

การพัฒนาปริวรรตโมเดลวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับหลักสูตรด้าน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับปริญญาตรี โดยใช้แผนทิมโนทัศน์



นาย ชนศักดิ์ บ้ายเที่ยง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

ภาควิชาอุดมศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-228-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE DEVELOPMENT OF PREREQUISITE MODEL IN BASIC  
MATHEMATICS COURSES FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY  
UNDERGRADUATE CURRICULA BY USING CONCEPT MAPS



Mr. Chanasak Baitiang

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Doctor of Philosophy

Higher Education Program

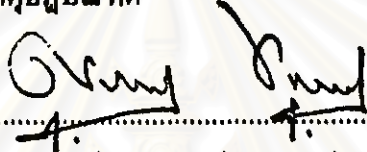
Graduate School

Chulalongkorn University

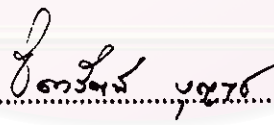
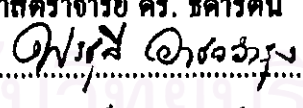
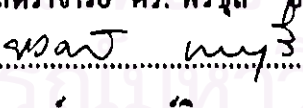
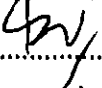
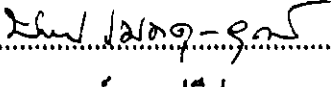
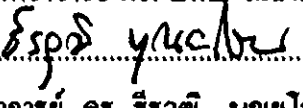
Academic Year 1996

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การพัฒนาพรีเรคทีฟ โมเดลวิภาคคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับหลักสูตรด้าน  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับปริญญาตรีโดยใช้แผนที่มีโนทัศน์  
 โดย                              นายชนศักดิ์ ป้ายเที่ยง  
 ภาควิชา                        อุดมศึกษา  
 อาจารย์ที่ปรึกษา            รองศาสตราจารย์ ดร. พรชุตี อชาวยารุง  
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม      ศาสตราจารย์ ดร. ชงศ์วิมล เกณบุรี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง  
 ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุณวุฒิบัณฑิต

  
 ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
 (ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ชงศ์วิมล ชุติววงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ..... ประธานกรรมการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชิตารัตน์ บุญนุช)  
 ..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
 (รองศาสตราจารย์ ดร. พรชุตี อชาวยารุง)  
 ..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
 (ศาสตราจารย์ ดร. ชงศ์วิมล เกณบุรี)  
 ..... กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ สีนถาวรรัตน์)  
 ..... กรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ ดร. ปัทมา เมษาคณาภรณ์)  
 ..... กรรมการ  
 (ศาสตราจารย์ ดร. ชีรวิทย์ บุญยโสภณ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

บทคัดย่อ : การพัฒนาปริเรควิชิตโมเดลวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับปริญญาตรีโดยใช้แผนทึ่มโนทัศน์ ( THE DEVELOPMENT OF PREREQUISITE MODEL IN BASIC MATHEMATICS COURSES FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY UNDERGRADUATE CURRICULA BY USING CONCEPT MAPS ) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. พรชฎี อาชวอำรุง , อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร. ชงศวิมล เถนบุรี, 208 หน้า . ISBN 974-635-228-8

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อที่จะสร้างแผนทึ่มโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน สำหรับหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับปริญญาตรี และใช้แผนทึ่มโนทัศน์ที่สร้างนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาปริเรควิชิตโมเดลในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน โมเดลที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นโมเดลเชิงสหยุคที่เรียกว่า ปริเรควิชิตโมเดล ประกอบด้วยตัวแปรภายนอก 2 ตัวแปร และตัวแปรภายใน 5 ตัวแปร ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและพัฒนาโมเดลบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์โดยใช้หลักการและทฤษฎีของการวิเคราะห์เส้นทาง และประกอบด้วยคำแนะนำที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสรถ โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ 1 ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 384 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ 1 จำนวน 3 ฉบับ วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างและตัวแปรในโมเดล โดยการหาค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปร ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สำหรับเรื่องอิทธิพลของตัวแปร สมการโครงสร้าง และการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสรถ 7.20 และ 8.10 ผลการวิจัยพบว่า ปริเรควิชิตโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 6.79 ท้องศาอิสระเท่ากับ 5 คำนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.995 สำหรับในเรื่องการวิเคราะห์อิทธิพล พบว่าอิทธิพลระหว่างตัวแปรมีนัยสำคัญทุกคู่ เมื่อเปรียบเทียบกับเรื่องที่เป็นพื้นฐานด้วยกันพบว่า เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน มีอิทธิพลรวมสูงสุดต่อทุกเรื่องในปริเรควิชิตโมเดล ซึ่งได้แก่ เรื่องการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน การประยุกต์ของอนุพันธ์ การอินทิเกรต การประยุกต์ของการอินทิเกรต และการหาค่าตอบของสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีขนาดอิทธิพลรวมเท่ากับ 0.27 0.45 0.41 0.45 และ 0.15 ตามลำดับ สำหรับอิทธิพลทางตรงนั้น เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ยังคงมีอิทธิพลสูงสุดต่อเกือบทุกเรื่อง ยกเว้นอิทธิพลทางตรงต่อเรื่องการประยุกต์การอินทิเกรต ซึ่งเรื่องการอินทิเกรต มีอิทธิพลสูงสุด ในเรื่องของสมการ โครงสร้างพบว่า สมการที่มีอำนาจการพยากรณ์สูงที่สุดคือ สมการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตาม เรื่องการประยุกต์ของการอินทิเกรต โดยตัวแปรต้น เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน การประยุกต์ของอนุพันธ์ การอินทิเกรต และการหาค่าตอบของสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ ร้อยละ 50

บทที่โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงแสดงให้เห็นว่า แผนทึ่มโนทัศน์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาปริเรควิชิตโมเดลได้ หลักการและทฤษฎีในเรื่องการวิเคราะห์เส้นทางนั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาของแต่ละวิชาในหลักสูตร ระดับอุดมศึกษาหรือระดับอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี

ภาควิชา ..... อุดมศึกษา .....  
สาขาวิชา ..... อุดมศึกษา .....  
ปีการศึกษา ..... 2539 .....

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... พรชฎี อาชวอำรุง .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... ชงศวิมล เถนบุรี .....

## C644055 :MAJOR HIGHER EDUCATION

KEY WORD: BASICS MATHEMATICS / PREREQUISITE MODEL / CAUSAL MODEL /  
PATH ANALYSIS / CONCEPT MAPS

CHANASAK BAITIANG : THE DEVELOPMENT OF PREREQUISITE MODEL IN  
BASIC MATHEMATICS COURSES FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY  
UNDERGRADUATE CURRICULA BY USING CONCEPT MAPS.

THESIS ADVISOR: ASSO. PROF. PORCHULEE ACHAVA-AMRUNG, Ed.D.

THESIS COADVISOR PROF. YONGVIMOL LENBURI, Ph.D. 208 pp.

ISBN 974-635-228-8

The Purpose of this study was to construct the concept maps in basic mathematics courses for science and technology undergraduate curricula and used them as the basis for developing the prerequisite model. This causal model consists of two exogenous variables and five endogenous variables. The prerequisite model developed was based on empirical data analyzed by LISREL programs. The sample consist of 384 engineering students in the faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok. Data were collected by using 3 tests. Basic statistics were used to analyze the background of samples. The LISREL program version 7.20 and 8.10 were used in testing the measurement of the effects, structural equations and the fitness of the model. The result were as follows. The developed model was consistent with empirical data with chi-square = 6.79 (df = 5) GFI = 0.995. Every path coefficients between the prerequisite topics had significant effects. Specifically, limits and continuities of the functions had the maximum total effects to derivatives of the functions, applications of derivatives, integrations, applications of integrations and solutions of nonlinear equations with the effects of 0.27, 0.45, 0.41, 0.45 and 0.15 respectively. Moreover, the direct effects limits and continuities of the functions still had the maximum effects to the other variables except the effects to applications of integrations which had the maximum effects from integrations. The best equation from the structural equations accounted for 50% of variances in applications of integrations by the independence variables: limits and continuities of the functions, derivatives of the functions, applications of derivatives, integrations and solutions of nonlinear equations.

In sum, the fitness of the model with empirical data indicates that the concept mapping is a tool for the development prerequisite models. The principles and theories of path analysis are productive in testing and developing prerequisite models so as to suggest an appropriate order of the contents in individual course or curriculum in higher education as possibly other levels as well.

ภาควิชา ศึกษาศาสตร์

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์

ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต *Baitiang Chanasak*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *พรชูลี อัจฉาอามรุง*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม *ยงวิมล เลนบุรี*



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.พรจฤดี อาราวังรุ่ง ที่ได้ช่วยเหลือชี้แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้มาตั้งแต่ภาคการศึกษาแรกที่ผู้วิจัยเริ่มเข้ามาศึกษา ทำให้ผู้วิจัยได้ มีเวลาที่ยาวนานในการ ศึกษา ทฤษฎี งานวิจัย และเอกสาร ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ จนได้แนวทางที่ชัดเจน และได้ให้คำแนะนำพร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยคิดลอคมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ชงศ์วิมล เถื่อนบุรี ที่ได้ช่วยกรุณาให้คำแนะนำในเรื่องของเนื้อหาทางด้านคณิตศาสตร์และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิวัชรชัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในเรื่องโมเดลลิสเรลและการใช้โปรแกรมลิสเรล

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอุดมศึกษาทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการทางด้านอุดมศึกษาและการวิจัย แก่ผู้วิจัยทำให้ผู้วิจัยได้มีความรู้เพียงพองานสามารถทำงานวิจัยได้สำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการตรวจและเสนอแนะแนวทางแก้ไขปรับปรุงแผนทิม โนทัศน์เป็นอย่างดีและขอขอบคุณอาจารย์ผู้ร่วมทิมสอนทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการออกข้อสอบและตรวจข้อสอบเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้กำลังใจมาตลอด

ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณบิดาวิชาลัยเป็นอย่างดีที่สนับสนุนทุนผู้ช่วยวิจัย ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับการยกเว้นเงินค่าหน่วยกิตการศึกษาและได้รับค่าใช้จ่ายรายเดือน จึงนับว่ามีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จ

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา - มารดา พี่บาง บ่ายเที่ยง พี่บำรุง บ่ายเที่ยง พี่สำอางค์ บ่ายเที่ยง ที่ต้องลำบากส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสศึกษาเล่าเรียนมาตั้งแต่ต้น จนสำเร็จการศึกษาขั้นสูงสุด ขอขอบคุณ คุณวงษ์เดือน บ่ายเที่ยง ที่ได้ช่วยให้กำลังใจและตรวจต้นฉบับให้เป็นอย่างดี ขอขอบใจ ค.ช. ชินวัฒน์ บ่ายเที่ยง และ ค.ช. ชินดิษฐ์ บ่ายเที่ยง ที่ได้ช่วยในการป้อนข้อมูล จนทำให้งานวิจัย สำเร็จลงด้วยดี

ชนศักดิ์ บ่ายเที่ยง



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ก
สารบัญ.....	ข
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
การเลือกคณิตศาสตร์เป็นกรณีศึกษา.....	9
คณิตศาสตร์พื้นฐานในมหาวิทยาลัย.....	12
วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....	14
สมมุติฐานในการวิจัย.....	14
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	17
ขอบเขตของการวิจัย.....	18
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	18
คำจำกัดความของการวิจัย.....	19
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	20
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
บททั่วไป.....	21
การบังคับก่อน.....	24
ทฤษฎีการเรียนรู้ของ ออซูเบต.....	28
แผนที่มโนทัศน์.....	36
เนื้อหาวิชา.....	53
หลักสูตรบันไดเวียน.....	59
การวิเคราะห์เส้นทาง.....	61
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	69

๓ วิธีดำเนินการวิจัย	หน้า
แผนที่มโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน.....	91
การเลือกวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน.....	91
การสร้างแผนที่มโนทัศน์.....	92
ทรีเรควิซิทโมเดลในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน.....	98
การสร้างทรีเรควิซิทโมเดล.....	98
การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ.....	100
กระบวนการในการวิจัย.....	106
ประชากรและตัวอย่าง.....	106
เครื่องมือในการวิจัย.....	107
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	108
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	108
ข้อมูลสำหรับการวิจัย.....	108
วิธีวิเคราะห์ข้อมูล.....	112
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
ผลการวิเคราะห์สถานภาพทั่วไปของนักศึกษา.....	115
ผลการวิเคราะห์การสอบกลางภาค.....	116
ผลการวิเคราะห์การสอบปลายภาค.....	118
ผลการวิเคราะห์การสอบวัดความรู้พื้นฐาน.....	120
ผลการวิเคราะห์ทรีเรควิซิท โมเดล.....	121
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความสัมพันธ์ของตัวแปร.....	122
การปรับ โมเดล.....	125
อิทธิพลของตัวแปร.....	132
การแยกส่วนของความสัมพันธ์.....	138



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย.....	144
อภิปรายผล.....	152
ข้อเสนอแนะ.....	162
รายการอ้างอิง.....	169
ภาคผนวก	
ก แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านแคลคูลัส.....	181
ข แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านเมตริกซ์.....	182
ค แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านอนุกรมอนันต์.....	183
ง ตัวอย่างข้อสอบกลางภาค.....	184
จ ตัวอย่างข้อสอบปลายภาค.....	187
ฉ ตัวอย่างข้อสอบวัดความรู้พื้นฐาน.....	190
ช ราชนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	194
ซ แบบประเมินแผนที่มโนทัศน์.....	195
ณ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ.....	200
ญ สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	201
ฎ ประมวลรายวิชา.....	204
ประวัติผู้เขียน.....	208

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ผลการวิเคราะห์ข้อสอบกลางภาคตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้.....	101
2. ผลการวิเคราะห์ข้อสอบปลายภาคตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้.....	102
3. ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้.....	103
4. ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบกลางภาค.....	105
5. ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบปลายภาค.....	106
6. รายละเอียดกลุ่มตัวอย่าง.....	107
7. ประเภท สัญลักษณ์ และนิยามของตัวแปร.....	109
8. ผลการวิเคราะห์ของนักศึกษาแต่ละสาขา.....	115
9. ผลการวิเคราะห์ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อสอบกลางภาค แต่ละข้อ.....	117
10. ผลการวิเคราะห์ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อสอบปลายภาค แต่ละข้อ.....	119
11. ผลการวิเคราะห์ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานของแต่ละกลุ่มเนื้อหา.....	121
12. การกำหนดชื่อและสัญลักษณ์ของตัวแปร.....	122
13. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรในโมเดล.....	123
14. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดล.....	124
15. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรในพหุเรกวิซิท โมเดล.....	126
16. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรในพหุเรกวิซิท โมเดล ในการปรับครั้งที่1.....	128
17. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรในพหุเรกวิซิท โมเดล ในการปรับครั้งที่2.....	130
18. ผลการวิเคราะห์สมการโครงสร้างของพหุเรกวิซิท โมเดล .....	131
19. ผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ในพหุเรกวิซิท โมเดล.....	133
20. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลมาตรฐานของตัวแปรในพหุเรกวิซิท โมเดล.....	134
21. ผลการวิเคราะห์ การแยกส่วนของความสัมพันธ์.....	139

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
1. โมเดลสมมุติฐาน.....	15
2. กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	17
3. ขั้นตอนการเรียนรู้การคำนวณเรื่องความเร็ว.....	26
4. การจำแนกระดับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของออซูเบล.....	32
5. ลักษณะของแผนที่มโนทัศน์.....	40
6. แผนที่มโนทัศน์สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ทางเนื้อ.....	41
7. แผนที่มโนทัศน์สำหรับวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นวิชาทบทวนสำหรับเด็กออฟริกัน .....	45
8. แผนที่มโนทัศน์ของแผนที่มโนทัศน์.....	48
9. ลักษณะทั่วไปของแผนที่มโนทัศน์.....	51
10. การเรียงลำดับเนื้อหาที่มีลักษณะของลำดับก่อนหลัง.....	56
11. ลักษณะของเนื้อหาที่ต้องอาศัยความรู้จากเรื่องอื่นๆ.....	57
12. รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีตัวแปรภายนอก 2 ตัว.....	62
13. รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบเต็มรูป.....	65
14. รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมุติฐาน.....	66
15. แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านแคลคูลัส.....	95
16. แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านเมตริกซ์.....	96
17. แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านอนุกรมอนันต์.....	97
18. ทรีเรควิชิตโมเดลในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์1.....	99
19. ทรีเรควิชิตโมเดลในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS.....	110
20. ทรีเรควิชิตโมเดลในการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม LISREL.....	111
21. ทรีเรควิชิตโมเดลในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์1 .....	125
22. ทรีเรควิชิตโมเดลที่ได้จากการปรับครั้งที่ 1.....	127
23. ทรีเรควิชิตโมเดลที่ได้จากการปรับครั้งที่ 2.....	129
24. ผลการวิเคราะห์อิทธิพลมาตรฐานของตัวแปรในโมเดล.....	135
24. รูปแบบการจัดลำดับเนื้อหาแบบที่ 1.....	157
25. รูปแบบการจัดลำดับเนื้อหาแบบที่ 2.....	158
26. รูปแบบการจัดลำดับเนื้อหาที่ปฏิบัติจริง.....	159