บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

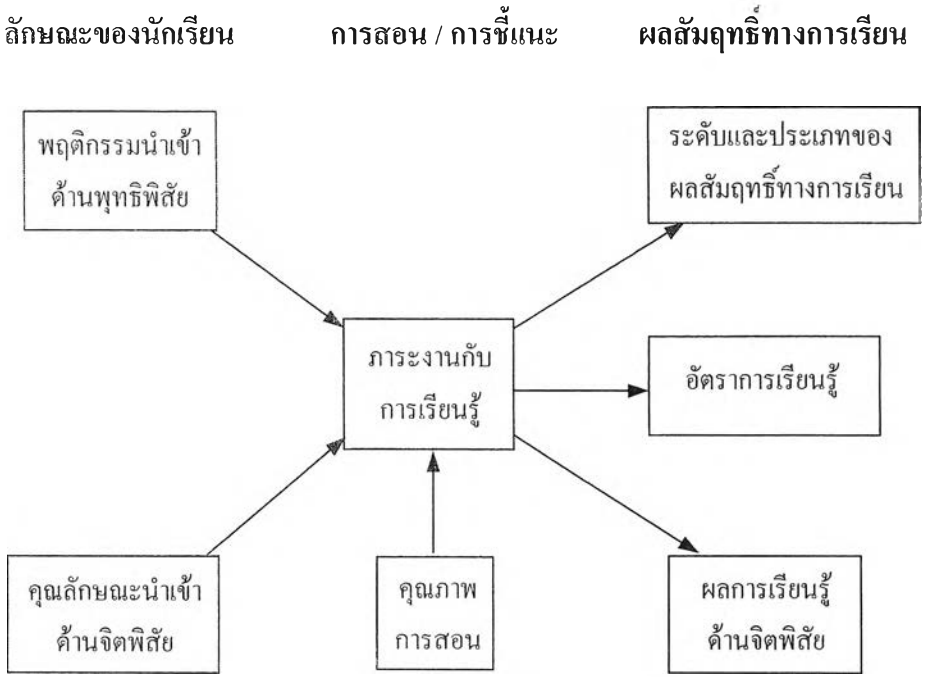
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าโดยแบ่งออกเป็น 7 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตอนที่ 3 โครงการวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติ ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ (multilevel causal analysis) ตอนที่ 5 การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus ตอนที่ 6 การวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับกับการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multilevel causal analysis and multi – group analysis) ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 แนวคิดของบลูม Bloom

แบบการเรียนที่เสนอไว้ของเบนจามิน เอส. บลูม (Bebjamin S. Bloom, 1976) อธิบายถึงตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 2 ตัวแปร คือ 1) ตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมนำเข้าด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความถนัด และความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียน และพฤติกรรมนำเข้าด้านจิตพิสัย ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาและต่อโรงเรียน และมโนมติแห่งตนเอง 2) ตัวแปรด้านการสอน / การชี้แนะ ประกอบด้วย คุณภาพการสอนของครู ได้แก่ การบอกจุดมุ่งหมายทางการเรียน การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การให้ข้อมูลย้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งตัวแปรทั้งสองสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 90 เฉพาะคุณลักษณะของนักเรียนโดยรวมสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 50 และ 25 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวแปรด้านคุณภาพการสอนของครูสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 25 รายละเอียดแสดงดังแผนภาพที่ 2.1

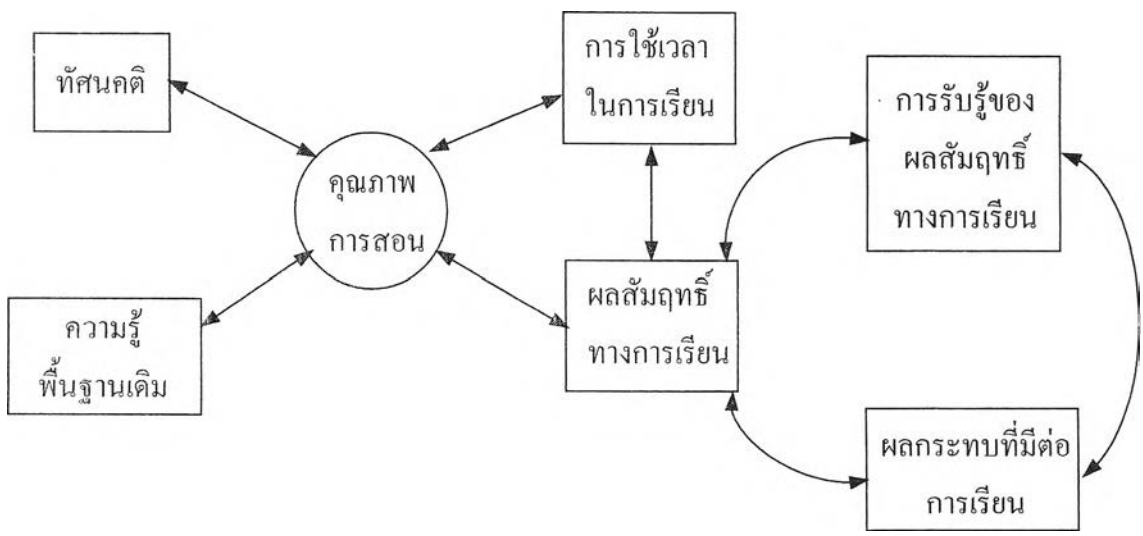
เบนจามิน เอส บลูม (Benjamin S. Bloom, 1976) เสนอรูปแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ไว้ดังนี้



แผนภาพที่ 2.1 แสดงโมเดลรูปแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของบลูม

1.2 แนวคิดของ Noonan และ World

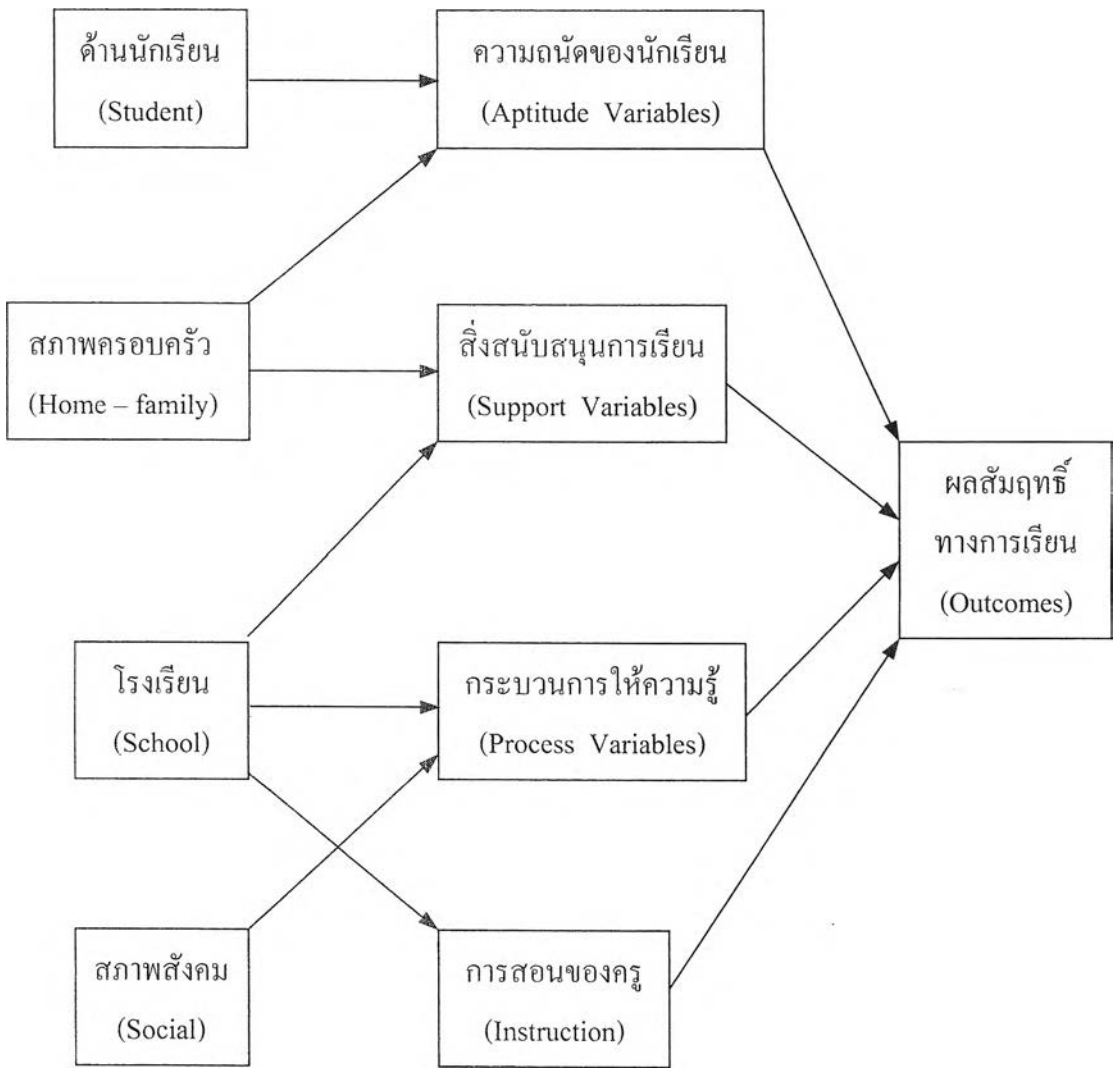
นูแนน และเวิลด์(Noonan and World, 1984 อ้างถึงใน อรวรรณ ณรงค์สรศักดิ์, 2534) ได้เสนอโมเดลแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ดังนี้



แผนภาพที่ 2.2 โมเดลรูปแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ Noonan และ World

1.3 แนวคิดของ Gagne และ Brigge

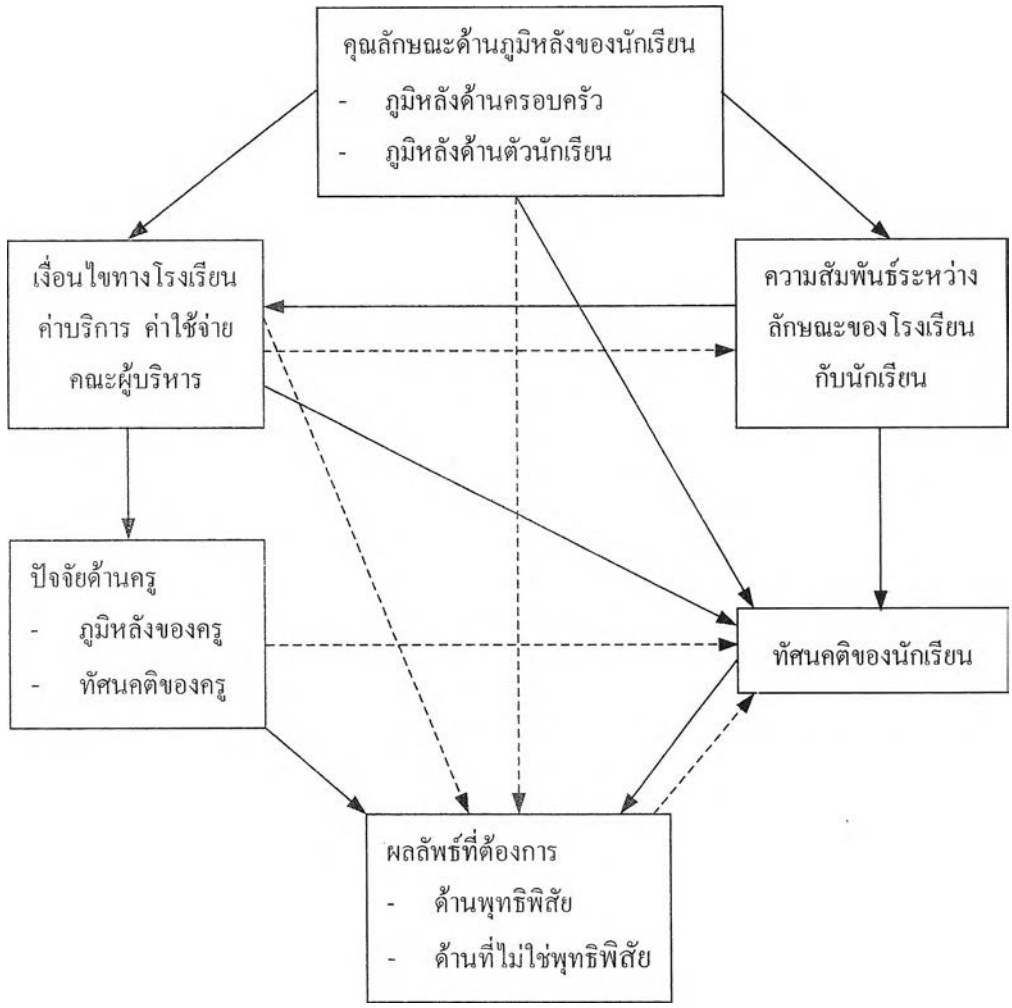
กานเย และบริคส์ (Gagne and Brigge 1979 : 239) ได้เสนอตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้



แผนภาพที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของ Gagne and Brigge

1.4 แนวคิดของ Glasman และ Biniaminov

กลัสแมนและบิเนียมินอฟ (Glasman and Biniaminov, 1981 อ้างถึงใน อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์, 2542) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าด้านต่าง ๆ กับปัจจัยผลลัพธ์ คือ ปัจจัยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และปัจจัยที่ไม่ใช่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่ง กลัสแมนและบิเนียมินอฟ ได้สรุปความสัมพันธ์เป็นโมเดลโครงสร้างดังนี้



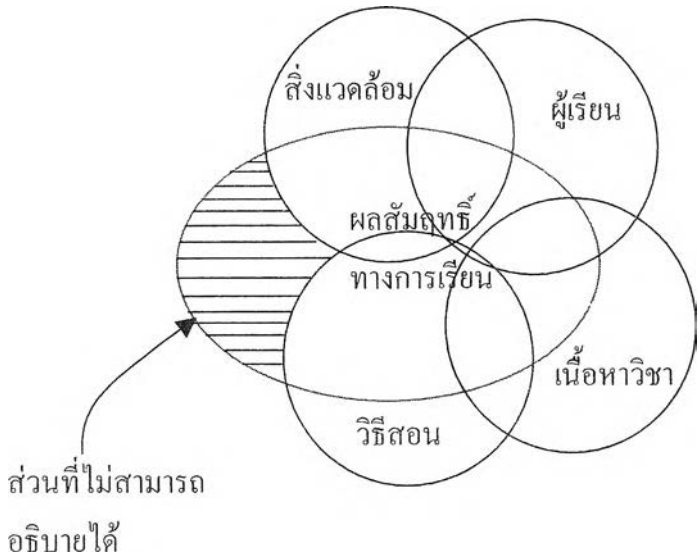
แผนภาพที่ 2.4 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างจากการศึกษาของ Glasman และ Biniaminov

——→ แสดงเส้นทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- - - - - - - - → แสดงเส้นทางอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.5 รูปแบบของ Richey

ริชชีย์ (Richey, 1986) เสนอรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้



แผนภาพที่ 2.5 รูปแบบของริชชีย์ (The Richey Model)

$$Ach. = b_1L + b_2C + b_3E + b_4D + e$$

เมื่อ Ach. คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Achievement)

L คือ ผู้เรียน (Learner)

C คือ เนื้อหาวิชา (Content)

E คือ สิ่งแวดล้อม (Environment)

D คือ วิธีสอน (Delivery)

e คือ ความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้

bi คือ ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ที่เป็นผลจากตัวแปรแต่ละตัว (i = 1 - 4)

จากแผนภาพที่ 2.5 อธิบายได้ว่า ตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน ส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้เป็นผลมาจากความคลาดเคลื่อนในการวัด หรืออาจมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอื่น ๆ อีกที่ยังไม่ได้ศึกษา

ริชชีย์ จำแนกองค์ประกอบของตัวแปรแต่ละด้านไว้ดังนี้

1) ตัวแปรด้านผู้เรียน ประกอบด้วย ลักษณะของผู้เรียน (demographics) ความสามารถของผู้เรียน (capacity) สมรรถภาพ (competence) และเจตคติ (attitude)

2) ตัวแปรด้านเนื้อหาวิชา ประกอบด้วย แบบของงานการเรียนรู้ (type of learning task) เงื่อนไขของการจัดกระทำทางสมอง (mentaloperations required) และปริเขตของเนื้อหาวิชา (subject matter domain)

3) ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ที่ตั้งของโรงเรียน (setting) และบรรยากาศ (climate)

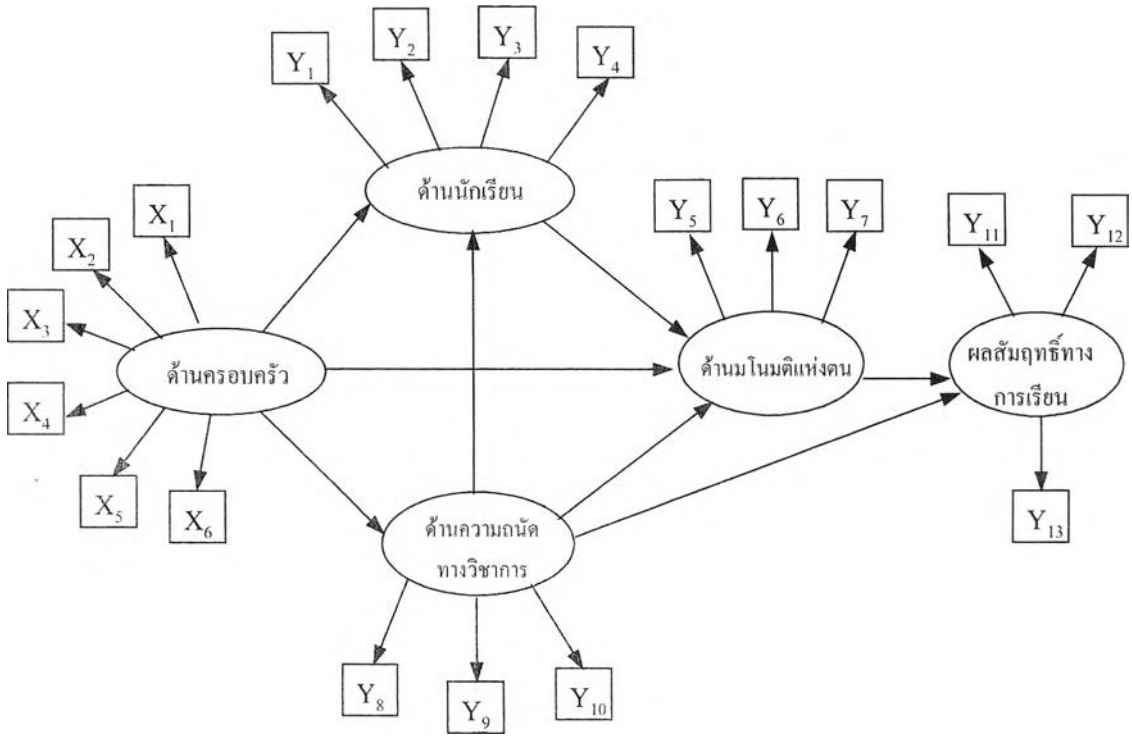
4) ตัวแปรวิธีสอน ประกอบด้วย ขอบเขตของเนื้อหา (scope) ยุทธวิธีการสอน (strategy) การนำเสนอ (presentation) และการจัดลำดับเนื้อหา (sequencing)

องค์ประกอบย่อยของตัวแปรด้านผู้เรียน สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวแปรด้านผู้เรียน	ตัวแปร	ระดับการวัด
ลักษณะของผู้เรียน	อายุ	วัยเด็ก / วัยรุ่น / วัยผู้ใหญ่
	เพศ	ชาย / หญิง
	พื้นฐานทางวัฒนธรรม	ชนชาติ / ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม
ความสามารถของผู้เรียน	เชาว์ปัญญา	ความสามารถทางการพูด / ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ / ความสามารถทางด้านการเรียนรู้
	การพัฒนาทางด้านพุทธิพิสัย	ความชัดเจน – สัญลักษณ์ – การพัฒนารูปแบบการรับรู้
	การพัฒนาทางด้านทักษะพิสัย	การพัฒนาทางด้านการรับรู้ / การพัฒนาทางด้านทักษะ
สมรรถภาพ	ทักษะที่จำเป็น	ทักษะกระบวนการด้านความรู้ / ทักษะพื้นฐาน / ครอบครัว / การใช้เวลาว่าง
	พื้นฐานทางด้านการทดลอง	สังคม - อาชีพและการได้รับการศึกษา
เจตคติ	คุณค่า	อารมณ์สุนทรี / ศีลธรรมและศาสนา / ความสัมพันธ์ภายในโรงเรียน / บุคคล / ที่ทำงาน
		ด้านวิชาการ / บุคคล / ความเชี่ยวชาญ
	มโนมติแห่งตน	บรรลุวัตถุประสงค์ / ความสนใจ / ความมานะ
	ระดับแรงจูงใจ	

1.6 โมเดลผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของ Gonzalez - Pienda และคณะ

Gonzalez - Pienda และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาโมเดลเชิงสาเหตุของปัจจัยด้านครอบครัว ด้านนักเรียน ด้านความถนัดทางด้านวิชาการ และด้านมโนมติแห่งตน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยได้สรุปในรูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนี้



แผนภาพที่ 2.6 แสดงโมเดลสมการโครงสร้างของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากแผนภาพที่ 2.6 แสดงโมเดลเชิงสาเหตุเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยประกอบด้วยตัวแปรแฝง (latent variables) 5 ตัว คือ ด้านครอบครัว วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 6 ตัว คือ x1 = ผลเรียนรู้ที่คาดหวัง x2 = การให้ความช่วยเหลือ x3 = ความเอาใจใส่ x4 = การเสริมแรง x5 = ความพึงพอใจ และ x6 = การสนับสนุนส่งเสริม ด้านนักเรียน วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัว ดังนี้ y1 = ความคาดหวัง y2 = ความเอาใจใส่ y3 = ความสมรรถภาพ และ y4 = เชาว์ปัญญา ด้านมโนมติแห่งตน วัดจากตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัว ดังนี้ y5 = แนวคิดทางคณิตศาสตร์ y6 = ความสามารถทางภาษา y7 = ความสามารถด้านความรู้ความจำ ด้านความถนัด วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัว คือ y8 = ความถนัดทางภาษา y 9 = ความสามารถทางด้านเหตุผล y10 = ความสามารถในการคิดขั้นสูง และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดจากตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัว คือ y11 = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ y12 = ผลสัมฤทธิ์ทางด้านภาษา และ y13 = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านอื่น ๆ ที่เหลือ

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวแปรจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา	ชื่อนักวิจัยที่ศึกษา					
	Bebjamin S. Bloom (1976)	Gagne และ Brigge (1979)	Noonan และ World (1984)	Glasman และคณะฯ (1981)	Richey (1986)	Julio Antio และคณะฯ (2002)
ด้านบริบทของสถานศึกษา	-	✓	-	✓	✓	-
- สิ่งแวดล้อม	-	✓	-	-	✓	-
- สิ่งสนับสนุนการเรียน	-	✓	-	-	-	-
ปัจจัย						
- ด้านนักเรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- ลักษณะของผู้เรียน	✓	✓	-	✓	✓	✓
- ความสามารถหรือความถนัดของนักเรียน	✓	✓	-	-	✓	✓
- สมรรถภาพ	-	-	-	✓	✓	✓
- เจตคติ	✓	✓	✓	-	✓	-
- ด้านครู	-	-	-	✓	-	-
- ภูมิหลังของครู	-	-	-	✓	-	-
- ทัศนคติของครู	-	-	-	✓	-	-
- ด้านโรงเรียน	-	✓	-	✓	-	-
- สภาพครอบครัว	-	✓	-	✓	-	✓
- ภูมิหลังครอบครัว	-	-	-	✓	-	✓
- สภาพสังคม	-	✓	--		-	-
กระบวนการ						
- วิธีสอน / การชี้แนะ	-	✓	-	-	✓	-
- เนื้อหาวิชา	-	-	-	-	✓	-
- คุณภาพการสอน	✓	-	✓	-	-	-
- กระบวนการให้ความรู้	✓	✓	-	-	-	-
ผลผลิต						
- ด้านพุทธิพิสัย	-	-	-	✓	-	-
- ด้านที่ไม่ใช่พุทธิพิสัย	-	-	-	✓	-	-
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	✓	✓	✓	-	✓	✓

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ ปัจจัย ทั้งที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและไม่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาสอดคล้องกับทฤษฎีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักการศึกษา ซึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ศึกษาในประเทศไทยสามารถสรุปได้ดังนี้

จันทร์เพ็ญ ธนาศุภกรกุล (2526) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 580 คน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.41

ปาจรีย์ วัชชวัลคุ (2527) ได้ทำวิจัยเรื่อง อิทธิพลขององค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 617 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ (-.12 และ .00008) คุณภาพการสอน (-.06 และ .06) มโนมติแห่งตน (.07 และ .02) และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (.07 และ .05) ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิม (.32) ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว (-.07) ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (.02) ความถนัดทางการเรียน (.13) และฐานะทางเศรษฐกิจ (.02)

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2528) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยองค์ประกอบบางประการของตัวนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร ได้แก่ ความสามารถทางด้านการคำนวณ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นิสัยการเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 550 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความถนัดทางด้านการคำนวณ (r = .69) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (r = .68) นิสัยการเรียน (r = .28) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (r = .48) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับตัวแปรที่ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดคือความสามารถทางด้านการคำนวณ (B = .62) รองลงมาคือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (B = .39) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (B = .08) และนิสัยในการเรียน (B = .20) ตามลำดับ

อุทัย ตั้งคำ (2528) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสถานภาพส่วนตัวนักเรียน สภาพแวดล้อมทางบ้านและโรงเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตกรุงเทพฯ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 604 คน พบว่า สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างสถานภาพส่วนตัวนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .6045 และตัวทำนายที่มีนัยสำคัญมี 3 ตัว คือ ความรู้พื้นฐาน(.4903) เชาว์ปัญญา (.1614) และแบบการเรียนแบบร่วมมือ (-.0781) สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างสภาพแวดล้อมทางบ้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .1419 และตัวทำนายที่มีนัยสำคัญทางสถิติคือ ฐานะทางเศรษฐกิจ(-.0852) สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .1722 และตัวทำนายที่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้อำนวยการโรงเรียน (.1465)

จันทนีย์ กาญจนโรจน์ (2529) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างภูมิหลังทางครอบครัวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดชลบุรี จำนวน 200 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือระดับการศึกษาของมารดา อาชีพของมารดา ที่อยู่อาศัยของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง ความคาดหวังของบิดามารดาหรือผู้ปกครองต่อการทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน การเสริมทักษะและการให้ความรู้เพิ่มเติมทางคณิตศาสตร์ของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง และการให้การสนับสนุนและการเสริมกำลังใจนักเรียน เมื่อพิจารณาขนาดของความสัมพันธ์วัดในรูปค่าสัมประสิทธิ์การณ์จร(contingency coefficient : C) พบว่า ขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างภูมิหลังกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีค่ามากที่สุด คือ ที่อยู่อาศัยของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง (C = .34) รองลงมา คือ การให้การสนับสนุนและเสริมกำลังใจ (C = .33) และการติดตามผลการเรียนของผู้ปกครอง (C = .32)

นิตยา ใจตาบ (2529) ศึกษาความสัมพันธ์เชิงคาโนนิคอลระหว่างองค์ประกอบด้านลักษณะของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางโรงเรียน และสภาพแวดล้อมทางบ้านกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนรัฐบาลกรุงเทพมหานคร โดยศึกษากับนักเรียนจำนวน 450 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิม (r = .53) ทัศนคติต่อการเรียนด้านการยอมรับต่อครู (r = .15) ทัศนคติต่อการเรียนด้านการยอมรับคุณค่าทางการศึกษา (r = .26) ความสนใจในการเรียนด้านความสนใจในชั่วโมงเรียน (r = .24) ความสนใจในการเรียนด้านการทบทวนบทเรียน (r = .09) และคุณภาพการสอน (r = .15) ตัวทำนายที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุดในการอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ ความรู้พื้นฐานเดิม (r = .53)

ชิสา ศาสตรี (2532) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพของครูคณิตศาสตร์ตามการรับรู้ของตนเอง เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นครูคณิตศาสตร์จำนวน 35 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1,220 คน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.44

ประเสริฐ เตชะนาราเกียรติ (2532) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านนักเรียน องค์ประกอบด้านครู สภาพแวดล้อมทางบ้าน และสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 649 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรความรู้พื้นฐานเดิม (r = .59) ประสบการณ์สอนของครู (r = .53) ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร(r = .51) เชาว์ปัญญา (r = .47) รายได้ของผู้ปกครอง (r = .46) ขนาดของโรงเรียน (r = .45) อาชีพของผู้ปกครอง (r = .31) การใช้สื่อการสอน (r = .27) ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (r = .21) จำนวนที่ครูสอนใน 1 สัปดาห์ (r = .17) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (r = .13) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วราพร ขาวสุทธิ์ (2533) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาองค์ประกอบคัดสรรทางด้านจิตพิสัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 367 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 252 คน ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบคัดสรรทางด้านจิตพิสัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นดังนี้ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์(.22) ความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์(.13) แรงจูงใจ(.15) ความวิตกกังวล(-.12) และมโนมติแห่งตน(.15) สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ส่วนตัวแปรด้านแรงจูงใจ (.11) สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะเห็นได้ว่าตัวแปรด้านแรงจูงใจ ความวิตกกังวล และมโนมติแห่งตนสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ระดับ

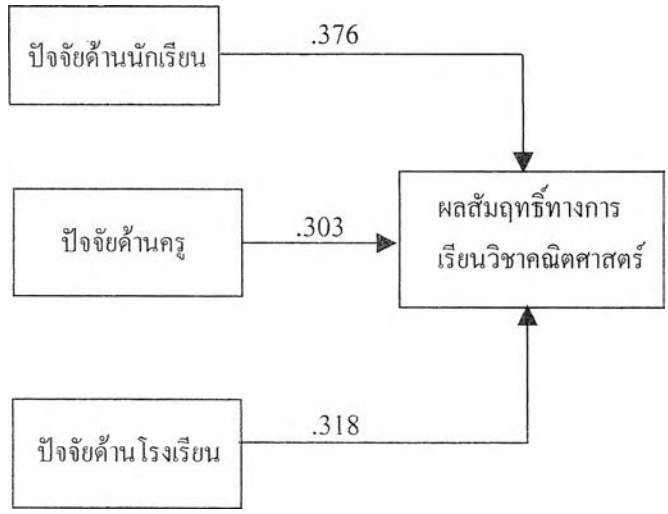
ประกายศรี แคนทอง (2534) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเลี้ยงดูและมีภูมิหลังทางการศึกษาของผู้ปกครองแตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 644 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเลี้ยงดูแตกต่างกัน มีภูมิหลังด้านการศึกษาของผู้ปกครองแตกต่างกัน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่

ระดับ .05 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูและภูมิหลังด้านการศึกษาของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทวี บุญช่วย (2534) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้านความรู้พื้นฐานพฤติกรรมการเรียน พฤติกรรมการสอน และเจตคติ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการสร้างเป็นสมการถดถอย การวิเคราะห์แยกเป็นนักเรียนโควตา นักเรียนจับสลาก และนักเรียนสอบคัดเลือก อีกทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มโควตา กลุ่มจับสลาก และกลุ่มสอบคัดเลือก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และปีที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1,410 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้พื้นฐาน พฤติกรรมการเรียน พฤติกรรมการสอน และเจตคติของนักเรียนโควตา นักเรียนจับสลาก และกลุ่มสอบคัดเลือก มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้ ความรู้พื้นฐานของนักเรียนโควตา (r = .52) พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนโควตา (r = .32) พฤติกรรมการสอนสำหรับนักเรียนโควตา (r = .36) เจตคติของนักเรียนโควตา (r = .32) ความรู้พื้นฐานของนักเรียนจับสลาก (r = .48) พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนจับสลาก (r = .34) พฤติกรรมการสอนสำหรับนักเรียนจับสลาก (r = .20) เจตคติของนักเรียนจับสลาก (r = .32) ความรู้พื้นฐานขอนักเรียนสอบคัดเลือก (r = .35) พฤติกรรมการสอนสำหรับนักเรียนสอบคัดเลือก (r = .29) พฤติกรรมการสอนสำหรับนักเรียนสอบคัดเลือก (r = .16) เจตคติของนักเรียนสอบคัดเลือก (r = .31) และตัวแปรดังกล่าวสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนจับฉลาก และนักเรียนสอบคัดเลือกสูงกว่านักเรียนโควตา ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนจับฉลากและนักเรียนสอบคัดเลือกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

รัตนา เมืองขวา (2536) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในองค์ประกอบด้านความสนใจของนักเรียน สภาพการเรียน ความรู้สึกที่มีต่อโรงเรียน ความสัมพันธ์กับเพื่อน ความเอาใจใส่ของครู เศรษฐกิจฐานะทางสังคม ที่อยู่อาศัย ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์กับพี่น้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้ง 5 วิชา และศึกษาหาตัวแปรในองค์ประกอบทั้ง 10 ด้าน ที่เป็นตัวพยากรณ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมอดินแดง มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2533 จำนวน 131 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสนใจของนักเรียน (.39) สภาพการเรียน(.16) ความรู้สึกที่มีต่อโรงเรียน (-.09) ความสัมพันธ์กับเพื่อน (.28) ความเอาใจใส่ของครู (.17) เศรษฐกิจ (.54) ฐานะทางสังคม (.21) ที่อยู่อาศัย (.40) ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง (.20) ความสัมพันธ์กับพี่น้อง (.15) เมื่อทำการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณพบว่า ตัวแปรในองค์ประกอบทั้ง 10 ด้านสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 38.02

นิตยา เหมือดไธสง (2543) ได้ทำการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการส่งอิทธิพลผ่านตัวกลางเชิงสาเหตุของปัจจัยด้านนักเรียน ด้านครู และด้านโรงเรียนไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์ LISREL งานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิตและระดับปริญญามหาบัณฑิตจำนวน 197 เล่ม พิมพ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 - 2541 ประกอบด้วยงานวิจัยเชิงทดลองจำนวน 162 เล่ม และงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์จำนวน 288 ค่า ประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยด้านนักเรียน 85 ค่า ด้านครู 188 ค่า และด้านโรงเรียน 15 ค่า ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงสุด คือ ปัจจัยด้านนักเรียน(.376) รองลงมาได้แก่โรงเรียน (.318) และปัจจัยด้านครู (.303) ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังแผนภาพที่ 2.7

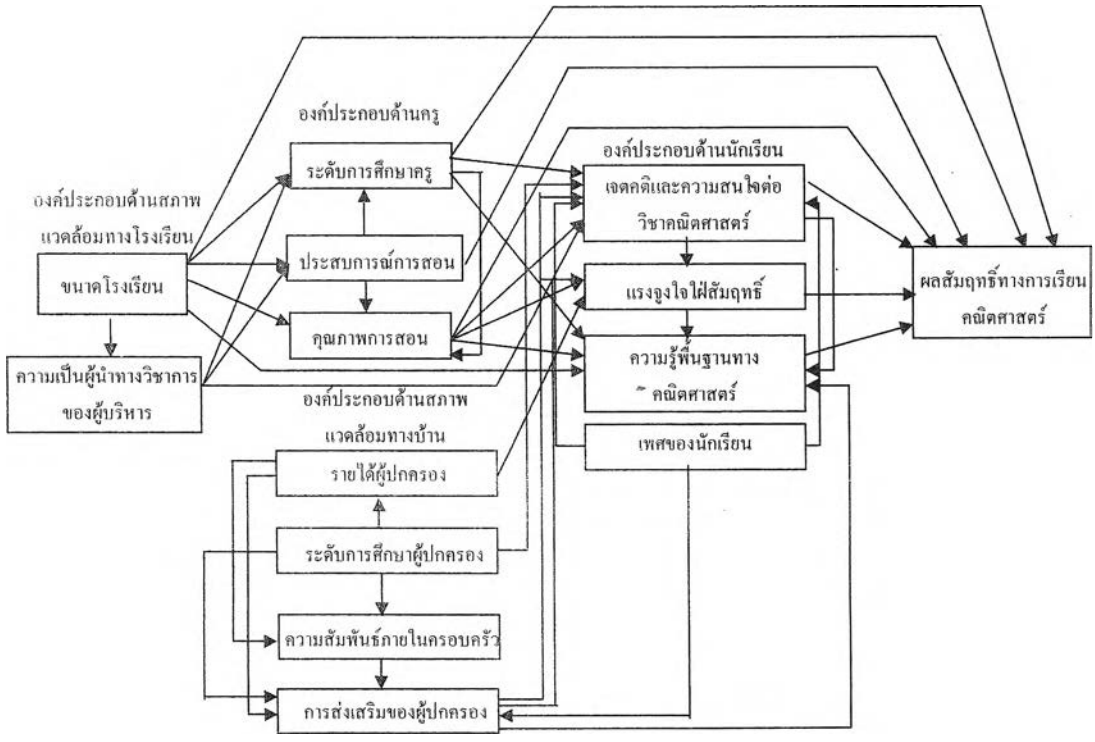


แผนภาพที่ 2.7 ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นริศรา อุปกูล (2538) ได้ศึกษาเรื่อง องค์ประกอบเชิงสาเหตุด้านนักเรียน แบบการคิดคุณภาพการสอนที่มีต่อความมั่นใจในการตอบแบบสอบถามแบบเลือกตอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 381 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างจากนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานครในปีการศึกษา 2538 ผลวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้แก่ ความมั่นใจในการตอบแบบสอบถาม (0.1983) ส่วนตัวแปรการรับรู้คุณภาพการสอน (0.0532) เพศหญิง (-0.0437) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (0.0295) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (0.0252) มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จึงได้แก่ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ (0.5893) แบบการคิด (0.156) และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ (0.0252)

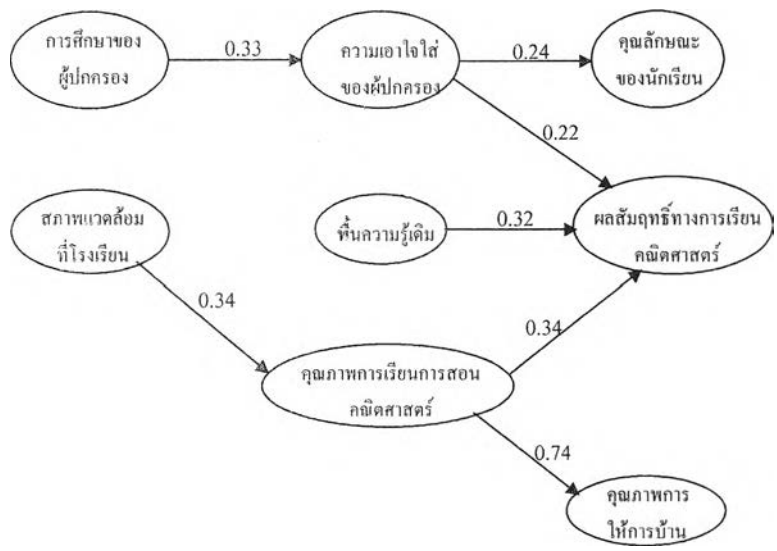
สรายุทธ์ เศรษฐขจร (2539) ได้ศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยการวิเคราะห์อภิมานด้วยวิธีของ Glass โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นรายงานการวิจัยที่ทำขึ้นในระหว่าง ปี พ.ศ. 2527 – 2536 จำนวน 226 เรื่อง เป็นงานวิจัยเชิงทดลองจำนวน 133 เรื่อง และเป็นงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์จำนวน 87 เรื่อง ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านนักเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สูงสุด (.367) รองลงมาคือ ปัจจัยด้านการจัดการเรียนการสอน (.362) ปัจจัยด้านครูผู้สอน (.314) และปัจจัยด้านโรงเรียน (.311) ตามลำดับ

สุนันทา ประไพตระกูล (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรคัดสรรกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยสรุปว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง และเพศของนักเรียน โดยเพศของนักเรียนส่งผลทางอ้อมเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ คุณภาพการสอน ขนาดของโรงเรียน ระดับการศึกษาของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ และประสบการณ์การสอน โดยขนาดของโรงเรียนส่งผลทางตรงเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังแผนภาพที่ 2.8



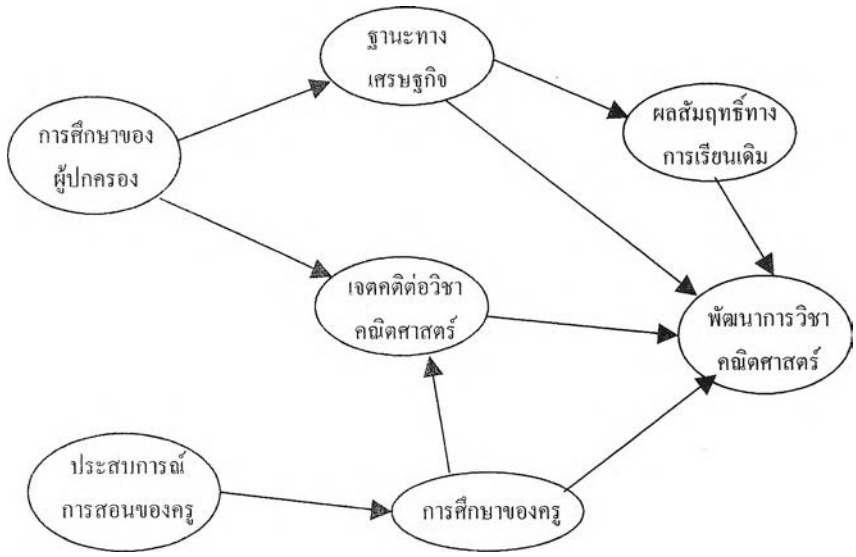
แผนภาพที่ 2.8 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

อรวรรณ ณรงค์สรศักดิ์ (2533) ได้ศึกษาผลของการให้การบ้านที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,160 คน หญิง 116 คน ผู้บริหาร 116 คน และผู้ปกครอง 1,160 คน ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ คุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (0.34) พื้นความรู้เดิม (0.32) ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง (0.22) ส่วนสภาพแวดล้อมในโรงเรียน (0.11) และการศึกษาของผู้ปกครอง (0.07) ส่งผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังแผนภาพที่ 2.9



แผนภาพที่ 2.9 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์ (2547) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 334 คน ครูจำนวน 11 คน ผลการวิจัยพบว่า พัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางตรงจากฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปกครองสูงสุด รองลงมาคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม การศึกษาของครูผู้สอน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากการศึกษาของผู้ปกครองสูงสุด โดยส่งผ่านฐานะทางเศรษฐกิจและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ฐานะทางเศรษฐกิจส่งผ่านทางผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมและการศึกษาของครู โดยส่งผ่านเจตคติ ดังแผนภาพที่ 2.10



แผนภาพที่ 2.10 แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

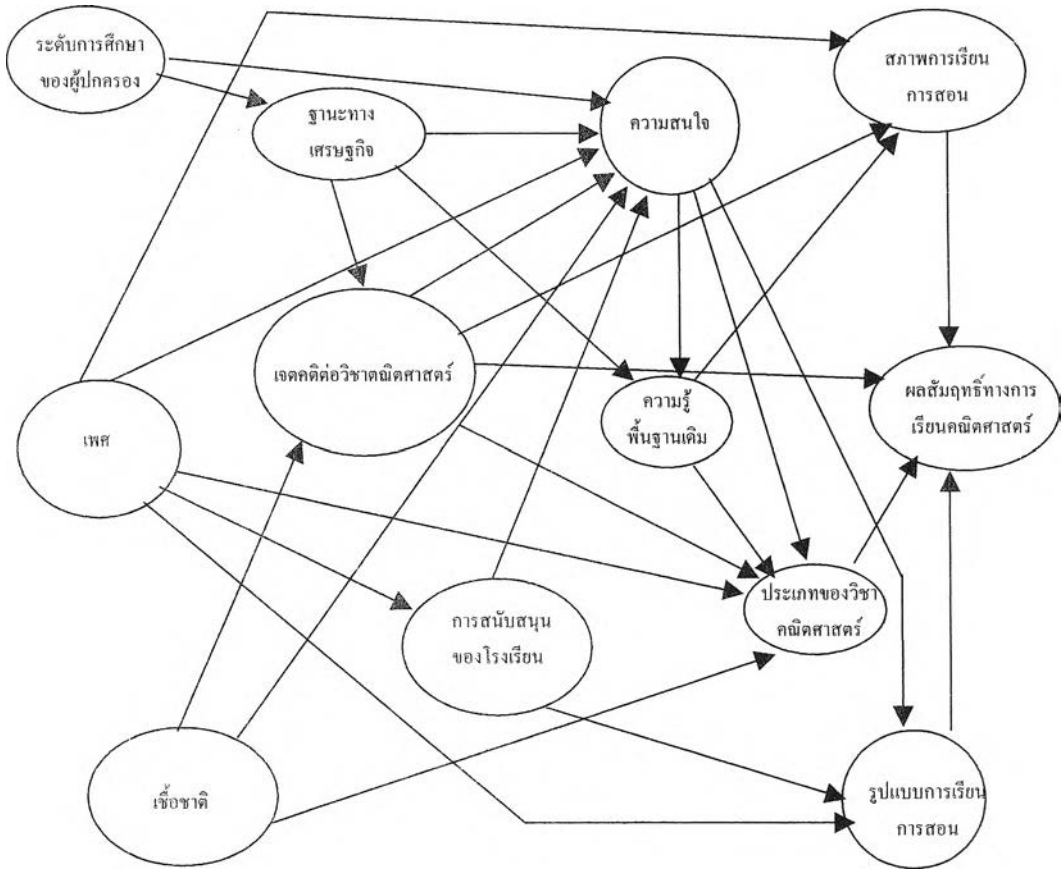
สสวท. (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ข้อค้นพบจากการวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS - R) จากนักเรียนจำนวน 6,802 ครู 181 คน และผู้บริหาร 181 คน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ระดับการศึกษาของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามสังกัด ขนาดโรงเรียน ภูมิภาค เขตการศึกษา และเพศของนักเรียน พบว่า สังกัด ขนาดโรงเรียน ภูมิภาค เขตการศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ขาดแคลนวัสดุ – อุปกรณ์การทดลองมากที่สุด ฐานะทางเศรษฐกิจมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การลงทุนทางการศึกษาของประเทศไทยอยู่ในระดับต่ำ เพราะลงทุนทางการศึกษามากกว่า 2 ประเทศเท่านั้น คือ สูงกว่าฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับนานาชาติพบว่า ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 467 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ (487 คะแนน) และจัดอยู่ในอันดับที่ 27 จากประเทศที่เข้าร่วมดำเนินการวิจัยทั้งหมด 38 ประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ สามารถสรุปได้ดังนี้

Endsley (1984) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพีชคณิตของนักเรียนเกรด 9 ใน โรงเรียนเซอรีครีด ในอิงเกิลวูด รัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนหญิงทำคะแนนได้สูงกว่านักเรียนชาย เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพีชคณิตของนักเรียน โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนสูงความสัมพันธ์ของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพีชคณิต ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพีชคณิต

Schieffele และ Csikszentmihalyi (1995) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 จากโรงเรียนมัธยมในเมืองชิคาโก 2 โรงเรียน จำนวน 108 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิชาต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านเกรดและด้านระดับหลักสูตร (course level) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ความสนใจทางคณิตศาสตร์ (r = .32, r = .34) ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านระดับหลักสูตร (course level) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (r = .28)

Hagedorn, Siadat และคณะ (1999) ได้ศึกษาความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในวิทยาลัยเป็นการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อนที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างมาจากองค์กรกลางการประเมินผลการเรียนของนักเรียนหลังจบมัธยมศึกษา (The National Center on Postsecondary Learning and Assessment ,NCTLA) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จาก 23 วิทยาลัยและมหาวิทยาลัยใน 16 รัฐของสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า (r = กลุ่มอ่อน(Remedial), nr = กลุ่มเก่ง (Non Remedial)) เพศ (r = -.0073, nr =.0033) เชื้อชาติ (r =-.1536, nr = -.1785*) การศึกษาของผู้ปกครอง (r =.0158, nr =.0188*) ฐานะทางเศรษฐกิจ (r = .0384, nr =.0427*) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (r=.2597*, nr=.2861*) การให้การสนับสนุนของโรงเรียน (r=.0005,nr = -.0018) นิสัยการเรียน (r=.0050, nr = -.0020) ความรู้พื้นฐานเดิม (r=-.0091, nr=.62) สภาพการจัดการเรียนการสอน (r=-.0012, nr=.0048) ประเภทของวิชาคณิตศาสตร์ (r=.1100*, nr=.1100*) และรูปแบบการเรียนการสอน (r= -.0023, nr=-.0023) ดังแผนภาพที่ 2.11



แผนภาพที่ 2.11 ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Baker และคณะ (2001) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสะท้อนของการศึกษา (Shadow education) ทั่วโลก จากการศึกษาคุณภาพการเรียนของโรงเรียนทั่วโลก เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนานาชาติ โดยใช้ข้อมูลจากการวิจัยและประเมินผลนานาชาติวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 1994 – 1995 (TIMSS) เป็นนักเรียนเกรด 7–8 จาก 41 ประเทศที่เข้าร่วม ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ส่งผลตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้แก่ ชั่วโมงในการสอน (r = .23) กลวิธีที่ใช้สอน (r = .44) ความรู้พื้นฐานเดิม (r = .53) และความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ (r = .38)

Dieter, Schonwetter และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ของครอบครัวและความแตกต่างของนักเรียน พฤติกรรมการสอนของครูที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษากับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยที่อยู่ตอนกลางภาคตะวันตกของสหรัฐอเมริกาจำนวน 285 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรด้านนักเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ เพศ (.094) ความวิตกกังวล (-0.213*) การรับรู้ภายในบุคคล (-.022) ความรู้พื้นฐานเดิม (.326*) ตัวแปรด้านพฤติกรรมการสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ สถาบันหรือคณะ (.273*) การสนับสนุนหรือการกระตุ้น (-.019)

Antonio, Pienda และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาการโมเดลสมการโครงสร้างอิทธิพลของความสัมพันธ์ด้านครอบครัว ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ด้านความถนัดและด้านนักเรียน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ศึกษาในกลุ่มเด็กอายุ 12 –18 ปี โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 261 คน จากทุกระดับการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของครอบครัวมีความสัมพันธ์ทางอ้อมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (r = .47**) ตัวแปรลักษณะบุคคล (r = .07) มโนมติแห่งตน (r =.71) และตัวแปรความถนัดแต่ละบุคคล (r =.54)

จากรายงานการวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 สรุปผลการวิจัยปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัย / ผู้ศึกษา	จันทร์เพ็ญ 2525	ปาจรีย์ 2527	ไมตรี 2527	Clenn 1984	อุทัย 2528	จันทนีย์ 2529	นิตยา 2529	เฉลียว 2531	ประเสริฐ 2532	มนูญ 2532	ชิสา 2532	วราภรณ์ 25333	ทวี 2534	Hagedorn 1999	Baker P. 2001	สุนันทา 2535	วราภรณ์ 2536	รัตนา 2536	นริศรา 2538	สรายุทธ์ 2539	Schiefele 1995	Dieter 2002	อรวรรณ 2533	นิตยา 2543	สสวท. 2545	Julio 2002	รวม
1. ปัจจัยด้านนักเรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	R= .19	✓	✓	.37	✓	✓	✓	.37	✓	✓	26
1.1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	-	R= .02	β= .08 r = .48**	-	-	-	-	-	R= .11	R= .48 β= .49	IE= .02	R= .15	R = .32 R = .32 R = .31	-	-	DE= .23 IE=. 08	R= .26	-	IE= .03	-	R = .28	-	-	-	-	-	11
1.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	R=. 41	DE= .07 IE= .05	R= .68**		-	-	-	R= .41	R=. 13	R=. 14 β= .03	R= .44	R= .22	-	-	-	DE= .08 IE= .14	-	-	DE= .03	-	R =..32	-	-	-		R= .47	12
1.3 ความวิตกกังวล	-	-	-	-	-	-	-	R=.01 β=.07	-	-	-	R= -.12	-	-	-		-	-		-	-	R= -.21	-	-	-	-	3
1.4 ความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์	-	-	-	-	-	-	R= .24**	-	-	-	-	R= .13	-	-	R =.38	-	-	R= .39		--	R = .34	-	-	-	-	-	5
1.5 ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	-	R= .07	-	-	-	-	R= .26**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	2
1.6 มโนมติแห่งตน	-	R= .07	-	-	-	-	-	-	-	-	DE= .07 IE= .02	R= .15	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	✓	R=. 71	5
1.7 เพศ	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R=-.007 Nr =-.003	-	IE= -.01	-	-	DE= -.04	-	-	R= .09	-	-	✓	-	5
1.8 เชื้อชาติ/ชนชาติ														R=-.15 Nr =-.18													1

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัย	จันทร์เพ็ญ 2525	ปาจรีย์ 2527	ไมตรี 2527	Clenn 1984	อุทัย 2528	จันทนีย์ 2529	นิตยา 2529	เฉลียว 2531	ประเสริฐ 2532	มนัญ 2532	ชิสา 2532	วราภรณ์ 25333	ทวี 2534	Hagedorn 1999	Baker P. 2001	สุนันทา 2535	วราภรณ์ 2536	รัตนา 2536	นริศรา 2538	สรายุทธ์ 2539	Schieffele 1995	Dicter 2002	อรวรรณ 2533	นิตยา 2543	สสวท. 2545	Julio 2002	รวม
1.9 ความรู้พื้นฐานเดิม	-	DE= .32		-	β= .49**	-	R= .53**	R= .78	R .59**	-	-	-	R= .52 R= .48 R= .35	R= -.009 Nr= -.62	R= .53	DE= .22	-	-	IE= .03	-	-	R= .326	R= .32	-	-	-	11
1.10 ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์	-	IE= .13	R= .69** β= .62	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DE= .30 IE= .59	-	-	-	-	-	-	DE= .30 IE= .04	4
1.11 เชาว์ปัญญา	-	-		-	β= .16**	-	-	-	R= .47	-	-	-	-	R= .27	-	-	R= .48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
1.12 พฤติกรรมการเรียน	-	-	R= .28** β= .20	-	-	-	R= .09**	R= .30	-	-	-	-	R= .32 R= .34 R= .29	R= .005 Nr= -.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
1.13 ความสัมพันธ์กับเพื่อน	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .28	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2. ปัจจัยด้านครอบครัว	-	✓				✓			✓					✓		✓	✓	✓							✓		8
2.1 รายได้ผู้ปกครอง	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .46**	-	-	-	-	R= .038 Nr= .042	-	IE= .05	R= .46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4

ตารางที่ 2 (ต่อ)

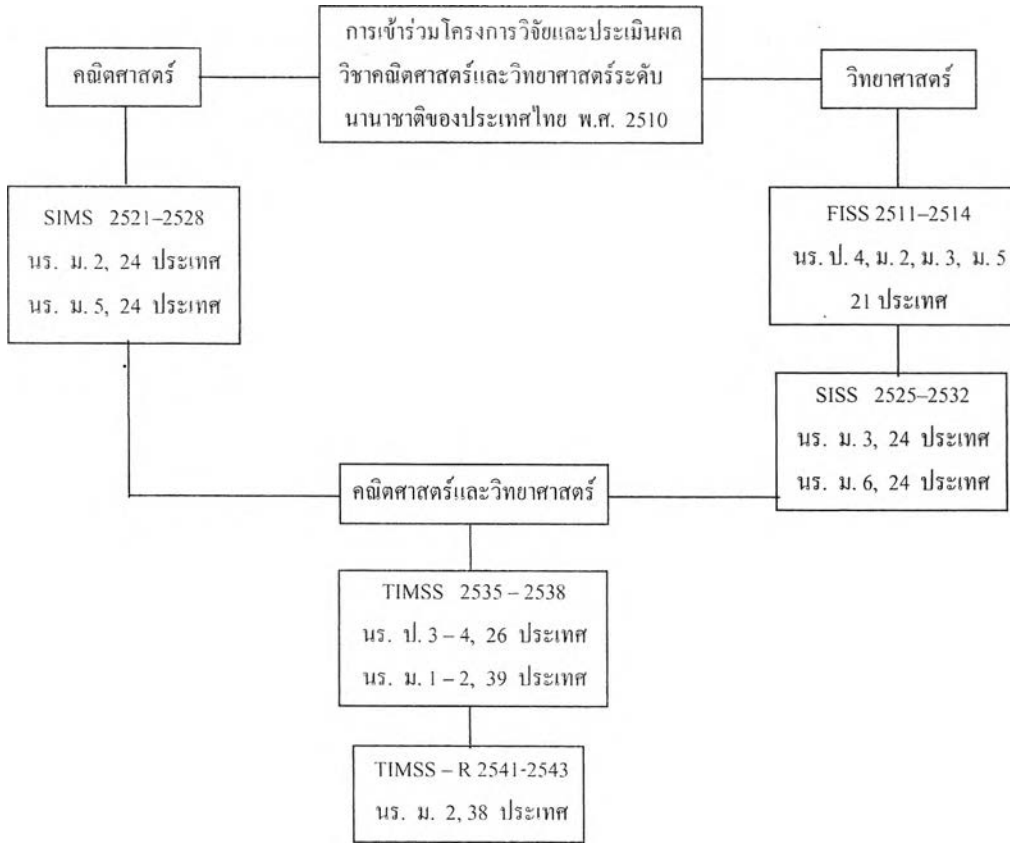
ปัจจัย / ผู้ศึกษา	จันทร์เพ็ญ 2525	ปาจรีย์ 2527	ไมตรี 2527	Clenn 1984	อุทัย 2528	จันทนี 2529	นิตยา 2529	เฉลียว 2531	ประเสริฐ 2532	มนูญ 2532	ชิสา 2532	วรากรณ์ 25333	ทวี 2534	Hagedorn 1999	Baker P. 2001	สุนันทา 2535	วรากรณ์ 2536	รัตนา 2536	นริศรา 2538	สรายุทธ์ 2539	Schielfele 1995	Dieter 2002	อรวรรณ 2533	นิตยา 2543	สสวท. 2545	Julio 2002	รวม
2.2 ฐานะทางเศรษฐกิจ	-	R= .02	-	-	-	C= .34**	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	R= .54 R= .21	-	-	-	-	-	-	✓	-	4
2.3 การให้ความรู้เพิ่มเติมทางคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	1
2.4 การสนับสนุนและเสริมกำลังใจ	-	-	-	-	-	c= .33**	-	-	-	-	-	-	-	R=-.00 r=-.001	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
2.5 ความคาดหวังของผู้ปกครอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	1
2.6 การเอาใจใส่ของผู้ปกครอง	-	-	-	-	-	c= .32**	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	R= .20	-	-	-	-	-	-	-	-	2
2.7 ที่อยู่อาศัยของผู้ปกครอง	-	-	-	-	-	c= -.08**	-	-	R= .09	-	-	-	-	-	-		-	R= .40	-		-	-	R= .22	-	-	-	3
2.8 ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .21	-	-	-	-	R=.015 Nr=.018	-	IE= .05	R = .22	-	-		-	-	-	-	✓	-	5
2.9 อาชีพของผู้ปกครอง	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	✓	-	2
2.10 ความสัมพันธ์ในครอบครัว	-	R= -.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .15	-		-	-	-	-	-	IE= .02	3
3. ปัจจัยด้านครู	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	✓	-	.31	-	-	.15	.30	✓	-	11
3.1 ระดับการศึกษาครู	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DE= .12 IE= .27	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	2

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัย \ ผู้ศึกษา	จันทร์เพ็ญ 2525	ปาจรีย์ 2527	ไมตรี 2527	Clenn 1984	อุทัย 2528	จันทนีย์ 2529	นิตยา 2529	เฉลียว 2531	ประเสริฐ 2532	มนูญ 2532	ชิสา 2532	วราภรณ์ 25333	ทวี 2534	Hagedorn 1999	Baker P. 2001	สุนันทา 2535	วราภรณ์ 2536	รัตนา 2536	นริศรา 2538	สรายุทธ์ 2539	Schieffele 1995	Dieter 2002	อรวรรร 2533	นิตยา 2543	สสวท. 2545	Julio 2002	รวม
3.2 ประสบการณ์การสอน	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .53**	-	-	-	-	-	-	DE= IS IE= .07	R= .70	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	4
3.3 คุณภาพการสอน	-	DE= -.06 IE= -.06	-	-	-	-	R= .15**	-	-	-	-	-	-	R=-.00 Nr =.004	--	DE= .40 IE= .31	-	-	-	-	-	-	R= .34	-	-	-	4
3.4 การใช้สื่อการสอน	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	2
3.5 จำนวนคาบที่สอน	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .17	-	-	-	-	-	R= .23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	3
3.6 ความเอาใจใส่ของครู	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .07	-	-	-	-	-	-	✓	-	2
3.7 สภาพการจัดการเรียนการสอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R= -.002 Nr = -.002	R= .44	-	-	R= .16	-	-	-	-	-	-	R= .28	-	4
4. ด้านโรงเรียน	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	.31	-	-	.29	.31	-	-	9
4.1 ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของผู้บริหาร	-	R= -.14 DE= -.12	-	-	B= .14**	-	-	-	R= .51**	-	-	-	-	-	-	IE= .36	R = .55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
4.2 ขนาดโรงเรียน	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .45**	-	-	-	-	-	-	DE= .10 IE= .47	R = .43	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	4
4.3 ที่ตั้งของโรงเรียน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	1
4.4 สภาพแวดล้อมที่โรงเรียน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R= .11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

ตอนที่ 3 โครงการวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติ

ประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกของสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Education Achievement หรือ IEA) เมื่อปี พ. ศ. 2510 และได้ร่วมดำเนินงานโครงการวิจัยระดับนานาชาติในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์กับ IEA มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 โดยจัดทำโครงการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 (The First International Science Study หรือ FISS) ต่อมาในปี พ.ศ. 2521 ได้ดำเนินงานโครงการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติวิชาคณิตศาสตร์ครั้งที่ 2 (The Second International Mathematics Study หรือ SIMS) และในปี พ.ศ. 2524 ได้จัดทำโครงการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 (The Second International Science Study หรือ SIMS) และในปี พ.ศ. 2535 สมาคม IEA ได้รวมการศึกษาวิจัยวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกันเป็นโครงการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 (The Third International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ได้ร่วมจัดทำโครงการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (The Third International Mathematics and Science Study Repeat หรือ TIMSS–R) เมื่อปี พ.ศ. 2542 เป็นการดำเนินงานของหน่วยงานในประเทศไทย คือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กับ IEA ได้ดำเนินงานไปแล้ว 5 ครั้ง ดังแผนภาพที่ 2.12



แผนภาพที่ 2.12 แสดงการดำเนินงานของหน่วยงานในประเทศไทยกับ IEA

การวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติครั้งที่ 3 (TIMSS) พ.ศ. 2535

จากการเข้าร่วมการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติครั้งที่ 3 (TIMSS) ในปี พ.ศ. 2535 ของประเทศไทย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ของกลุ่มประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมระดับนานาชาติ ประกอบด้วยประเทศ แคนาดา ลัตเวีย สกอตแลนด์ อังกฤษ ไทย นิวซีแลนด์ ไซปรัส กรีซ โปรตุเกส นอร์เวย์ ไอร์แลนด์ อิหร่าน คูเวต ฮังการี และอิสราเอล และพบว่า ประเทศที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดทั้งวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 คือ เกาหลีใต้ และในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คือ สิงคโปร์และเกาหลีใต้

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 พบว่า ประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ ประเทศในกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยนี้ประกอบด้วย สิงคโปร์ เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น ฮ่องกง เบลเยียม สาธารณรัฐเชก เนเธอร์แลนด์ บัลกาเรีย ออสเตรีย สาธารณรัฐสโลวัก สวิตเซอร์แลนด์ ฮังการี รัสเซีย ไอร์แลนด์ สโลเวเนีย ออสเตรเลีย ไทย แคนาดา ฝรั่งเศส อิสราเอล สวีเดน อังกฤษ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี นอร์เวย์ และนิวซีแลนด์ ประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดทั้งวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ได้แก่ สิงคโปร์

จากผลการวิจัยดังกล่าวได้ข้อสังเกตว่า ความสามารถของนักเรียนระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาในบางประเทศ เมื่อนำมาพิจารณาจัดอันดับเปรียบเทียบกันแล้ว ได้ผลที่เป็นไปในทางตรงข้าม อย่างเช่น นักเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทยและประเทศแคนาดา มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ แต่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศทั้งสองนี้กลับมีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกานักเรียนระดับประถมศึกษามีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ แต่ในระดับมัธยศึกษากลับมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ นักเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทย และประเทศ อิสราเอลมีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ แต่ในระดับมัธยมศึกษามีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศของทั้งสองประเทศสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ

I21706682

จากการศึกษาในภาพรวมของบางตัวแปร พบว่า องค์ประกอบในด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การศึกษาของพ่อแม่และผู้ปกครอง เวลาที่ใช้ในการศึกษาในโรงเรียนและการศึกษาเพิ่มเติม รวมทั้งประสบการณ์และวิธีการสอนของครู ล้วนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

นอกจากนี้ในส่วนของประเทศไทยยังมีข้อน่าสังเกตอีกที่น่าสนใจ คือ ชนิดของข้อสอบที่ใช้ในการศึกษาดังกล่าว มีผลโดยตรงต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นอย่างสูง กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำข้อสอบแบบอธิบายความหรือการแสดงวิธีทำได้ ส่วนใหญ่จะเว้นว่างไว้ หรือเขียนตอบแบบไม่ได้ใจความ ทำให้มีผลต่อคะแนนรวมในการศึกษาครั้งนี้ด้วย จากข้อสังเกตนี้จัดเป็นประเด็นสำคัญอย่างยิ่งของการเรียนการสอนในประเทศไทยและจำเป็นที่ทุกฝ่ายต้องเร่งหาแนวทางเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนที่เปิดโอกาสนักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาศักยภาพในด้านการเขียนอธิบายความและสื่อสารความคิดได้อย่างเต็มที่ รวมทั้งผู้สอนสามารถวัดและประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS - R)

จากการวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS - R) ในปี พ. ศ. 2542 ได้มีประเทศเข้าร่วมโครงการ จำนวน 38 ประเทศ ในแต่ละประเทศจะดำเนินการวางแผนและเก็บรวบรวมข้อมูลของตนเอง โดยใช้แบบทดสอบ แบบสอบถามและวิธีการดำเนินงานเหมือนกันทุกประเทศ แล้วนำผลที่ได้ไปประมวลผลร่วมกันในระดับนานาชาติ ซึ่งในประเทศไทยมีวิธีการและขั้นตอน ดังนี้

เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างมีระบบจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จำนวน 107 33 และ 10 โรงเรียน ตามลำดับ รวม 150 โรงเรียน ๆ ละ 1 ห้องเรียน รวมเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 150 โรงเรียน 150 ห้องเรียน ครูคณิตศาสตร์ 150 คน ครูวิทยาศาสตร์ 150 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5,831 คน (เฉพาะการวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS - R) ไม่ได้รวมข้อมูลที่ทาง สสวท. เก็บเพิ่มเติมขึ้นเอง)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นเครื่องมือที่สร้างโดยผู้แทนประเทศสมาชิกจำนวน 38 ประเทศ ประกอบด้วยแบบสอบถามผู้บริหารโรงเรียน แบบสอบถามครูคณิตศาสตร์ แบบสอบถามครูวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามนักเรียน และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ จำนวน 309 ข้อ นำมาจัดแบ่งเป็นแบบทดสอบตามวิธีการของโครงการ TIMSS – R ได้เป็น 8 ฉบับ รวมเป็น

เครื่องมือที่ใช้ทั้งหมด 12 ฉบับ เครื่องมือแต่ละฉบับได้รับการแปลและเรียบเรียงเป็นภาษาไทยโดยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ และคณะกรรมการดำเนินงานที่ สสวท. จัดตั้งขึ้น

แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้มีทั้งหมด 309 ข้อ จัดเป็นหมวด A – Z เมื่อนำไปทดสอบนักเรียนจะต้องนำมาจัดเป็นฉบับใหม่ตามวิธีการของโครงการรวม 8 ฉบับ และมีรายละเอียดแต่ละวิชา ดังนี้

วิชาคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 162 ข้อ จำแนกได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ พีชคณิต 35 ข้อ การนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์และความน่าจะเป็น 21 ข้อ เศษส่วนและความรู้สึกเชิงจำนวน 61 ข้อ เรขาคณิต 21 ข้อ และการวัด 24 ข้อ โดยวิเคราะห์หาความยากง่ายของข้อสอบ (p) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 27 ในภาคผนวก ค

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 146 ข้อ จำแนกได้เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ เคมี 20 ข้อ วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก 22 ข้อ ฟิสิกส์ 39 ข้อ สิ่งแวดล้อมและปัญหาทรัพยากร 13 ข้อ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 40 ข้อ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 12 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ได้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีเก็บรวบรวมผ่านผู้ประสานงานของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนละ 1 คน รวม 150 คน และครูผู้ดูแลการสอบอีกโรงเรียนละ 1 คน รวม 300 คน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ประชุมชี้แจงผู้ประสานงานโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน เป็นเวลา 1 วัน เพื่อชี้แจงความเป็นมาของโครงการ การเลือกกลุ่มตัวอย่าง และฝึกปฏิบัติการสุ่มเลือกห้องเรียนในโรงเรียน การสุ่มเลือกแบบทดสอบให้นักเรียนตลอดจนวิธีการดำเนินการสอบและวิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อส่งคืน สสวท.

เก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างวันที่ 18 มกราคม – 5 กุมภาพันธ์ 2542 รวม 19 วัน เมื่อดำเนินการสอบเสร็จแล้วผู้ประสานงานโรงเรียนจะบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างสอบ เช่น จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบและเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดขึ้นในการสอบระหว่างที่โรงเรียนกำลังดำเนินการสอบนี้จะมีคณะผู้กำกับและดูแลที่ได้รับแต่งตั้งจาก IEA ไปสังเกตการสอบและบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 โรงเรียน (10% ของกลุ่มตัวอย่าง) เพื่อกำกับและดูแลการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ได้มาตรฐานเดียวกันกับประเทศสมาชิกอื่น ๆ รวมทั้งคณะกรรมการดำเนินการวิจัยจาก สสวท. ได้ไปเยี่ยมหน่วยสอบเพื่อสังเกตการณ์เช่นเดียวกัน ข้อมูลและเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ประมวลได้นำมาจัดทำเป็นบันทึกผู้ประสานงานวิจัยของไทย (National Research Coordinator หรือ NRC) และจัดส่งพร้อมกับข้อมูลอื่น ๆ ไปให้ IEA เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ

การส่งคืนแบบสอบถาม แบบทดสอบ แบบบันทึกสำหรับผู้ดำเนินการสอบและจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ ผู้ประสานงานโรงเรียนได้เป็นผู้รวบรวมแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบบันทึกที่ใช้ในการ

เก็บรวบรวมข้อมูล แล้วจัดส่งคืน สสวท. ภายหลังจากที่โรงเรียนได้ทำการสอบเสร็จแล้วเป็นเวลา 1 สัปดาห์

การตรวจข้อสอบและการบันทึกข้อมูลของข้อสอบแต่ละฉบับ (จำนวน 8 ฉบับ) ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบหรืออธิบายเหตุผลสั้น ๆ คณะผู้ตรวจทำการตรวจและลงรหัสการให้คะแนนตามเกณฑ์และคำเฉลยข้อสอบที่จัดทำขึ้นจากผลการทดลองใช้ข้อสอบแต่ละข้อ เมื่อตรวจและลงรหัสคะแนนครบทุกข้อแล้ว ได้สุ่มเลือกข้อสอบที่ตรวจแล้วจำนวน 20% ของแบบทดสอบทั้งหมด (1,402 ฉบับ) ขึ้นมาตรวจอีกครั้ง เพื่อหาความเที่ยงตรงของการตรวจและบันทึกข้อมูลด้วยโปรแกรม DEM 5.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ และส่งข้อมูลที่ทำการบันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ศูนย์คอมพิวเตอร์ของ IEA ที่ประเทศเยอรมนีเพื่อทำการวิเคราะห์ในระดับนานาชาติต่อไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ(TIMSS – R) ใน ปี พ.ศ. 2542 พบว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนของครูคณิตศาสตร์โดยส่วนใหญ่เน้นนักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณและอธิบายแนวคิดแต่ละบทเรียน รองลงมาคือ การเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ การแก้ปัญหาซึ่งมีวิธีหาคำตอบได้ไม่ง่ายนัก และการนำเสนอข้อมูล กิจกรรมที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ปฏิบัติเลย ได้แก่ กิจกรรมที่ครูใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการสาธิตทางคณิตศาสตร์ ครูคณิตศาสตร์เห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน และขาดความสนใจในการเรียนถือว่าเป็นอุปสรรคต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ระดับการศึกษาของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และฐานะทางเศรษฐกิจมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกตามสังกัดของโรงเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ตามลำดับ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จำแนกตามภูมิภาค พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานครมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับนานาชาติ พบว่า ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 467 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ(487 คะแนน) และจัดอยู่ในอันดับที่ 27 จากประเทศที่เข้าร่วมดำเนินการวิจัยทั้งหมด 38 ประเทศ และคะแนนอยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศลิทัวเนีย อิตาลี ไซปรัส โรมาเนีย โมลโดวา และอิสราเอล (ภาคผนวก ข) ประเทศที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรก เป็นประเทศในกลุ่มเอเชียทั้งหมด ได้แก่ สิงคโปร์ เกาหลีใต้ จีน(ไทเป) ฮ่องกง และญี่ปุ่น ตามลำดับ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ขาดแคลนวัสดุ – อุปกรณ์การทดลองมากที่สุด การลงทุนทางการศึกษาของประเทศไทยอยู่ในระดับต่ำ เพราะลงทุนทางการศึกษามากกว่า 2 ประเทศเท่านั้น คือ สูงกว่าฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการดำเนินการวิจัยเมื่อปี 2538 (TIMSS) กับปี 2542 (TIMSS–R) พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยลดลงมากที่สุดจาก 516 คะแนน เป็น 467 คะแนน (ลดลง 49 คะแนนมาตรฐาน) ส่วนประเทศสิงคโปร์ และญี่ปุ่น มีคะแนนลดลงเพียง 2 และ 4 คะแนนมาตรฐานเท่านั้น ประเทศที่สามารถทำคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดได้แก่ ประเทศลัตเวีย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(TIMSS-R) จากการรายงานของ IEA ถือว่าเป็นตัวบ่งชี้ตัวหนึ่งจาก 286 เกณฑ์ที่สถาบันนานาชาติเพื่อพัฒนาด้านการจัดการ(International Institute for Management Development หรือ IMD) นำมาใช้จัดอันดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศและจัดให้ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 38 จาก 49 ประเทศ ประเด็นสำคัญอยู่ที่การพัฒนาตัวบ่งชี้ในด้านนี้ให้ดีขึ้นแล้ว จะมีผลทำให้ประเทศของเราได้มีโอกาสก้าวไปสู่อันดับที่ดีขึ้น(สสวท, 2545) หรือได้มาตรฐานตามเกณฑ์มากขึ้น ความเป็นไปได้เช่นนี้รัฐก็ควรกำหนดนโยบายและเป้าหมายในด้านนี้ให้ชัดเจน มีกลยุทธ์ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ทุกระดับ และพัฒนาอย่างจริงจัง ต่อเนื่องและทั่วถึง

ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ (multilevel causal analysis)

การวิเคราะห์พหุระดับ

การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัวและตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับผลร่วมกันกับตัวแปรในระดับอื่น ๆ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2532) ได้กล่าวถึงหลักการของการวิเคราะห์พหุระดับ ดังนี้

1. โครงสร้างตามลำดับขั้นของข้อมูลถูกนำมาพิจารณาเพื่อให้ความสำคัญต่อข้อมูลต่างระดับโดยอาศัยการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับ

2. หลักการของตัวแปรสุ่มถูกนำมาใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามโดยถือว่าตัวแปรเกี่ยวกับชั้นเรียน / โรงเรียน น่าจะมีอิทธิพลที่แตกต่างกันต่อตัวแปรเกี่ยวกับนักเรียน

3. เลือกใช้สถิติที่เหมาะสมในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โดยใช้หลักการของการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นสูงสุดของค่าสัมประสิทธิ์และทฤษฎีของเบยส์ ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นตรงสูงขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนต่ำ

จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์พหุระดับ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2535) แบ่งได้ 4 ข้อ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการของผลผลิตทางการศึกษาซึ่งเป็นตัวแปรตามในช่วงเวลาหนึ่ง จุดมุ่งหมายข้อนี้ใช้ได้เฉพาะข้อมูลวัดซ้ำ วิธีการวิเคราะห์ใช้ในการศึกษาแนวโน้มหรือการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตทางการศึกษาอันเป็นการวิเคราะห์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (time series data)

2. เพื่อประมาณความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละตัวว่าความแปรปรวนแต่ละระดับมีค่าแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด โดยมีหลักการว่า ตัวแปรที่วัดในระดับนักเรียนมีความแปรปรวนซึ่งแยกส่วนประกอบได้ตามระดับที่ลดหลั่น เช่น ในกรณีที่มี 3 ระดับ คือ ระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และระดับโรงเรียน จะเขียนส่วนประกอบความแปรปรวน ได้ดังนี้

$$\sigma^2 y = \sigma^2 pupil + \sigma^2 class + \sigma^2 school$$

เมื่อ $\sigma^2 y$ แทน ความแปรปรวนของตัวแปร y ที่ต้องการศึกษา

$\sigma^2 pupil$ แทน ความแปรปรวนระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน

$\sigma^2 class$ แทน ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนภายในโรงเรียน

$\sigma^2 school$ แทน ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน

วิธีประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละส่วนทำได้ 4 วิธี คือ (1) เป็นการใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน(Anova) คำนวณค่าคาดหมายของกำลังสองเฉลี่ย(Expected mean square)โดยแต่ละระดับใช้เป็นค่าประมาณความแปรปรวนแต่ละส่วนที่ต้องการ นักวิจัยต้องเลือกใช้โมเดลให้เหมาะสมกับข้อมูลว่าเป็นโมเดลอิทธิพลสุ่ม(random effect model) หรือโมเดลอิทธิพลผสม(mixed effect model) (2) เป็นการใช้การประมาณค่าโดยความเป็นไปได้สูงสุด(maximum likelihood estimation) (3) เป็นการประมาณค่าประมาณประจำกำลังสองที่ไม่ลำเอียงซึ่งมีค่าต่ำที่สุด(Minimum Norm Quardratic Unbiases Estimation : MINQUE) (4) การใช้ความชันเป็นตัวแปรตาม

3. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อผลผลิตทางการศึกษาในแต่ละระดับ รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของตัวแปรสภาพแวดล้อมที่มีต่อผลผลิตทางการศึกษา วิธีการวิเคราะห์ใช้การวิเคราะห์ถดถอยวิเคราะห์แยกแต่ละระดับ นอกจากนี้ยังอาจใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เช่น แยกตัวแปรนักเรียนเป็นสองส่วน คือ ระดับนักเรียนภายในโรงเรียน และระดับโรงเรียน เป็นต้น ดังสมการ $y_{ij} = (y_{ij} - \bar{y}_{.j}) + \bar{y}_{.j}$ ซึ่งได้ตัวแปร $(y_{ij} - \bar{y}_{.j})$ และ $\bar{y}_{.j}$ จากนั้น นำตัวแปรแต่ละส่วนไปแยกวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยต่อไป

4. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีตัวแปรตามในระดับนักเรียน และศึกษาว่าอิทธิพลจากความแตกต่างแต่ละระดับมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามอย่างไร วิธีการวิเคราะห์ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากการวิเคราะห์แต่ละโรงเรียนเป็นตัวแปรสุ่มใช้เป็นตัวแปรตามเพื่อดูอิทธิพลจากแต่ละระดับข้อมูล วิธีการคำนวณค่อนข้างซับซ้อนและต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับมีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน (analysis of variance componant estimation) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบสมการเดียว (Ordinary least squarc single equation approach) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ (Ordinary least squarc scparatc equation approach) วิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood) การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีของเบยส์ (baycsian estimation)

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์พหุระดับที่สำคัญอีกวิธีหนึ่ง คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ(Ordinary least square separate equation approach) รู้จักดีในชื่อของ slope as outcome ซึ่งคิดโดย เบอร์สติน, ลิน และ แคมเพิว (Burstein; Lin และ Capell 1978, อ้างถึงใน ศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์, 2542) การศึกษาโดยวิธีนี้เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรภายในชั้นเรียน / โรงเรียน ใช้เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุดและใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาตรฐานในการคำนวณมีข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ คือ ตัวแปรอิสระในแต่ละระดับต้องไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดในแต่ละระดับในการศึกษาคะแนนของตัวแปรตาม(y) มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติในแต่ละค่าของตัวแปรอิสระ(x) โดยมีความแปรปรวนเท่ากันในทุกค่าของ ตัวแปรอิสระ(x) ด้วย กล่าวคือ y ณ x ใด ๆ ถือว่าเป็นตัวแทนที่สุ่มมาจากประชากรปกติ โดยที่ทุก ๆ ค่าของประชากรมีการกระจายร่วมกัน ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อน(error term) แต่ละค่ามีการแจกแจงเป็นโค้งปกติและเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม(random) มีความแปรปรวนทุกค่าของ x สำหรับข้อจำกัดที่ควรคำนึงถึง ในการประมาณค่าด้วยวิธีนี้ คือ ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษามีขนาดเล็กจะทำให้สัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับ ชั้นเรียน(macro level) มีค่าน้อยลง ประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในระดับชั้นเรียนก็จะมีค่าต่ำด้วย นอกจากนี้เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการยังมีข้อเสียในด้านความเหมาะสมของโมเดลที่ใช้วิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้รับตลอดจนมีความยุ่งยากในการเตรียมแฟ้มข้อมูลพหุระดับสำหรับการวิเคราะห์ (ศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์, 2542; นิคม นาคอ้าย, 2339)

การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม

จากปัญหาการวิเคราะห์พหุระดับด้วยเทคนิควิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบแบ่งสองสมการ (Ordinary least square separate equation approach) Bryk และ Raudenbush ได้พัฒนาโปรแกรม HLM (Hierarchical Linear Model) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสมใช้หลักการสัมประสิทธิ์แบบสุ่ม และการประมาณค่าด้วยวิธีของเบยส์ (Bayesian estimation) เทคนิคเอ็ชแอลเอ็มพัฒนาจากสถิติหลายชนิด ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม (Mixed model Anova) สัมประสิทธิ์การถดถอยแบบสุ่ม (Regression with random coefficients) โมเดลส่วนประกอบความแปรปรวนร่วม (Covariance component model) (Kanjanawasee, 1989 อ้างถึงใน นิคม นาคอ้าย, 2539) การวิเคราะห์พหุระดับด้วยเทคนิคเอ็ชแอลเอ็ม จะใช้เทคนิค emprical bayes เป็นหลักในการประมาณค่าพารามิเตอร์มีขั้นตอนการวิเคราะห์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2535) ดังนี้

1. วิเคราะห์ระดับนักเรียน (micro level หรือ within – school analysis)

มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 วิเคราะห์โมเดลศูนย์ (Null model) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกสุด เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม โดยไม่มีตัวแปรอิสระใด ๆ เข้าร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบคือ

โมเดลภายในหน่วย (within - unit model)

$$y_{ij} = b_{0I} + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between - unit model)

$$b_{0I} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

โดยที่ y_{ij} คือ ตัวแปรตาม

b_{0I}, γ_{00} คือ ค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นอิทธิพลคงที่ (Fixed effect)

c_{ij}, u_{0j} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งเป็นอิทธิพลสุ่ม (random effect)

โดยที่ $e.u \sim N(0, \sigma^2 j)$

จากสมการกำหนดให้ b_{0I} เป็นค่าที่เปลี่ยนไปได้และมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างห้องเรียน ในกระบวนการวิเคราะห์เอ็ชแอลเอ็มจะแบ่งผลของพารามิเตอร์ออกเป็นอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (randon effect) และใช้ t – test ทดสอบอิทธิพลคงที่ (fixed effect) ($H_0 : \gamma_{00} = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่า ค่าคงที่(intercept) และตัวแปรอิสระส่งผลต่อ y_{ij} นอกจากนี้ เอ็ชแอลเอ็มจะใช้ χ^2 – test ทดสอบความแปรปรวนของอิทธิพลสุ่ม (random effect) หรือความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ($H_0 : var(b_{0I}) = 0, H_0 : var(u_{0i}) = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์ b_{0I} มีความแปรปรวนระหว่างหน่วยจึงสมเหตุสมผลที่จะหาตัวแปรอิสระระหว่างหน่วยมาอธิบายความแปรปรวน แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์ไม่มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้งข้อจำกัดให้เป็นค่าคงที่ในการวิเคราะห์ได้

1.2 วิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple model) เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (micro level) เข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อดูว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อ b_{01} หรือ b_{ij} หรือไม่ ตลอดจนเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างหน่วยที่ศึกษาเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนในขั้นต่อไปหรือไม่มีรูปแบบคือ

โมเดลภายในหน่วย (within unit model)

$$y_{ij} = b_{01} + b_{i1}(x_{ij}) + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between unit model)

$$b_{01} = \gamma_{00} + u_{01}$$

$$b_{ij} = \gamma_{10} + u_{10}$$

โดยที่ y_{ij} คือ ตัวแปรตาม

b_{01}, γ_{00} และ γ_{10} คือ ค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นอิทธิพลคงที่ (Fixed effect)

e_{ij}, u_{0i} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งเป็นอิทธิพลสุ่ม (random effect)

โดยที่ $e,u \sim N(0, \sigma^2 j)$ จากสมการ เอ็ชแอลเอ็ม จะใช้ t – test ทดสอบอิทธิพลคงที่ (fixed effect) (H_0: $\gamma_{00} = 0$, H_0: $\gamma_{10} = 0$) แล้วใช้ χ^2 – test ทดสอบอิทธิพลสุ่ม (random effect)(H_0 : var(b_{01}) = 0, H_0 : var(u_{0j}) = 0)

2. วิเคราะห์ระดับชั้นเรียน (macro level หรือ between - school analysis) เป็นการวิเคราะห์โมเดลตามสมมติฐาน (hypothetical model) โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาแล้วว่าเหมาะสมจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน มาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีต่อตัวแปรระดับนักเรียนมีรูปแบบ คือ

โมเดลภายในหน่วย (within unit model)

$$y_{ij} = b_{01} + b_{1j}(x_{ij}) + b_{2j}(x_{2j}) + \ldots + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (between unit model)

$$b_{01} = \gamma_{00} + \gamma_{1j}(Z_{ij}) + \gamma_{2j}(Z_{2j}) + \ldots + u_{0j}$$

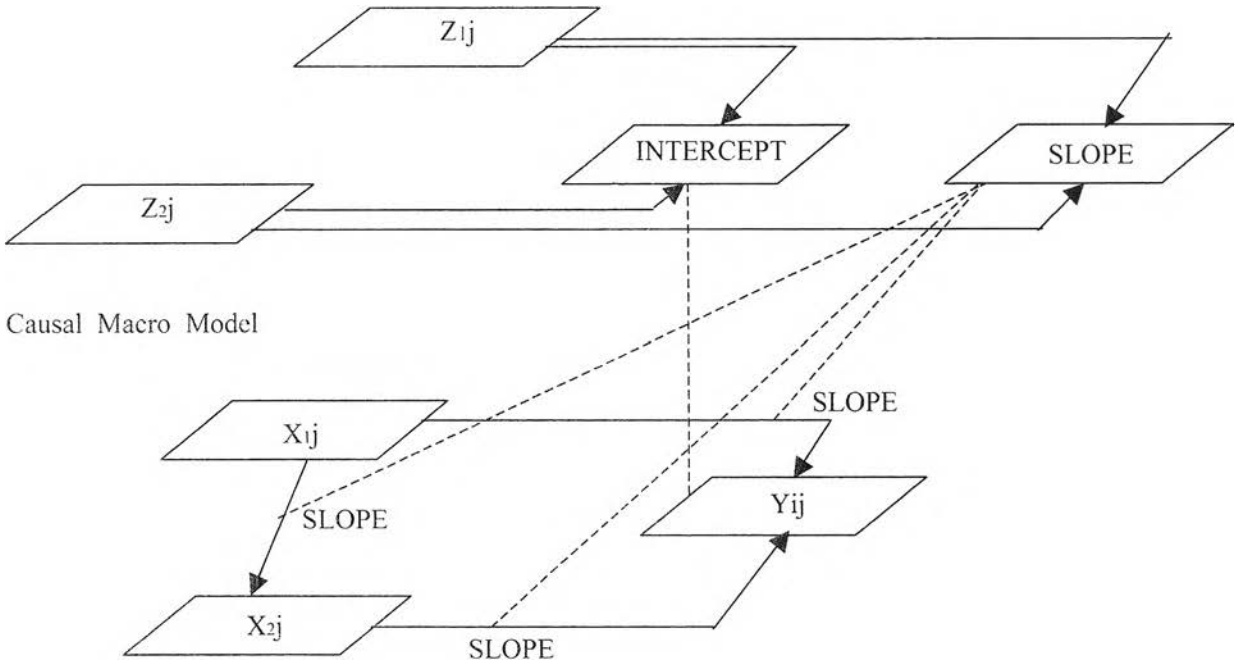
$$b_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(Z_{1j}) + \gamma_{12}(Z_{2j}) + \ldots + u_{1j}$$

$$b_{k1} = \gamma_{k0} + \gamma_{kj}(Z_{1j}) + \gamma_{k2}(Z_{2j}) + \ldots + u_{1j}$$

จากสมการ เอ็ชแอลเอ็ม จะใช้ t – test ทดสอบอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และใช้ χ^2 – test ทดสอบอิทธิพลสุ่ม (random effect) ในทำนองเดียวกับการทดสอบโมเดลอย่างง่าย (simple model)

แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

นิคม นาคอ้าย (2539) ได้พัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเอ็ชแอลเอ็มร่วมกับโปรแกรม SPSS/PC เป็นการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ (multilevel causal analysis) โดยประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ถดถอยเป็นลำดับขั้นตอนตามโมเดลเชิงสาเหตุกับเทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม โดยมีโมเดลการวิเคราะห์ ดังนี้



Causal Micro Model

แผนภาพที่ 2.13 แสดงโมเดลรวมของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ

เมื่อ Yij เป็นตัวแปรตาม เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในห้องที่ j

X1j เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ในระดับนักเรียน(Causal Micro Model) ของนักเรียนแต่ละคนในห้องที่ j

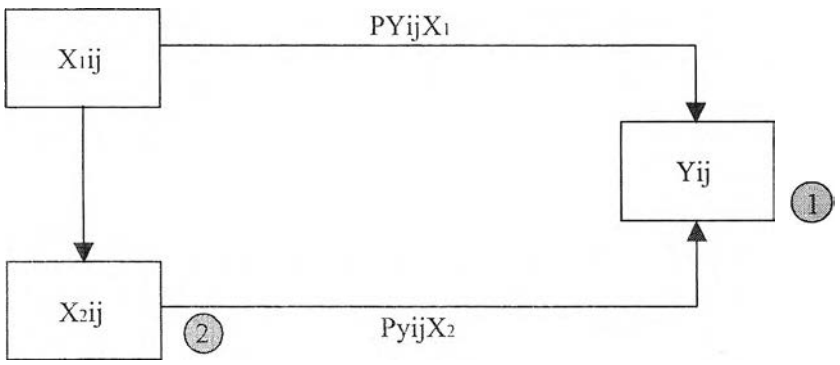
X2j เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ในระดับนักเรียน(Causal Micro Model) ของนักเรียนแต่ละคนในห้องที่ j

Z1j เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ในระดับชั้นเรียน (Causal Macro Model)ในห้องที่ j

Z2j เป็นตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ในระดับชั้นเรียน(Causal Macro Model) ในห้องที่ j

จากโมเดลข้างต้น มีข้อมูลแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ ระดับแรกเป็นข้อมูลระดับนักเรียน (Causal Micro Model) และระดับที่สองเป็นข้อมูลระดับชั้นเรียน (Causal Macro Model) ซึ่ง นิคม นาคอ้าย (2539) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ดังนี้

1. โมเดลระดับนักเรียน จะวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (simple model) ในโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ซึ่งเขียนเป็นโมเดลดังนี้



แผนภาพที่ 2.14 แสดง Causal Micro Model : กรณี 3 ตัวแปร

เมื่อ 1 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ตัวแปรตามคือ Yij

2 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ตัวแปรตามคือ X2ij

จากภาพเป็นโมเดลเชิงสาเหตุระดับที่หนึ่ง (Causal Micro Model) สามารถอธิบายได้ในรูปของการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร โดยอิทธิพลระหว่างตัวแปร Yij จะมีทั้งอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของตัวแปรต้น X1j และ X2j ขณะเดียวกันก็ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปร X1j ซึ่งส่งผ่านตัวแปร X2j อีกด้วย การวิเคราะห์เชิงสาเหตุในระดับนักเรียนด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็มนั้น จะเริ่มกระบวนการ ดังนี้

1. วิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (fixed effect) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่า ตัวแปรอิสระ (X1j ,X2ij) และค่าคงที่ (intercept) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (Yj) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในการวิเคราะห์ (Yij) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยเอ็ชแอลเอ็มจะใช้ การทดสอบค่าที (t – test) ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลดังกล่าวจากทุกหน่วยการวิเคราะห์ว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์แสดงว่าตัวแปรอิสระ (X1j, X2j) และค่าคงที่ (intercept) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามในการวิเคราะห์ถดถอยด้วยเอ็ชแอลเอ็มครั้งที่ 1 (Yij) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ จะเป็นตัวบ่งชี้ความมีนัยสำคัญทางสถิติของเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามโมเดลการวิเคราะห์ระดับนักเรียนที่นำเสนอ ทั้งนี้การวิเคราะห์โดยใช้ X2ij เป็น

ตัวแปรตามและใช้ X1j เป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์การถดถอยด้วยเอ็ชแอลเอ็มลำดับถัดไป(ครั้งที่ 2) เพื่อให้สามารถพิจารณาเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ครบถ้วนตามโมเดล ก็สามารถทำการวิเคราะห์ได้ในทำนองเดียวกันกับการวิเคราะห์โดยมี Yij เป็นตัวแปรตาม ทั้งนี้หากพบว่าเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุใดที่อิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยอาจตัดเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุนั้นออกจากโมเดลการวิเคราะห์ได้

2. การวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม (random effect) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบค่าคงที่(intercept) และสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนมีความแปรผัน (vary) ระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยเอ็ชแอลเอ็มจะใช้ไค–สแคว์ (χ^2) ทดสอบความแปรปรวนของค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอยดังกล่าวว่ามีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ถ้าไม่เป็นศูนย์หรือค่าไค–สแคว์(χ^2) มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่าค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนมาอธิบายความแปรผันดังกล่าวหรือหมายความว่าเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (สัมประสิทธิ์การถดถอยแต่ละค่า) และค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่มีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่มน่าจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน

3. การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (testing of goodness of fit) เนื่องจากโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม มุ่งวิเคราะห์พหุระดับด้วยหลักการของการวิเคราะห์การถดถอยแบบสุ่ม (random – coefficient regression model) ตลอดจนไม่มีกระบวนการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในคราวเดียว ดังนั้นเราจะสามารถทำการทดสอบสมมติฐานศูนย์ (Null hypothesis:H_0) ที่ว่าโมเดลตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยการทดสอบค่าไค–สแคว์ (χ^2 - test) ทดสอบเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากโมเดลกับเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ (observed correlation matrix) ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับจำนวนเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่สมมติให้มีผลเป็นศูนย์ (Specht, 1975 อ้างถึงใน Pedhazur, 1982) เมื่อ χ^2 – test แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากันหรือโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างสมบูรณ์ ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยนำค่า R^2 ซึ่งแทนค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (coefficient of determination) มาจากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ซึ่ง ศิริชัย กาญจนวาสี (2535) ได้นำเสนอไว้ ดังนี้

$$R^2 = \frac{\sigma_1^2 - \sigma_2^2}{\sigma_1^2}$$

R^2 = ประสิทธิภาพการพยากรณ์

σ_1^2 = ความแปรปรวนระหว่างหน่วย (within – unit variance) จากการวิเคราะห์ขั้น Null Model

σ_2^2 = ความแปรปรวนระหว่างหน่วย (within – unit variance) จากการวิเคราะห์ขั้น Simple Model

การหา Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุตามมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากสูตร

$$Q = \frac{1 - R_m^2}{1 - M}$$

หาค่า W ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของค่า Q จากสูตร $W = -(N - d) \log_e Q$

เมื่อ W แทน ค่าสถิติทดสอบที่มีการแจกแจงเป็น χ^2 ซึ่งมี df = d

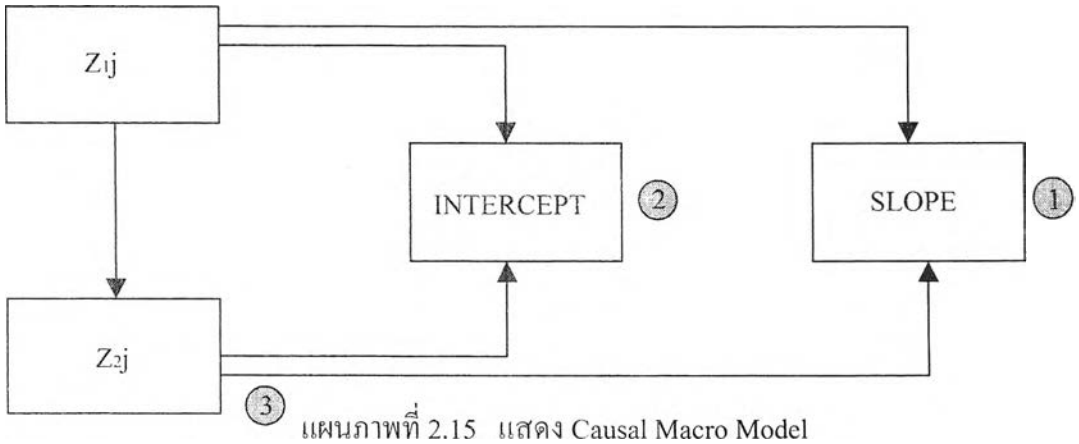
N แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

d แทน จำนวนเส้นทางที่ถูกระบุว่ามีค่าเป็นศูนย์ ในโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐาน

$\log_e Q$ แทน natural logarithm

4. ผลการพัฒนาวิธีวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว พบว่า การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น พิจารณาจากการทดสอบนัยสำคัญของค่า Q จากค่า W ถ้าค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานอธิบายระบบของความสัมพันธ์ได้ไม่แตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุเต็มรูป ซึ่งแสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่ถ้า W มีนัยสำคัญทางสถิติ หมายความว่าโมเดลเชิงสาเหตุสมมติฐานอธิบายความแปรปรวนระบบของความสัมพันธ์ได้แตกต่างจากโมเดลเชิงสาเหตุเต็มรูป ซึ่งแสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ

2. ผลพัฒนาการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับในระดับชั้นเรียน (Causal macro model) พบว่าการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ สามารถประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยเป็นลำดับขั้นตามโมเดลเชิงสาเหตุกับเทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ในขั้นตอนของ Hypothesis Model โดยมีโมเดลการวิเคราะห์ ดังนี้



แผนภาพที่ 2.15 แสดง Causal Macro Model

1. วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ตัวแปรตามคือสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน 2. วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ตัวแปรตามคือค่าคงที่ (intercept) ที่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียน 3. วิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS / PC+ ตัวแปรตามคือ Z2j

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับในระดับชั้นเรียน มีขั้นตอนดังนี้ นำค่าคงที่ (intercept) และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอยมาเป็นตัวแปรตามโดยใช้ตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนคือ Z1j และ Z2j เป็นตัวพยากรณ์ ทั้งนี้การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ที่นำมาวิเคราะห์ในระดับนักเรียนนั้น จะอยู่ในขั้นตอนการวิเคราะห์ hypothesis model ของโปรแกรมเอชแอลเอ็ม แต่การพิจารณาอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนนั้น โปรแกรมเอ็ชแอลเอ็มไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนั้นจึงต้องใช้โปรแกรม SPSS/PC วิเคราะห์ร่วมด้วย ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์ได้เฉพาะอิทธิพลคงที่เท่านั้น โดยในส่วนของอิทธิพลสุ่มหรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน ตามหลักการวิเคราะห์แล้วจะสามารถพิจารณาได้จากค่าคงที่และความชัน ซึ่งเป็นตัวแปรตามของการวิเคราะห์ระดับชั้นเรียน นั่นเอง ทั้งนี้การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนตามสมมติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์ใช้วิธีของสเปค และ นำค่า r^2 ที่ได้จาก SPSS/PC มาประกอบกับค่า r^2 ที่คำนวณได้จากโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม ดังที่ ศิริชัย กาญจนวาสี (2535) เสนอไว้ ดังนี้

$$R^2 = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

เมื่อ R^2 คือ ประสิทธิภาพในการพยากรณ์

T_1 คือ parameter variance จากการวิเคราะห์ขั้น Simple Model

T_2 คือ parameter variance จากการวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model

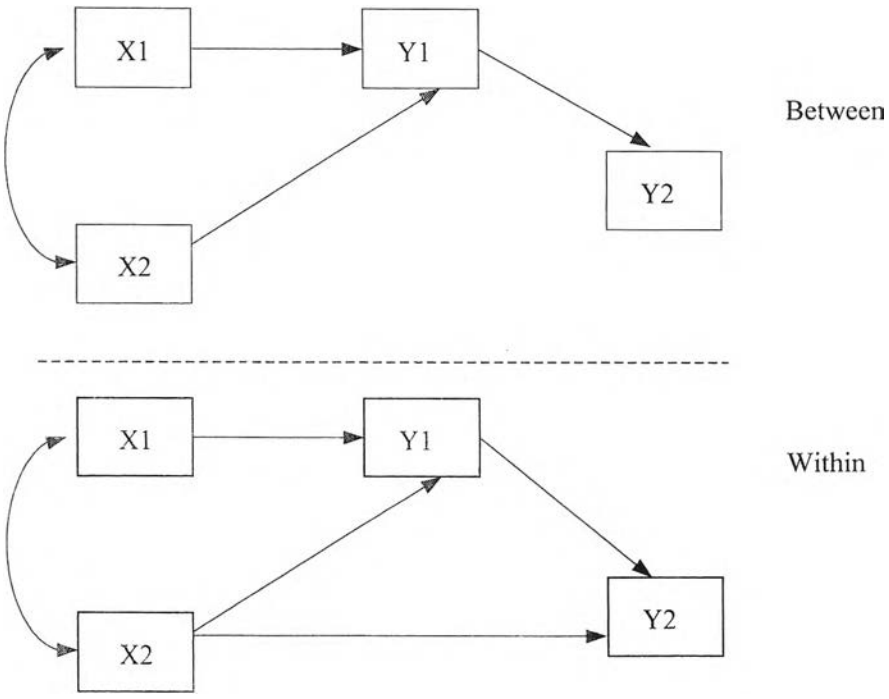
การวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียน ต้องอาศัยหลักการและวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของโมเดลเชิงสาเหตุในระดับนักเรียน สิ่งที่ต่างกันคือ การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนจะใช้ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SPSS/PC ประกอบการวิเคราะห์ด้วย

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus

(Multilevel Causal Analysis with Mplus)

โปรแกรม Mplus เป็นโปรแกรมที่ Muthen (2003) ได้พัฒนาขึ้นเพื่อวิเคราะห์ตัวแปรแฝง (latent variables) ทั้งที่เป็นตัวแปรแฝงแบบจัดประเภท (categorical latent variables)และตัวแปรแฝงแบบต่อเนื่อง (continuous latent variables) โปรแกรม Mplus สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายแบบ อาทิ การวิเคราะห์กลุ่มแฝง (Latent Class) การวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (Path Analysis) การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel modeling) การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นด้วยตัวแปรตามหลายตัว (Linear regression with multivariate outcomes) การวิเคราะห์สมการโครงสร้างโดยทั่วไป (General structural equation modeling) การวิเคราะห์พัฒนาการ (Growth Modeling) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นต้น และการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับโดยโปรแกรม Mplus ในที่นี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ระดับ (Two-Level Modeling) ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลมาจากการจัดกลุ่มตัวอย่างที่สามารถจัดให้เป็นอีกระดับได้ อาทิเช่น นักเรียนกับโรงเรียน ผู้ป่วยกับโรงพยาบาล และจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ข้อมูลก็เพื่อต้องการทราบอิทธิพลที่มาจากระดับที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus โดยทั่วไปสามารถวิเคราะห์ได้ 2 ระดับ ยกเว้นการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว (longitudinal data) และข้อมูลวัดซ้ำ (repeated measure) ที่เป็นข้อมูล 3 ระดับ (three level) การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus มีรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูล 3 รูปแบบ คือ การวิเคราะห์เชิงสาเหตุสองระดับ (A Two-Level Path Analysis Model) การวิเคราะห์สมการโครงสร้างสองระดับ (A Two-Level Structural Equation Model) และการวิเคราะห์สมการโครงสร้างพหุกลุ่มสองระดับ (A Two-Level Multiple Group Structural Equation Model) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ 2 ระดับ หรือการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ (A Two-Level Path Analysis Model) ซึ่งเป็นหนึ่งใน 3 รูปแบบที่โปรแกรม Mplus สามารถวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับได้ รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสาเหตุพหุระดับในโปรแกรม Mplus แตกต่างกับโปรแกรมเอ็ชแอลเอ็มและโปรแกรมลิสเรล คือ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสาเหตุ 2 ระดับได้พร้อมกัน โดยการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ระดับด้วยโปรแกรม Mplus จะใช้กลุ่มข้อมูลและตัวแปรชุดเดียวกัน การวิเคราะห์ในระดับที่ 2 (level 2) จะสุ่มค่าจุดตัด (intercept) ในระดับที่ 1 (level 1) มาเป็นตัวแปรตาม แต่จะไม่สุ่มค่าความชัน (slope) ยกเว้นการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว (longitudinal data) และข้อมูลวัดซ้ำ (repeated measure) ที่เป็นข้อมูล 3 ระดับ (three level) การวิเคราะห์ข้อมูล 2 ระดับด้วยโปรแกรม Mplus สามารถพิจารณาขนาดอิทธิพลได้ทั้ง 2 ระดับ พร้อมกันทั้งระดับบุคคล (individual level) และระดับกลุ่ม (cluster level) และโปรแกรม Mplus ยังสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดได้ มีดัชนีที่ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสาเหตุพหุระดับแสดงดังแผนภาพที่ 2.11



แผนภาพที่ 2.16 แสดงโมเดลการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus

ข้อดีในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสาเหตุพหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus ก็คือ เป็นโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลชุดเดียวกันแต่สามารถมองได้ทั้งในระดับบุคคล (within level) และระดับองค์กร (between level) และโปรแกรม Mplus ยังให้ผลการวิเคราะห์ที่มีรูปแบบที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ให้รายละเอียดของการวิเคราะห์มากกว่าโปรแกรมอื่น ๆ โดย Darmawan (2001) ได้กล่าวถึงข้อดีของการวิเคราะห์อิทธิพลพหุระดับด้วยโปรแกรมเอ็มพลัส (Multilevel Path Modeling Using Mplus 2.01) หลังจากที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพียงระดับเดียวด้วยโปรแกรม PLSPATH กับโปรแกรม AMOS และวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม PLSPATH กับโปรแกรม AMOS และวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการวิจัย โดยโปรแกรม PLSPATH จะได้เปรียบในเรื่องการจัดการกับข้อมูลที่มีขนาดเล็กและเป็นตัวแปรจัดประเภท และตัวโปรแกรมยังสามารถดูความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ทั้งลักษณะภายในและภายนอก ส่วนโปรแกรม AMOS จะมีความคล้ายคลึงกับโปรแกรม LISREL คือโปรแกรมไม่สามารถดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ในลักษณะภายในได้ ทั้งโปรแกรม Mplus และ โปรแกรม AMOS มีค่าสถิติที่ใช้ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลและมีดัชนีที่บ่งบอกว่าโมเดลใดเป็นโมเดลที่ดี และมีความสามารถในการยอมให้ความ คลาดเคลื่อนที่ได้จากการวัดสัมพันธ์กันได้ และยังเพิ่มค่า RMSEA ที่เป็นดัชนีบอกถึงการสอดคล้องของข้อมูลที่ดีกว่า และโปรแกรม AMOS มีประโยชน์ในเรื่องการวิเคราะห์ที่ต้องการให้มองเห็นภาพเพราะโปรแกรมมี fuction กราฟฟิคที่มีความสะดวกในการใช้

สังวรณ์ งัดกระโทก (2545) ได้กล่าวถึงข้อดีของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Mplus ไว้ว่า โปรแกรม Mplus มีความสามารถวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับโดยตรงซึ่งผู้วิจัยไม่ต้องเสียเวลาเตรียมเมทริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมเพราะโปรแกรม Mplus จะเตรียมเมทริกซ์ทั้งสองให้อัตโนมัติ Keeves and Cheung (1990) ที่ได้กล่าวถึงข้อดีของการวิเคราะห์อิทธิพลพหุระดับด้วยโปรแกรมเอ็มพลัส (Multilevel Path Modeling Using Mplus 2.01) หลังจากที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพียงระดับเดียวด้วยโปรแกรม PLSPATH กับโปรแกรม AMOS และวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus ไว้ 5 ประการ ดังนี้ ประการแรก เนื่องจากเกิดปัญหาการรวมกลุ่มของข้อมูล (aggregation data) ทั้งข้อมูลในระดับต่ำหรือระดับจุลภาค (lower level) กับระดับสูงหรือระดับมหภาค (higher level) ประการที่สอง เนื่องจากเกิดปัญหาของการไม่รวมกลุ่มของข้อมูล (disaggregation data) ทั้งข้อมูลในระดับต่ำหรือระดับจุลภาค (lower level) กับระดับสูงหรือระดับมหภาค (higher level) ประการที่สาม เกิดความคลาดเคลื่อนแบบจำเพาะเจาะจงเมื่อตัวแปรที่ได้การวัดในระดับต่ำหรือระดับจุลภาค (lower level) ไม่อนุญาตให้ความแปรปรวนมีความสัมพันธ์กับระดับสูงหรือระดับมหภาค (higher level) เช่น ประเพณีหรืออิทธิพลของแต่ละห้องเรียน ประการที่สี่ เกิดความคลาดเคลื่อนแบบจำเพาะเจาะจงเมื่อตัวแปรที่ได้จากการวัดในข้อมูลระดับสูงหรือระดับมหภาค (higher level) และไม่ยอมให้ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้ในข้อมูลระดับต่ำหรือระดับจุลภาค (lower level) เช่น การวิเคราะห์ถดถอยค่าความชันระหว่างกลุ่มของตัวแปร ประการที่ห้า เกิดปัญหาจากความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าที่ได้จากการวัด เพราะผลจากการรวมโมเดลที่มี 2 ระดับหรือมากกว่าของกลุ่มตัวอย่างและการวัด

การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับ (multilevel path analysis)หรือการวิเคราะห์อิทธิพลแบบพหุระดับ(multi – level path analysis model) ในโปรแกรม Mplus โดย Muthen (2003) เป็นการวิเคราะห์แบบโมเดล 2 ระดับ ในที่นี้อ้างถึงระหว่างกลุ่ม (between group) และภายในกลุ่ม(within group) และโดยทั่วไปเป็นการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน มีสมการในโมเดลระหว่างกลุ่ม (between group) และโมเดลภายในกลุ่ม (within group) ดังนี้

$$\mu = \nu_B + \Lambda_B(I - B_B)^{-1}\alpha_B, \qquad \text{①}$$

$$\sum B = \Lambda_B(I - B_B)^{-1}\psi_B(I - B_B)^{-1}\Lambda_B + \Theta_B, \qquad \text{②}$$

$$\sum W = \Lambda_W(I - B_W)^{-1}\psi_W(I - B_W)^{-1}\Lambda_W + \Theta_W. \qquad \text{③}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Mplus เป็นการนำค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนร่วมในโมเดลสมการโครงสร้างมาอธิบายในระดับที่สูงขึ้น จากเดิมโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับจะพิจารณาตัวแปรสังเกตได้ในระดับที่ 2 (level 2 or within level) คือ Zc = (c = 1, 2, 3, … , C) และตัวแปรระดับที่ 1 (level 1 or within level) คือ (Yci และ Xci) จากคนที่ i ในกลุ่มที่ c โดยที่

$$Vci = \begin{pmatrix} Zc \\ Yci \\ Xci \end{pmatrix} = V^*c + V^*ci = \begin{pmatrix} V^*zc \\ V^*yc \\ V^*xc \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ V^*yci \\ V^*xci \end{pmatrix}, \quad \text{④}$$

$$E(Vci) = E(V^*c) + 0 = \mu, \quad \text{⑤}$$

$$V(Vci) = V(V^*c) + V(V^*ci) = \Sigma_B + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \Sigma_W \end{pmatrix}, \quad \text{⑥}$$

โดยที่

$$\Sigma_B = \begin{pmatrix} \Sigma_{Bzz} & \Sigma_{Byx,z} \\ \Sigma_{Byx,z} & \Sigma_{Byx,yx} \end{pmatrix} \quad \text{⑦}$$

โมเดลระดับที่ 2 (level 2) ที่ใช้ในการวิเคราะห์

$$V^*c = \nu_B + \nu_B \eta_{Bc} + \varepsilon_{Bc}, \quad \text{⑧}$$

$$\eta_{Bc} = \alpha_B + \beta_B \eta_{Bc} + \zeta_{Bc} \quad \text{⑨}$$

และโมเดลระดับที่ 1 (level 1) ที่ใช้ในการวิเคราะห์

$$\begin{pmatrix} V^*yci \\ V^*xci \end{pmatrix} = \Lambda_W \eta_{Wci} + \varepsilon_{Wci}, \quad \text{⑩}$$

$$\eta_{Wci} = \beta_W \eta_{Wci} + \zeta_{Wci}, \quad \text{⑪}$$

ผลที่ได้ในสมการที่ ①, ② และ ③ โดยทั่วไปเป็นค่าเฉลี่ย (mean) และค่าความแปรปรวนร่วม (covariance) และข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับ Vci เป็นค่าความน่าจะเป็นที่สามารถอธิบายค่าผลบวกของ D ในระดับที่ 2 ได้ รวมทั้งค่าพารามิเตอร์ในระดับที่ 1 และระดับที่ 2 (Muthen, 1990)
ในระดับที่ 2 เวกเตอร์ค่าเฉลี่ย และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

$$\sqrt{s}\,\mu \quad \text{———— (12)}$$

$$\Sigma^{*}_{B} = \begin{pmatrix} S\Sigma_{Bzz} & S\Sigma'_{Byx,z} \\ S\Sigma_{Byx,z} & \Sigma_{W} + S\Sigma_{Byx,yx} \end{pmatrix} \quad \text{———— (13)}$$

โดยที่ s เป็นกลุ่มตัวอย่างในเทอมของระดับที่ 1 เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยจะมีค่าเป็น 0 และค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมก็คือ Σ_W , เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน (balanced data) การประมาณค่าความเป็นไปได้สูงที่สุดได้จากสมการนี้

$$C\left\{ \ln\left|\Sigma^{*}_{B}\right| + \mathrm{tr}\left[\Sigma^{*-1}_{B}(S_B + s(\bar{v} - \mu)(\bar{v} - \mu)')\right]\right\} + (n - C)\left\{\ln\left|\Sigma_W\right| + \mathrm{tr}\left[\Sigma_W^{-1} Sw\right]\right\} \text{— (14)}$$

โดยที่ Σ^{*-1}_{B} ได้มาจากสมการที่ (13) และ n เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ในโมเดลสมการโครงสร้างสามารถที่จะอธิบายโมเดลได้ทั้งสองระดับทั้งโมเดลระดับนักเรียน(within level) และโมเดลระดับโรงเรียน(between level) การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลจะดูที่ค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุดถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่เท่ากัน(unbalanced data) และการประมาณค่าทางด้านขวาซึ่งในโปรแกรม Mplus จะใช้ค่า MUML ในการประมาณค่า และจะใช้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและค่าไค-สแควร์(χ^2) ในการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลทั้งสองระดับ โปรแกรม Mplus จะประมาณค่าสมการที่ (6) ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแกร่ง (robust standard errors) ในการทดสอบโมเดลในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างข้อมูลไม่เท่ากัน ในการพิจารณาค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมทั้ง 2 ระดับในตัวแปรสังเกตได้นั้นจะพิจารณาจากเวกเตอร์ y ดังนี้

$$S_B = (C-1)^{-1} \sum_{c=1}^{C} nc\,(\bar{Y}_c - \bar{Y})(\bar{Y}_c - \bar{Y})' , \quad \text{———— (15)}$$

$$S_W = (n-C)^{-1} \sum_{c=1}^{C} \sum_{c=1}^{nc} (\bar{Y}_{ci} - \bar{Y})(\bar{Y}_{ci} - \bar{Y})' , \quad \text{———— (16)}$$

โดยที่ nc เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง c เมื่อหารด้วย c – 1 ในสมการที่ (15) และสมการที่ (16) และจะใช้การประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุดในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างเท่ากัน และใช้ C – 1

$$E(S_B) = \Sigma_W + S\Sigma_B, \quad \text{———— (17)}$$

$$E(S_W) = \Sigma_W , \quad \text{———— (18)}$$

โดยค่า S ได้มาจากสมการที่ 19 (Searle, Casella, McCullong, 1992 อ้างถึงใน Muthen, 2003)

$$S = \left[n^2 - \sum_{c=1}^{C} n^2 c \right] \left[n(C-1) \right]^{-1} \quad \text{——————} \quad (19)$$

ค่าที่ได้จะใช้ในสมการที่ 14 ซึ่งการคำนวณง่ายขึ้นถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน โดยที่ค่า $\Sigma_W = S_W$, แต่ในระดับที่ 2 ค่า Σ_B จะไม่ประมาณค่า S_B แต่จะใช้

$$\hat{\sum}_B = (S_B - S_W) / S \quad \text{——————} \quad (20)$$

ส่วนค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น(Intraclass correlation) สำหรับ y_j, ρ_j, เป็นการประมาณค่าอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนในระดับที่ 2 ต่อความแปรปรวนรวม

$$\rho_j = [\hat{\sum}_B]_{jj} / ([\hat{\sum}_B]_{jj} + [\hat{\sum}_W]_{jj} \quad \text{——————} \quad (21)$$

การทดสอบความสอดคล้องของโมเดล (test of model fit)

Hu and Bentler (1999) ได้แนะนำค่าที่ดูว่าโมเดลที่ดี (good model) ผลลัพธ์ที่ได้จะต้องมีค่า TLI > .95, CFI >.95, RMSEA<.06, SRMR < .08 ซึ่งสอดคล้องกับ Yu and Muthen (2001) ที่กล่าวว่าโมเดลที่ดีค่า SRMR ต้องน้อยกว่า .08 ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n \leq 250$) และ Yu and Muthen (2001) ได้แนะนำว่าโมเดลที่ดีจะมีค่า WRMR<.90 สำหรับตัวแปรต้นต่อเนื่อง (continuous) ส่วนตัวแปรตามเป็นตัวแปรจัดประเภท (categorical outcomes) นอกจากนี้ ยังมีค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดลประกอบด้วย

ค่าสถิติไคว์ – สแควร์ (Chi-square statistics) เป็นค่าที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชั่นความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ ถ้าค่าไคว์ – แสควร์ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากเท่าไรแสดงว่า โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่าสถิติดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของส่วนเหลือมาตรฐาน (Standardized Root Mean Square Residual, SRMR) ทั้งในระดับโรงเรียน (Between Level) และระดับนักเรียน (Within Level) ต้องมีค่าเข้าใกล้ศูนย์และน้อยกว่า .08 จึงจะถือว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนของตัคเกอร์–ลิวิส (Tucker – Lewis Index, TLI) และดัชนีวัดความกลมกลืนเชิงเปรียบเทียบ (The comparative index, CFI) ต้องมีค่ามากกว่า .95 และเข้าใกล้ 1 จึงจะถือว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับโดยโปรแกรม Mplus

Johnsrud และคณะ (2002) ได้ทำวิจัยเรื่อง การมีจริยธรรมกับความมุ่งมั่นที่จะลาออกของบุคลากรในองค์กร โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นบุคลากรในมหาวิทยาลัย 1,511 คน จาก 10 คณะ ผลการทดสอบโมเดลโครงสร้างพหุระดับ พบว่า โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่า ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยเศษ (RMSEA) มีค่าเท่ากับ .049 ค่าไค-สแควร์ (χ^2) = 216.76, องศาอิสระ(df) = 54, ความน่าจะเป็น(p1) = .000, ความน่าจะเป็น(p2) = .015 โดยมีค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น(Intraclass correlation, ICC) ที่ได้จากโปรแกรม Mplus เหมาะสมทุกค่า โดยค่า ICC มาก แสดงว่า มีความผันแปรภายในกลุ่มมาก และมีความเหมาะสมที่นำไปวิเคราะห์พหุระดับต่อไป โดยทั่วไปค่า ICC ควรมากกว่า .05 (Rosser and Jonhsrud, 2003) เรียงลำดับความเหมาะสม ดังนี้ ตัวแปรความเคารพรักในสถาบัน ตัวแปรความเป็นอยู่ที่ดี ตัวแปรตำแหน่งงานที่จะลาออก ตัวแปรมุมมองในการทำงาน ตัวแปรสถาบันที่จะลาออกและตัวแปรอาชีพที่จะออก โดยมีค่า ICC เท่ากับ .15, .13, .10, .09, .07 และ .01 ตามลำดับ

Rosser และคณะ (2001) ได้ทำวิจัยเรื่อง การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของผู้บริหารโดยมุมมองของบุคลากรและองค์กร โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยและวิทยาลัย 865 คน และเป็นผู้บริหาร 22 คน จากมหาวิทยาลัยภาคตะวันตกของสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่าโมเดลมีค่าไค-สแควร์ (χ^2) = 860.039, องศาอิสระ(df) = 87, ความน่าจะเป็น(p) = .0000 จะเห็นว่าค่าไค-สแควร์ (χ^2) มีค่ามากและค่าสถิติอื่น ๆ ที่ต้องปรับให้เป็นโมเดลที่ดีแต่โมเดลที่ได้ถือว่าเป็นโมเดลที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ โดยค่าพารามิเตอร์ในระดับบุคคล (within level) อยู่ระหว่าง 0.73 ถึง 0.95 และในระดับองค์กรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.93 ถึง 0.99 จะเห็นว่าค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กันระดับสูง ส่วนค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation, ICC) ที่ได้จากโปรแกรม Mplus มีค่าอยู่ระหว่าง .07 ถึง .17 ค่า ICC ที่ได้มีค่าเหมาะสมทุกค่า โดยถ้ามีค่า ICC มาก แสดงว่า มีความผันแปรภายในกลุ่มมาก และมีความเหมาะสมที่นำไปวิเคราะห์พหุระดับต่อไป โดยทั่วไปค่า ICC ควรมากกว่า .05 (Rosser and Jonhsrud, 2003) เมื่อเรียงลำดับความเหมาะสม ดังนี้ ตัวแปรตั้งใจทำงาน ตัวแปรความสามารถในการจัดการ ตัวแปรความมีมนุษยสัมพันธ์ ตัวแปรมุมมองและจุดมุ่งหมายในการทำงาน ตัวแปรทักษะการสื่อสาร ตัวแปรการสนับสนุนขององค์กรอื่น และตัวแปร คุณภาพของการศึกษา โดยมีค่า ICC เท่ากับ .159, .157, .128, .099, .092, .091 และ .068 ตามลำดับ

ตอนที่ 6 โมเดลการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับและโมเดลการวิเคราะห์กลุ่มพหุ

(multilevel causal analysis and multi – group analysis)

6.1 การวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับและโมเดลการวิเคราะห์กลุ่มพหุในโปรแกรมลิสเรล

แมคอาร์เดิล และฮามากามิ (McArdle and Hamagami, 1996 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) ได้นำโมเดลสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับมาวิเคราะห์รวมกันทั้ง 5 โมเดล คือ โมเดลการวิเคราะห์ส่วนประกอบร่วม (variance component model = VC) โมเดลสัมประสิทธิ์สุ่ม (random coefficient model = RC) โมเดลโลจิท (logit model) โมเดลพัฒนาการ (growth model) และโมเดลองค์ประกอบ (factor model) มาปรับโมเดลให้มีลักษณะเป็นโมเดลลิสเรลและใช้กลยุทธ์กลุ่มพหุในการวิเคราะห์โดยรวมข้อมูลทั้งสองระดับเป็นโมเดลเดียว มาวิเคราะห์สองระดับพร้อมกัน โมเดลที่พัฒนาใหม่ทั้ง 5 โมเดลนี้คือ 1) MC – VC Model 2) ML – RC Model 3) ML – Logit Model 4) ML – Growth Model และ 5) ML – Factor Model ผลการวิเคราะห์พบว่า การนำโมเดลลิสเรลกลยุทธ์กลุ่มพหุมาใช้ประโยชน์ให้ได้เทคนิคใหม่นั้น ยังให้ผลได้ไม่ดีเท่าที่ควร แต่ข้อดีที่ค้นพบคือ ช่วยให้นักวิจัยเข้าใจข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติดีขึ้น และยังต้องมีการปรับปรุงวิธีการให้มีความสะดวกมากกว่าเดิม โดยการบูรณาการโมเดลการวิเคราะห์พหุระดับในโปรแกรมลิสเรลให้สามารถวิเคราะห์กลุ่มพหุยังอยู่ในช่วงระยะเวลาของการเสนอวิธีการ และการตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลสมบูรณ์เต็มที่

ส่วนการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multi – sample or multi – group analysis) เป็นการวิเคราะห์สำหรับกรณีที่มีประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป เพื่อตรวจสอบว่าโมเดล LISREL ที่มาจากกรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มหรือไม่ (ประภัสสร พูลโรจน์, 2543; จิตตานันท์ ติกุล, 2545) วิเคราะห์กลุ่มพหุมีหลักการและข้อตกลงเบื้องต้นว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกันและได้มาจากการสุ่มจากประชากรแต่ละกลุ่ม (Bollen, 1989; Joreskog and Sorbom, 1989 อ้างถึงใน วรรณี แกมเกตุ, 2540) และการวิเคราะห์กลุ่มพหุมีจุดเด่น 2 ข้อ คือ ข้อแรก การประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละโมเดล แต่ละกลุ่มประชากร ค่าพารามิเตอร์จะเป็นค่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลทั้งที่เป็นตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง ประโยชน์ที่ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ คือ จะใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรและพัฒนาตัวบ่งชี้ และข้อที่ 2 มีการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน (invariance) ของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรที่ต่างกันได้ และเป็นการทดสอบว่า ค่าพารามิเตอร์ที่ได้ในแต่ละกลุ่มประชากรที่แตกต่างกันมีความคงที่ทุกกลุ่มประชากรหรือไม่ ผลการทดสอบเป็นการยืนยันว่า โมเดลเชิงสาเหตุแต่ละกลุ่มประชากรเป็นโมเดลรูปแบบเดียวกันและมีค่าพารามิเตอร์เท่ากันหรือไม่

โดยโปรแกรม LISREL (Joreskog and Sorbom ,1989; อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) นั้น สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วยประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มพร้อมกันได้ โดยกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มประชากรจะเป็นกลุ่มที่เกิดจากการจัดแบ่งกลุ่มตามตัวแปรจัดประเภท เช่น ตัวแปรเพศ ศาสนา เชื้อชาติ กลุ่มเลือด อาชีพ ระดับการศึกษา สังกัดการศึกษา ภูมิภาค ฯลฯ โดยมีเงื่อนไขในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างว่า กลุ่มตัวอย่างทุกหน่วยต้องเป็นสมาชิกของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพียงกลุ่มเดียว โดยไม่เป็นสมาชิกร่วมกันในสองกลุ่ม (mutually exclusive) ประเด็นสำคัญของการวิเคราะห์กลุ่มพหุคือ การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาจากกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มต้องมีลักษณะแบบเดียวกันสำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าโมเดลที่ผู้วิจัยสร้างจากกรอบแนวคิดทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทุกกลุ่มโดยโมเดลมีลักษณะแบบเดียวกันจะเรียกว่าโมเดล Mplus ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม (invariance across groups) ก็ต่อเมื่อผลการวิเคราะห์ให้ค่าไค – สแควร์ (χ^2-test) ในการทดสอบความกลมกลืนสูงกว่าค่าวิกฤตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 การวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับและโมเดลการวิเคราะห์กลุ่มพหุในโปรแกรมเอ็มพลัส

เนื่องด้วยโปรแกรม Mplus มีข้อจำกัดของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสาเหตุพหุระดับกับการวิเคราะห์กลุ่มพหุ ตัวโปรแกรมยังไม่สามารถรองรับการวิเคราะห์นี้ได้ เพราะยังอยู่ในช่วงระยะเวลาของการเสนอวิธีการ และการตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลสมบูรณ์เต็มที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้หลักการ การวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multi – sample or multi – group analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus อย่างง่ายเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนในรูปแบบโมเดลเท่านั้น

สำหรับการวิเคราะห์กลุ่มพหุเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล โดยทั่วไปจะทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน 2 แบบ คือ การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบของโมเดล (model form) และการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล (parameter values) โดยการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบของโมเดล หมายถึง การทดสอบว่าโมเดลสมมติฐานการวิจัยสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยในแต่ละกลุ่มนั้นประกอบด้วยจำนวนตัวแปรและรูปแบบลักษณะโครงสร้างแบบเดียวกันทุกกลุ่ม หรือว่าเมทริกซ์พารามิเตอร์ของโมเดลทุกกลุ่มเป็นแบบเดียวกัน มีขนาดเมทริกซ์เท่ากัน และสถานะของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์กำหนด(fixed) อิสระ(free) และบังคับ (constsrained) เหมือนกัน

สำหรับการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดลนั้น เป็นการทดสอบต่อการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบของโมเดลเมื่อทราบว่ากลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีรูปแบบโมเดลเดียวกันแล้วค่อยทดสอบต่อว่าพารามิเตอร์ในแต่ละเมทริกซ์มีค่าเท่ากันทุกกลุ่มประชากรหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงประยุกต์การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับกับการวิเคราะห์กลุ่มพหุอย่างง่าย และทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนเฉพาะรูปแบบของโมเดล(model form) เท่านั้น โดยมีสมมติฐานในการตรวจสอบรูปแบบโมเดลว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างสังกัดหรือไม่ มีรูปแบบดังนี้

H_0 = Model form(1) = Model form(2) = Model form (3)

โดย Model form(1) หมายถึง รูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของสังกัดกรมสามัญศึกษา Model form(2) หมายถึง รูปแบบโมเดลสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (สปช.) และModel Form (3) หมายถึง รูปแบบโมเดลสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.)

ส่วนการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มาจากสังกัดที่แตกต่างกัน ก็คือ โมเดลของทุกสังกัดจะทำการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ (multilevel path analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus version 2.13 เพื่อทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าทุกโมเดลทุกสังกัดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จึงจะถือว่าโมเดลระหว่างสังกัดไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล และถ้าหากโมเดลใดโมเดลหนึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะถือว่าโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างสังกัดมีความแปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล

และสมมติฐานในการตรวจสอบรูปแบบโมเดลว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างภูมิภาคที่แตกต่างกันหรือไม่ มีรูปแบบดังนี้

H_0 = Model form(a) = Model form(b) = Model form (c) = Model form (d) = Model form(f)

โดย Model form(a) หมายถึง รูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกรุงเทพมหานคร Model form(b) หมายถึง รูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของภาคกลาง Model form(c) หมายถึง รูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของภาคเหนือ Model form(d) หมายถึง รูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของภาคใต้ Model form(f) หมายถึง รูปแบบโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ส่วนการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มาจากภูมิภาคที่แตกต่างกัน ก็คือ โมเดลของทุกภูมิภาคจะทำการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ (multilevel path analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus version 2.13 เพื่อทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าทุกโมเดลทุกภูมิภาคมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จึงจะถือว่าโมเดลระหว่างภูมิภาคไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล และถ้าหากโมเดลใดโมเดลหนึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะถือว่าโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างภูมิภาคมีความแปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กลุ่มพหุ

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กลุ่มพหุ พบว่ามีผู้ศึกษาหลายท่าน ดังนี้

จิราพร ผลประเสริฐ (2542) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้สถานภาพของโรงเรียน ความพึงพอใจในงาน และความผูกพันในอาชีพ โดยการประยุกต์การวิเคราะห์โครงสร้างค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนร่วมแบบกลุ่มพหุที่มีตัวแปรแบบแฟนทอม(Phantom Variables) กลุ่มตัวอย่างเป็นครูผู้สอนและหัวหน้าหมวด จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานการศึกษาท้องถิ่น สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กรมสามัญศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จำนวน 1,066 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า มีความแปรเปลี่ยนในรูปแบบของโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้สถานภาพของโรงเรียน ความพึงพอใจในงาน และความผูกพันในอาชีพระหว่างกลุ่มโรงเรียน 5 สังกัด แต่ไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ที่ทดสอบและมีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ สถานภาพโรงเรียน ความพึงพอใจในงาน และความผูกพันในอาชีพระหว่างกลุ่มครูผู้สอนและกลุ่มหัวหน้าหมวดในกลุ่มโรงเรียนแต่ละสังกัด และค่าพารามิเตอร์ของน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกสังเกตได้ แต่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่เหลือทุกค่าที่ทดสอบ

จิตตานันท์ ติกุล (2545) ได้พัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยได้ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองระหว่างนักศึกษาในสาขาที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 1,241 คน จาก 4 กลุ่มสาขาวิชา คือ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ เทคโนโลยีการเกษตร และเทคโนโลยีสารสนเทศ ผลการศึกษาพบว่า โมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของความมีวินัยในตนเองได้ร้อยละ 79 ความมีวินัยในตนเองได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายในตัวบุคคลมากกว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม โมเดลเชิงสาเหตุความมีวินัยในตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีความไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล แต่ค่าพารามิเตอร์ในโมเดลทุกค่าที่ทดสอบมีความแปรเปลี่ยนระหว่างนักศึกษาแต่ละกลุ่มสาขาวิชา

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2540) ได้ศึกษาความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลองการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครูระหว่างบุคลากร 2 กลุ่ม โดยประยุกต์ใช้การสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้างชนิดกลยุทธ์กลุ่มพหุ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นกลุ่มครูผู้สอนและกลุ่มหัวหน้าหมวดในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 2,938 คน และ 1,609 คน ตามลำดับ โดยมีการสุ่มครูผู้สอน 5-10 คน และหัวหน้าหมวด 5 คน จากโรงเรียนแต่ละโรงเรียนรวม 334 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการเป็นสมาชิกด้วยใจรักของครูระหว่างกลุ่มครูผู้สอนและกลุ่มครูหัวหน้าหมวด สำหรับความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์นั้น ผลการวิเคราะห์ในตอนแรกพบว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ (LX, LY) และเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุของตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (GA) ส่วนการวิเคราะห์ยืนยันในตอนที่สองพบว่า โมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุของตัวแปรภายนอกแฝงไปยังตัวแปรภายในแฝง (GA) เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ (LX, LY) เมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง (PH) และเมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรภายในแฝง (PS) แต่มีความแปรเปลี่ยนในเมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรภายนอกสังเกตได้ (TD) และเมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรภายในสังเกตได้ (TE)

ประภัสสร พูลโรจน์ (2543) ได้พัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุแบบอิทธิพลย้อนกลับของสภาพการแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุแบบอิทธิพลย้อนกลับของสภาพการแก้ปัญหาในการทำวิจัยของนิสิตบัณฑิตศึกษาที่ศึกษาในสาขาที่ต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนิสิตระดับปริญญาโทชั้นปีที่ 2–4 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 428 คน จากกลุ่มสาขาวิชา คือ สาขาสังคมศาสตร์ สาขาสังคมวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์กายภาพ ผลการศึกษาพบว่า โมเดลเชิงสาเหตุแบบอิทธิพลย้อนกลับของสภาพการแก้ปัญหาในการทำวิจัยของนิสิตบัณฑิตศึกษาทั้ง 4 สาขาวิชามีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบของโมเดล แต่ค่าพารามิเตอร์ในโมเดลทุกค่าที่ทดสอบมีความแปรเปลี่ยนระหว่างนิสิตทั้ง 4 สาขาวิชา

นิสารัตน์ ตรีโรจน์อนันต์ (2545) ได้พัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลเชิงคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยได้ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้ง 4 สังกัด และระหว่างกลุ่มโรงเรียนที่อยู่ในภาคภูมิศาสตร์ทั้ง 4 ภาค ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติที่รวบรวมจากแบบสอบถาม 3 ฉบับ และจากโรงเรียนที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจำนวน

1,025 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า โมเดลคุณภาพการศึกษาระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้ง 4 สังกัด มีความไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบของโมเดล และในด้านพารามิเตอร์ของเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบและเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายใน และผลการศึกษาโมเดลคุณภาพการศึกษาระหว่างกลุ่ม โรงเรียนที่อยู่ในภาคภูมิศาสตร์ทั้ง 4 ภาค พบว่า มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบโมเดล และด้านพารามิเตอร์ของเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบและเมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายใน

วรรณี แกมเกตุ (2540) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุและโมเดลเอ็มทีเอ็มเอ็ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูจำนวน 10,168 คน จากโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างในสังกัดสำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานการศึกษาท้องถิ่น สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กรมสามัญศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน โดยทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูระหว่างกลุ่มโรงเรียนต่างสังกัด ผลการศึกษาพบว่า โมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูของตัวแปรที่วัดโดยใช้วิธีการวัดทางตรงและทางอ้อมของกลุ่มโรงเรียนทั้ง 5 สังกัด มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ และความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อน โมเดลที่วัดโดยใช้วิธีการทางอ้อมยังมีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรภายนอกแฝงด้วย

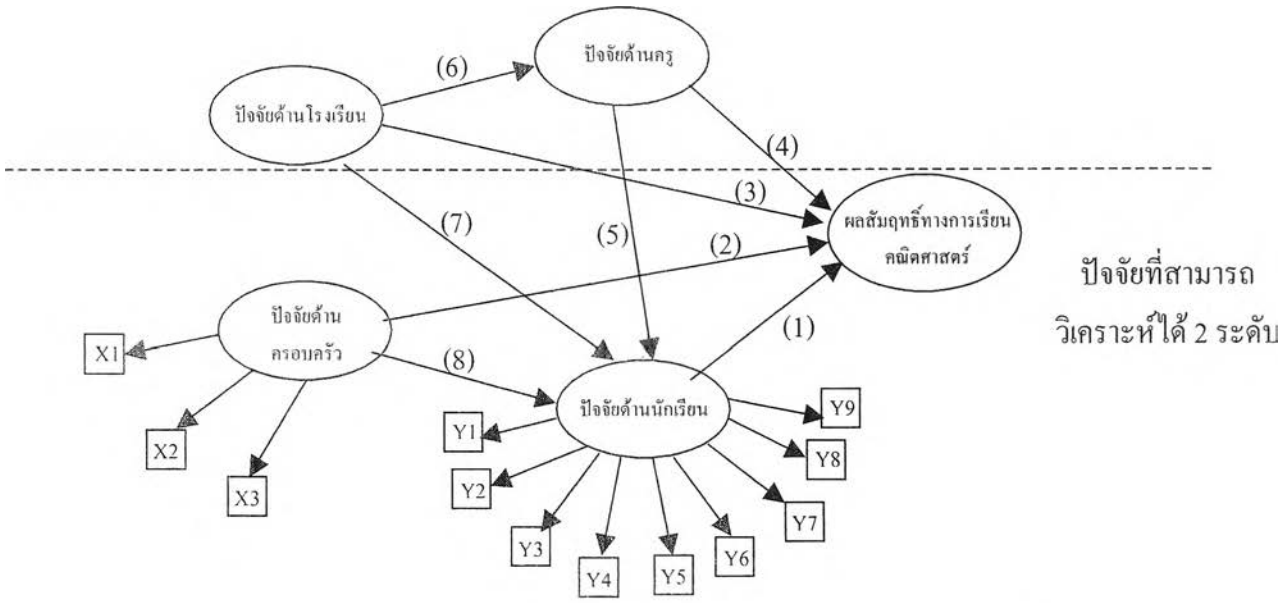
ศุภลักษณ์ ใจแสวงทรัพย์ (2547) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการวิเคราะห์เส้นทางและการวิเคราะห์กลุ่มพหุ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพ ฯ จำนวน 334 คน และครูจำนวน 11 คน ผลการศึกษาพบว่า โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพศชายและเพศหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล และในด้านพารามิเตอร์ LX, LY และ LA และโมเดลปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาคและได้จากการตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบของโมเดล และในด้านพารามิเตอร์ LX, LY, GA, BE และ PS

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ส่วนใหญ่โมเดลมีความสอดคล้องกัน คือ มีความไม่แปรเปลี่ยนในด้านรูปแบบโมเดล แต่มีความแปรเปลี่ยนในด้านพารามิเตอร์ที่ทดสอบ ซึ่งอาจมีความแปรเปลี่ยนทุกค่าพารามิเตอร์ที่ทดสอบ หรือมีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์บางค่าที่ทดสอบ

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีผู้ทำการศึกษาหลายท่าน ได้กรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้

กรอบแนวคิดที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



แผนภาพที่ 2.17 กรอบแนวคิดที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

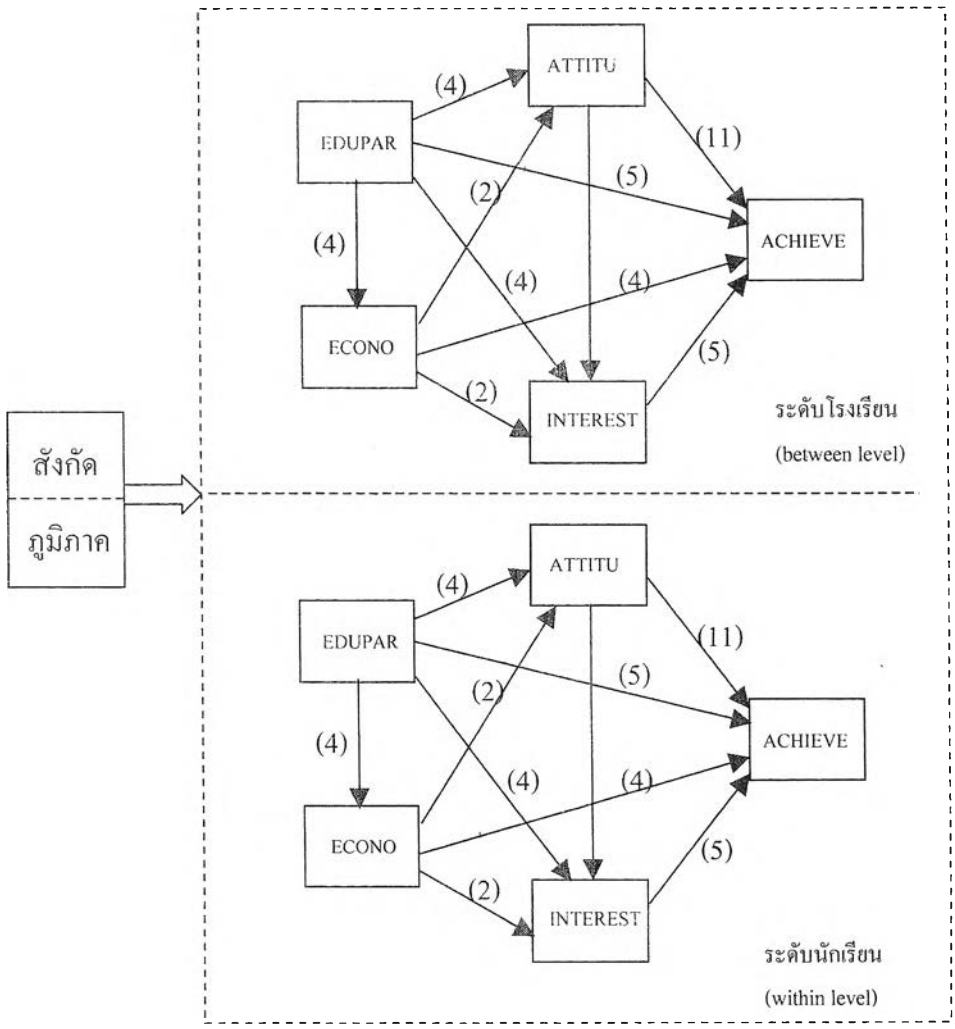
หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงตัวอย่างผู้ที่ทำการศึกษา

1. นริศรา อุปกูล (2538) อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์(2542) นิตยา เหมือดไธสง (2543) ฯ 2. สุนันทา ประไพตระกูล (2535) ประเสริฐ เดชะนาราเกียรติ (2532) สรายุทธ์ เศรษฐขจร (2539) ฯ 3. ประเสริฐ เดชะนาราเกียรติ (2532) อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์(2542) นิตยา เหมือดไธสง (2543)ฯ 4. จันทนีย์ กาญจนโรจน์ (2529) นิตยา ใจตาบ (2529) ประเสริฐ เดชะนาราเกียรติ (2532) ฯ 5. สุนันทา ประไพตระกูล (2532) อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์ (2542) นิตยา เหมือดไธสง (2543) ฯ 6 นิคม นาคอ้าย (2539) รัตนา เมืองขวา (2536) ชิสา ศาสตรี (2532) ฯ 7. นิคม นาคอ้าย (2539) วราภรณ์ วิทยโต (2536) สรายุทธ์ เศรษฐขจร (2539) ฯ 8. Hegedorn et al. (1999) Glasman (1981) Pienda (2002) สรายุทธ์ เศรษฐขจร (2539) ฯ

ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับในโปรแกรม Mplus ซึ่งการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus ปัจจัยที่จะนำไปวิเคราะห์จะต้องสามารถวิเคราะห์ได้ 2 ระดับ ซึ่งปัจจัยด้านโรงเรียนและปัจจัยด้านครูไม่สามารถวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับได้ ดังนั้น ปัจจัยที่สามารถนำวิเคราะห์ได้จึงเป็นดังนี้ **ปัจจัยด้านนักเรียน** ประกอบด้วย y1 = เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์(12) y2 = แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์(11) y3 = ความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์(5) y4 = มโนมติแห่งตน(5) y5 = เพศ(5) y6 = ความรู้พื้นฐานเดิม(11) y7 = ความถนัดทางการเรียน(4) y8 = เชาว์ปัญญา(4) และ y9 = พฤติกรรมการเรียน(5) และ**ปัจจัยด้านครอบครัว** ประกอบด้วย x1 =รายได้ผู้ปกครอง(4) x2 = ฐานะทางเศรษฐกิจ (4) และ x3 = ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (5)

หมายเหตุ ตัวเลขหลังตัวแปร หมายถึง จำนวนผู้ที่ศึกษาจากตารางที่ 1

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้กรอบแนวคิดในการวิจัยเพียงปัจจัยด้านนักเรียนและปัจจัยด้านผู้ปกครองที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้น เพราะสามารถวิเคราะห์พหุระดับในโปรแกรม Mplus ได้ โดยตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์มีผู้ทำการศึกษาตั้งแต่ 4 คนขึ้นไป มีในฐานข้อมูลเป็นข้อมูลทุติยภูมิของการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS-R) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2542 และมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACHIEVE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเหลือปัจจัยที่นำมาศึกษา ดังนี้ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์(ATTITU) ความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ (INTEREST) ฐานะทางเศรษฐกิจ(ECONO) และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDUPAR) ดังนั้นจึงมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



แผนภาพที่ 2.18 กรอบแนวคิดการวิจัย

(ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงจำนวนผู้ที่ได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตอนที่ 2)