DEGREE	0.079	0.073	0.055	0.015		
MAJOR	0.053	0.106	0.081	0.009	-0.004	
GRADE	0.014	-0.034	0.001	0.177	0.055	0.014
GPA	0.022	-0.018	-0.018	0.161	0.057	0.012
GS	0.021	0.009	-0.022	0.095	0.096	0.026
FATH_EDU	-0.001	0.004	-0.018	0.093	0.097	-0.008
MOTH_EDU	0.010	0.004	-0.017	0.100	0.094	0.007
YEAR	0.127	0.071	-0.013	0.036	0.012	0.173
TRAIN	0.118	0.052	-0.095	0.033	0.024	0.094

Fitted Residuals

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	0.008					
GS	0.032	0.026				
FATH_EDU	0.007	0.019	0.001			
MOTH_EDU	0.019	0.012	0.018	0.012		
YEAR	0.172	0.092	0.143	0.107	0.078	
TRAIN	0.098	0.045	0.135	0.071	0.051	-0.009

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.095
 Median Fitted Residual = 0.021
 Largest Fitted Residual = 0.177

Stemleaf Plot

```

- 019
- 01432222221111100000000
0111111111111112222233334
0155555667778889999
1100000112344
116778

```

Standardized Residuals

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	0.023					
MOTH_INC	-0.599	-0.296				
ATT_SCOR	-0.348	-0.501	-1.431			
DEGREE	2.347	1.476	1.817	1.594		
MAJOR	0.965	1.926	1.459	0.582	-1.154	
GRADE	0.452	-0.902	0.041	3.277	1.858	1.611
GPA	1.028	-0.564	-0.761	2.972	1.694	1.183
GS	0.996	0.448	-0.758	2.929	1.863	0.928
FATH_EDU	-0.041	0.097	-0.483	1.711	1.768	-0.295
MOTH_EDU	0.273	0.136	-0.650	1.850	1.722	0.256
YEAR	2.899	1.347	-0.317	3.436	1.058	3.489
TRAIN	2.144	0.943	-1.718	2.655	1.922	2.133

Standardized Residuals

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
GPA	0.696					
GS	1.750	1.242				

FATH_EDU	0.431	0.685	0.098			
MOTH_EDU	1.181	0.364	0.936	0.603		
YEAR	3.282	2.719	2.719	2.404	3.767	
TRAIN	1.982	1.227	2.454	1.869	3.825	-0.959

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -1.718
 Median Standardized Residual = 1.119
 Largest Standardized Residual = 3.825

Stemleaf Plot

```

- 117420
- 01988666553333000
  011113344456677999
  110001222235566777888899999
  2101134577799
  310334588
    
```

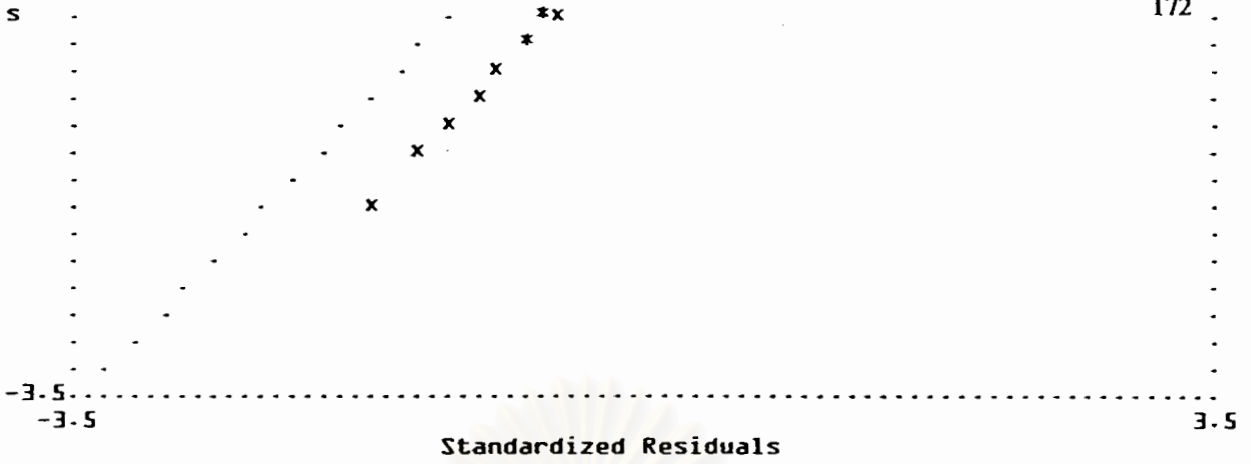
Largest Positive Standardized Residuals

Residual for	GRADE and	DEGREE	3.277
Residual for	GPA and	DEGREE	2.972
Residual for	GS and	DEGREE	2.929
Residual for	YEAR and	FATH_INC	2.899
Residual for	YEAR and	DEGREE	3.436
Residual for	YEAR and	GRADE	3.489
Residual for	YEAR and	GPA	3.282
Residual for	YEAR and	GS	2.719
Residual for	YEAR and	FATH_EDU	2.719
Residual for	YEAR and	YEAR	3.767
Residual for	TRAIN and	DEGREE	2.655
Residual for	TRAIN and	YEAR	3.825

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

plot of Standardized Residuals





PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Modification Indices and Expected Change

Modification Indices for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	0.011	0.153	0.676	0.080
MOTH_INC	--	0.182	0.368	1.163	0.165
ATT_SCOR	9.088	--	11.436	1.282	2.260
DEGREE	0.117	0.036	--	0.014	0.094
MAJOR	3.789	1.931	--	4.684	4.041
GRADE	0.630	0.393	1.757	--	0.036
GPA	0.630	0.061	0.024	--	0.480
GS	--	--	--	--	--

Expected Change for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	-0.005	0.023	0.075	0.018
MOTH_INC	--	-0.053	0.027	-0.061	0.023
ATT_SCOR	-0.023	--	-0.221	0.475	-0.063
DEGREE	-0.010	-0.011	--	0.004	-0.004
MAJOR	0.072	0.069	--	0.181	0.037
GRADE	-0.016	0.017	0.023	--	-0.002
GPA	0.018	-0.007	0.003	--	0.007
GS	--	--	--	--	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	--	-0.005	0.033	0.081	0.055
MOTH_INC	--	-0.058	0.038	-0.066	0.067
ATT_SCOR	-0.032	--	-0.312	0.512	-0.185
DEGREE	-0.014	-0.011	--	0.004	-0.013
MAJOR	0.102	0.075	--	0.194	0.109
GRADE	-0.022	0.018	0.033	--	-0.005
GPA	0.025	-0.008	0.004	--	0.021
GS	--	--	--	--	--

Modification Indices for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	--	2.399
MOTH_EDU	--	0.378

YEAR	1.718	--
TRAIN	0.004	--

Expected Change for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	--	0.067
MOTH_EDU	--	0.035
YEAR	0.026	--
TRAIN	-0.002	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	--	0.067
MOTH_EDU	--	0.035
YEAR	0.026	--
TRAIN	-0.002	--

Modification Indices for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	0.055	6.583	0.094	4.447
ATTITUDE	0.088	--	11.436	1.282	2.260
TEAC_EDU	0.044	0.000	11.437	0.053	0.072
ACHIEVE	--	9.849	6.898	--	7.472
GROWTH	--	--	--	--	--

Expected Change for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	0.018	0.157	-0.063	0.165
ATTITUDE	-0.024	--	-0.236	0.507	-0.067
TEAC_EDU	-0.008	-0.002	-1.240	0.011	-0.005
ACHIEVE	--	0.850	0.100	--	0.164
GROWTH	--	--	--	--	--

Standardized Expected Change for BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	0.012	0.079	-0.041	0.040
ATTITUDE	-0.016	--	-0.153	0.432	-0.021
TEAC_EDU	-0.004	-0.001	-0.623	0.007	-0.001
ACHIEVE	--	0.725	0.066	--	0.052
GROWTH	--	--	--	--	--

Modification Indices for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.018	7.173
ATTITUDE	--	11.437
TEAC_EDU	0.097	--
ACHIEVE	--	9.491
GROWTH	0.272	0.474

Expected Change for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	-0.020	0.198
ATTITUDE	--	-0.242

TEAC_EDU	-0.013	--
ACHIEVE	--	0.157
GROWTH	-0.230	-1.150

Standardized Expected Change for GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	-0.014	0.140
ATTITUDE	--	-0.223
TEAC_EDU	-0.009	--
ACHIEVE	--	0.146
GROWTH	-0.078	-0.389

Modification Indices for PHI

	PAR_EDU	EXPER
PAR_EDU	0.018	--
EXPER	10.668	--

Expected Change for PHI

	PAR_EDU	EXPER
PAR_EDU	-0.039	--
EXPER	0.194	--

Standardized Expected Change for PHI

	PAR_EDU	EXPER
PAR_EDU	-0.039	--
EXPER	0.194	--

Modification Indices for PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.018	--	--	--	--
ATTITUDE	0.088	11.436	--	--	--
TEAC_EDU	0.314	--	11.437	--	--
ACHIEVE	--	--	0.229	--	--
GROWTH	0.268	0.380	0.621	0.206	--

Expected Change for PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.039	--	--	--	--
ATTITUDE	-0.024	2.479	--	--	--
TEAC_EDU	0.060	--	-2.479	--	--
ACHIEVE	--	--	0.025	--	--
GROWTH	0.214	0.749	1.250	0.943	--

Standardized Expected Change for PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.020	--	--	--	--
ATTITUDE	-0.016	2.092	--	--	--
TEAC_EDU	0.030	--	-1.245	--	--
ACHIEVE	--	--	0.016	--	--
GROWTH	0.051	0.233	0.299	0.296	--

Modification Indices for THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE ⁷⁵
FATH_INC	--					
MOTH_INC	0.131	--				
ATT_SCOR	0.166	--	9.825			
DEGREE	--	--	3.238	10.810		
MAJOR	0.327	1.390	0.186	0.772	--	
GRADE	0.011	0.472	0.374	1.775	--	--
GPA	0.041	0.009	0.379	0.528	--	0.086
GS	--	0.274	0.380	--	0.453	0.071

Modification Indices for THETA-EPS

	GPA	GS
GPA	0.087	
GS	0.080	--

Expected Change for THETA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_INC	--					
MOTH_INC	-0.018	--				
ATT_SCOR	-0.019	--	1.960			
DEGREE	--	--	-0.750	-1.226		
MAJOR	-0.025	0.052	0.021	-0.131	--	
GRADE	0.002	-0.014	0.013	0.033	--	--
GPA	0.004	0.002	-0.015	-0.016	--	0.010
GS	--	0.028	0.235	--	0.029	-0.005

Expected Change for THETA-EPS

	GPA	GS
GPA	-0.012	
GS	0.006	--

Modification Indices for THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_EDU	--	0.303	0.004	0.656	1.430	0.373
MOTH_EDU	0.000	--	--	0.622	0.003	0.044
YEAR	--	0.007	--	11.939	--	--
TRAIN	0.412	0.020	11.242	--	--	--

Modification Indices for THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS
FATH_EDU	0.122	--
MOTH_EDU	0.021	0.277
YEAR	3.280	--
TRAIN	--	0.553

Expected Change for THETA-DELTA-EPS

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
FATH_EDU	--	0.024	0.004	-0.019	0.046	-0.011
MOTH_EDU	0.001	--	--	0.032	-0.002	0.004
YEAR	--	0.003	--	0.432	--	--
TRAIN	0.028	0.005	-0.162	--	--	--

Expected Change for THETA-DELTA-EPS

	GPA	GS
FATH_EDU	0.007	- -
MOTH_EDU	0.003	-0.022
YEAR	0.057	- -
TRAIN	- -	-0.146

Modification Indices for THETA-DELTA

	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_EDU	- -			
MOTH_EDU	0.001	- -		
YEAR	0.579	- -	12.015	
TRAIN	0.234	- -	12.027	- -

Expected Change for THETA-DELTA

	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
FATH_EDU	- -			
MOTH_EDU	0.002	- -		
YEAR	0.013	- -	-0.789	
TRAIN	0.012	- -	0.878	- -

Max. Mod. Index is 12.03 for Element (4, 3) of THETA-DELTA in Group 2

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Factor Scores Regressions

ETA

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
ECONOMIC	0.695	0.067	0.084	-0.894	0.132	-0.109
ATTITUDE	0.411	-0.080	2.408	-3.248	0.640	-0.524
TEAC_EDU	-0.825	-0.144	-1.840	5.558	-0.802	0.699
ACHIEVE	0.034	-0.005	0.162	-0.370	-0.048	-0.068
GROWTH	0.688	-0.120	-0.090	0.391	-0.010	0.014

ETA

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
ECONOMIC	-0.091	1.016	0.265	-0.175	1.016	-0.686
ATTITUDE	0.040	-0.003	-0.400	-0.158	5.031	-3.021
TEAC_EDU	-0.134	0.416	0.720	0.082	-6.539	4.390
ACHIEVE	1.112	0.007	-0.065	0.001	0.619	-0.460
GROWTH	-0.202	2.621	0.726	-0.379	-0.109	0.135

KSI

	FATH_INC	MOTH_INC	ATT_SCOR	DEGREE	MAJOR	GRADE
PAR_EDU	0.081	-0.116	0.091	-0.319	0.044	-0.044
EXPER	0.086	0.025	0.768	-1.198	0.404	-0.266

KSI

	GPA	GS	FATH_EDU	MOTH_EDU	YEAR	TRAIN
PAR_EDU	-0.024	0.403	0.641	0.144	0.402	-0.308
EXPER	-0.070	0.075	-0.132	-0.176	2.786	-1.054

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.828	--	--	--	--
MOTH_INC	0.503	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	1.021	--	--	--
DEGREE	--	--	0.993	--	--
MAJOR	--	--	0.109	--	--
GRADE	--	--	--	0.874	--
GPA	--	--	--	0.996	--
GS	--	--	--	--	0.987

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	0.886	--
MOTH_EDU	0.632	--
YEAR	--	0.960
TRAIN	--	0.719

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	0.246	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.629	--	--	--	--
GROWTH	0.816	0.146	0.281	0.050	--

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	--
ATTITUDE	0.387	--
TEAC_EDU	--	0.706
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Correlation Matrix of ETA and KSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU
ECONOMIC	1.000					
ATTITUDE	0.274	1.000				
TEAC_EDU	--	0.136	1.000			
ACHIEVE	0.423	0.461	--	1.000		
GROWTH	0.877	0.430	0.301	0.463	1.000	
PAR_EDU	0.707	0.387	--	0.445	0.656	1.000
EXPER	--	0.174	0.706	--	0.223	--

Correlation Matrix of ETA and KSI

	EXPER
EXPER	1.000

PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.500				

ATTITUDE	--	0.844			
TEAC_EDU	--	-0.110	0.502		
ACHIEVE	-0.205	0.289	--	0.863	
GROWTH	--	--	--	--	0.114

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	--
ATTITUDE	0.387	0.174
TEAC_EDU	--	0.706
ACHIEVE	0.445	--
GROWTH	0.656	0.223

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Total and Indirect Effects

Total Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	1.000	--
ATTITUDE	0.421 (0.060) 7.007	0.189 (0.014) 13.478
TEAC_EDU	--	0.996 (0.074) 13.478
ACHIEVE	0.479 (0.063) 7.577	--
GROWTH	1.940 (1.183) 1.640	0.661 (0.203) 3.251

Indirect Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	--	--
ATTITUDE	--	0.189 (0.014) 13.478
TEAC_EDU	--	--
ACHIEVE	0.479 (0.063) 7.577	--
GROWTH	1.940 (1.183) 1.640	0.661 (0.203) 3.251

Total Effects of ETA on ETA

ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
----------	----------	----------	---------	--------

ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	0.190	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.479 (0.063) 7.577	--	--	--	--
GROWTH	1.773 (1.103) 1.607	0.396 (0.237) 1.671	0.664 (0.198) 3.358	0.139 (0.171) 0.811	--

Largest Eigenvalue of $B*B'$ (Stability Index) is 3.633

Indirect Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	--	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	--	--	--	--	--
GROWTH	0.066 (0.079) 0.838	--	0.075 (0.045) 1.671	--	--

Total Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.585 (0.063) 9.323	--	--	--	--
MOTH_INC	0.356 (0.042) 8.393	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	0.938 (0.039) 24.110	0.178 (0.007) 24.110	--	--
DEGREE	--	--	0.703 (0.026) 26.648	--	--
MAJOR	--	--	0.077 (0.039) 1.965	--	--
GRADE	0.389 (0.054) 7.252	--	--	0.812 (0.047) 17.138	--
GPA	0.443 (0.060) 7.416	--	--	0.925 (0.047) 19.886	--
GS	0.591	0.132	0.221	0.046	0.334

(0.033)	(0.043)	(0.077)	(0.063)	(0.198)
18.184	3.104	2.863	0.731	1.683

Indirect Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	--	--	--	--	--
MOTH_INC	--	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	--	0.178 (0.007) 24.110	--	--
DEGREE	--	--	--	--	--
MAJOR	--	--	--	--	--
GRADE	0.389 (0.054) 7.252	--	--	--	--
GPA	0.443 (0.060) 7.416	--	--	--	--
GS	0.591 (0.033) 18.184	0.132 (0.043) 3.104	0.221 (0.077) 2.863	0.046 (0.063) 0.731	--

Total Effects of KSI on Y

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
FATH_INC	0.585 (0.063) 9.323	--
MOTH_INC	0.356 (0.042) 8.393	--
ATT_SCOR	0.395 (0.051) 7.819	0.177 (0.015) 11.778
DEGREE	--	0.700 (0.046) 15.214
MAJOR	--	0.077 (0.038) 2.002
GRADE	0.389 (0.054) 7.252	--
GPA	0.443 (0.060) 7.416	--
GS	0.647 (0.029)	0.220 (0.079)

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Standardized Total and Indirect Effects

Standardized Total Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	0.707	- -
ATTITUDE	0.387	0.174
TEAC_EDU	- -	0.706
ACHIEVE	0.445	- -
GROWTH	0.656	0.223

Standardized Indirect Effects of KSI on ETA

	PAR_EDU	EXPER
	-----	-----
ECONOMIC	- -	- -
ATTITUDE	- -	0.174
TEAC_EDU	- -	- -
ACHIEVE	0.445	- -
GROWTH	0.656	0.223

Standardized Total Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	- -	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	- -	- -	0.246	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	- -	- -	- -
ACHIEVE	0.629	- -	- -	- -	- -
GROWTH	0.847	0.146	0.317	0.050	- -

Standardized Indirect Effects of ETA on ETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
ECONOMIC	- -	- -	- -	- -	- -
ATTITUDE	- -	- -	- -	- -	- -
TEAC_EDU	- -	- -	- -	- -	- -
ACHIEVE	- -	- -	- -	- -	- -
GROWTH	0.032	- -	0.036	- -	- -

Standardized Total Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	0.828	- -	- -	- -	- -
MOTH_INC	0.503	- -	- -	- -	- -
ATT_SCOR	- -	1.021	0.252	- -	- -
DEGREE	- -	- -	0.993	- -	- -
MAJOR	- -	- -	0.109	- -	- -
GRADE	0.550	- -	- -	0.874	- -
GPA	0.626	- -	- -	0.996	- -
GS	0.836	0.144	0.312	0.050	0.987

Standardized Indirect Effects of ETA on Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
	-----	-----	-----	-----	-----
FATH_INC	- -	- -	- -	- -	- -
MOTH_INC	- -	- -	- -	- -	- -
ATT_SCOR	- -	- -	0.252	- -	- -

DEGREE	--	--	--	--	--
MAJOR	--	--	--	--	--
GRADE	0.550	--	--	--	--
GPA	0.626	--	--	--	--
GS	0.836	0.144	0.312	0.050	--

Standardized Total Effects of KSI on Y

	PAR_EDU	EXPER
FATH_INC	0.585	--
MOTH_INC	0.356	--
ATT_SCOR	0.395	0.177
DEGREE	--	0.700
MAJOR	--	0.077
GRADE	0.389	--
GPA	0.443	--
GS	0.647	0.220

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(1)

Common Metric Standardized Solution

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.833	--	--	--	--
MOTH_INC	0.487	--	--	--	--
ATT_SCOR	--	1.016	--	--	--
DEGREE	--	--	1.006	--	--
MAJOR	--	--	0.117	--	--
GRADE	--	--	--	0.873	--
GPA	--	--	--	0.992	--
GS	--	--	--	--	1.022

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	0.903	--
MOTH_EDU	0.630	--
YEAR	--	0.998
TRAIN	--	0.739

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	--	--	--	--	--
ATTITUDE	--	--	0.245	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.637	--	--	--	--
GROWTH	0.791	0.138	0.129	0.070	--

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	--
ATTITUDE	0.396	--
TEAC_EDU	--	0.695
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU183
ECONOMIC	1.000					
ATTITUDE	0.298	1.000				
TEAC_EDU	0.071	0.131	0.990			
ACHIEVE	0.443	0.504	0.045	1.012		
GROWTH	0.873	0.426	0.206	0.496	0.932	
PAR_EDU	0.707	0.396	-	0.450	0.646	1.000
EXPER	-	0.170	0.695	-	0.113	-

Covariance Matrix of ETA and KSI

	EXPER				
EXPER	1.000				
PSI					
	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.500				
ATTITUDE	-	0.841			
TEAC_EDU	0.071	-0.111	0.507		
ACHIEVE	-0.194	0.314	-	0.853	
GROWTH	-	-	-	-	0.122

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	-
ATTITUDE	0.396	0.170
TEAC_EDU	-	0.695
ACHIEVE	0.450	-
GROWTH	0.646	0.113

PATH ANALYSIS FOR GROWTH SCORES MODEL(2)

Common Metric Standardized Solution

LAMBDA-Y

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
FATH_INC	0.828	-	-	-	-
MOTH_INC	0.503	-	-	-	-
ATT_SCOR	-	1.023	-	-	-
DEGREE	-	-	0.988	-	-
MAJOR	-	-	0.108	-	-
GRADE	-	-	-	0.879	-
GPA	-	-	-	1.002	-
GS	-	-	-	-	0.955

LAMBDA-X

	PAR_EDU	EXPER
FATH_EDU	0.886	-
MOTH_EDU	0.632	-
YEAR	-	0.960
TRAIN	-	0.719

BETA

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	-	-	-	-	-

ATTITUDE	--	--	0.245	--	--
TEAC_EDU	--	--	--	--	--
ACHIEVE	0.625	--	--	--	--
GROWTH	0.843	0.151	0.289	0.052	--

GAMMA

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	--
ATTITUDE	0.386	--
TEAC_EDU	--	0.709
ACHIEVE	--	--
GROWTH	--	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH	PAR_EDU
ECONOMIC	1.000					
ATTITUDE	0.273	0.997				
TEAC_EDU	--	0.137	1.010			
ACHIEVE	0.421	0.458	--	0.988		
GROWTH	0.906	0.444	0.312	0.476	1.068	
PAR_EDU	0.707	0.386	--	0.442	0.677	1.000
EXPER	--	0.173	0.709	--	0.231	--

Covariance Matrix of ETA and KSI

	EXPER
EXPER	1.000

PSI

	ECONOMIC	ATTITUDE	TEAC_EDU	ACHIEVE	GROWTH
ECONOMIC	0.500				
ATTITUDE	--	0.841			
TEAC_EDU	--	-0.110	0.507		
ACHIEVE	-0.204	0.287	--	0.853	
GROWTH	--	--	--	--	0.122

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	PAR_EDU	EXPER
ECONOMIC	0.707	--
ATTITUDE	0.386	0.173
TEAC_EDU	--	0.709
ACHIEVE	0.442	--
GROWTH	0.677	0.231

Time used: 0.610 Seconds

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์ เกิดเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2524 ที่จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ สำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกเคมี- วิทยาศาสตร์ทั่วไป จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย