บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายที่ใช้แผนที่มโนทัศน์เป็นแนวทางในการพัฒนาพรีเรควิซิทโมเดล โดยนำวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของหลักสูตรทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมาเป็นตัวอย่างในการศึกษา เพื่อที่จะสร้างแผนที่มโนทัศน์ และทำการทดสอบโมเดลที่สร้างขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ว่าจะมีความสอดคล้องกันหรือไม่ดังนั้น วิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ จะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1. แผนที่มโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

1.1. การเลือกวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

1.2. การสร้างแผนที่มโนทัศน์

ตอนที่ 2. พรีเรควิซิทโมเดลในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

2.1 การสร้างพรีเรควิซิทโมเดล

2.2 การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ

ตอนที่ 3. กระบวนการในการวิจัย

3.1 ประชากรและตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลสำหรับการวิจัย

4.2 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 แผนที่มโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

1.1 การเลือกวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานเป็นตัวอย่างในการศึกษา เพื่อที่จะแสดงให้เห็นว่า แผนที่มโนทัศน์จะช่วยในการสร้างพรีเรควิซิทโมเดลได้อย่างไร และเนื่องจาก หลักสูตรทางด้านวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลักสูตรที่ต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานมากที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษารายละเอียด เฉพาะคณิตศาสตร์พื้นฐานในหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งหมดทุกสาขาเฉพาะหลักสูตรระดับปริญญาตรี 4 ปี ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆของรัฐ ที่มีการเปิดสอนในหลักสูตรทางด้านนี้ ได้แก่

1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4. มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
6. มหาวิทยาลัยมหิดล
7. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
8. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
9. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
10. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
11. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
12. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี

โดยทำการรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของมหาวิทยาลัยทั้ง 12 แห่ง ในประมวลรายวิชาหรือคู่มือหลักสูตรของแต่ละมหาวิทยาลัย

1.2.การสร้างแผนที่มโนทัศน์

ในการสร้างแผนที่มโนทัศน์มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) การกำหนดมโนทัศน์หลัก (Identify the Key Concept) นำเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานทั้งหมดของมหาวิทยาลัยที่ได้มาทั้งหมดมารวมกัน (Union) เพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างในการจัดเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานที่ใช้สอนในแต่ละมหาวิทยาลัย โดยใช้ตารางวิเคราะห์เนื้อหา และทำการจัดแบ่งประเภท (Categorize) เนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่ และกำหนดมโนทัศน์หลัก (Key Concepts) มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อย และคัดลอกมโนทัศน์เหล่านั้นลงในแผ่นกระดาษเล็กๆเพื่อสะดวกในการจัดลำดับความสัมพันธ์

2) จัดลำดับมโนทัศน์ (Concept Ranking) นำมโนทัศน์ซึ่งเขียนไว้ในแผ่นกระดาษมาจัดลำดับ จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง และจัดกลุ่มมโนทัศน์ต่าง ๆ ว่าควรจะมีกลุ่มใดบ้าง ทำการจัดลำดับมโนทัศน์ต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ที่ว่ามโนทัศน์ใดอยู่ในระดับเดียวกัน และมโนทัศน์ใดมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด

3).เชื่อมโยงมโนทัศน์ (Draw a Course Concept Map) โดยการจัดลำดับความเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง โดยใช้หลักการของการเขียนแผนที่มโนทัศน์ (Concept Mapping) เนื่องจากเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานมีหลากหลาย ผู้วิจัยจึงแยกแผนที่มโนทัศน์ออกเป็น 3 ฉบับ ได้แก่

(1) แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านแคลคูลัส (Calculus Concept Maps)

(2) แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านเมตริกซ์ (Matrix Concept Maps)

(3) แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้าน อนุกรม (Series Concept Maps)

4) ตรวจสอบความตรงของแผนที่มโนทัศน์ (Course Map Validation) ผู้วิจัยได้นำแผนที่มโนทัศน์ทั้ง 3 ฉบับไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมิน 2 ครั้ง

การประเมินครั้งที่ 1 เป็นการประเมินแผนที่มโนทัศน์ในเบื้องต้น เพื่อขอคำแนะนำ ข้อวิจารณ์ต่างๆ โดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ตรงในการสอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับหลักสูตรด้านวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 4 ท่านได้แก่

1. ผศ. ศรีบุตร แววเจริญ ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผศ. ปรียา ขุมทรัพย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. ผศ. ประทุม พรมมิ ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. อ. สุพจน์ นิตยสุวัฒน์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำในประเด็นต่อไปนี้

1.การแบ่งมโนทัศน์

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านแคลคูลัส ควรเพิ่ม ฟังก์ชันมากกว่า 2 ตัวแปร ดิฟเฟอร์เรนเชียล Roll's Theorem และ Mean Value Theorem การประยุกต์ของอนุพันธ์ควรเพิ่มการประยุกต์ในเรื่องการกระจายฟังก์ชันออกเป็นอนุกรมยกกำลัง

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านเมตริกซ์ ควรเพิ่ม แรงค์ของเมตริกซ์

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านอนุกรมอนันต์ ควรเพิ่ม การทดสอบแบบลอก การทดสอบแบบแรบ

2. การใช้คำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านแคลคูลัส สมการเชิงอนุพันธ์ ดิฟเฟอร์-เรนเชียลแคลคูลัส และอินทิกรัลแคลคูลัส ควรมีคำเชื่อมแสดงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านเมตริกซ์ การหาไอเก้นเวคเตอร์ และวิธีการของ Gauss-Jordan ควรมีคำเชื่อม การหาไอเก้นเวคเตอร์ และประเภทของคำตอบควรมีคำเชื่อม

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านอนุกรมอนันต์ ทฤษฎีการตรวจสอบการลู่เข้า อนุกรมแมคลอรีน และอนุกรมเทเลอร์ ควรมีคำเชื่อม

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแผนที่มโนทัศน์ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจนได้แผนที่มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม

การประเมินครั้งที่ 2 เป็นการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิของมหาวิทยาลัยต่างๆโดยการตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

1.รศ. ดร.วิมลยุดต์ วรรณสว่าง ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.รศ. ดร.ไพโรจน์ สัตยธรรม สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.ผศ. ดร. อิ่มจิตต์ เติมวุฒิพงษ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.รศ. พัชรา อุบลศรี ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.รศ. เที่ยง ภูมิสะอาด ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำในประเด็นต่อไปนี้

1.การแบ่งมโนทัศน์

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านแคลคูลัส ควรเพิ่มเรื่อง ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน การพิสูจน์ลิมิต มโนทัศน์คำว่ากราฟใน 2 มิติ และ 3 มิติ ควรแก้เป็น ระบบพิกัดในระนาบ และระบบพิกัดใน 3 มิติ รายเอียดเกี่ยวกับกราฟในระบบ 2 มิติ ควรตัดชื่อกราฟออกไปบ้างไม่จำเป็นต้องยกตัวอย่าง

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านเมตริกซ์ ควรเพิ่ม เรื่องการแปลงเชิงเส้นโดยใช้เมตริกซ์

ในส่วนของแผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านอนุกรมอนันต์ มีเนื้อหาและมโนทัศน์ความครบถ้วน

2. การใช้คำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านแคลคูลัส Roll's Theorem และ Mean Value Theorem สามารถสอนโดยไม่ต้องผ่านความชันเส้นโค้ง ควรลากเส้นโดยตรงจากอนุพันธ์ของฟังก์ชัน กฎของ Simpson และกฎของสี่เหลี่ยมคางหมู ไม่ควรอยู่ในกลุ่มของเทคนิคการอินทิเกรต ควรเป็นเรื่องการประมาณค่าของอินทิกรัลจำกัดเขต

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านเมตริกซ์ ควรปรับคำเชื่อมโดยแสดงให้เห็นว่า การหาดีเทอร์มิแนนท์ของเมตริกซ์ชนิด 2x2 และ 3x3 มีวิธีลัด ควรเพิ่มคำเชื่อมระหว่างเมตริกซ์จตุรัส ที่มีดีเทอร์มิแนนท์เป็นศูนย์กับวิธีการของ Gauss-Jordan

แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านอนุกรมอนันต์ ควรมีคำเชื่อมระหว่างอนุกรมอนันต์และอนุกรมคู่ออก คำเชื่อมที่ว่า เพื่อใช้ทดสอบการลู่เข้า ควรเปลี่ยนเป็นเพื่อตรวจสอบการลู่เข้า

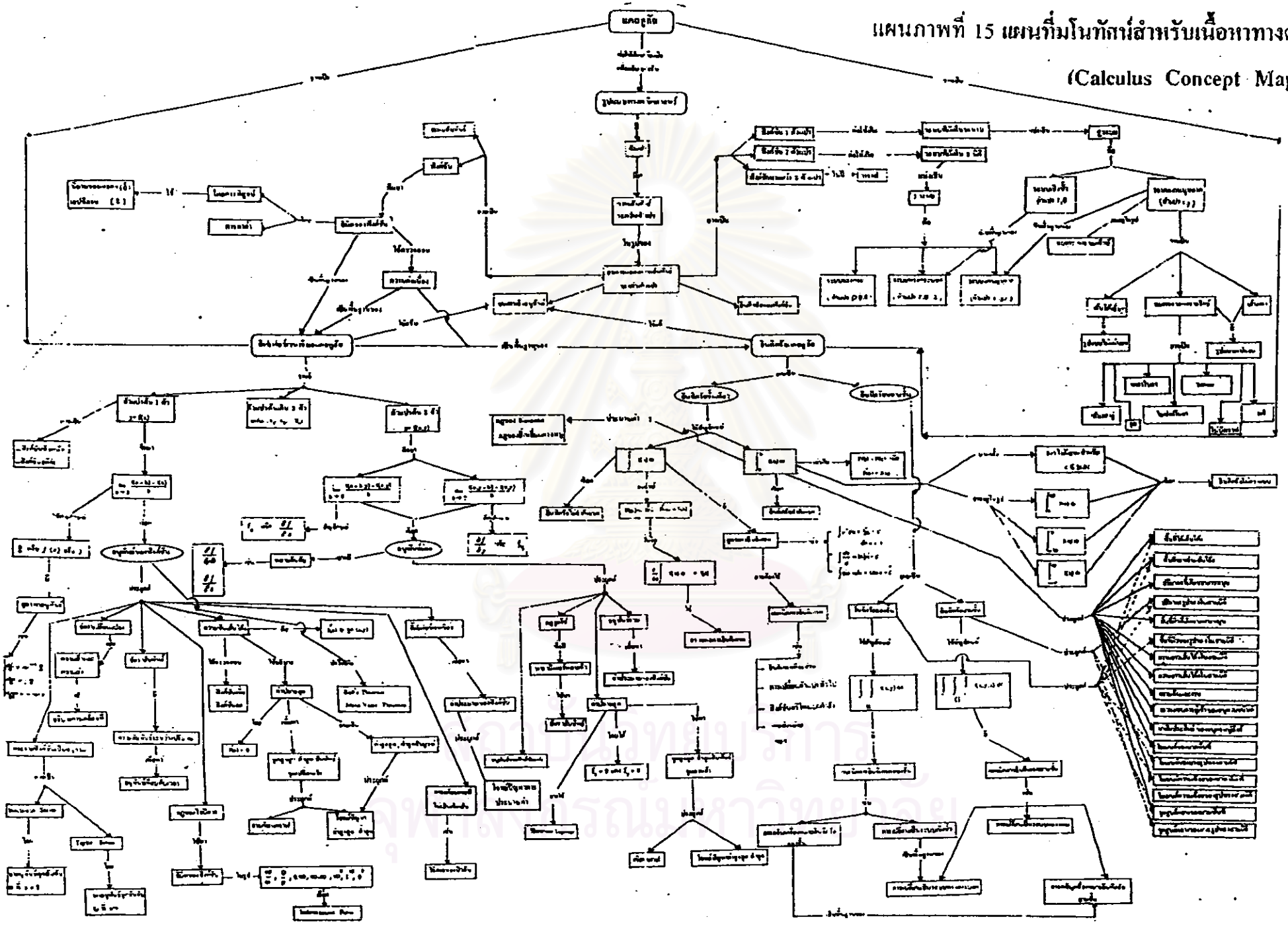
สำหรับความคิดเห็นอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับแผนที่มโนทัศน์ พบว่าส่วนใหญ่ มีความเห็นตรงกันว่า แผนที่มโนทัศน์ ทำให้ มองเห็นภาพรวมของเนื้อหาในแต่ละวิชาหรือกลุ่มเนื้อหาได้เป็นอย่างดี ทำให้เข้าใจรายละเอียดลำดับเนื้อหา และความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาได้ค่อนข้างชัดเจนกว่าประมวลรายวิชา แต่ต้องใช้เวลาในการสร้างค่อนข้างมาก สมควรที่จะใช้กระบวนการสร้างแผนที่มโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาหลักสูตร และส่วนใหญ่ไม่เคยศึกษาหรือทราบกระบวนการสร้างแผนที่มโนทัศน์มาก่อน

5)ปรับแผนที่มโนทัศน์ (Modify the Maps) ทำการปรับปรุงแผนภาพตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิในประเด็นต่างๆที่กล่าวมาแล้ว จนได้แผนที่มโนทัศน์ทั้ง 3 ฉบับดังแสดงในแผนภาพต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

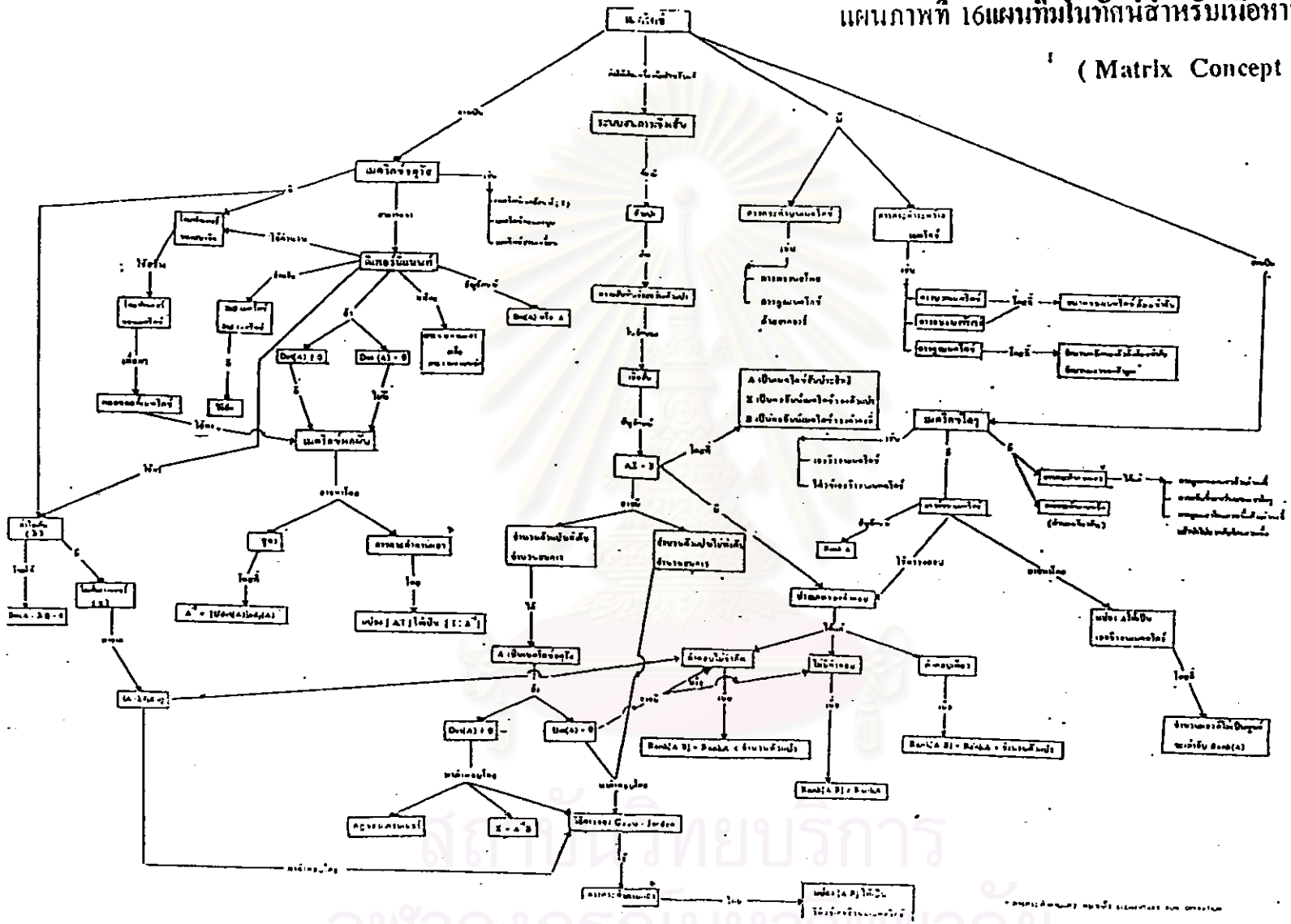
แผนภาพที่ 15 แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านแคลคู

(Calculus Concept Maps)



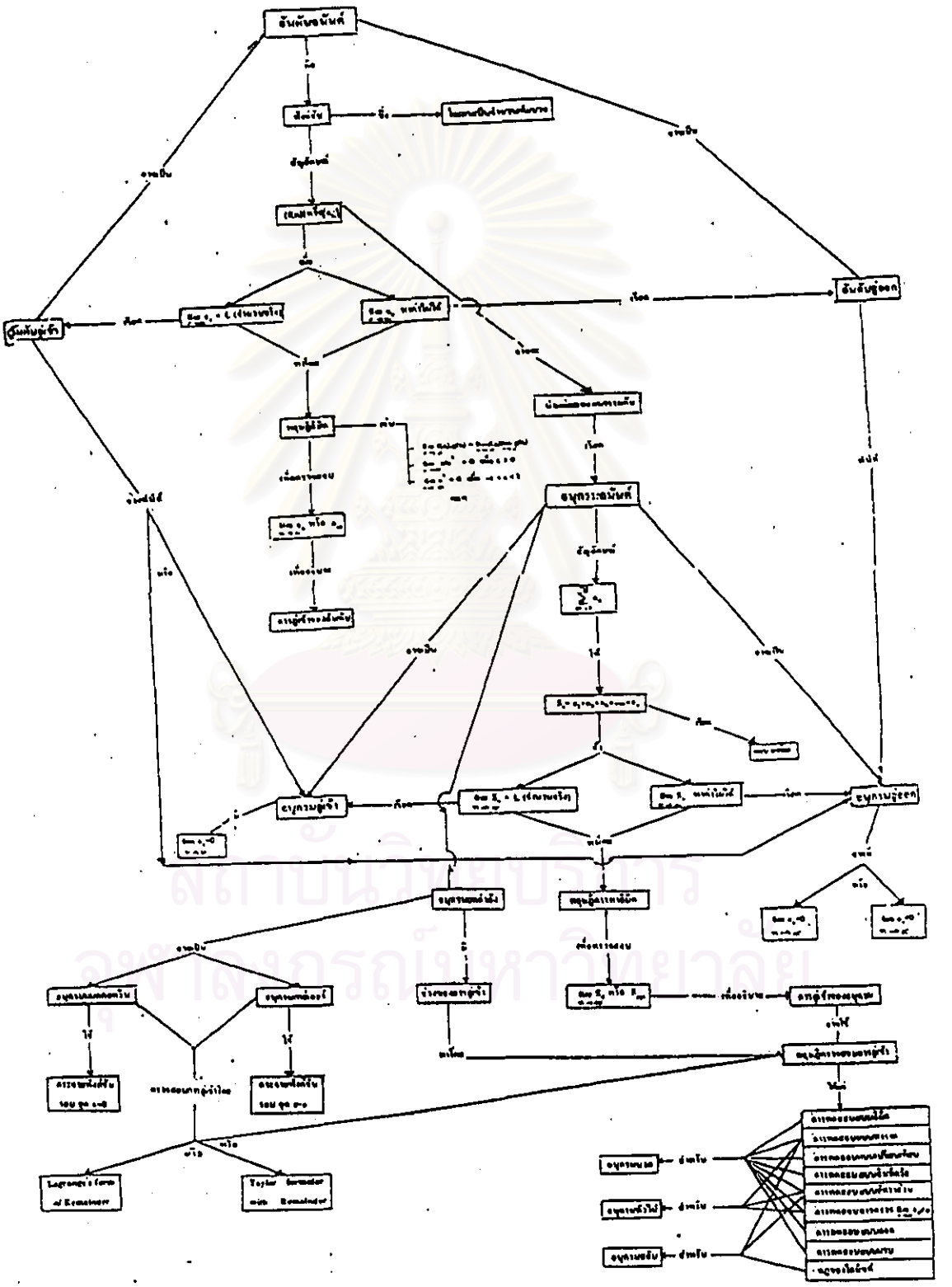
แผนภาพที่ 16แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านเมตริกซ์

(Matrix Concept Maps)



แผนภาพที่ 17 แผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้านอนุกรมอนันต์

(Series Concept Maps)



ตอนที่ 2 พรีเรควิชิทโมเดลในวิชาคณิตศาสตร์

2.1 การสร้างพรีเรควิชิทโมเดล

ในการสร้างพรีเรควิชิทโมเดล นั้นมีขั้นตอนต่างๆในการสร้างดังนี้

1) **เลือกวิชาที่ใช้ในการทดสอบ** ในการเลือกวิชาที่ใช้ในการทดสอบ ผู้วิจัยได้เลือก วิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ 1 ซึ่งประกอบด้วย 4 หน่วยกิต (เวลาสอน 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) ซึ่งจะเปิดสอนใน ภาคการศึกษาที่ 1/2539 สำหรับนักศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เนื้อหาทั้งหมดในวิชานี้จะเป็นส่วนหนึ่งของแผนที่มโนทัศน์สำหรับเนื้อหาทางด้าน แคลคูลัส

.2) **จัดประเภทของเนื้อหาวิชา** นำเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ มาจัดประเภทของเนื้อหาโดยยึดแผนที่มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นในขั้นตอนแรกเป็นกรอบในการจัดแบ่ง ได้เนื้อหาทั้งหมด 8 กลุ่มได้แก่

1.เรขาคณิตวิเคราะห์

2.ลิมิต-ความต่อเนื่อง ของฟังก์ชัน

3.การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน

4.การประยุกต์ของอนุพันธ์

5.การอินทิเกรต

6.การประยุกต์ของการอินทิเกรต

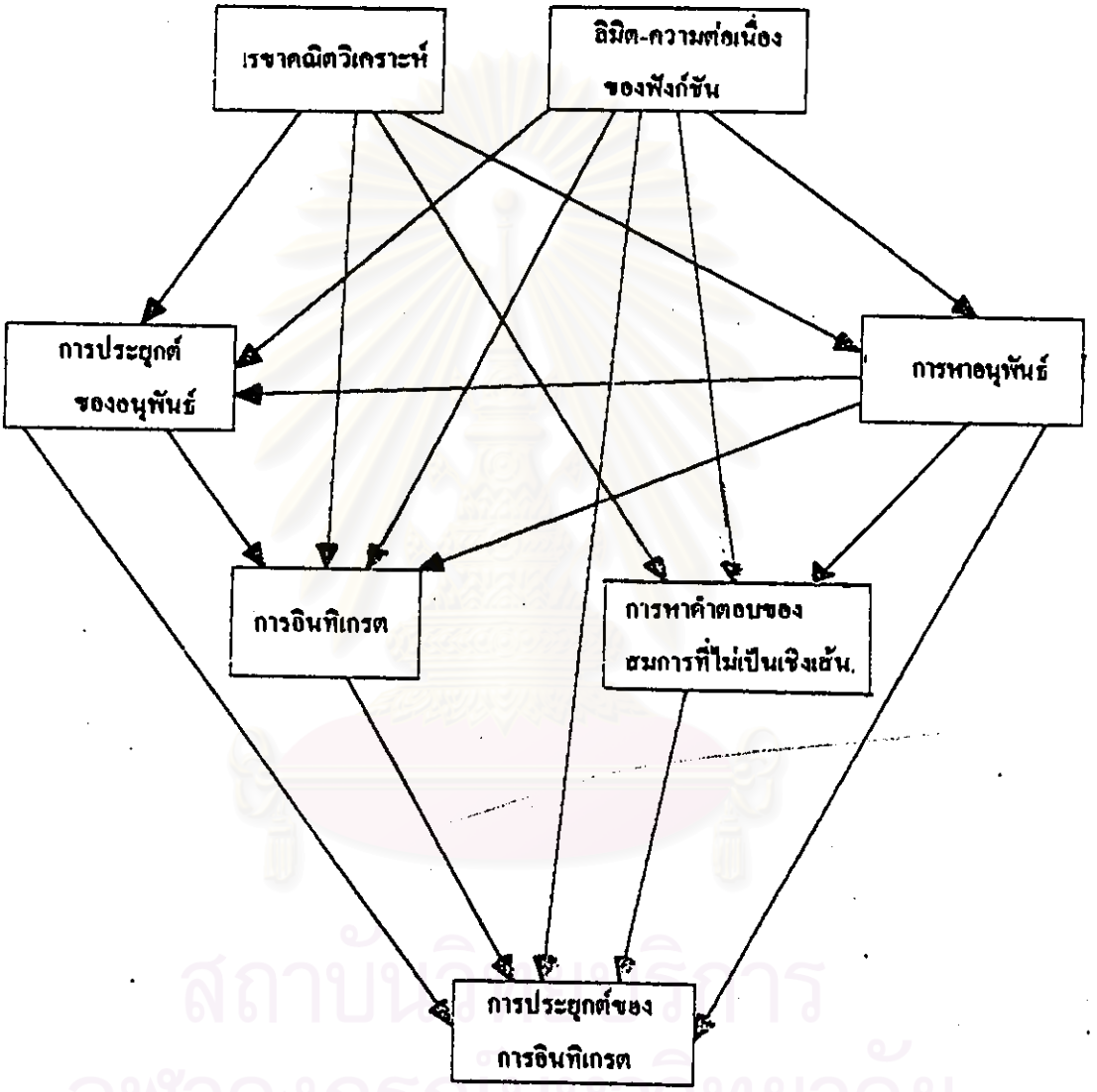
7.การหาคำตอบของสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น

8.การประมาณค่าฟังก์ชัน

3).**สร้างพรีเรควิชิทโมเดล** เมื่อจัดประเภทของเนื้อหาในวิชาที่นำมาทดสอบแล้วจึงจัดเรียงลำดับของประเภทเนื้อหาว่า เรื่องใดควรจะเป็นพื้นฐานของเรื่องใด โดยยึดแผนที่มโนทัศน์มาตรฐานที่สร้างขึ้นในขั้นตอนแรก เป็นแนวทางในการจัดลำดับ และใช้สัญลักษณ์ "$\longrightarrow$" แทนการเป็นพื้นฐานของกันและกัน เช่น C $\longrightarrow$ K หมายถึง C เป็นพื้นฐานของ K และเพื่อเป็นการยืนยัน โมเดลอีกครั้ง ผู้วิจัยได้นำพรีเรควิชิทโมเดลที่สร้างขึ้น ไปให้ทีมอาจารย์ที่ร่วมสอนในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์1 อีก 3 ท่าน ทำการประเมินพบว่า มีความเห็นสอดคล้องกัน และได้ลักษณะของพรีเรควิชิทโมเดลดังนี้

ผนภาพที่ 18 พรีเรควิซิทโมเดลในวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ 1

(Prerequisite Model for Engineering Mathematics)



2.2.การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ ตามพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหานั้น ๆ ลักษณะข้อสอบจะมีทั้ง แบบปรนัย และแบบอัตนัย โดยครอบคลุม 4 ด้านคือ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ ตามระดับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของออซูเบล

ผู้วิจัยได้แบ่งข้อสอบออกเป็น 3 ฉบับ ได้แก่ ข้อสอบกลางภาค ข้อสอบปลายภาค และข้อสอบวัดความรู้พื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1.ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์

2.ระบุจุดประสงค์ของการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย ในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ 1 ซึ่งแบ่งออกเป็นทั้งหมด 8 หน่วย ได้แก่

1. ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน (Limit and Continuity of Function)
2. เรขาคณิตวิเคราะห์ (Analytic Geometry)
3. อนุพันธ์ของฟังก์ชัน (Derivative of Function)
4. การประยุกต์ ของอนุพันธ์ (Application of Derivative)
5. การหาคำตอบของระบบสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Solution of Nonlinear Equation)
6. การอินทิเกรต (Integration)
7. การประยุกต์ของการอินทิเกรต (Application of Integration)
8. การประมาณค่าฟังก์ชัน (Approximation of Function)

(ไม่อยู่ในพรีเรควิซิทไมเคล)

3. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมด้าน ความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 3 ฉบับดังนี้

ข้อสอบกลางภาค (Midterm Test)

เป็นการวัดตัวแปรในพรีเรควิซิทโมเดล เพียง 4 ตัวแปร โดยจะทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1, 2, 3 และ 4 ผู้วิจัยได้ทำการสอนร่วมกับอาจารย์อีก 3 ท่าน ทีมสอนมีความเห็นร่วมกันว่า ลักษณะของข้อสอบกลางภาคควรเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา 4 หน่วย และวัดระดับการเรียนรู้ทั้ง 4 ระดับของออสซูเบล ทีมสอนทั้ง 4 คน ได้ร่วมกันออกข้อสอบ และอภิปรายเพื่อที่จะปรับปรุงลักษณะคำถามต่าง ๆ ให้เกิดความชัดเจนและเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอบ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบกลางภาคตามระดับการเรียนรู้

เนื้อเรื่อง	ข้อสอบที่วัดระดับการเรียนรู้				รวม
	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การแก้ปัญหา	ความคิดสร้างสรรค์	
เรขาคณิตวิเคราะห์	-	ข้อที่1,7	-	-	2
ลิมิต-ความต่อเนื่อง	-	ข้อที่ 8	-	-	1
การหาอนุพันธ์	ข้อที่ 3,9	-	-	-	2
การประยุกต์ของอนุพันธ์	-	ข้อที่ 2,4	ข้อที่ 6,10	ข้อที่5	5
รวม	2	5	2	1	10

ข้อสอบปลายภาค (Final Test)

เป็นการวัดตัวแปรในพรีเรควิซิทโมเดลเพียง 4 ตัวแปร โดยจะทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 4, 5, 6, 7 สำหรับหน่วยที่ 4 มีเนื้อหาบางส่วนยังไม่ได้วัดผลในการสอบกลางภาคจึงนำส่วนที่เหลือมาทำการวัดผลตอนปลายภาค

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเช่นเดียวกับการสอบกลางภาค กล่าวคือ ได้ทำการออกข้อสอบร่วมกับอาจารย์ที่ร่วมทีมสอนอีก 3 ท่าน ทุกคนมีความเห็นร่วมกันว่า ข้อสอบปลายภาคควรเป็นข้อสอบอัตนัย และมีจำนวนทั้งหมด 10 ข้อ โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 4 หน่วย และวัดตามระดับการเรียนรู้ทั้ง 4 ระดับ ของออสซูเบล ทีมสอนได้ร่วมกันอภิปรายปรับปรุง ข้อสอบจนมีความเหมาะสมได้ผลสรุปดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบปลายภาคตามระดับการเรียนรู้

เนื้อเรื่อง	จำนวนข้อที่วัดระดับการเรียนรู้				รวม
	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การแก้ปัญหา	ความคิดสร้างสรรค์	
ลิมิต-ความต่อเนื่อง	-	ข้อที่ 2ก.	-	-	0.5
การประยุกต์ของอนุพันธ์		ข้อที่ 2ข.			0.5
การอินทิเกรต	-	ข้อที่3,4,9,10	-	-	4
การประยุกต์การอินทิเกรต	-	-	ข้อที่ 1,7	ข้อที่ 5,6	4
การหาคำตอบของสมการฯ	-	ข้อที่ 8	-	-	1
รวม	-	6	2	2	10

ข้อสอบวัดความรู้พื้นฐาน (Basic Concept Test)

เป็นการวัดตัวแปรในพรีเรควิซิทโมเดล ทั้งหมด 7 ตัวแปร เนื่องจากข้อสอบกลางภาค และปลายภาคเป็นข้อสอบอัตนัย ซึ่งเป็นข้อสอบที่วัดความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาได้ค่อนข้างดีกว่าข้อสอบปรนัย แต่เนื้อหาอาจจะไม่ครอบคลุมครบถ้วนดีเท่าข้อสอบปรนัย ผู้วิจัยจึงได้ออกข้อสอบอีกหนึ่งฉบับเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ซึ่งจะวัดการเรียนรู้ของนักศึกษาในส่วนที่การสอบกลางภาคและปลายภาคยังไม่ได้วัด

ผู้วิจัยได้ทำการออกข้อสอบจำนวน 35 ข้อ โดยคลอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด 7 หน่วย เมื่อนำข้อสอบไปทดสอบกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์หาความยากและอำนาจจำแนก ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก และความยากที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 25 ข้อ ได้ผลสรุป ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานตามระดับการเรียนรู้

เนื้อเรื่อง	จำนวนข้อที่วัดระดับการเรียนรู้				รวม
	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การแก้ปัญหา	ความคิดสร้างสรรค์	
เรขาคณิตวิเคราะห์	ข้อที่ 4,5	ข้อที่ 7	ข้อที่ 6	-	4
ลิมิต-ความต่อเนื่อง	ข้อที่ 1,2	ข้อที่ 3	-	-	3
การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน	ข้อที่ 8,9,10	-	-	-	3
การประยุกต์ของอนุพันธ์	-	-	ข้อที่ 11,12	-	2
การอินทิเกรต	ข้อที่ 13,14	ข้อที่ 15,16,17	ข้อที่ 18	ข้อที่ 24	7
การประยุกต์การอินทิเกรต	-	-	ข้อที่ 19,21,23	ข้อที่ 20,22	5
การหาคำตอบของสมการฯ	-	ข้อที่ 25	-	-	1
รวม	9	6	7	3	25

ความตรงของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบ ทั้ง 3 ฉบับ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ในภาควิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเคยมีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) พร้อมทั้งขอข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำมาปรับปรุงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้คำถามมีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาให้มากที่สุด และเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอบ

ความเที่ยงของแบบทดสอบ

ในการหาความเที่ยงของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานไปทดสอบนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์จำนวน 2 ครั้งและในครั้งสุดท้ายได้ทดสอบนักศึกษาจำนวน 35 คน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเที่ยง โดยใช้สูตร KR-20 (Kunder Richardson -20) ได้ค่าความเที่ยง 0.65 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้

สำหรับข้อสอบกลางภาคและปลายภาค มีข้อจำกัดในการหาความเที่ยงของแบบทดสอบ เนื่องจากการสอบปลายภาค และกลางภาค จะมีผลต่อเกรดนักศึกษาและข้อสอบส่วนนี้จำเป็นต้องเก็บเป็นความลับ ไม่สามารถนำมาทดสอบเพื่อหาความเที่ยงได้ แต่อย่างไรก็ตามทีมสอนได้ช่วยกันพิจารณากลั่นกรอง โดยใช้ประสบการณ์ที่เคยสอนวิชานี้มาแล้ว ประกอบกับได้มีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ไม่อยู่ในทีมสอนด้วย ซึ่งทุกฝ่ายมีความเห็นตรงกันว่า ข้อสอบชุดนี้มีระดับความยาก ปริมาณข้อสอบและครอบคลุมเนื้อหาสามารถที่จะใช้วัดความรู้ความสามารถของนักศึกษาได้ ในจุดนี้จึงเป็นข้อจำกัดสำหรับเครื่องมือวัดในการสอบที่ไม่สามารถทำตามกระบวนการในการสร้างเครื่องมือได้ครบถ้วนได้ แต่ก็มีจุดเด่นตรงที่ว่า นักศึกษาทุกคนจะทำอย่างเต็มความสามารถ เนื่องจากจะมีผลกระทบต่อเกรดเฉลี่ย ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดชุดนี้จึงมีความเชื่อถือได้สูงมาก จึงถือว่าเป็นข้อมูลที่กลั่นกรองออกมาจากความสามารถโดยแท้จริง

อย่างไรก็ตามเมื่อการสอบเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรของ คอร์นบาค (Cornbach) พบว่า ข้อสอบกลางภาค มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.74 และ ข้อสอบปลายภาค ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73 ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเหมาะสมที่จะใช้เป็นข้อสอบได้ในโอกาสต่อไป

ความยากและอำนาจจำแนก

ผู้วิจัยได้นำข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานไปสอบกับนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ในครั้งที่ 1 จำนวน 33 คน เพื่อหาความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 และผู้วิจัยได้คัดข้อสอบที่ค่าความยากต่ำกว่า 0.30 และเกิน 0.85 และมีค่า

อำนาจจำแนก น้อยกว่า 0.20 ออกไปจำนวน 10 ข้อ ข้อสอบส่วนที่เหลือพบว่ายังครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่ต้องการจะวัด เมื่อนำไปทดสอบกับนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ประยุกต์ อีกห้องหนึ่งเป็นครั้งที่ 2 จำนวน 35 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากและอำนาจจำแนก พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จึงถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

สำหรับข้อสอบกลางภาคและปลายภาค เมื่อทำการทดสอบนักศึกษาแล้ว ผู้วิจัยได้ลองนำข้อสอบมาหาค่าความเที่ยง ความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 % เพื่อในโอกาสต่อไป อาจจะใช้ข้อสอบนี้ไปทดสอบกับนักศึกษากลุ่มอื่น ๆ หรือสถาบันอื่น ๆ ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบกลางภาค

ข้อที่	ความยาก	อำนาจจำแนก
1	0.54	0.83
2	0.52	0.95
3	0.60	0.80
4	0.50	0.67
5	0.5	1.00
6	0.33	0.66
7	0.43	0.79
8	0.43	0.77
9	0.45	0.67
10	0.52	0.96

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบปลายภาค

ข้อที่	ความยาก	อำนาจจำแนก
1	0.40	0.76
2	0.45	0.90
3	0.54	0.911
4	0.50	1.00
5	0.50	0.98
6	0.37	0.75
7	0.46	0.91
8	0.55	0.90
9	0.52	0.96
10	0.49	0.87
11	0.51	0.81

ตอนที่ 3 กระบวนการวิจัย

3.1 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการทดสอบพรีเรควิซิทโมเดลครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ แต่เนื่องจากในการสร้างและทดสอบรูปแบบนั้น จะต้องเลือกวิชาที่จะใช้ทดสอบมาหนึ่งวิชาในมหาวิทยาลัยหนึ่งแห่ง ผู้วิจัยได้เลือกวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ 1 สำหรับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบพรีเรควิซิทโมเดล กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบจึงได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์1 ทั้งหมดในปีการศึกษา 2539 ภาคเรียนที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 432 คน แต่ได้มีนักศึกษาถอน (Drop) วิชานี้ออกไปหลังจากที่สอบกลางภาคไปแล้ว จำนวน 48 คน จึงเหลือกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 384 คน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

สาขา	พื้นฐานการศึกษา		รวม
	ม.6	ปวช.	
วิศวกรรมเรื่องกล	31	65	96
วิศวกรรมไฟฟ้า	37	95	132
วิศวกรรมการผลิต	-	60	60
วิศกรรมเคมี	14	13	27
วิศวกรรมโยธา	23	20	43
วิศวกรรมอุตสาหการ	-	26	26
รวม	105	279	384

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.แบบวิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์พื้นฐานของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ

2.แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละมโนทัศน์

2.1 แบบทดสอบกลางภาค

2.2 แบบทดสอบปลายภาค

2.3 แบบทดสอบย่อย

3.แบบวิเคราะห์ความเป็นพื้นฐานของกันและกัน

4.แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5.แผนที่มโนทัศน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อวัดค่าตัวแปรในโมเดล เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เพื่อวัดการเรียนรู้ในเนื้อหาต่างๆของวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ 1 การเก็บข้อมูลจึงทำได้หลังจากการเรียนในแต่ละเรื่องเสร็จสิ้นลงแล้ว ประกอบกับในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับวิศวกรรม 1 เป็นการเรียนในห้องบรรยายใหญ่ มีห้องที่ต้องเรียนพร้อมกันในเวลาเดียวกัน จึงจำเป็นต้องอาศัยผู้สอนหลายคน เพื่อให้การวัดผลมีประสิทธิภาพและไปในทิศทางเดียวกัน การดำเนินการเรียนการสอนและการทดสอบจึงมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1.ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ เกี่ยวกับแผนที่มโนทัศน์และพรีเรควิซิทโมเดล

2.ในการเรียนการสอนให้ยึดแนวทางและรายละเอียดของเนื้อหาตามประมวลรายวิชา

3 ประชุมชี้แจงทีมสอนในเรื่องระดับการเรียนรู้ของ ออซูเบล และช่วยกันออกข้อสอบ กลางภาค ปลายภาค และข้อสอบวัดพื้นฐานในการเรียนรู้ ให้ครอบคลุมการเรียนในระดับต่างๆของ ออซูเบล

4.จัดสอบกลางภาค ในวันที่ 1 สิงหาคม 2539 สอบวัดความรู้พื้นฐาน ในวันที่ 14 กันยายน 2539 และสอบปลายภาค ในวันที่ 30 กันยายน 2539

5. ตรวจข้อสอบ หลังจากการสอบในแต่ละครั้ง

ตอนที่4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1ข้อมูลสำหรับการวิจัย

ก่อนที่จะนำข้อมูลทั้งหมดคีย์เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window เพื่อวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดสัญลักษณ์ของตัวแปรในโมเดล เพื่อสะดวกในการแปรความหมายก่อน จากพรีเรควิซิทโมเดลที่สร้างขึ้นพบว่าจากเนื้อหาทั้งหมดของวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์1 ทั้งหมด 8 หน่วย ปรากฏว่ามีมีอยู่ 7 หน่วยที่ปรากฏอยู่ในโมเดล ต่อไปนี้ผู้วิจัยจะถือว่าแต่ละหน่วยเป็นตัวแปรหนึ่งตัว ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะของตัวแปรได้ 2 ลักษณะคือ

ตัวแปรภายนอก เป็นกลุ่มเนื้อหาที่อยู่ในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ 1 โดยไม่ต้องใช้กลุ่มเนื้อหาใดๆในโมเดลนี้เป็นพื้นฐาน แต่ตัวแปรภายนอกนี้จะเป็นพื้นฐานของตัวแปรบางตัวในโมเดล

ตัวแปรภายใน เป็นกลุ่มเนื้อหาที่อยู่ในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์ 1 ที่มีกลุ่มเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งในโมเดลนี้เป็นพื้นฐาน

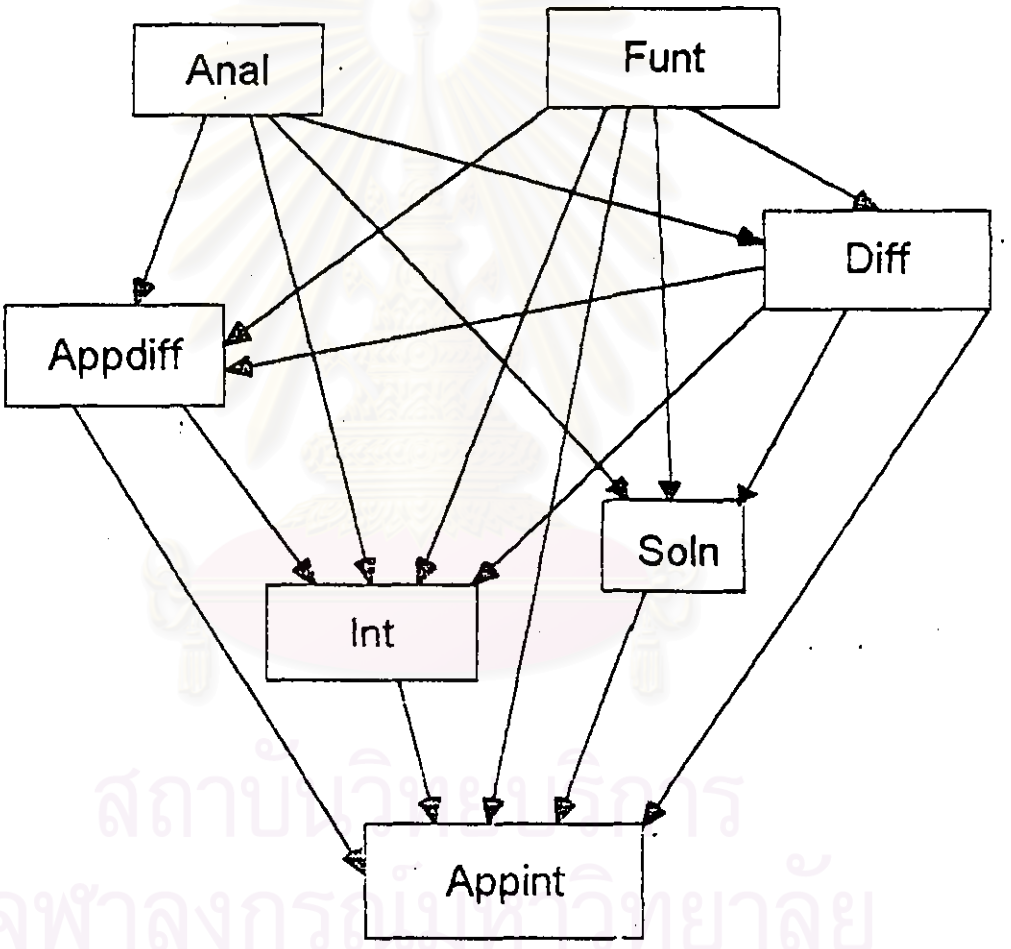
จากตัวแปรในโมเดลทั้ง 7 ตัวแปร สามารถสรุปลักษณะของตัวแปรได้ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ประเภท สัญลักษณ์ และนิยาม ของตัวแปร

ชื่อตัวแปร	สัญลักษณ์ของตัวแปร	ประเภทของตัวแปร	นิยามของตัวแปร
เรขาคณิตวิเคราะห์	Anal หรือ X_1	ภายนอก	กราฟในระบบแกนมุมฉากและระบบเชิงขั้ว การหมุนแกน และการย้ายแกน
ลิมิต-ความต่อเนื่อง	Funt หรือ X_2	ภายนอก	การหาลิมิตของฟังก์ชัน ลิมิตซ้าย ลิมิตขวา ลิมิตอนันต์ ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน
อนุพันธ์ของฟังก์ชัน	Diff หรือ Y_3	ภายใน	การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน พีชคณิต ฟังก์ชันตรีโกณ และ ตรีโกณผกผัน ฟังก์ชันลอกและยกกำลัง ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิค
การประยุกต์ของอนุพันธ์	Appdiff หรือ Y_2	ภายใน	ความเร็ว ความเร่ง อัตรสัมพัทธ์ เส้นสัมผัส เส้นตั้งฉาก ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด การเขียนกราฟ กฎของโลปิตาล
การอินทิเกรต	Int หรือ Y_3	ภายใน	การอินทิเกรตฟังก์ชัน พีชคณิต ฟังก์ชันตรีโกณและตรีโกณผกผัน ฟังก์ชันลอกและยกกำลัง ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิค
การประยุกต์ของการอินทิเกรต	Appint หรือ Y_5	ภายใน	การหาพื้นที่ระหว่างเส้นโค้ง ปริมาตรที่เกิดจากการหมุน ความยาวเส้นโค้ง พื้นที่ผิวที่เกิดจากการหมุน โมเมนต์และจุดศูนย์กลางมวล
การหาคำตอบของสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น	Soln หรือ Y_4	ภายใน	วิธีแบ่งครึ่งช่วง การหาตำแหน่งที่ไม่ใช่คำตอบ การทำซ้ำ วิธีการของนิวตัน

เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS For Window ที่เกี่ยวกับค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลของตัวแปรต่างๆ เช่น ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผู้วิจัยจะใช้สัญลักษณ์ของตัวแปรตามตารางที่ 7 ซึ่งจะได้พรีเรควิซิทโมเดลตามแผนภาพต่อไปนี้

แผนภาพที่ 19 พรีเรควิซิทโมเดลในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS



หมายเหตุ

Anal คือ ความรู้ทางด้านแคลคูลัสเชิงวิเคราะห์ Funt คือความรู้ทางด้านฟังก์ชันและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

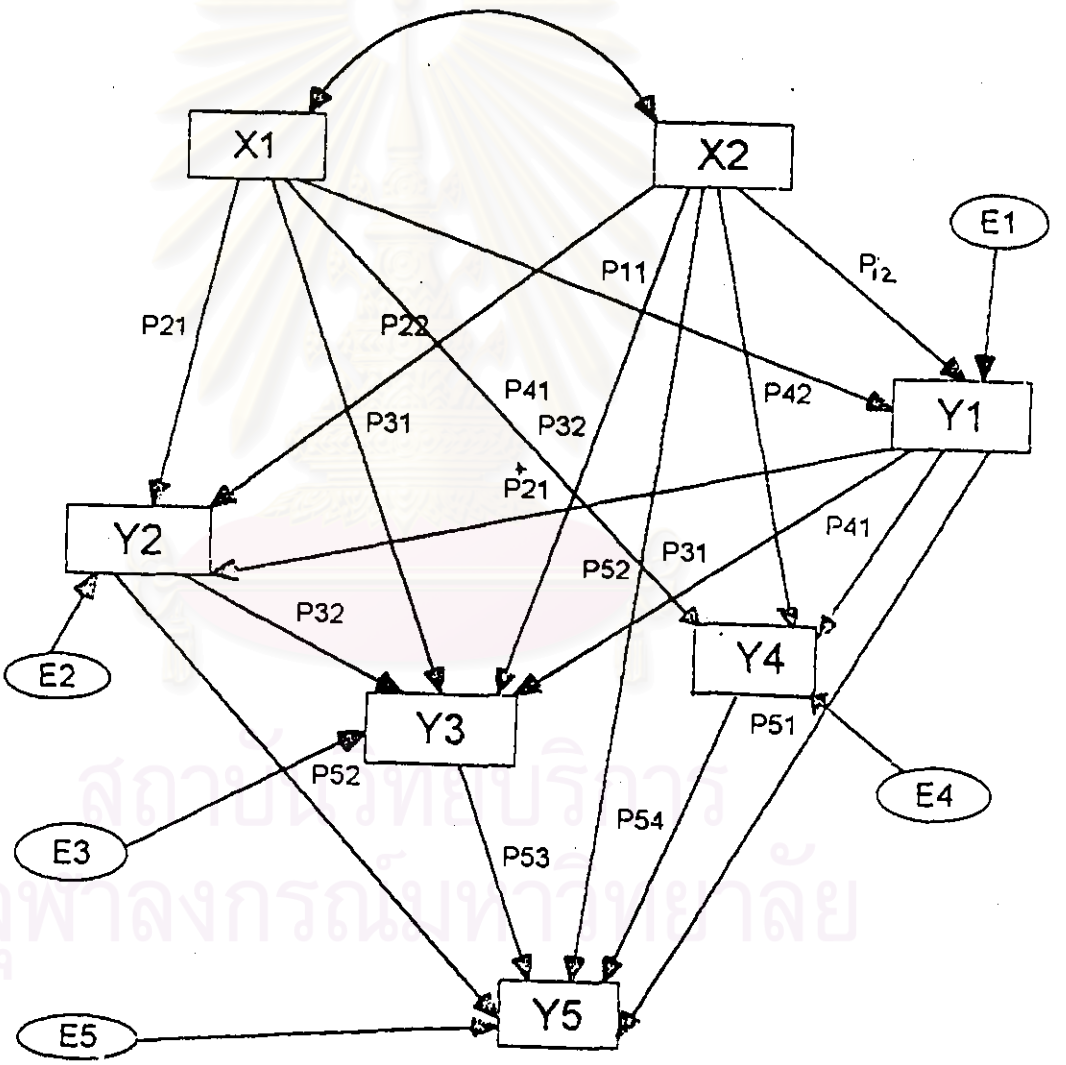
Diff คือ ความรู้ทางด้านการหาอนุพันธ์ Appdiff คือความรู้ทางด้านการประยุกต์ของอนุพันธ์

Int คือความรู้ด้านการอินทิเกรต Appint คือความรู้ด้านการประยุกต์ของการอินทิเกรต

Soln คือ ความรู้ทางด้านการหาคำตอบของสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น

เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปแกรม LISREL เพื่อคำนวณค่าสถิติต่างๆ เช่น อิทธิพลของตัวแปร สมการโครงสร้าง ความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ลักษณะของโปรแกรมนี้ จะต้องแบ่งสัญลักษณ์ของตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายในให้แตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งในที่นี้สัญลักษณ์ของตัวแปรภายนอกจะใช้ X สัญลักษณ์ของตัวแปรภายในจะใช้ Y ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ของตัวแปรใหม่อีกครั้งตามตาราง 7 ได้พรีเรควิซิทโมเดลดังแผนภาพต่อไปนี้

แผนภาพที่ 20 พรีเรควิซิทโมเดลในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม LISREL



หมายเหตุ

X1 คือ ความรู้ทางด้านแรงขาคณิตวิเคราะห์ X2 คือความรู้ทางด้านลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

Y1 คือ ความรู้ทางด้านการหาอนุพันธ์ Y2 คือความรู้ทางด้านการประยุกต์ของอนุพันธ์

Y3 คือความรู้ด้านการอินทิเกรต Y5 คือความรู้ด้านการประยุกต์ของการอินทิเกรต

Y4 คือ ความรู้ทางด้านการหาคำตอบของสมการที่ไม่เป็นเชิงเส้น

เมื่อเป็น P_{ji} เป็นค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (Path Coefficient) จากตัวแปรสาเหตุ (X_i) ต่อตัวแปรผล X_j ซึ่ง P_{ji} เป็นค่าที่แสดงถึง อิทธิพลทางตรง (Direct Effect) ของตัวแปรที่เป็นไมทัศน์พื้นฐาน (ตัวแปรสาเหตุ) ต่อตัวแปรที่ต้องใช้มโนทัศน์นั้นเป็นพื้นฐาน (ตัวแปรผล) ตัวแปร E_i หมายถึงตัวแปรคลาดเคลื่อน (Residual Variable) เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อตัวแปรภายใน แต่ไม่ได้รวมอยู่ในพรีเรควิซิทโมเดลด้วย

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้โปรแกรม 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม SPSS for Window และ โปรแกรม LISREL ซึ่งรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูลจากทั้งสองโปรแกรมมีดังนี้

1.การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้ทราบลักษณะการกระจายของข้อมูล จำนวนข้อมูล และค่าเฉลี่ยของตัวแปรแต่ละตัว เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย เพื่อหา ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage) โดยใช้ โปรแกรม SPSS for Window

2.การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Correlation Coefficient) ระหว่างตัวแปรทั้งหมดในพรีเรควิซิทโมเดล เพื่อใช้ในการสร้าง เมตริกซ์สหสัมพันธ์ (Correlation Matrix) ระหว่างตัวแปร โดยใช้ โปรแกรม SPSS for Window

3.การวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลระหว่างตัวแปร เป็นการวิเคราะห์ เพื่อหาค่าอิทธิพล(Effect) ของตัวแปรที่เป็นพื้นฐานของกันและกัน ทั้งอิทธิพลทางตรง (Direct Effect) อิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) และอิทธิพลรวม (Total Effect) เพื่อจะเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรอิสระว่า ตัวแปรใดมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมากน้อยกว่ากัน โดยใช้โปรแกรม LISREL

4.สมการโครงสร้าง เป็นการสร้างสมการในการทำนาย โดยใช้ตัวแปรที่เป็นพื้นฐานทั้งหมดของตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตัวแปรนั้น ซึ่งเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระของสมการโครงสร้างทุกสมการในโมเดลทั้งสมการในรูปคะแนนดิบ และสมการในรูปคะแนนมาตรฐาน พร้อมทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ซึ่งจะวิเคราะห์โดยโปรแกรม LISREL

5.ความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เป็นการวิเคราะห์ความสอดคล้อง(Goodness of Fit) ระหว่างพรีเรควิซิทโมเดล ในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมศาสตร์1ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรม LISRELประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยวิธีไลค์ลิฮูดสูงสุด (Maximum Likelihood) วิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลตามสมมุติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อยืนยันว่า โมเดลที่พัฒนาขึ้น ไม่แตกต่างจากข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าผลการวิเคราะห์พบว่า โมเดลที่พัฒนาขึ้นยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยจะทำการปรับแต่งโมเดล โดยอาศัยความรู้เชิงทฤษฎีของการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) และคำแนะนำจากโปรแกรม LISREL เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย