

การเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง  
เมื่อมีอัตราการขาดหายของข้อมูล ช่วงเวลาการวัดและจำนวนครั้งที่วัดแตกต่างกัน

นายมนต์ทิวา ไชยแก้ว



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการวัดและการประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-244-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A COMPARISON OF THE RESULTS OF LONGITUDINAL CHANGE USING THE  
MODIFIED LATENT GROWTH CURVE MODELS WITH DIFFERENT RATES OF  
MISSING DATA, MEASURING PERIODS AND MEASUREMENT WAVES**

**MR.MONTHIWA CHAIKAEW**

**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 1999**

**ISBN 974-333-244-8**



ต้นฉบับไม่มีหน้านี้

**NO THIS PAGE IN ORIGINAL**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มนต์ทิวา ไชยแก้ว: การเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เมื่อมีอัตราการขาดหายของข้อมูล ช่วงเวลาการวัดและจำนวนครั้งที่วัดแตกต่างกัน (A COMPARISON OF THE RESULTS OF LONGITUDINAL CHANGE USING THE MODIFIED LATENT GROWTH CURVE MODELS WITH DIFFERENT RATES OF MISSING DATA, MEASURING PERIODS AND MEASUREMENT WAVES )  
อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล ว่องวานิช, 203 หน้า. ISBN 974-333-244-8.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงระหว่างโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์จากการวัดระยะยาว 5 ครั้ง กับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย โมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ประกอบด้วยโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้งรวม 6 โมเดล และโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง รวม 4 โมเดล ซึ่งมีรูปแบบการวัดไม่ครบสมบูรณ์แตกต่างกัน โมเดลที่มีข้อมูลขาดหายประกอบด้วยโมเดลที่มีอัตราการขาดหายแตกต่างกันเป็น 5% 10% 15% และ 20% รวม 4 โมเดล ตามลำดับ ข้อมูลสำหรับการวิจัยเป็นข้อมูลทศวรรษปฏิวัติรวม 4 ชุด ชุดแรกเป็นฐานข้อมูลการวัดระยะยาว 5 ครั้ง ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 406 คน ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ฐานข้อมูลอีก 3 ชุดที่เหลือเป็นข้อมูลอัตราการเข้าเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษาจากประเทศต่างๆ จำนวน 125, 118 และ 112 ประเทศ เก็บข้อมูลในปี ค.ศ.1975, 1980, 1985, 1990 และ 1995 ตามลำดับ การวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลประจักษ์ทั้ง 4 ชุดใช้โปรแกรมลิสเรล เวอร์ชัน 8.10 ด้วยรูปแบบคำสั่งสัญลักษณ์แรม และโปรแกรมอีคิวเอส สำหรับวินโดว เวอร์ชัน 5.7 ปี

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า .70 โดยโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง และโมเดลที่มีช่วงระยะเวลาที่วัดนานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าโมเดลที่มีช่วงระยะเวลาที่วัดสั้น 2) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยระหว่างการเปลี่ยนแปลงระยะยาวจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีค่าสูงกว่าโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง 3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีอัตราการขาดหายของข้อมูลต่ำมีค่าสูงกว่าโมเดลที่มีอัตราการขาดหายสูง 4) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยระหว่างการเปลี่ยนแปลงระยะยาวจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีอัตราการขาดหายต่ำมีค่าสูงกว่าโมเดลที่มีอัตราการขาดหายสูง

ภาควิชา ศึกษาศาสตร์  
สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา  
ปีการศึกษา 2542

ลายมือชื่อนิสิตร.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

# # 4083742827 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEY WORD: LATENT GROWTH CURVE MODEL/LONGITUDINAL CHANGE/MISSING DATA

MONTHIWA CHAIKAEW : A COMPARISON OF THE RESULTS OF LONGITUDINAL CHANGE USING THE MODIFIED LATENT GROWTH CURVE MODELS WITH DIFFERENT RATES OF MISSING DATA, MEASURING PERIODS AND MEASUREMENT WAVES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. NONGLAK WIRATCHAI, Ph.D., THESIS COADVISOR: ASSOC. PROF. SUWIMON WONGWANICH, Ph.D. 203 pp. ISBN 974-333-244-8.

The purposes of this research were to compare the analysis results of longitudinal change using the modified latent growth curve models between the complete model of 5 waves longitudinal data with the incomplete measurement model and the missing data model. The incomplete measurement models consisted of 6 three-wave models and 4 four-wave models with different patterns of incomplete measurement. The missing data model consisted of 4 model with different rates of missing of 5% 10% 15% and 20% respectively. The research data were 4 databases of secondary data, the first of which is Ittiphong' s database on 5 waves longitudinal measurement of mathematics achievement of 406 prathom sukka 6 students in schools under the jurisdiction of Bangkok Metropolis; the remaining three sets of which were primary, secondary and tertiary enrolment ratios of 125, 118 and 112 countries, measuring in 1975, 1980, 1985, 1990 and 1995 respectively. The modified latent growth curve models were fit to the 4 sets of empirical data by employing LISREL version 8.10 with RAM notation and EQS for Windows version 5.7b.

The major findings were as follows: 1) most of the correlation coefficients between longitudinal changes of the incomplete measurement models and the complete measurement models were greater than .70. The four-wave models yielded higher correlation coefficients than those of the three-wave models; and the long measuring period models yielded higher correlation coefficients than those of the short measuring period models. 2) The root mean squared error between longitudinal changes from the complete measurement model and the three-wave models were higher than those of the four-wave models. 3) The correlation coefficients between longitudinal changes of the complete measurement model and the missing data models with low missing rates were higher than those of the missing data models with high missing rates. 4) The root mean squared error between longitudinal changes from the complete measurement model and the missing data models with low missing rates were higher than those of the missing data models with high missing rates.

ภาควิชา ศึกษาศาสตร์  
สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา  
ปีการศึกษา 2542

ลายมือชื่อนิสิต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสำเร็จและความเมตตาและกรุณาอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและอาจารย์ที่ปรึกษาวิชาการ ที่ได้ให้ความรู้ที่เป็น วิชาการชั้นสูงและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ นอกจากการดูแลเอาใจ ใส่คอยติดตามความก้าวหน้ามาโดยตลอดแล้วยังเปิดโอกาสให้โอกาสผู้วิจัยได้เกิดการเรียนรู้และ ประสบการณ์ในการทำวิจัยหลายรูปแบบ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณและขอกราบขอบพระคุณ ด้วยความเคารพอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ อย่างยิ่งในการปรับปรุงคุณภาพของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาวิจัยการศึกษา ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ด้านวิจัย สถิติ การวัดและประเมินผลการศึกษา ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในความสำเร็จของการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และภาควิชาวิจัยการศึกษาที่อนุเคราะห์ โปรแกรม LISREL และ EQS ในการวิเคราะห์ข้อมูลสมการโครงสร้างเชิงเส้น

ขอขอบคุณ คุณประสิทธิ์ ไชยกาล\_คุณอิทธิพงศ์ ตั้งสกุลเรืองโล ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูล ชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และเพื่อนๆ พี่ๆ ภาควิชาวิจัย การศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณอุไร บัวทอง คุณวิษณุ ทรัพย์สมบัติ คุณจิราพร ผล ประเสริฐ คุณเอกภพ ยานะวิมุตติ คุณเกียรติศักดิ์ วังศิริ คุณเขาวลิต ประดิษฐ์ คุณสังวรณ์ ังดกระโทก ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำลังศึกษา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทุน อุดหนุนการวิจัย

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณพ่อแม่-คุณแม่กัญญา ไชยแก้ว และน้องๆ ที่สนับสนุน แรงกายแรงใจและทุนทรัพย์มาโดยตลอด จนการวิจัยครั้งนี้สำเร็จบรรลุผล สิบตำรวจโทอินขงค์- คุณวัชร ไชยแก้ว พี่ผู้ดูแลความเป็นอยู่ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยศึกษา

มนต์ทิwa ไชยแก้ว

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภาพ.....	ฒ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
2. วรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....	10
ตอนที่ 1 แนวคิดการวัดการเปลี่ยนแปลงตามวิธีดั้งเดิม.....	10
ตอนที่ 2 แนวคิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่.....	16
โมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว.....	17
โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้เดียว.....	18
โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว.....	19
โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง.....	21
ตอนที่ 3 การดำเนินการกับข้อมูลที่ขาดหาย.....	24
การตรวจสอบรูปแบบการขาดหายของข้อมูล.....	25
วิธีดำเนินการเมื่อข้อมูลขาดหาย.....	26
การใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง	
ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย.....	29
การใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง	
ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์.....	32
ตอนที่ 4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดการเปลี่ยนแปลง	
ระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และมีข้อมูลขาดหาย.....	33
สมมติฐานของการวิจัย.....	35

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
ฐานข้อมูลในการวิจัย.....	36
โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	37
ตัวแปรในการวิจัย.....	40
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรในการวิจัย .....	50
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่มีการวัดครบสมบูรณ์.....	58
ชุดข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	58
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	60
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	62
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	64
ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ ระหว่างข้อมูลแต่ละชุด.....	67
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ .....	69
ชุดข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	69
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	77
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	85
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	93
การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน .....	101
ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่มีข้อมูลขาดหาย.....	103
ชุดข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	103
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	108
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	113
ชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	118
การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน .....	123



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ .....	124
สรุปผลการวิจัย .....	124
อภิปรายผลการวิจัย .....	133
ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ปฏิบัติ.....	138
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	139
รายการอ้างอิง .....	141
ภาคผนวก ก. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์จากเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการทางเทคนิค บริษัท Multivariate Software Inc .....	145
ภาคผนวก ข. ผลการประมาณค่าอัตราการศึกษาเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคล ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ .....	147
ภาคผนวก ค. ผลการประมาณค่าอัตราการศึกษาเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ข้อมูลชุดอัตราการศึกษาเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา .....	152
ภาคผนวก ง. ตัวอย่างคำสั่งและผลการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ด้วยโปรแกรม LISREL คำสั่งแบบ RAM.....	158
ภาคผนวก จ. ตัวอย่างคำสั่งและผลการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ด้วยโปรแกรม EQS for Windows.....	178
ภาคผนวก ฉ. ตัวอย่างคำสั่งในการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ด้วยโปรแกรม EQS for Windows.....	197
ประวัติผู้วิจัย .....	203

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ และช่วงเวลาที่วัดแตกต่างกัน.....	38
2. การจัดกลุ่มตัวอย่างในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย.....	39
3. จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์และมีข้อมูลขาดหาย.....	40
4. ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ในการวัดแต่ละครั้งต่อตัวแปรแฝงความชันในแต่ละโมเดล.....	42
5. ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้มีค่าเท่ากันของแต่ละกลุ่มในการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย.....	44
6. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5.....	51
7. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5.....	53
8. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5.....	55
9. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสถิติพื้นฐานของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5.....	57
10. ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา.....	66
11. ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	73
12. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

13. คำสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดและไม่ครบสมบูรณ์ข้อมูลชุด ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	75
14. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	77
15. ผลการวิเคราะห์พหามิตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของ โมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา .....	81
16. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	82
17. คำสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	83
18. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	85
19. ผลการวิเคราะห์พหามิตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของ โมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	89
20. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	90
21. คำสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	91
22. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	93

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
23. ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของ โมเดลที่วัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	97
24. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และวัดไม่ครบครั้ง ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	98
25. ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	99
26. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบและไม่ครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	101
27. การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝง ความชันระหว่างโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์กับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์....	102
28. ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ .....	105
29. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	106
30. ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	107
31. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	108
32. ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	110

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

33. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	111
34. ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา.....	112
35. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา .....	113
36. ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	115
37. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	116
38. ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	116
39. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	117
40. ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์และค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	120
41. สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	121
42. ค่าสถิติพื้นฐานของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ของโมเดลการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	122

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
43. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ระหว่างโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา ..... 123	
44. การเปรียบเทียบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝง ความชันระหว่างโมเดลที่โมเดลที่มีข้อมูลขาดหายกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ... 123	
45. ค่าประมาณพารามิเตอร์ความชันของอัตราการเข้าเรียน 3 ระดับ..... 137	



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่

หน้า

1. โมเดลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบระยะยาว .....	17
2. โมเดลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว .....	19
3. โมเดลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว.....	20
4. โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว.....	22
5. โมเดลในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการขาดหาย .....	31
6. แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ .....	51
7. แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา .....	53
8. แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา.....	55
9. แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา.....	57
10. ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ .....	59
11. ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา .....	61
12. ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา .....	63
13. ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา .....	65
14. แสดงลักษณะโค้งพัฒนาการของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ .....	68
15. แสดงลักษณะโค้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา .....	68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย