

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (multilevel causal analysis) โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็มมาใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียน (causal micro level) ตลอดจนความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในระดับชั้นเรียน (causal macro level) ผลการพัฒนาและผลการทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์สามารถสรุปได้เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สรุปผลการพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

ผลการพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (multilevel causal analysis) โดยประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ที่ดัดแปลงเป็นลำดับขั้นตามโมเดลเชิงสาเหตุ กับเทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ปรากฏดังนี้

1.1 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ มีการวิเคราะห์ขั้น Null Model เพื่อให้สามารถพิจารณาความผันแปรของตัวแปรตามของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนได้ทุกตัว ในการวิเคราะห์ที่ดัดแปลงแบบเป็นลำดับขั้นตอนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม

1.2 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ มีการวิเคราะห์ขั้น Simple Model เพื่อให้สามารถพิจารณาอิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มหรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน ในการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน (causal micro model) ด้วยการวิเคราะห์ที่ดัดแปลงแบบเป็นลำดับขั้นตอนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูปและโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน

1.3 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ มีการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปค

1.4 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ มีการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน ที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว

1.5 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ มีการวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model เพื่อให้สามารถพิจารณาอิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มหรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน ในการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน (causal macro model) ด้วยการวิเคราะห์ที่ดัดแปลงแบบเป็นลำดับขั้นตอนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูปและโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน

1.6 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ มีการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปค

1.7 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ มีการวิเคราะห์แยกค่า สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้อง กับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว

ตอนที่ 2 สรุปผลการทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

การทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ผู้วิจัยได้คัดเลือกตัวแปร ในโมเดลการวิเคราะห์ จากข้อมูลการวิจัยของประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2532) แล้วนำมาสร้าง โมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ การวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ของตัวแปรระดับนักเรียน (causal micro model) ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิต ศาสตร์ ตลอดจนความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในระดับชั้นเรียน (causal macro level) ที่มีต่อค่าคงที่ (intercept) อันเป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามระดับนักเรียนซึ่งอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญ ทางสถิติ โดยในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH-intercept) เท่านั้น และความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในระดับชั้นเรียน (causal macro level) ที่มีต่อความชัน (slope) หรือสัมประสิทธิ์ถดถอยจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนที่ อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรเขavn ปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) อันเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อันเนื่องมาจากเขavnปัญญาของนักเรียน ผลการ วิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปได้เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 2.1 สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน เพื่อพิจารณา อิทธิพลของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เขavnปัญญา และรายได้ผู้ปกครอง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1) สรุปผลการวิเคราะห์ Null Model เพื่อพิจารณาความผันแปรของ ตัวแปรตามในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม การพิจารณาอิทธิพลสุ่ม (random effect) พบว่าตัวแปรตามแต่ละตัวในระบบความสัมพันธ์ มีความผันแปรระหว่างห้อง เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2) สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป ด้วย โปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Model

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวแปร ตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่ มีผล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 คือ เขavnปัญญา

ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรอื่น อิทธิพลคงที่ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ ชุดของตัวแปรอิสระดังกล่าว สามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ประมาณร้อยละ 10.05 ($R^2 = 0.1005$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ตัวแปรเขาวนปัญญา มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนตัวแปรอื่น ๆ อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นตัวแปรตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรอื่น อิทธิพลคงที่ ไม่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ ชุดของตัวแปรอิสระดังกล่าว สามารถร่วมกันทำนายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้ประมาณร้อยละ 32.78 ($R^2 = 0.3278$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองมีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนตัวแปรอื่น ๆ อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ เขาวนปัญญา ส่วนตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองมีอิทธิพลคงที่ไม่ส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ ตัวแปรอิสระทั้งสอง สามารถร่วมกันทำนายเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 5.30 ($R^2 = 0.0530$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองมีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนตัวแปรเขาวนปัญญา อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาเขาวนปัญญา เป็นตัวแปรตาม พบว่า ไม่มีตัวแปรใดที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ทั้งอิทธิพลคงที่และ อิทธิพลสุ่ม ส่งผลต่อเขาวนปัญญาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3) สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Model

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 คือ เขาวนปัญญา ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรอื่น ๆ อิทธิพลคงที่ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ ชุดของตัวแปรอิสระดังกล่าว สามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ประมาณ

ร้อยละ 10.05 ($R^2 = 0.1005$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ตัวแปรเขาวนปัญญา มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนตัวแปรอื่น ๆ อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นตัวแปรตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองอิทธิพลคงที่ไม่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ ตัวแปรอิสระทั้งสอง สามารถร่วมกันทำนายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้ประมาณร้อยละ 32.48 ($R^2 = 0.3248$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองมีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ เขาวนปัญญา ทั้งนี้ ตัวแปรเขาวนปัญญา สามารถทำนายเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 2.48 ($R^2 = 0.0248$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่มพบว่า ตัวแปรเขาวนปัญญา มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4) สรุปผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปค

ผลการวิเคราะห์หาค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient (R^2_m) ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป ได้ค่า R^2_m เท่ากับ 0.4275 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป อธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 42.75 ส่วนการวิเคราะห์หาค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient (M) ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน ได้ค่า M เท่ากับ 0.4078 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน อธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 40.78 ซึ่งแตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูปประมาณร้อยละ 1.97 และเมื่อวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการหาค่า Q ได้ค่า Q เท่ากับ 0.9666 และผลการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Q จากค่า W ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.5106 ($df = 3$) พบว่าค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ประกอบกับอิทธิพลสุ่ม (random effect) ของสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทางของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน พบว่าควรตัดเส้นทางที่ทั้งอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออกจากโมเดล นั่นคือ เส้นทางจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเส้นทางจากรายได้ของ

ผู้ปกครอง ไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับ การพิจารณาอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มของสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทางของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป พบว่า ควรเพิ่มเส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ (ถึงแม้อิทธิพลคงที่ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ) นั่นคือเส้นทางจากรายได้ของผู้ปกครองไปยังเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อนำไปพิจารณาอิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีผลต่อความผันแปรดังกล่าว ตลอดจนเป็นการยืนยันถึงความมั่นคงในทฤษฎีของผู้วิจัย

5) สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Model

เมื่อทำการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม พบว่าค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient (M) ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ มีค่าเท่ากับ 0.4168 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ อธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 41.68 ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการหาค่า Q ได้ค่า Q เท่ากับ 0.9816 และผลการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Q จากค่า W ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.2089 ($df = 4$) พบว่าค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่ สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญตลอดจนมีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่ม และการแยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมากกว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน

6) สรุปผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่ม และการแยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 คือ เขาวนปัญญา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ ตัวแปรอิสระทั้งสอง สามารถร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ประมาณร้อยละ 8.78 ($R^2 = 0.0878$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ตัวแปรเขาวนปัญญา มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นตัวแปรตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่าตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรรายได้ของผู้ปกครอง มีอิทธิพลคงที่ไม่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ ตัวแปรอิสระทั้งสองสามารถร่วมกันทำนายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้ประมาณร้อยละ 32.48 ($R^2 = 0.3248$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองมีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่

อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ในส่วนของอิทธิพลคงที่ พบว่า ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลคงที่มีผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ เขาวนปัญญา ส่วนตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองมีอิทธิพลคงที่ไม่ส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ ชุดของตัวแปรอิสระดังกล่าว สามารถร่วมกันทำนายเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 5.30 ($R^2 = 0.0530$) ส่วนการพิจารณาอิทธิพลสุ่มพบว่า ตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองมีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนตัวแปรเขาวนปัญญา อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สำหรับการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้วนั้น สรุปได้ดังนี้

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ เขาวนปัญญาของนักเรียน

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงอย่างเดียวต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมอย่างเดียวต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ รายได้ของผู้ปกครอง

ทั้งนี้ อิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมของตัวแปรที่กล่าวไปข้างต้น จะส่งผ่านตัวแปรคั่นกลาง (intervening variables) ต่าง ๆ ดังนี้

เขาวนปัญญา มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมส่งผ่านทางเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายได้ของผู้ปกครอง มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมอย่างเดียวต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมส่งผ่านทางเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ส่วนผลการพิจารณาขนาดอิทธิพล พบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบทางตรงสูงสุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ เขาวนปัญญา รองลงมาคือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรที่มีผลกระทบทางอ้อมสูงสุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ เขาวนปัญญา รองลงมาคือ รายได้ของผู้ปกครอง และเมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบรวมสูงสุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ เขาวนปัญญา รองลงมาคือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และ รายได้ของผู้ปกครอง ตามลำดับ ส่วนตัวแปร แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งผลกระทบทางตรง และผลกระทบทางอ้อม

จากผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่สรุปไปทั้งหมดข้างต้น พบว่าค่าคงที่ของการวิเคราะห์ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ คือค่าคงที่ของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนสัมประสิทธิ์ถดถอย ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ คือสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรเขาวัวปัญหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองที่มีต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาตามหลักการของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับแล้ว สมควรนำค่าดังกล่าวข้างต้น ไปเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนต่อไป แต่ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ จะพิจารณาเฉพาะ ค่าคงที่ของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรเขาวัวปัญหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่านั้น

ตอนที่ 2.2 สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน เพื่อพิจารณาอิทธิพลของตัวแปรคุณภาพการสอนของครู ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน และขนาดของโรงเรียน ที่มีต่อค่าคงที่ (intercept) และสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope)

2.2.1 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่มีค่าคงที่ (intercept) เป็นตัวแปรตาม

1) สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูป โดยใช้ค่าคงที่ ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตามด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH- intercept) อันเป็นค่าคงที่ ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรระดับชั้นเรียนที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร ตัวแปรที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือคุณภาพการสอนของครู ส่วนตัวแปรขนาดของโรงเรียน สัมประสิทธิ์เส้นทางไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาคุณภาพในการสอนของครูเป็นตัวแปรตาม พบว่า ทั้งตัวแปรความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารและขนาดของโรงเรียน ต่างก็มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ต่อคุณภาพการสอนของครู

เมื่อพิจารณาความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรขนาดของโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ต่อความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

ทั้งนี้ การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนนี้ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้ จะสามารถพิจารณาได้เฉพาะอิทธิพลคงที่ของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน ที่มีต่อตัวแปรตามเท่านั้น ส่วนอิทธิพลสุ่ม จะสามารถพิจารณาได้จากความผันแปรของตัวแปรตามระดับชั้นเรียน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายห้อง (ACH - intercept) ยังมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า ยังสามารถที่จะหาตัวแปรอื่นมาอธิบายความผันแปรดังกล่าวได้ต่อไปอีก

2)สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน โดยใช้ค่าคงที่ ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตามด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH- intercept) อันเป็นค่าคงที่ ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรระดับชั้นเรียนที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารและคุณภาพการสอนของครู

เมื่อพิจารณาคุณภาพในการสอนของครูเป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารมีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ต่อคุณภาพการสอนของครู

เมื่อพิจารณาความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรขนาดของโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ต่อความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

สำหรับการพิจารณาอิทธิพลสุ่มจากความผันแปรของตัวแปรตามระดับชั้นเรียนนั้น จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายห้อง (ACH - intercept) ยังมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า ยังสามารถที่จะหาตัวแปรอื่นมาอธิบายความผันแปรดังกล่าวได้ต่อไปอีก

3)สรุปผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปค

ผลการวิเคราะห์หาค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient (R_m^2) ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูป ได้ค่า R_m^2 เท่ากับ 0.7918 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป อธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 79.18 ส่วนผลการวิเคราะห์หาค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient (M) ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน ได้ค่า M เท่ากับ 0.7422 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานอธิบายความแปรปรวน

ของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 74.22 ซึ่งแตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูปประมาณร้อยละ 4.96 แต่เมื่อวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการหาค่า Q ได้ค่า Q เท่ากับ 0.8075 และผลการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Q จากค่า W ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.7647 ($df = 2$) พบว่าค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญและสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้ไปวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในขั้นตอนต่อไป

4)สรุปผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลลุ่ม และการแยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้จะสามารถพิจารณาได้เฉพาะอิทธิพลคงที่ ส่วนอิทธิพลลุ่มนั้นต้องพิจารณาจากความผันแปรของตัวแปรตาม ในที่นี้คือ ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH - intercept) รายห้องเรียน ซึ่งมีความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สำหรับการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งก็คือโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานนั่นเอง ดังนั้น จึงสามารถอธิบายสรุปลักษณะอิทธิพลต่าง ๆ ของโมเดลได้ดังนี้

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH - intercept) หรือค่าคงที่ คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงอย่างเดียวต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH - intercept) คือ คุณภาพการสอนของครู

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมอย่างเดียวต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH - intercept) คือ ขนาดของโรงเรียน

ทั้งนี้ อิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมของตัวแปรที่กล่าวไปข้างต้น จะส่งผ่านตัวแปรคั่นกลาง (intervening variables) ต่าง ๆ ดังนี้

ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH-intercept) โดยอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมส่งผ่านทางคุณภาพการสอนของครู

ขนาดของโรงเรียน มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมอย่างเดียวต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH - intercept) โดยอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมส่งผ่านทางความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารและคุณภาพการสอนของครูตามลำดับ

ส่วนผลการพิจารณาขนาดอิทธิพล พบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบทางตรงสูงสุดต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH - intercept) คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร รองลงมาคือคุณภาพการสอนของครู ตัวแปรที่มีกระทบ

ทางอ้อมสูงสุดต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH - intercept) คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร รองลงมาคือขนาดของโรงเรียน และเมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบรวมสูงสุดต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH - intercept) คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร รองลงมาคือคุณภาพการสอนของครูและขนาดของโรงเรียนตามลำดับ

2.2.2 โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่มีสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) เป็นตัวแปรตาม

1) สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูป โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตาม ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺

เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์ถดถอยของเขาวงกตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรระดับชั้นเรียนที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร ส่วนตัวแปรขนาดของโรงเรียนและคุณภาพการสอนของครู สัมประสิทธิ์เส้นทางไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาคุณภาพในการสอนของครูเป็นตัวแปรตาม พบว่า ทั้งตัวแปรความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร และขนาดของโรงเรียน ต่างก็มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ต่อคุณภาพการสอนของครู

เมื่อพิจารณาความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารเป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรขนาดของโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ต่อความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

ทั้งนี้ การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนนี้ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้ จะสามารถพิจารณาได้เฉพาะอิทธิพลคงที่ของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนที่มีต่อตัวแปรตามเท่านั้น ส่วนอิทธิพลร่วม จะสามารถพิจารณาได้จากความผันแปรของตัวแปรตามระดับชั้นเรียน ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของเขาวงกตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) ยังมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่ายังสามารถที่จะหาตัวแปรอื่นมาอธิบายความผันแปรดังกล่าวได้ต่อไปอีก

2) สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน โดยใช้สัมประสิทธิ์การถดถอยที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตามด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺

เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์ถดถอยของเขาวนปัญญา ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรระดับชั้นเรียนที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร ส่วนตัวแปรคุณภาพการสอนของครู สัมประสิทธิ์เส้นทางไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาคุณภาพในการสอนของครูเป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ต่อคุณภาพการสอนของครู

เมื่อพิจารณาความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารเป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรขนาดของโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ต่อความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

อนึ่ง การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนนี้ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้ จะสามารถพิจารณาได้เฉพาะอิทธิพลคงที่ของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนที่มีต่อตัวแปรตามเท่านั้น ส่วนอิทธิพลสุ่ม จะสามารถพิจารณาได้จากความผันแปรของตัวแปรตามระดับชั้นเรียน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ พบว่า สัมประสิทธิ์ถดถอยของเขาวนปัญญาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) ยังมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ยังสามารถที่จะหาตัวแปรอื่นมาอธิบายความผันแปรดังกล่าวได้ต่อไปอีก

3)สรุปผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปค

ผลการวิเคราะห์หาค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient (R_m^2) ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูป ได้ค่า R_m^2 เท่ากับ 0.6509 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป อธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 65.09 ส่วนผลการวิเคราะห์หาค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient (M) ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน ได้ค่า M เท่ากับ 0.5150 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานอธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 51.50 ซึ่งแตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนแบบเต็มรูปประมาณร้อยละ 13.59 แต่ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการหาค่า Q ได้ค่า Q เท่ากับ 0.7197 และผลการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Q จากค่า W ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.7139 ($df = 2$) พบว่า ค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ พบว่า สัมประสิทธิ์เส้นทางจากตัวแปรจากตัวแปรคุณภาพการสอนของครู ไปยังสัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) ไม่มีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงต้องตัดเส้นทางดังกล่าวออกจากโมเดลการวิเคราะห์ แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้ง ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มในขั้นตอนของ Hypothetical Model โดยใช้เฉพาะตัวแปรความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารเป็นตัวแปรอิสระ ส่วนการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน ด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺ นั้น ไม่ต้องทำการวิเคราะห์ใหม่ เนื่องจากสามารถใช้ผลการวิเคราะห์เดียวกันกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺ ข้างต้น

4) สรุปผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ปรับปรุงใหม่ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺

เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์ถดถอยของเขาวงกตปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรระดับชั้นเรียนที่ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

เมื่อพิจารณาคุณภาพในการสอนของครูเป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร มีสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ต่อคุณภาพการสอนของครู

เมื่อพิจารณาความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารเป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรขนาดของโรงเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ต่อความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

ทั้งนี้ การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนนี้ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้ จะสามารถพิจารณาได้เฉพาะอิทธิพลคงที่ของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนที่มีต่อตัวแปรตามเท่านั้น ส่วนอิทธิพลสุ่ม จะสามารถพิจารณาได้จากความผันแปรของตัวแปรตามระดับชั้นเรียน ซึ่งจากตารางที่ พบว่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของเขาวงกตปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) ยังมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่ายังสามารถที่จะหาตัวแปรอื่นมาอธิบายความผันแปรดังกล่าวได้ต่อไปอีก

อนึ่ง ผลการวิเคราะห์หาค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient (M) ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ปรับปรุงใหม่ ได้ค่า M เท่ากับ 0.5906 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับปรุงใหม่อธิบายความแปรปรวนของทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 59.06 ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าสถิติทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ปรับปรุงใหม่กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการหาค่า Q ได้ค่า Q เท่ากับ 0.8526 และผลการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Q จากค่า W ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.2467 (df = 3) พบว่าค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ปรับปรุงใหม่ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ มากกว่าโมเดลตามสมมติฐาน จึงสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้ ไปวิเคราะห์แยก

ค่าสหสัมพันธ์ ตลอดจนวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่มีสัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) เป็นตัวแปรตาม ที่ปรับปรุงใหม่ได้

5)สรุปผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่ม และการแยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้จะสามารถพิจารณาได้เฉพาะอิทธิพลคงที่ ส่วนอิทธิพลสุ่มนั้นต้องพิจารณาจากความผันแปรของตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้ คือสัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) รายห้องเรียน ซึ่งมีความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สำหรับการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งก็คือโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนที่ใช้สัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) เป็นตัวแปรตาม ที่ปรับปรุงใหม่นั้นเอง ดังนั้น จึงสามารถอธิบายสรุปลักษณะอิทธิพลต่าง ๆ ของโมเดลได้ดังนี้

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางตรงอย่างเดียวต่อสัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

ตัวแปรที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมอย่างเดียวต่อสัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) คือ ขนาดของโรงเรียน

ทั้งนี้ อิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมของตัวแปรที่กล่าวไปข้างต้น จะส่งผ่านตัวแปรคั่นกลาง (intervening variables) ต่าง ๆ ดังนี้

ขนาดของโรงเรียน มีอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมอย่างเดียวต่อสัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) โดยอิทธิพลเชิงสาเหตุทางอ้อมส่งผ่านทางความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร

ส่วนการพิจารณาขนาดอิทธิพลนั้น พบว่า ตัวแปรคุณภาพการสอนของครู ไม่มีผลกระทบต่อสัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) ทั้งทางตรง และทางอ้อม ส่วนตัวแปรขนาดของโรงเรียน และ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารนั้นมีผลกระทบทางอ้อมอย่างเดียวและทางตรงอย่างเดียวต่อสัมประสิทธิ์การถดถอยของเขาวนปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (IQ/ACH Slope) ตามลำดับ

อนึ่ง การวิจัยครั้งนี้ จะไม่พิจารณาอิทธิพลเชิงสาเหตุของตัวแปรระดับชั้นเรียน ที่มีต่อค่าเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (MOTV - Intercept), ค่าเฉลี่ย

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ATI - Intercept) ตลอดจนอิทธิพลเชิงสาเหตุของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีต่อสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (INCOMP/MOTV Slope) และสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองที่มีต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (INCOMP/ATI Slope) ถึงแม้ค่าดังกล่าวจะมีอิทธิพลสูงที่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากผลการวิเคราะห์ในเบื้องต้นพบว่า ไม่มีตัวแปรในระดับชั้นเรียนตัวแปรใดที่มีอิทธิพลต่อค่าดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ สารสนเทศด้านความผันแปรของค่าดังกล่าวระหว่างห้องเรียน ซึ่งพิจารณาจากการมีนัยสำคัญทางสถิติของอิทธิพลสูง สมควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

อภิปรายผลการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์ ดังนั้นการนำเสนอในส่วนนี้จึงไม่พิจารณาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุประกอบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถพิจารณาได้เช่นเดียวกับการวิเคราะห์เชิงสาเหตุทั่ว ๆ ไป แต่จะมุ่งพิจารณา กระบวนการวิเคราะห์และสารสนเทศที่ได้จากผลการพัฒนาและผลการทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เป็นสำคัญ จากสรุปผลการวิจัยที่นำเสนอไปข้างต้น พบว่าเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (multilevel causal analysis technique) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Jan de Leeuw (อ้างถึงใน Raudenbush and Bryk, 1992) ประกอบกับโมเดลการวิเคราะห์ที่สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2538) นำเสนอไว้ โดยผู้วิจัยประยุกต์โปรแกรมเอชแอลเอ็มมาใช้วิเคราะห์นั้น มีกระบวนการวิเคราะห์และให้สารสนเทศที่น่าสนใจหลายประการ ดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (path analysis) สามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับ (multilevel data) ได้โดยใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (multilevel causal analysis technique) ข้อค้นพบดังกล่าวนี้ สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ของการวิจัย ทั้งนี้เนื่องมาจากโปรแกรมเอชแอลเอ็มที่ประยุกต์มาใช้วิเคราะห์นั้น แม้จะมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับเพียงอย่างเดียว แต่ก็อาศัยหลักการวิเคราะห์ถดถอย (regression analysis) เป็นพื้นฐานสำคัญ ดังนั้นเมื่อนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์เชิงสาเหตุ จึงสามารถวิเคราะห์ได้โดยการวิเคราะห์ถดถอยตัวแปรตามแต่ละตัวในโมเดลเชิงสาเหตุตามลำดับขั้นตอน เช่นเดียวกับการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺ จึงอาจกล่าวได้ว่า เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับนั้นนอกจากจะพิจารณาถึงอิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรในระบบความสัมพันธ์ได้แล้ว ยังสามารถพิจารณาโครงสร้างของข้อมูลที่แบ่งเป็นระดับตามสภาพธรรมชาติได้ด้วย โดยกระบวนการวิเคราะห์ และสารสนเทศที่ได้ จะนำเสนอในลำดับถัดไป

2. ผลการทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็ม สามารถพิจารณาได้กระบวนการวิเคราะห์ และสารสนเทศที่ได้ ดังนี้

2.1 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ สามารถวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (fixed effects) อิทธิพลสุ่ม (random effects) หรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน (between-class variance) โดยการพิจารณาความมีนัยสำคัญของการทดสอบ t และการทดสอบ χ^2 ตามรูปแบบของการวิเคราะห์ในโมเดลเอชแอลเอ็ม ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.1 ของการวิจัยสามารถพิจารณากระบวนการวิเคราะห์ และสารสนเทศที่ได้ ดังนี้

2.1.1 กระบวนการวิเคราะห์

กระบวนการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่ม หรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนนั้น จะสามารถวิเคราะห์แยกเป็นโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน และโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ดังนี้

การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน

ในส่วนของอิทธิพลคงที่ เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบ ว่า ตัวแปรอิสระในระดับนักเรียน และค่าคงที่ (intercept) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในการวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยเอชแอลเอ็มจะใช้ t -test ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลดังกล่าวจากทุกหน่วยการวิเคราะห์ ว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์แสดงว่า ตัวแปรอิสระ และค่าคงที่ (intercept) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ จะเป็นตัวบ่งชี้ความมีนัยสำคัญทางสถิติของเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ กระบวนการวิเคราะห์จะอยู่ในช่วงการวิเคราะห์ Simple Model ตามหลักของการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มที่พัฒนาโดย Raudenbush and Bryk (1986)

ในส่วนของอิทธิพลสุ่ม เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบ ว่า ค่าคงที่ (intercept) และสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนมีความผันแปร (vary) ระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยเอชแอลเอ็มจะใช้ χ^2 ทดสอบความแปรปรวนของค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอยดังกล่าว กระบวนการวิเคราะห์จะอยู่ในช่วงการวิเคราะห์ Simple Model ตามหลักของการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มที่พัฒนาโดย Raudenbush and Bryk (1986) เช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน

จากผลการวิจัยที่นำเสนอไปแล้ว การวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่ม ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนทั้งโมเดลที่ใช้ค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรตามนั้น จะอยู่ในช่วงของการวิเคราะห์ชั้น Hypothetical Model ของโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ซึ่ง ตามหลักของการวิเคราะห์พหุระดับที่พัฒนาโดย Raudenbush and Bryk (1986) นั้นจะสามารถวิเคราะห์ได้เฉพาะอิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีต่อ ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์การถดถอยจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่านั้น ไม่สามารถพิจารณาอิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรระดับชั้นเรียนด้วยกันได้ จากข้อจำกัดดังกล่าวนี้ จึงต้องใช้การวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺ ประกอบด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก การวิเคราะห์สมการระดับที่สองของโปรแกรมเอชแอลเอ็มนั้น ใช้หลักการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี กำลังสองน้อยที่สุดตามนัยทั่วไป (generalized least squares, GLS) (Raudenbush and Bryk, 1992)

ซึ่งในการวิเคราะห์ถดถอยนั้น มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี OLS (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537) ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS/PC⁺ นั้นเอง ดังนั้นจึงน่าจะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียง มากกว่าการใช้โปรแกรมอื่น

ประเด็นที่น่าพิจารณาประการหนึ่งในการใช้โปรแกรม SPSS/PC⁺ วิเคราะห์ประกอบ คือ หากพบว่าผลการวิเคราะห์ไม่พบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์ถดถอย จะไม่สามารถพิจารณาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรระดับชั้นเรียนด้วยกันได้ ประเด็นดังกล่าวนี้ ถือเป็นข้อจำกัดที่สำคัญของเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็ม เนื่องจากโปรแกรมเอชแอลเอ็มไม่ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์เชิงสาเหตุโดยตรง

2.1.2 สารสนเทศจากการวิเคราะห์

สารสนเทศการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่ม หรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนนั้น จะสามารถแยกพิจารณาตามโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน และโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ดังนี้

การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน

สารสนเทศที่สำคัญจากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน คือ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้จะประกอบด้วยอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม โดยในส่วนของอิทธิพลคงที่นั้น เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ ไปแปลงให้อยู่ในรูปสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐาน (β) ตามสูตรของ Pedhazur (1982) ดังแสดงในภาคผนวกแล้ว ค่าดังกล่าวก็คือสัมประสิทธิ์เส้นทางนั่นเอง สำหรับอิทธิพลสุ่มนั้นนอกจากจะพิจารณาจากค่าคงที่ของการวิเคราะห์แล้ว ยังสามารถพิจารณาได้จากสัมประสิทธิ์ถดถอย หรือสัมประสิทธิ์เส้นทางอีกด้วย โดยเอชแอลเอ็มจะใช้ χ^2 ทดสอบค่าดังกล่าวว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์ หรือค่า χ^2 มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนมาอธิบายความผันแปรดังกล่าว หรือหมายความว่า เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละค่า) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่มีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม น่าจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน แต่หาก χ^2 ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอย ไม่มีความผันแปรระหว่างห้องเรียนเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนมาอธิบายความผันแปรดังกล่าว และสามารถตั้งข้อจำกัดในการวิเคราะห์ได้ โดยการควบคุมให้มีค่าเป็นศูนย์ (constrain to zero) (Raudenbush and Bryk, 1992)

สารสนเทศที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือค่า σ^2 ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน ทั้งในขั้นตอนของ Null Model และ Simple Model จะสามารถนำไปคำนวณหาค่า R^2 เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการพยากรณ์ (ดูได้ที่ภาคผนวก) ดังที่ ศิริชัย กาญจนวาสี (2535) ได้นำเสนอไว้ ตลอดจนสามารถใช้ R^2 ในการคำนวณตามสูตร

ของสเปค (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้

การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน

สารสนเทศที่สำคัญจากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน คือ สามารถนำค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ (parameter variance) ทั้งในส่วนของตัวแปรตามที่เป็นสัมประสิทธิ์ถดถอย หรือความชัน (slope) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามรายห้องเรียน หรือ ค่าคงที่ (intercept) ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ ไปคำนวณหาค่า R^2 สำหรับใช้ในการคำนวณตามสูตรของสเปค (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ ทั้งนี้ ต้องใช้ทั้งค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์ Simple Model ประกอบกับค่าความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์ Hypothetical Model ด้วย (สูตรการคำนวณดูได้ที่ภาคผนวก)

อนึ่ง ประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณา คือ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน จะสามารถพิจารณาได้เฉพาะอิทธิพลคงที่ ส่วนอิทธิพลสัมพันธ์นั้น ต้องพิจารณาจากความผันแปรของตัวแปรตามทั้งที่เป็นค่าคงที่ (intercept) และความชัน (slope) ซึ่งเป็นไปตามหลักของการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ทั้งนี้ การที่ค่าเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (MOTV - Intercept), ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ATI - Intercept) ตลอดจนสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (INCOMP/MOTV Slope) และสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรรายได้ของผู้ปกครองที่มีต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (INCOMP/ATI Slope) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับนักเรียน พบว่าค่าดังกล่าวข้างต้นมีอิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติ แต่อิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั้น อาจเนื่องมาจากค่าดังกล่าวมีความคลาดเคลื่อนในการทำนายสูง จึงทำให้ผลการทดสอบ t ไม่พบความมีนัยสำคัญ แต่ความแปรปรวนของค่าดังกล่าวระหว่างห้องเรียน กลับมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

2.2 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ สามารถทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ ทั้งในโมเดลการวิเคราะห์ระดับนักเรียน และระดับชั้นเรียน ข้อค้นพบดังกล่าวนี้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.2 ของการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากผลการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับทั้งในระดับนักเรียน (causal micro level) และระดับชั้นเรียน (causal macro level) สามารถคำนวณหาค่า R^2 สำหรับใช้ในการคำนวณตามสูตรของสเปค (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุทั้งสองระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้

2.3 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับสามารถวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อศึกษาผลกระทบทางตรง (direct effect) ผลกระทบทางอ้อม (indirect effect) และผลกระทบรวม (total effects) ได้ทั้งการวิเคราะห์ระดับนักเรียน และระดับชั้นเรียน ข้อค้นพบดังกล่าวนี้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.3 ของการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจาก

สามารถทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ ทั้งในโมเดลการวิเคราะห์ระดับนักเรียนและระดับชั้นเรียน จนได้โมเดลโมเดลสุดท้ายหรือโมเดลแต่งใหม่ (trimmed model) ที่มีลักษณะประหยัดและมีความเหมาะสมที่จะใช้วิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุแต่ละระดับได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการพัฒนาและผลการทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ผู้วิจัยจึงขอเสนอข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับไปใช้

1. เนื่องจากเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็มที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานั้น เป็นเทคนิคที่มีความซับซ้อนในการวิเคราะห์ นับตั้งแต่การเตรียมแฟ้มข้อมูล, ทำการวิเคราะห์หลายครั้งตามจำนวนตัวแปรตามในระบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ซึ่งประกอบด้วยโมเดลเชิงสาเหตุแบบเต็มรูป โมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานทั้งในระดับนักเรียนและระดับชั้นเรียน ตลอดจนโปรแกรมเอชแอลเอ็มไม่สามารถทำการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในกระบวนการวิเคราะห์ด้วยตัวเองได้ ต้องนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปคำนวณด้วยตัวของผู้วิจัยเอง ดังนั้นหากทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิควิธีดังกล่าว ผู้วิจัยจึงควรศึกษาให้เกิดความเข้าใจทั้งในเรื่องการวิเคราะห์พหุระดับ และการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ ตลอดจนหลักการและขั้นตอนของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ทั้งนี้เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ดำเนินไปอย่างถูกต้อง

2. ควรขยายขอบเขตของเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับโดยการนำไปวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับทางมนุษยศาสตร์หรือสาขาอื่น ทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ของผู้วิจัยในการวิเคราะห์ข้อมูล

3. การพิจารณาตัดเส้นทางหรือคงเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ในโมเดลเชิงสาเหตุแต่ละระดับ มีเกณฑ์การพิจารณาบางประการที่แตกต่างจากการวิเคราะห์เชิงสาเหตุทั่วไป ดังนั้น หากทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จึงควรยึดเกณฑ์การพิจารณาตามที่ผู้วิจัยนำเสนอ กล่าวคือ ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ควรตัดเฉพาะเส้นทางที่ทั้งอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ออกจากโมเดลเท่านั้น ส่วนโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน สามารถใช้เกณฑ์การพิจารณาได้เช่นเดียวกับเกณฑ์การพิจารณาของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุที่นิยมวิเคราะห์กันทั่วไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยโดยใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ด้วยการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องมากขึ้นมาจริง มีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น และใช้ตัวแปรจำนวนมากขึ้นในโมเดลการวิเคราะห์แต่ละระดับ ทั้งนี้เพื่อให้ผลการวิจัยมีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น
2. ควรประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ เช่น LISREL มาวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับหรือทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น ๆ เช่น VARCL หรือ ML/2 เป็นต้น
3. ควรทำการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็มกับข้อมูลสามระดับ
4. ควรมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้วิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับได้โดยตรง หรือพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำค่าสถิติจากเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ไปประมวลผลได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง