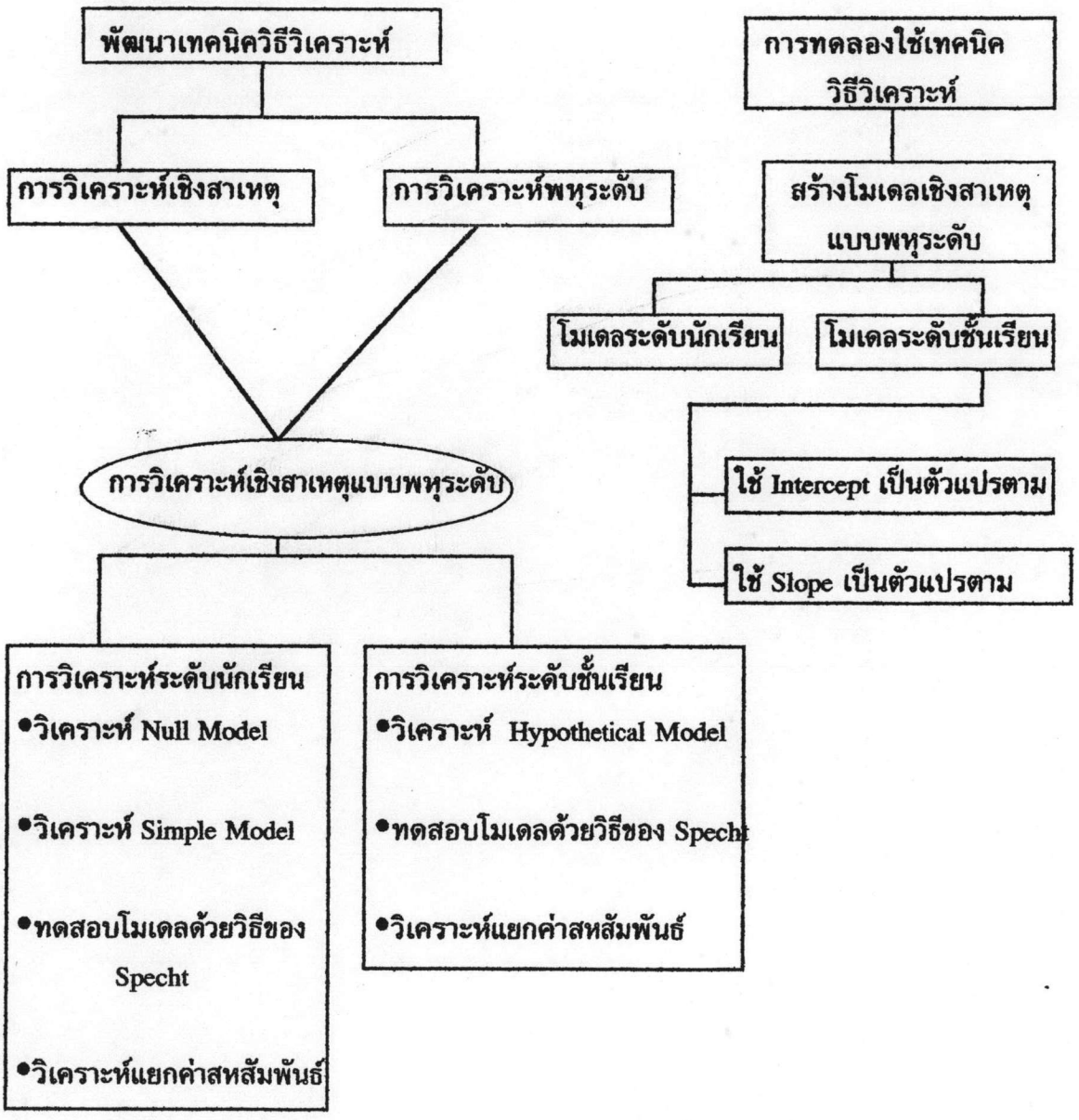
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (multilevel causal analysis technique) โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็มในการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต่างระดับ เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ จะนำไปทดลองใช้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ อันเป็นข้อมูลการวิจัยของประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2532) มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังแผนภาพ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการดำเนินการดำเนินการวิจัย

จากภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่นำเสนอข้างต้น มีการดำเนินการวิจัยในรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis)

1.2 ศึกษาค้นคว้าเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พหุระดับ (multilevel analysis)

1.3พัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (multilevel causal analysis) โดยประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ถดถอยเป็นลำดับขั้นตามโมเดลเชิงสาเหตุ กับเทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ดังนี้

1.3.1 พัฒนาการวิเคราะห์ขั้น Null Model เพื่อให้สามารถพิจารณาความผันแปรของตัวแปรตามของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนได้ทุกตัว ในการวิเคราะห์ถดถอยแบบเป็นลำดับขั้นตอนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม

1.3.2 พัฒนาการวิเคราะห์ขั้น Simple Model เพื่อให้สามารถพิจารณาอิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มหรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน ในการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน (causal micro model) ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยแบบเป็นลำดับขั้นตอนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูปและโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน

1.3.3 พัฒนาวิธีการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปค

1.3.4 พัฒนาวิธีวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน ที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว

1.3.5 พัฒนาการวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model เพื่อให้สามารถพิจารณาอิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มหรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน ในการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน (causal macro model) ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยแบบเป็นลำดับขั้นตอนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูปและโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน

1.3.6 พัฒนาวิธีการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปค

1.3.7 พัฒนาวิธีวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว

1.4 สร้างโมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ โดยการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้น

2. การทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

2.1 นำข้อมูลงานวิจัยของประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ(2532) ซึ่งบันทึกข้อมูลในรูปแบบของโปรแกรม Q-EDIT ในจานบันทึกชนิดอ่อนขนาด 1.44 เมกกะไบต์ มาทำการคัดเลือกตัวแปรตามโมเดลเชิงสาเหตุที่ใช้ในการวิจัย จากนั้นจึงแบ่งข้อมูลที่คัดเลือกออกเป็น 2 ระดับตามรูปแบบของฟอร์แทนฟอร์แมต คือ ระดับนักเรียนและระดับชั้นเรียน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม โดยตัวแปรระดับนักเรียนประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เชาวน์ปัญญา และรายได้ของผู้ปกครอง ตัวแปรระดับชั้นเรียนประกอบด้วย คุณภาพการสอนของครู ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน และขนาดของโรงเรียน

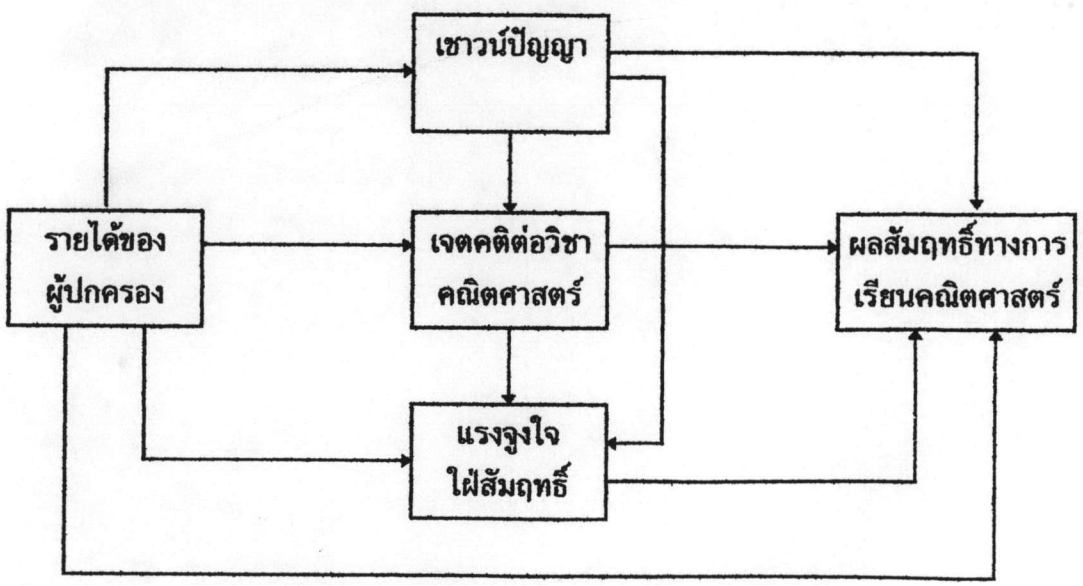
2.2 จัดเตรียม SYSTEM FILES ชื่อ MICRO.SSM จากแฟ้มข้อมูลทั้ง 2 ระดับที่เตรียมไว้ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ต่อไป

2.3 ทำการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในโมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับซึ่งแบ่งออกเป็นระดับนักเรียน และระดับชั้นเรียนดังนี้

โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน (causal micro model)

(1) วิเคราะห์ Null Model เพื่อพิจารณาความผันแปรของตัวแปรตามในโมเดลเชิงสาเหตุด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม

(2) วิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป (full model) ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มในขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Model ดังภาพที่ 5

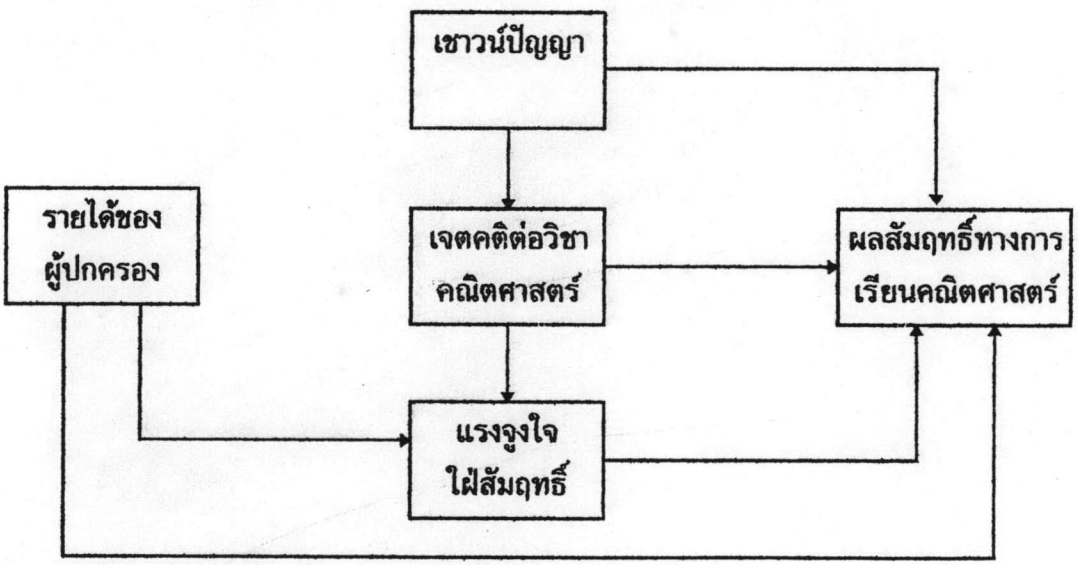


ภาพที่ 5 โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป (full model)

จากภาพที่ 5 มีลำดับขั้นการวิเคราะห์ ดังนี้

❶ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เชาวน์ปัญญาและ รายได้ของผู้ปกครอง
❷ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2 โดยมี แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เชาวน์ปัญญาและ รายได้ของผู้ปกครอง
❸ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 3 โดยมี เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ เชาวน์ปัญญาและ รายได้ของผู้ปกครอง
❹ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 4 โดยมี เชาวน์ปัญญา เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ รายได้ของผู้ปกครอง

(3) วิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน (proposed model) ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มในขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Model ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน (proposed model)

จากภาพที่ 6 มีลำดับขั้นการวิเคราะห์ ดังนี้

❶ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1 โดยมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เชาวน์ปัญญาและรายได้ของผู้ปกครอง
❷ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2 โดยมี แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และ รายได้ของผู้ปกครอง
❸ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 3 โดยมี เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ เชาวน์ปัญญา

(4) ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยนำค่า σ^2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ขั้น Null Model และ Simple Model ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป และโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานมาคำนวณหาค่า R^2 เพื่อใช้ทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปค (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) หากพบว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะทำการปรับโมเดลใหม่

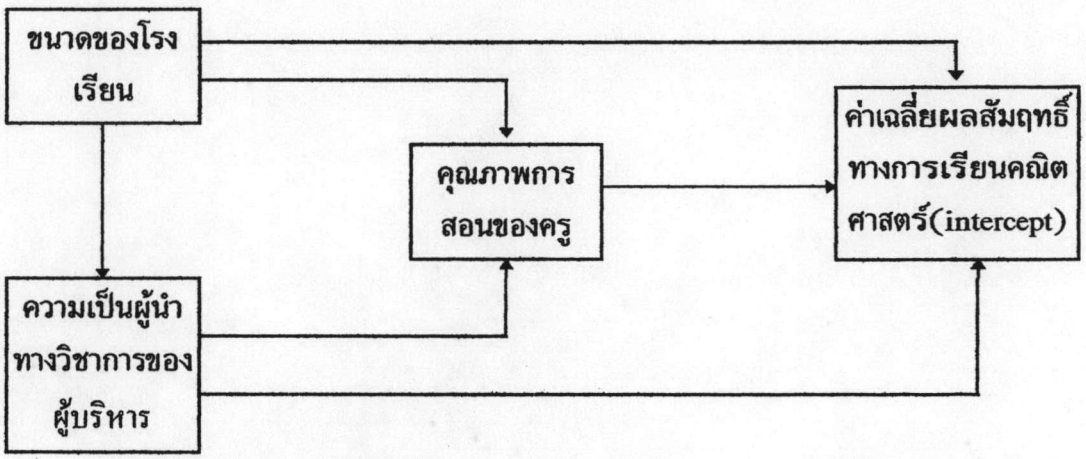
(5) วิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (fixed effect) อิทธิพลสุ่ม (random effect) และแยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อพิจารณาผลกระทบทางตรง (direct effect) ผลกระทบทางอ้อม (indirect effect) และผลกระทบรวม (total effect) แล้วนำค่าคงที่ (intercept) และสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ ไปเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ระดับชั้นเรียนต่อไป

โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน (causal macro model)

เนื่องจากตัวแปรตามที่ใช้วิเคราะห์ในระดับชั้นเรียนคือค่าคงที่ (intercept) และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ของตัวแปรอิสระต่อตัวแปรตามที่อิทธิพลสุ่ม (random effect) มีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน ดังนั้นการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน จึงต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีต่อทั้งสองค่าควบคู่กันไปด้วย ดังนี้

โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนเมื่อใช้ค่าคงที่(intercept)เป็นตัวแปรตาม

(1)วิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูป (full model) โดยใช้ค่าคงที่ (intercept) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตาม ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มในขั้นตอนของ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูป (full model) เมื่อใช้ค่าคงที่ (intercept) เป็นตัวแปรตาม

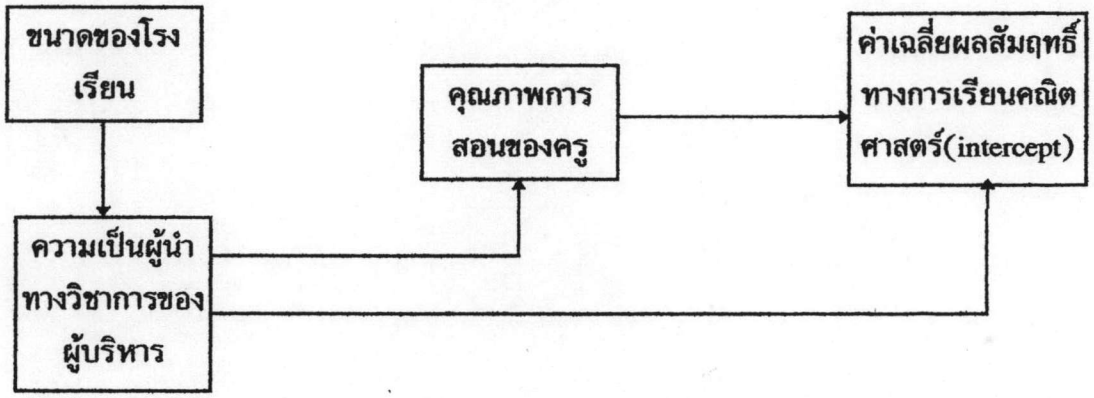
จากภาพที่ 7 มีลำดับขั้นการวิเคราะห์ ดังนี้

❶ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1 ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนของ Hypothetical Model โดยมีค่าคงที่ (intercepet) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ คุณภาพการสอนของครู ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน และขนาดของโรงเรียน

❷ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2 ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ โดยมี คุณภาพการสอนของครู เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน และขนาดของโรงเรียน

❸ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 3 ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ โดยมี ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ขนาดของโรงเรียน

(2) <u>วิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน (proposed model) โดยใช้ค่าคงที่ (intercept) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตาม</u> ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มในขั้นตอนของ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน (proposed model) เมื่อใช้ค่าคงที่ (intercept) เป็นตัวแปรตาม

จากภาพที่ 8 มีลำดับขั้นการวิเคราะห์ ดังนี้

❶ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1 ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนของ Hypothetical Model โดยมีค่าคงที่ (intercepet) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ คุณภาพการสอนของครู และความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน

❷ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2 ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ โดยมี คุณภาพการสอนของครู เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน

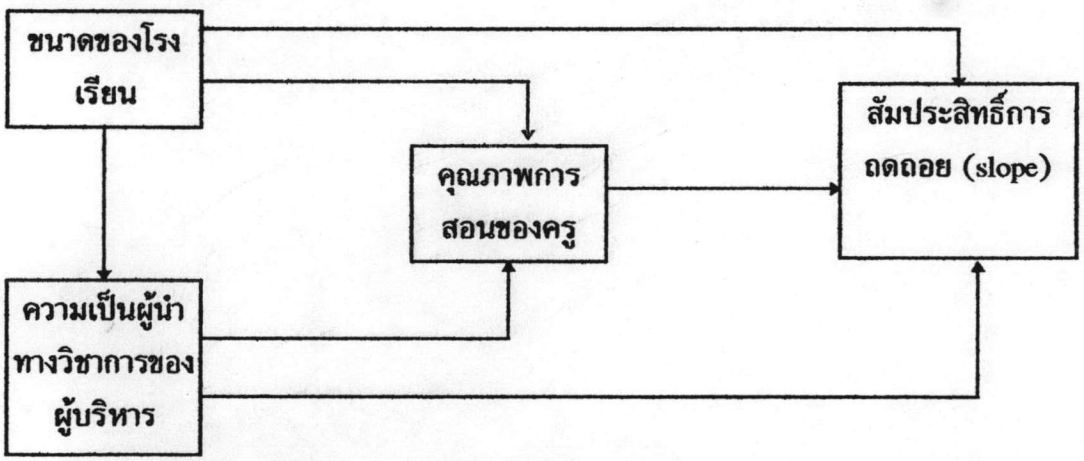
❸ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 3 ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ โดยมี ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ขนาดของโรงเรียน

(3)<u>ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (เมื่อใช้ค่าคงที่เป็นตัวแปรตาม)</u> โดยนำค่า paramiter variance ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มขั้น Simple Model และ Hypothetical Model ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูปและโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานมาคำนวณหาค่า R^2 ประกอบกับนำค่า R^2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ มาใช้ในการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปค (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur,1982) หากพบว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะทำการปรับโมเดลใหม่

(4)วิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (fixed effect) อิทธิพลสุ่ม (random effect) และแยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว (เมื่อใช้ค่าคงที่เป็นตัวแปรตาม) เพื่อพิจารณาผลกระทบทางตรง (direct effect) ผลกระทบทางอ้อม (indirect effect) และผลกระทบรวม (total effect) ต่อไป

โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนเมื่อใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย(slope)เป็นตัวแปรตาม

(1) วิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูป (full model) โดยใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตามด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มในขั้นตอนของ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูป (full model) เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) เป็นตัวแปรตาม

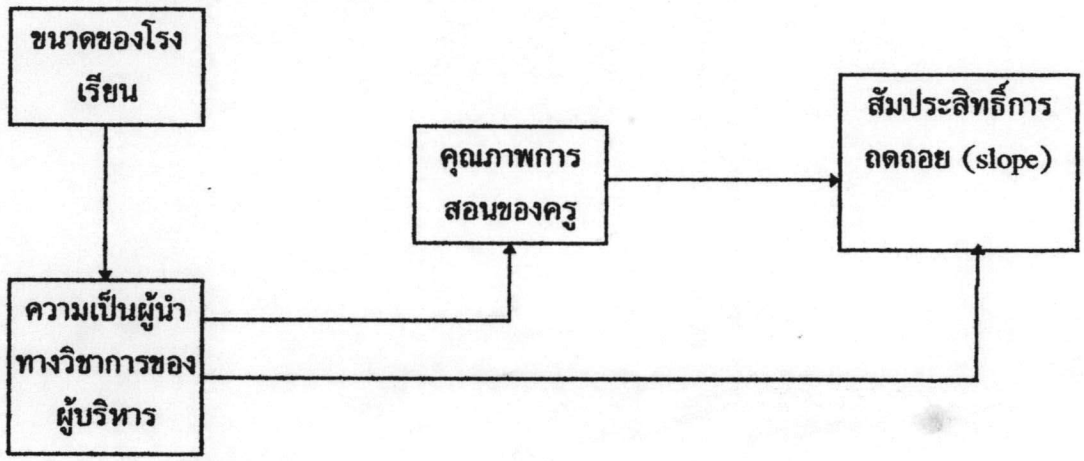
จากภาพที่ 9 มีลำดับขั้นการวิเคราะห์ ดังนี้

❶ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1 ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนของ Hypothetical Model โดยมีสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ คุณภาพการสอนของครู ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน และขนาดของโรงเรียน

❷ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2 ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ โดยมี คุณภาพการสอนของครู เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน และขนาดของโรงเรียน

❸ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 3 ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ โดยมี ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ขนาดของโรงเรียน

(2) วิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน (proposed model) โดยใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตาม ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มในขั้นตอนของHypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน (proposed model) เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) เป็นตัวแปรตาม

จากภาพที่ 10 มีล~

❶ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1 ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนของ Hypothetical Model โดยมีสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ คุณภาพการสอนของครู และความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน

❷ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2 ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ โดยมี คุณภาพการสอนของครู เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน

❸ วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 3 ด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ โดยมี ภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ขนาดของโรงเรียน

(3)ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรตาม) โดยนำค่า paramiter variance ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มชั้น Simple Model และ Hypothetical Model ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูปและโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานมาคำนวณหาค่า R^2 ประกอบกับนำค่า R^2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS/PC$^+$ มาใช้ในการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปค

(Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) หากพบว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะทำการปรับโมเดลใหม่

(4)วิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (fixed effect) อิทธิพลสุ่ม (random effect) และแยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว (เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย เป็นตัวแปรตาม) เพื่อพิจารณาผลกระทบทางตรง (direct effect) ผลกระทบทางอ้อม (indirect effect) และผลกระทบรวม (total effect) ต่อไปเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ที่ใช้ค่าคงที่เป็นตัวแปรตาม