

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 3 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย
R_m^2	แทน	ค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient ของโมเดลเชิงสาเหตุแบบเต็มรูป
M	แทน	ค่า Generalized Squared Multiple Correlation Coefficient ของโมเดลเชิงสาเหตุตามสมมุติฐาน
Q	แทน	ค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องของโมเดล
W	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของสถิติของค่า Q
γ	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรในคะแนนดิบ
β หรือ P_{jk}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีทิศทางความสัมพันธ์จากตัวแปรค่า k ไปยังตัวแปร j

γ_{000}	แทน	ค่าคงที่
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของอิทธิพลคงที่
χ^2	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของอิทธิพลสุ่ม
U	แทน	ผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน

ACH	แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ATT	แทน	เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
SUPP	แทน	การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
REASON	แทน	ความสามารถด้านเหตุผล มติ คณิตศาสตร์

ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน

CLR	แทน	บรรยากาศในชั้นเรียน
BEH	แทน	พฤติกรรมการสอนของครู
INTER	แทน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

ตัวแปรตาม

CREA	แทน	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
------	-----	--------------------------------

ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 3 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง
 คณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ($n = 1,800$)

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.
ตัวแปรระดับนักเรียน			
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4	2.82	0.82
เจตคติต่อการเรียน	50	34.65	6.78
การสนับสนุนของผู้ปกครอง	50	31.61	7.50
ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์	10	6.71	2.01
ตัวแปรระดับห้องเรียน	50	41.11	2.22
บรรยากาศในชั้นเรียน	50	39.37	1.66
พฤติกรรมการสอนของครู	50	40.24	1.99
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน			
ตัวแปรตาม			
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	-	21.68	8.40

จากตารางที่ 3 ตัวแปรระดับนักเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการ
 เรียน การสนับสนุนของผู้ปกครอง และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย
 เท่ากับ 2.82 , 34.65 , 31.61 , 6.71 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาตัวแปรระดับห้องเรียน พบว่า บรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรม
 การสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.11 , 39.37 และ 40.24
 ตามลำดับ ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นตัวแปรตามมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.68

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้คำนวณด้วยค่า
 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient)

ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระดับนักเรียน

ตัวแปร	ความคิดสร้างสรรค์	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	เจตคติต่อการเรียน	การสนับสนุนของผู้ปกครอง	ความสามารถด้านเหตุผล มติคณิตศาสตร์
ความคิดสร้างสรรค์	1.00				
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	.596**	1.00			
เจตคติต่อการเรียน	.133**	.169**	1.00		
การสนับสนุนของผู้ปกครอง	.029	.004	.488**	1.00	
ความสามารถด้านเหตุผล มติคณิตศาสตร์	.529**	.561**	.138**	.090**	1.00

** P < .01

จากตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ รวมทั้งสิ้น 10 ค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .004 ถึง .596 และมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าสูงสุด คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ ($r = .596$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่ำสุด คือ การสนับสนุนของผู้ปกครองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($r = .004$)

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับตัวแปรต่าง ๆ พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (.596) เจตคติต่อการเรียน (.133) และความสามารถด้านเหตุผล มติคณิตศาสตร์ (.529)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระดับห้องเรียน ปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระดับห้องเรียน

ตัวแปร	บรรยากาศในชั้นเรียน	พฤติกรรมการสอน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฯ
บรรยากาศในชั้นเรียน	1.00		
พฤติกรรมการสอน	.626 **	1.00	
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฯ	.723 **	.728 **	1.00

** $p < .01$

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ รวมทั้งสิ้น 3 ค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .626 ถึง .728 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสูงสุด คือ พฤติกรรมการสอนกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน (.728) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่ำสุด คือ บรรยากาศในชั้นเรียนกับพฤติกรรมการสอน (.626) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ บรรยากาศในชั้นเรียนกับพฤติกรรมการสอน บรรยากาศในชั้นเรียนกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน และพฤติกรรมการสอนกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

ตอนที่ 3 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์เพื่อค้นหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียน และรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียน ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของแต่ละระดับปรากฏผลดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียน (Micro Level Model)

การวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาค่าอิทธิพลของตัวแปรเชิงสาเหตุระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 9 ส่วน ได้แก่

1. ผลการวิเคราะห์ Null Model

การวิเคราะห์เป็นการพิจารณาความแปรปรวนของตัวแปรตามแต่ละตัวแปรในรูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป (Full Model) โดยไม่มีตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่มีต่อตัวแปรตามในแต่ละตัวแปรในรูปแบบนั้นเข้ามาร่วมวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบว่าความแปรปรวนแต่ละตัวในโมเดลมีความแปรปรวนภายในห้องเรียนหรือไม่ และสามารถนำค่าความแปรปรวนหรือค่าความแปรปรวนคลาดเคลื่อนภายในหน่วย (Within-Unit Error Variance) ที่ได้ไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

การวิเคราะห์ขั้นนี้วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเฮซแอลเอ็ม(HLM) ในการวิเคราะห์ขั้น Null Model โดยการนำความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 จากนั้นนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และความสามารถด้านเหตุผล มติ คณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ครั้งที่ 2,3,4 และ 5 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่ม ของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียน และความแปรปรวน ระหว่าง ห้องเรียนเมื่อใช้ตัวแปรตามและตัวแปรในรูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียน

ตัวแปร	Fixed Effect		Random Effect		
	Pool-Within class effect		Between-class effect		
			Parameter	Total	
	γ_{000}	t	variance	Observed	χ^2
CREA	21.65800	35.111 **	21.22858	70.9739	814.33937 **
Within-unit error					
variance(σ^2)	= 49.74531				
ACH	2.818389	54.366 **	0.14614	0.68148	542.16670 **
Within-unit error					
variance(σ^2)	= 0.53534				

ตัวแปร	Fixed Effect		Random Effect		
	Pool-Within class effect		Between-class effect		
			Parameter	Observed	
	γ_{000}	t	variance	variance	χ^2
ATT	34.647778	128.094 **	3.03119	46.02146	183.80031 **
Within-unit error					
variance(σ^2)		= 42.99027			
SUPP	31.606111	79.975 **	7.91602	56.32646	348.42827 **
Within-unit error					
variance(σ^2)		= 48.41044			
REASON	6.709444	46.652 **	1.16546	4.06383	770.73373 **
Within-unit error					
variance(σ^2)		= 2.89837			

** P < .01

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ Null Model ปรากฏผลดังนี้

เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 21.658 ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และค่าคงที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($t = 35.111$) ส่วนผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 814.33937$) โดยมีความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 21.22858 และความแปรปรวนของค่าที่สังเกตได้ทั้งหมด เท่ากับ 70.97389

เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 2.818389 ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ พบว่า เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และค่าคงที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($t = 54.366$) ส่วนผลการทดสอบอิทธิพล คู่ร่วม พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 542.16670$) โดยมีความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.14614 และความแปรปรวนของค่าที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 0.68148

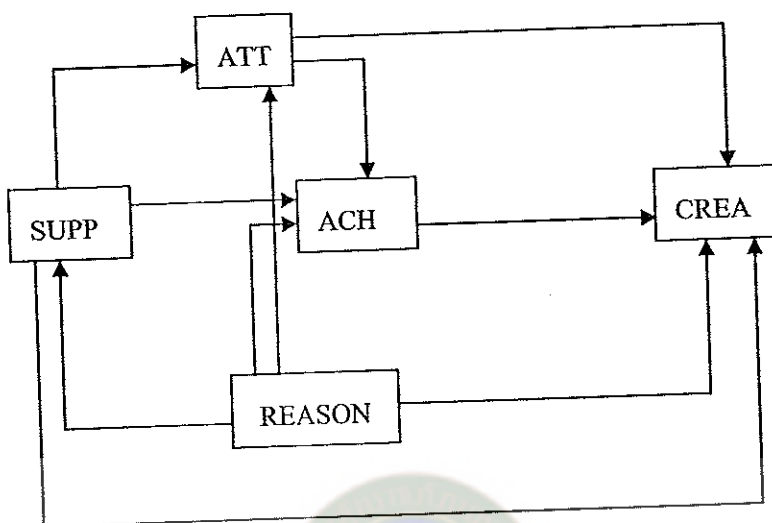
เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยของเจต คติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 34.647778 ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ พบว่า การ สนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และ ค่าคงที่มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($t = 128.094$) ส่วนผลการทดสอบอิทธิพลคู่ร่วม พบว่า ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 183.80031$) โดยมีความแปรปรวน ของค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 3.03119 และความแปรปรวนของค่าที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 46.02146

เมื่อใช้การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองเป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองมีค่าเท่ากับ 31.606 ผลการทดสอบ อิทธิพลคงที่ พบว่า ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และค่าคงที่มีอิทธิพลต่อการ สนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($t = 79.975$) ส่วนผล การทดสอบอิทธิพลคู่ร่วม พบว่า ค่าเฉลี่ยการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองมี ความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 348.42827$) โดยมีความแปรปรวน ของค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 7.91602 และความแปรปรวนของค่าที่สังเกตได้ทั้งหมด เท่ากับ 56.32646

2. ผลการวิเคราะห์ชั้น Simple Model ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ระดับนักเรียนแบบเต็มรูป

การวิเคราะห์ชั้น Simple Model จะเป็นการวิเคราะห์หลังจากวิเคราะห์ Null Model และพบว่าตัวแปรอิสระและค่าคงที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ และตัวแปรตามแต่ละตัวในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ซึ่งการวิเคราะห์ชั้นนี้จะนำตัวแปรอิสระในระดับนักเรียนมาอธิบายตัวแปรตามแต่ละตัว ในสมการถดถอยแล้วตรวจสอบความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละตัวดังกล่าว ว่ามีความ แปรปรวนระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับ

ห้องเรียนในชั้นต่อไปหรือไม่ สำหรับรูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูปมีลักษณะดัง
 แผนภาพที่ 16



แผนภาพที่ 16 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป

เมื่อวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป
 ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 7-11

ตารางที่ 7 อธิทธิพลคงที่ อธิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อทธิพลภายในห้องเรียนและ
 ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็น
 ตัวแปรตาม

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Between-class variance	Total variance
Intercept	21.401		49.614 **	10.181	34.052	509.589 **
ACH	3.251	0.3505	13.031 **	1.434	25.306	81.307 *
ATT	0.038	0.0258	1.559	0.012	23.884	58.820
SUPP	0.014	-0.0232	0.602	0.011	23.883	85.406 *
REASON	1.844	0.4310	10.839 **	1.229	25.101	216.697 **
Within-unit error variance (σ^2) = 23.87182				$R^2 = 0.5201192$		

**P<.01, *P<.05

จากตารางที่ 7 เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์ห้อิทธิพลของที่ พบว่า ค่าคงที่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 49.614$, $t = 13.031$ และ $t = 10.839$) ตามลำดับ ส่วนเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี และมีความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ดี มีแนวโน้มที่จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดีด้วย

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลร่วม พบว่า ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 509.589$ และ $\chi^2 = 216.697$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 10.181 และ 1.229 ความแปรปรวนที่จากการสังเกตได้ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 34.052 และ 25.101 สัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 81.307$ และ 85.406) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.434 และ 0.011 ความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 25.306 และ 23.883 ตามลำดับ ส่วนเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ตัวแปรระดับนักเรียนทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 52.01 ($R^2 = 0.5201192$)

ตารางที่ 8 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	2.740		60.600**	0.109	0.411	521.228**
ATT	0.013	0.1481	5.339**	0.000	0.301	70.954
SUPP	-0.005	-0.1183	-1.662	0.000	0.301	102.593**
REASON	0.261	0.5515	12.716**	0.022	0.323	386.125**
Within-unit error variance (σ^2) = 0.30182				$R^2 = 0.4362088$		

** $P < .01$

จากตารางที่ 8 เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 60.600$, $t = 5.339$ และ $t = 12.716$) ตามลำดับ ส่วนการสนับสนุนของผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงว่า นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และมีความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ดี มีแนวโน้มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีด้วย

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่ สัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองและความสามารถเหตุผลด้าน มิติ คณิตศาสตร์ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 521.228$, $\chi^2 = 102.593$ และ $\chi^2 = 386.125$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.109, 0.00 และ 0.022

ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.411 , 0.301 และ 0.323 ตามลำดับ สำหรับสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้ร้อยละ 43.62 ($R^2 = 0.4362088$)

ตารางที่ 9 อธิพจน์ของอิทธิพลคู่ของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ตัวแปร	Fixed effect		Random effect			
	Pooled-within class effect		Between-class effect		Total	
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	34.605		224.261 **	0.332	34.247	84.727 **
SUPP	0.435	0.4799	21.780 **	0.004	33.920	70.847
REASON	0.308	0.9432	4.108 **	0.057	33.972	77.622
Within-unit error variance (σ^2) = 33.916			$R^2 = 0.2110838$			

** P < .01

จากตารางที่ 9 เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคู่ที่ พบว่า ค่าคงที่ การสนับสนุนของผู้ปกครอง และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 224.26$, $t = 21.780$ และ $t = 4.108$) ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองให้การสนับสนุนดี และมีความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ดี มีแนวโน้มที่จะมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีด้วย

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลคู่ พบว่า ค่าคงที่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 84.727$) โดยมีความแปรปรวนของการ

ประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.332 ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตมีค่าเท่ากับ 34.247 สัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครอง และความสามารถเหตุผลด้าน มิติ คณิตศาสตร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ตัวแปรระดับนักเรียนทุกคนอธิบายความแปรปรวนเจตคติต่อ การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 21.11 ($R^2 = 0.2110838$)

ตารางที่ 10 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวน ระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้การสนับสนุนของผู้ปกครองเป็นตัวแปรตาม

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	31.628		81.348 **	7.620	55.939	293.642 **
REASON	0.184	0.0899	2.023 *	0.015	48.335	59.257
Within-unit error variance (σ^2) = 48.31949			$R^2 = 0.0018787$			

** $P < .01$, * $P < .05$

จากตารางที่ 10 เมื่อใช้การสนับสนุนของผู้ปกครองเป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์ อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่มีอิทธิพลต่อการสนับสนุนของผู้ปกครองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ($t = 81.348$) ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อการสนับสนุน ของผู้ปกครองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.023$)

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงว่า นักเรียนที่มีความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ดี มีแนวโน้มที่ผู้ปกครองสนับสนุนด้านการเรียนคณิตศาสตร์ดีด้วย

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่มีความแปรปรวนระหว่าง ห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 293.642$) โดยมีความแปรปรวนของการ ประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 7.620 ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตมีค่าเท่ากับ 55.939 สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

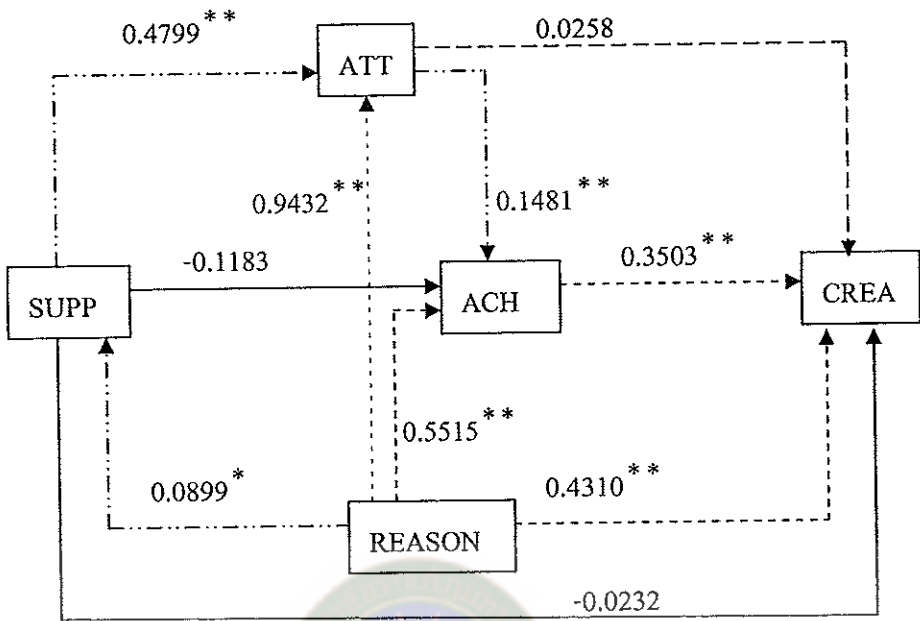
ทั้งนี้ตัวแปรระดับนักเรียนทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของการ
 สัมพันธของผู้ปกครองได้ร้อยละ 0.19 ($R^2 = 0.0018787$)

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์
 เชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	R^2	Fixed Effect		Random Effect	
			β	t	U	χ^2
CREA	ACH	0.5202	0.3505	13.031**	U ₁	81.307*
	ATT		0.0258	1.559	U ₂	58.820
	SUPP		-0.0232	0.602	U ₃	85.406*
	REASON		0.4310	10.839**	U ₄	216.697**
ACH	ATT	0.4362	0.1481	5.339**	U ₁	70.954
	SUPP		-0.1183	-1.662	U ₂	102.593**
	REASON		0.5515	12.716**	U ₃	386.125**
ATT	SUPP	0.2111	0.4799	21.780**	U ₁	70.847
	REASON		0.9432	4.108**	U ₂	77.622
SUPP	REASON	0.0019	0.0899	2.023*	U ₁	59.257

** $P < .01$, * $P < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่า สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทาง
 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 6 และ
 1 ค่า ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิง
 สาเหตุที่มีอิทธิพลลงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 3 และ 2 ค่า ตามลำดับ
 ส่วนสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ทั้งอิทธิพลลงที่และอิทธิพลลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า มี
 จำนวน 1 ค่า คือ สัมประสิทธิ์เส้นทางระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับเจตคติต่อ
 การเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (β) ที่ได้จากการวิเคราะห์มา
 เขียนกำกับลงรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป ทั้งในส่วนของอิทธิพลลงที่และอิทธิพลลงจะ
 ปรากฏผลดังแผนภาพที่ 17



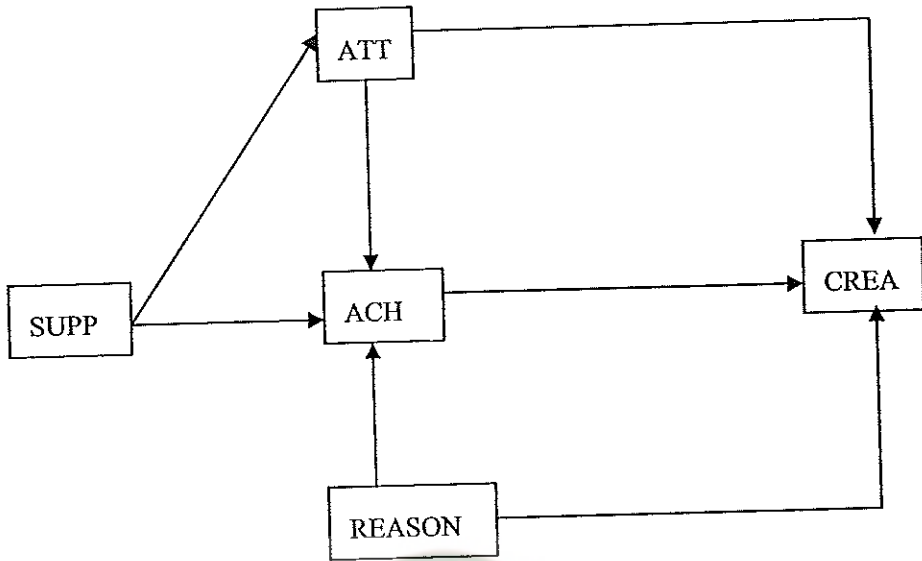
แผนภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป

- > แทน เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ
- > แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- - - - -> แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- > แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ผลการวิเคราะห์ขั้น Simple Model ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

ระดับนักเรียนตามสมมุติฐาน

การวิเคราะห์ขั้น Simple Model ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมุติฐานมีหลักการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป แตกต่างกันเพียงการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมุติฐานนั้นจะใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์ตามทฤษฎีที่ผู้วิจัยได้ศึกษามาแล้วคาดว่าจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามเท่านั้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 18



แผนภาพที่ 18 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมุติฐาน

เมื่อวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมุติฐาน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 12-15

ตารางที่ 12 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : สมมุติฐาน

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	21.323073		49.606 **	10.10692	34.56475	503.48845 **
ACH	3.295817	0.3534	13.070 **	1.33010	25.78793	80.10296 *
ATT	0.037626	0.0137	1.847	0.00618	24.46401	57.72763
REASON	1.841808	0.4286	10.989 **	1.17002	25.62785	208.17598 **
Within-unit error variance (σ^2) = 24.45783				$R^2 = 0.508339$		

** P < .01 , * P < .05

จากตารางที่ 12 เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์หือทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 49.606$, $t = 13.070$ และ $t = 10.989$) ส่วนเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนผลการวิเคราะห์หือทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 503.488$ และ $\chi^2 = 208.176$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 10.10692 และ 1.17002 ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 34.564 และ 25.628 ตามลำดับสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 80.103$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.006 ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 24.464 ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ตัวแปรระดับนักเรียนทุกคนอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 50.83 ($R^2 = 0.508$)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 13 อิทธิพลของอิทธิพลกลุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและ
ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เป็นตัวแปรตาม : สมมุติฐาน

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	2.740215		60.600 **	0.10945	0.41127	521.22823 **
ATT	0.013297	0.1481	5.339 **	0.00009	0.30191	70.95362
REASON	0.261361	0.5515	12.716 **	0.02173	0.32355	386.12520 **
SUPP	-0.004672	-0.1183	-1.662	0.00022	0.30304	102.59289 **
Within-unit error variance (σ^2) = 0.130182				$R^2 = 0.4362088$		

** $P < .01$

จากตารางที่ 13 เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 60.600$, $t = 5.339$ และ $t = 12.716$) ส่วนการสนับสนุนของผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 521.228$, $\chi^2 = 386.125$ และ $\chi^2 = 102.593$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.109, 0.021 และ 0.0002 ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 0.411, 0.324 และ 0.303 ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ตัวแปรระดับนักเรียนทุกคนตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 43.62 ($R^2 = 0.4362$)

ตารางที่ 14 อิทธิพลของอิทธิพลคู่ของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : สมมุติฐาน

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	34.644661		198.917 **	0.69144	34.92361	99.04064 **
SUPP	0.438981	0.0210	22.031 **	0.00283	34.23500	73.33589
Within-unit error variance (σ^2) = 34.23217				$R^2 = 0.2037228$		

** P < .01

จากตารางที่ 14 เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ และการสนับสนุนของผู้ปกครอง มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 198.917$ และ $t = 22.031$)

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลคู่ พบว่า ค่าคงที่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 99.041$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.691 ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 34.924 สัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

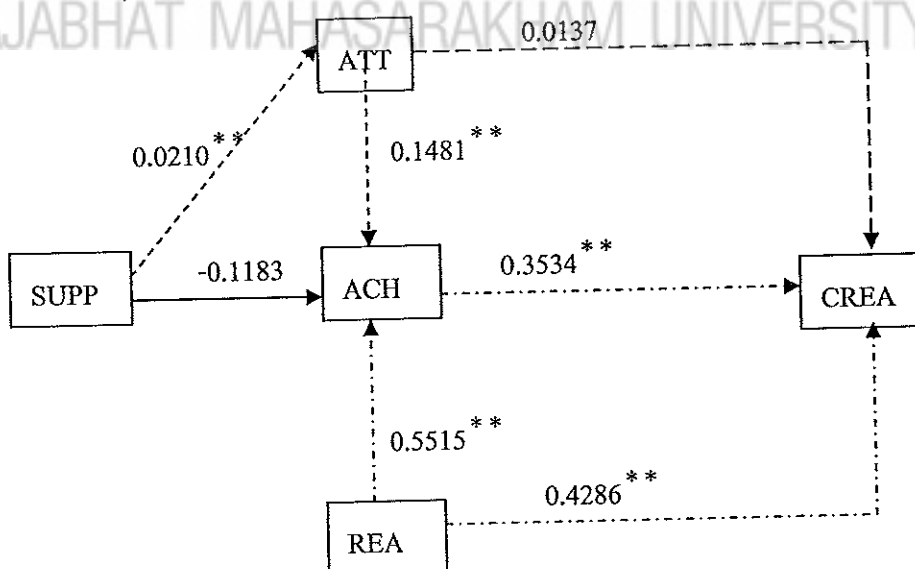
ทั้งนี้ตัวแปรระดับนักเรียนทุกคนอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 20.37 ($R^2 = 0.204$)

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์
เชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมุติฐาน

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	R ²	Fixed Effect		Random Effect	
			β	t	U	χ^2
CREA	ACH	0.508339	0.3534	13.031 **	U ₁	81.307 *
	ATT		0.0137	1.559	U ₂	58.820
	REASON		0.4286	10.839 **	U ₃	216.697 **
ACH	ATT	0.4362088	0.1481	5.339 **	U ₁	70.954
	SUPP		-0.1183	-1.662	U ₂	102.593 **
	REASON		0.5515	12.716 **	U ₃	386.125 **
ATT	SUPP	0.2037228	0.0210	21.780 **	U ₁	70.847

** P < .01 , * P < .05

จากตารางที่ 15 พบว่า สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่อิทธิพลลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 5 ค่า โดยมีสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่อิทธิพลสู่มิมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 3 และ 1 ค่า ตามลำดับ รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมุติฐานมีลักษณะดังแผนภาพที่ 19



แผนภาพที่ 19 ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมุติฐาน

- > แทน เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ
- > แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- > แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่อิทธิพลสุ่ม ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
- > แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปซท์ พบว่า

4.1 ผลการวิเคราะห์ค่า R_m^2 ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปปรากฏว่า R_m^2 มีค่าเท่ากับ 0.788 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 78.81

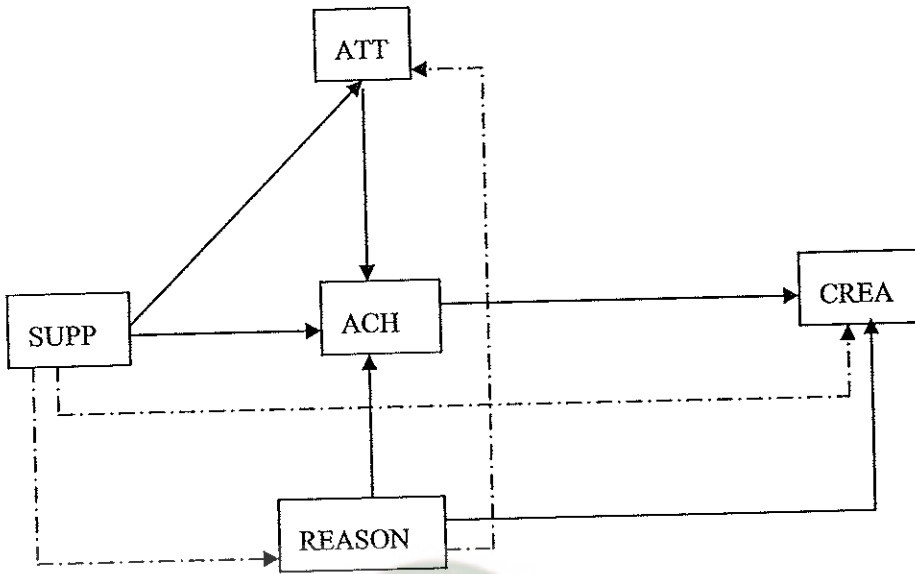
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่า M ของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานปรากฏว่า M มีค่าเท่ากับ 0.779 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 77.91

4.3 ผลการวิเคราะห์ค่า Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องหรือรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏว่า Q มีค่าเท่ากับ 0.959

4.4 ผลการวิเคราะห์สถิติทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ Q ด้วยสถิติ W ปรากฏว่า W มีค่าเท่ากับ $82.80 > \chi_{.05}^2 (df=4, \chi_{.05}^2 = 9.488)$ พบว่า W มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า โมเดลเชิงสาเหตุตามสมมุติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงต้องทำ การปรับ โมเดลเชิงสาเหตุใหม่เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต่อไป

การปรับรูปแบบความสัมพันธ์ของครั้งที่ 1

การปรับรูปแบบความสัมพันธ์ของครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการตัดเส้นทางความสัมพันธ์ที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ปรากฏในรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานจำนวน 1 เส้นทาง คือ ความคิดสร้างสรรค์กับเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเพิ่มเส้นทางความสัมพันธ์ที่อิทธิพลคงที่หรืออิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 3 เส้นทาง คือ ความคิดสร้างสรรค์กับการสนับสนุนของผู้ปกครอง เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และการสนับสนุนของผู้ปกครองกับความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ทำให้ได้รูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับดังแผนภาพที่ 20



แผนภาพที่ 20 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนปรับครั้งที่ 1

-----> แทน เส้นทางที่เพิ่มในรูปแบบความสัมพันธ์

5. ผลการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์จากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนปรับครั้งที่ 1

ตารางที่ 16 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ปรับครั้งที่ 1

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	21.408158		49.349 **	10.28151	34.61191	536.39299 **
ACH	3.374831	0.3545	13.528 **	1.23844	25.56884	89.02221 *
REASON	1.817374	0.4310	10.856 **	1.15132	25.48172	216.26765 **
SUPP	0.031880	-0.0107	1.632	0.00699	24.33739	81.51538 *
Within-unit error variance (σ^2) = 24.33040				$R^2 = 0.5109$		

** P < .01 , * P < .05

จากตารางที่ 16 เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 49.349$, $t = 13.528$ และ $t = 10.856$) ส่วนการสนับสนุนของผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลร่วม พบว่า ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 536.39299$ และ $\chi^2 = 216.26765$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 10.28151 และ 1.15132 ความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 34.61191 และ 25.48172 ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 89.02221$ และ $\chi^2 = 81.51538$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.238 และ 0.007 ความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 25.569 และ 24.337 ตามลำดับ

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 51.09

ตารางที่ 17 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ปรับครั้งที่ 1

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	2.740215		60.600 ^{**}	0.10945	0.41127	521.22823 ^{**}
ATT	0.013297	0.1481	5.339 ^{**}	0.00009	0.30191	70.95362
REASON	0.261361	0.5515	12.716 ^{**}	0.02173	0.32355	386.12520 ^{**}
SUPP	-0.004672	-0.1183	-1.662	0.00022	0.30204	102.59289 ^{**}
Within-unit error variance (σ^2) = 0.30182			$R^2 = 0.43621$			

^{**} P < .01

จากตารางที่ 17 เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 60.600$, $t = 5.339$ และ $t = 12.716$) ส่วนการสนับสนุนของผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -1.662$)

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 521.228$, $\chi^2 = 386.125$ และ $\chi^2 = 102.593$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.109, 0.022 และ 0.0002 ความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 0.411, 0.324 และ 0.302 ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างไร้มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้ร้อยละ 43.62

ตารางที่ 18 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ปรับครั้งที่ 1

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	34.604907		224.261 **	0.33151	34.24723	84.72747 *
REASON	0.307997	0.0943	4.108 **	0.05670	33.77242	77.62219
SUPP	0.435409	0.4799	21.780 **	0.00391	33.91963	70.84651
Within-unit error variance (σ^2) = 33.91572 $R^2 = 0.21108$						

** $P < .01$, * $P < .05$

จากตารางที่ 18 เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์และการสนับสนุนของผู้ปกครองของนักเรียนมีอิทธิพลต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 224.261$, $t = 4.108$ และ $t = 21.780$)

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 84.72747$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.331 ความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 34.247 สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้ร้อยละ 21.11

ตารางที่ 19 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและ
ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้การสนับสนุนของผู้ปกครองเป็น
ตัวแปรตาม : ปรับครั้งที่ 1

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	6.709939		81.348**	1.14859	4.04031	293.64156**
REASON	0.011162	0.0899	2.023	0.00008	2.8918	59.25680
Within-unit error variance (σ^2) = 48.31949			$R^2 = 0.00188$			

** $P < .01$

จากตารางที่ 19 เมื่อใช้การสนับสนุนของผู้ปกครองของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่มีอิทธิพลต่อการสนับสนุนของผู้ปกครองของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 81.348$) ส่วนความสามารถด้านเหตุผล มิติคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อการสนับสนุนของผู้ปกครองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม พบว่า มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 293.64156$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.14859 ความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 4.04031 สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

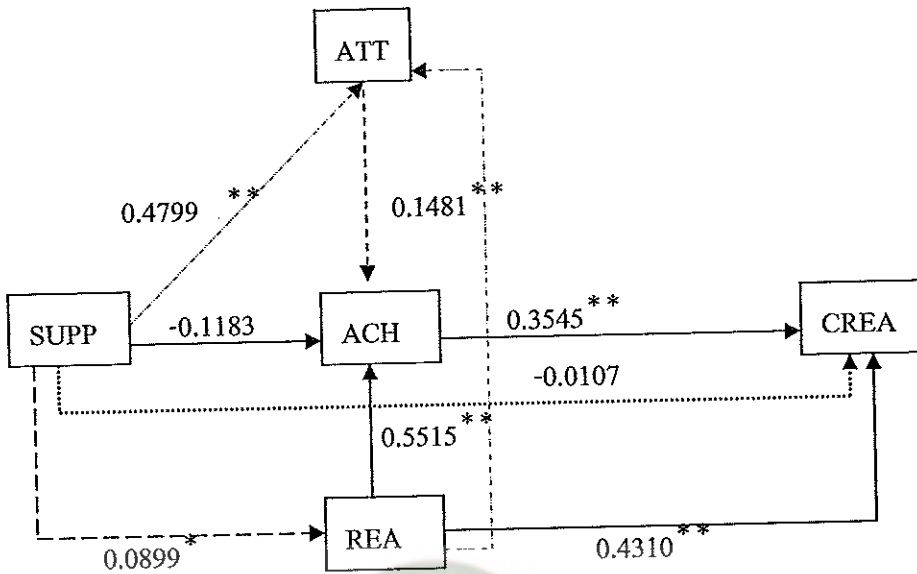
ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของการสนับสนุนของผู้ปกครองของนักเรียนได้ร้อยละ 0.19

ตารางที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์
เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับครั้งที่ 1

ตัวแปร ตาม	ตัวแปรอิสระ	R ²	Fixed Effect		Random Effect	
			β	t	U	χ^2
CREA	ACH	0.5109	0.3545	13.528 **	U ₁	89.02221 **
	REASON		0.4310	10.856 **	U ₂	216.26765 **
	SUPP		-0.0107	1.632	U ₃	81.51538 *
ACH	ATT	0.43621	0.1481	5.339 **	U ₁	70.95362
	REASON		0.5515	12.716 **	U ₂	386.12520 **
	SUPP		-0.1183	-1.662 *	U ₃	102.59289 **
ATT	REASON	0.21108	0.0943	4.108 **	U ₁	77.62219
	SUPP		0.4799	21.780 **	U ₂	70.84651
SUPP	REASON	0.00188	0.0899	2.023 *	U ₁	59.25680

** P < .01 , * P < .05

จากตารางที่ 20 พบว่า สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทาง
ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่อิทธิพลลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 6 ค่า
และ 2 ค่า ตามลำดับ โดยมีสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทาง
ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่อิทธิพลลุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 4 และ 1
ค่า ตามลำดับ รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับครั้งที่ 1 มีลักษณะดังแผนภาพที่ 21



แผนภาพที่ 21 ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนปรับครั้งที่ 1

- > แทน เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ
- - - - -> แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
-> แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่อิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
-> แทน เส้นทางอิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่อิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติ

6. การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนปรับครั้งที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปซท์ พบว่า

6.1 ผลการวิเคราะห์ค่า R_m^2 ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปปรากฏว่า R_m^2 มีค่าเท่ากับ 0.788 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 78.81

6.2 ผลการวิเคราะห์ค่า M ของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานปรากฏว่า M มีค่าเท่ากับ 0.784 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 78.43

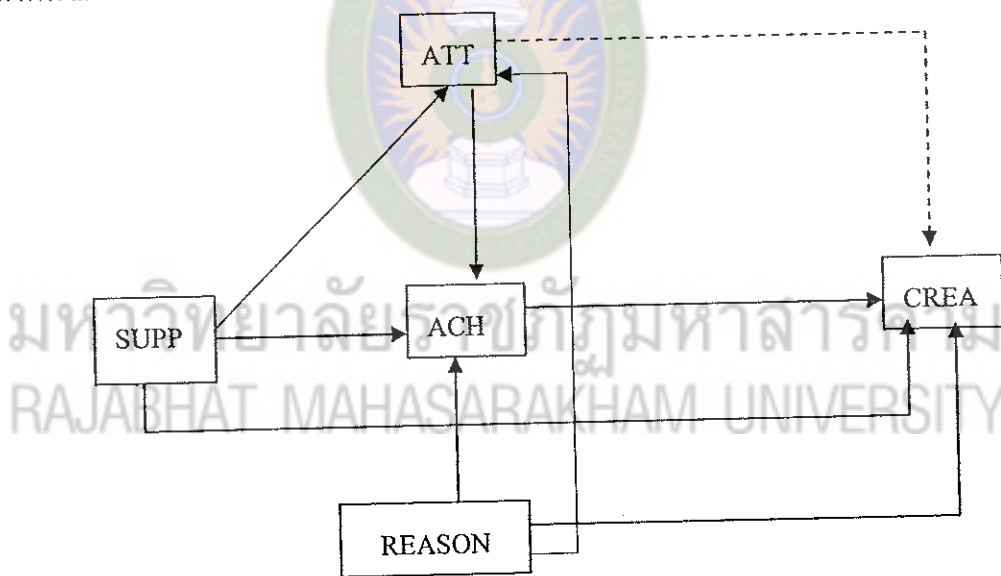
6.3 ผลการวิเคราะห์ค่า Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องหรือรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏว่า Q มีค่าเท่ากับ 0.982

6.4 ผลการวิเคราะห์สถิติทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ Q ด้วยสถิติ W

ปรากฏว่า W มีค่าเท่ากับ $32.67 > \chi^2_{.05} (df=1, \chi^2_{.05} = 3.841)$ พบว่า W มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า โมเดลเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงต้องทำการปรับโมเดลเชิงสาเหตุใหม่เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต่อไป

การปรับรูปแบบความสัมพันธ์ของครั้งที่ 2

การปรับรูปแบบความสัมพันธ์ของครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการตัดเส้นทางความสัมพันธ์ที่อิทธิพลคงที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 1 เส้นทาง คือ การสนับสนุนของผู้ปกครองกับความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และเพิ่มเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุจากความสอดคล้องตามทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเข้าไปในรูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับจำนวน 1 เส้นทาง คือ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้ได้รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับครั้งที่ 2 ดังแผนภาพที่ 22



แผนภาพที่ 22 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับครั้งที่ 2

----> แทน เส้นทางที่เพิ่มในรูปแบบความสัมพันธ์

7. ผลการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์จากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับครั้งที่ 2

ตารางที่ 21 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ปรับครั้งที่ 2

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	21.401		49.614 **	10.181	34.052	509.589 **
ACH	3.251	0.3503	13.031 **	1.434	25.306	81.307 *
ATT	0.038	0.0258	1.559	0.012	23.884	58.820
SUPP	0.014	-0.232	0.602	0.011	23.883	85.406 *
REASON	1.844	0.4310	10.839 **	1.229	25.101	216.697 **
Within-unit error variance (σ^2) = 23.87182			$R^2 = 0.5201192$			

** $P < .01$, * $P < .05$

จากตารางที่ 21 เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 49.614$, $t = 13.031$ และ $t = 10.839$) ส่วนเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 509.589$ และ $\chi^2 = 216.697$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 10.181 และ 1.229 ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 34.052 และ 25.101 ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 81.307$ และ $\chi^2 = 85.406$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1.434 และ 0.011 ความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 25.306 และ 23.883 ตามลำดับ ส่วนเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ตัวแปรระดับนักเรียนทุกคนอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้ร้อยละ 52.01 ($R^2 = 0.520$)

ตารางที่ 22 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ปรับครั้งที่ 2

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	2.740		60.600 **	0.109	0.411	521.228 **
ATT	0.013	0.1481	5.339 **	0.000	0.301	70.954
SUPP	-0.005	-0.1183	-1.662	0.000	0.301	102.593 **
REASON	0.261	0.5515	12.716 **	0.022	0.323	386.125 **
Within-unit error variance (σ^2) = 0.30182				$R^2 = 0.4362088$		

** $P < .01$

จากตารางที่ 22 เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตามผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 60.600$, $t = 5.339$ และ $t = 12.716$) ตามลำดับ ส่วนการสนับสนุนของผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าคงที่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 521.228$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.109 ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตมีค่าเท่ากับ 0.411 สัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองและความสามารถด้านเหตุผลด้าน มิตินิติศาสตร์ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 102.593$ และ $\chi^2 = 386.125$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.000 และ 0.022 ความแปรปรวนสังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 0.301 และ 0.323 ตามลำดับ สำหรับสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 43.62 ($R^2 = 0.4362088$)

ตารางที่ 23 อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มของการวิเคราะห์อิทธิพลภายในห้องเรียนและความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ปรับครั้งที่ 2

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Between-class effect	Total observed χ^2
Intercept	34.604907		224.261**	0.33151	34.24723	84.72747*
REASON	0.307997	0.0943	4.108**	0.05670	33.77242	77.62219
SUPP	0.435409	0.4799	21.780**	0.00391	33.91963	70.84651
Within-unit error variance (σ^2) = 33.91572 $R^2 = 0.21108$						

** $P < .01$, * $P < .05$

จากตารางที่ 23 เมื่อใช้เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ พบว่า ค่าคงที่ ความสามารถด้านเหตุผล มิตินิติศาสตร์และ

การสนับสนุนของผู้ปกครองของนักเรียนมีอิทธิพลต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 224.261$, $t = 4.108$ และ $t = 21.780$)

ส่วนผลการวิเคราะห์อิทธิพลร่วม พบว่า ค่าคงที่ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 84.72747$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.332 ความแปรปรวนที่สังเกตได้ทั้งหมดเท่ากับ 34.247 สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์และการสนับสนุนของผู้ปกครองมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนของเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 21.11

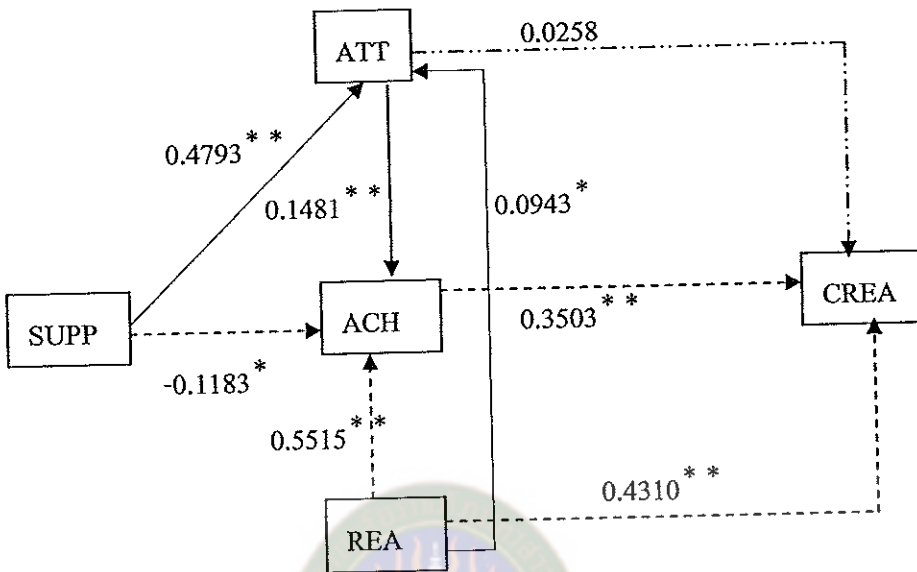
ตารางที่ 24 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับครั้งที่ 2

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	R ²	Fixed Effect		Random Effect	
			β	t	U	χ^2
CREA	ACH	0.520119	0.3503	13.031**	U ₁	81.307*
	ATT		0.0258	1.559	U ₂	58.820
	REASON		0.4310	10.839**	U ₄	216.697**
ACH	ATT	0.43621	0.1481	5.339**	U ₁	70.95362
	REASON		0.5515	12.716**	U ₂	386.12520**
	SUPP		-0.1183	-1.662*	U ₃	102.59289**
ATT	REASON	0.21108	0.0943	4.108**	U ₁	77.62219
	SUPP		0.4799	21.780**	U ₂	70.84651

** P < .01 , * P < .05

จากตารางที่ 24 พบว่า สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่อิทธิพลลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 6 ค่า และ 1 ค่า ตามลำดับ โดยมีสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือสัมประสิทธิ์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่อิทธิพลลงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 จำนวน 3 และ 1

ค่า ตามลำดับ รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับครั้งที่ 2 มีลักษณะดังแผนภาพที่ 23



แผนภาพที่ 23 ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับครั้งที่ 2

- > แทน เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญ
- - - - -> แทน เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญ
- > แทน เส้นทางที่อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มไม่มีนัยสำคัญ

8. การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับครั้งที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปซท์ พบว่า

8.1 ผลการวิเคราะห์ค่า R^2_m ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปปรากฏว่า R^2_m มีค่าเท่ากับ 0.788 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 78.81

8.2 ผลการวิเคราะห์ค่า M ของรูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับครั้งที่ 2 ปรากฏว่า M มีค่าเท่ากับ 0.788 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับครั้งที่ 2 สามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 78.77

8.3 ผลการวิเคราะห์ค่า Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องหรือรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏว่า Q มีค่าเท่ากับ 0.998

8.4 ผลการวิเคราะห์สถิติทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ Q ด้วยสถิติ W มีค่าเท่ากับ $3.778 < \chi^2_{.05} (df = 1) \chi^2_{.05} = 3.841$ พบว่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าโมเดลเชิงสาเหตุที่ปรับครั้งที่ 2 สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตารางที่ 25 สรุปผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูปแบบกับรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานและรูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับ

รูปแบบ	R_m^2	M	Q	W	df	ความสอดคล้อง ข้อมูลเชิง ประจักษ์
รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป	.7881	-	-	-	-	-
รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐาน	-	.7791	.954	75.25	4	ไม่สอดคล้อง
รูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับครั้งที่ 1	-	.7842	.982	32.67	1	ไม่สอดคล้อง
รูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับครั้งที่ 2	-	.7877	.998	3.78	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ 25 พบว่า รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับครั้งที่ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนของระบบความสัมพันธ์ได้มากกว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมุติฐาน ($M = .7791$) แสดงว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับครั้งที่ 2 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมุติฐาน ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์แยกส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและเป็นรูปแบบสำหรับการวิเคราะห์ในระดับห้องเรียนต่อไป

9. ผลการวิเคราะห์แยกส่วนความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียน

การวิเคราะห์แยกส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาผลกระทบทางตรงกับผลกระทบทางอ้อม และผลกระทบรวมภายในรูปแบบความสัมพันธ์ ซึ่งในการคำนวณค่าดังกล่าวจะต้องนำค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ที่อิทธิพลคงที่หรืออิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติในรูปแบบความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มาคำนวณ

จากผลการวิเคราะห์ตารางที่ 24 และจากแผนภาพที่ 27 เมื่อคำนวณหาขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวมของตัวแปรเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลปรากฏดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์แยกส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของรูปแบบความสัมพันธ์
เชิงสาเหตุระดับนักเรียน

ตัวแปรผล	ตัวแปรเหตุ	อิทธิพลทางตรง	อิทธิพล ทางอ้อม	อิทธิพล รวม
ความคิดสร้างสรรค์	ACH	0.3503	-	0.3503
ทางคณิตศาสตร์	ATT	0.0258	0.0519	0.0777
	SUPP	-0.0232	-0.0042	-0.0274
	REA	0.4310	0.2005	0.6315

จากตารางที่ 26 ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงเพียงอย่างเดียวต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.350 ตัวแปรที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มี 3 ตัวแปร คือ ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.431 อิทธิพลทางอ้อมเท่ากับ 0.201 และอิทธิพลรวมเท่ากับ 0.632 การสนับสนุนของผู้ปกครองมีอิทธิพลทางตรงเท่ากับ -0.023 อิทธิพลทางอ้อมเท่ากับ -0.004 และอิทธิพลรวมเท่ากับ -0.027 และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.026 อิทธิพลทางอ้อมเท่ากับ 0.052 และอิทธิพลรวมเท่ากับ 0.078

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียน (Macro Level Model)

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียน เป็นการวิเคราะห์ระดับที่ 2 ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model ประกอบกับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยนำค่าเฉลี่ยและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (slope) ที่อิทธิพลสัมพันธ์สำคัญทางสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนมาเป็นตัวแปรตาม และมีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน คือ บรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

การวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. วิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

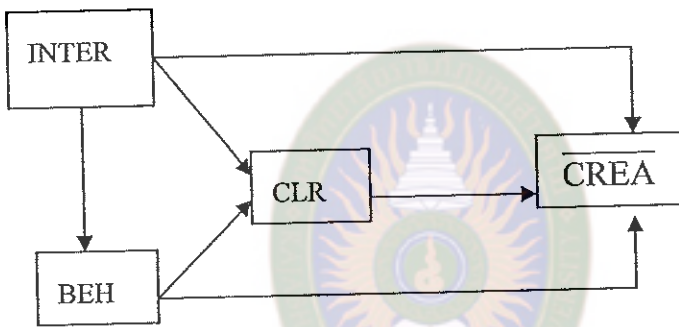
2. วิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่มีค่า

สัมประสิทธิ์การถดถอยระหว่างตัวแปรในระดับนักเรียนเป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนทุกตัวแปรกับมีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์ ดังแผนภาพที่ 24



แผนภาพที่ 24 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

1. การวิเคราะห์ Hypothetical Model โดยมีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ปรากฏผลดังตาราง 27

ตารางที่ 27 อิทธิพลของอิทธิพลกลุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แบบเต็มรูป

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	21.685000		71.251**	5.06167	32.18298	368.84974**
CLR	0.883285	0.232	2.779**			
BEH	-1.079386	-0.38	-1.900			
INTER	0.656762	0.658	1.015			
Within-unit error variance (σ^2) = 27.12131			R ² = 0.503			

** P < .01

จากตารางที่ 27 เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม การพิจารณาอิทธิพลของ พบว่า ค่าคงที่ และบรรยาภาคในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ย ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 71.251$ และ $t = 2.779$) ส่วนพฤติกรรมการสอนของครูผู้สอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาอิทธิพลของ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 368.84974$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 5.062 และ ความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 32.183

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของ ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 50.3 ($R^2 = 0.503$)

2. ผลวิเคราะห์การถดถอย (Multiple Regression) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ที่มีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนเป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบ เต็มรูป เมื่อใช้บรรยาภาคในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ครูผู้สอนกับนักเรียน ปรากฏผล ดังแสดงในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของบรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนจากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

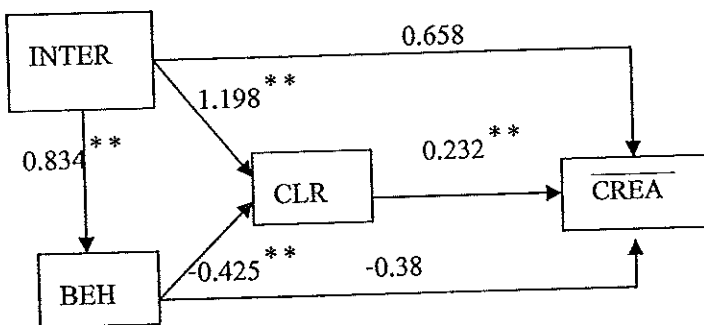
ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	b	β	t	R	R ²	F
CLR	BEH	-0.569	-0.425	-3.664 **	0.876	0.767	93.900 **
	INTER	1.336	1.198	10.336 **	-	-	-
BEH	INTER	0.694	0.834	11.528 **	0.834	0.696	132.894 **

** P < .01

จากตารางที่ 28 เมื่อใช้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นตัวแปรตาม พบว่า พฤติกรรมการสอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อบรรยากาศในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t = -3.664 และ t = 10.336) ตามลำดับ ทั้งนี้ตัวแปรทุกตัวร่วมกันอธิบายบรรยากาศในชั้นเรียนได้ร้อยละ 76.7 (R² = 0.767)

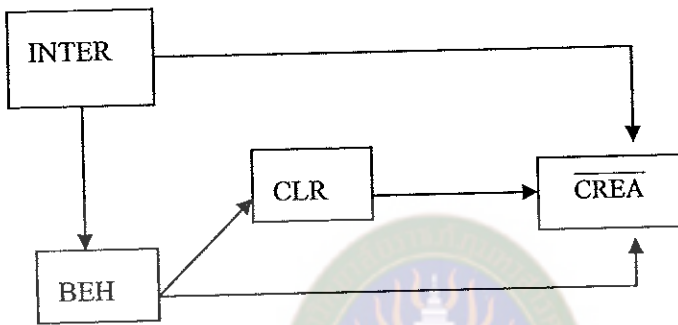
เมื่อใช้พฤติกรรมการสอนเป็นตัวแปรตาม พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t = 11.528) ซึ่งอธิบายพฤติกรรมการสอนได้ร้อยละ 69.6 (R² = 0.696)

จากผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากตาราง 27 และตาราง 28 สามารถนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM และ โปรแกรมสำเร็จรูป มาเขียนกำกับในเส้นทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ได้ดังแผนภาพที่ 25



แผนภาพที่ 25 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน
รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เป็นการแสดง
ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนทุกตัวแปรกับค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์ตามทฤษฎีที่ผู้วิจัยศึกษามาและคาดว่าจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม
ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์ ดังแผนภาพที่ 26



แผนภาพที่ 26 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ค่าเฉลี่ย
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

1. การวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model โดยมีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียน
ตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ปรัชญาผล
ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 อิทธิพลของอิทธิพลกลุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ : ตามสมมุติฐาน

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	21.68500		71.120 **	5.20802	32.33154	370.18167 **
CLR	0.883285	0.232	2.705 **			
BEH	-1.079386	-0.38	-1.874			
INTER	0.656762	0.658	1.034			
Within-unit error variance (σ^2) = 27.12352			$R^2 = 0.497$			

** P < .01

จากตารางที่ 29 เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม การพิจารณาอิทธิพลของค่าคงที่ และบรรยากาศในชั้นเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 71.120$ และ $t = 2.705$) ส่วนพฤติกรรมการสอนของครูผู้สอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาอิทธิพลของค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 370.182$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 5.208 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 32.332

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 49.7 ($R^2 = 0.497$)

2. ผลวิเคราะห์การถดถอย (Multiple Regression) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนเป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เมื่อใช้บรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน ปรากฏผล ดังแสดงในตารางที่ 30

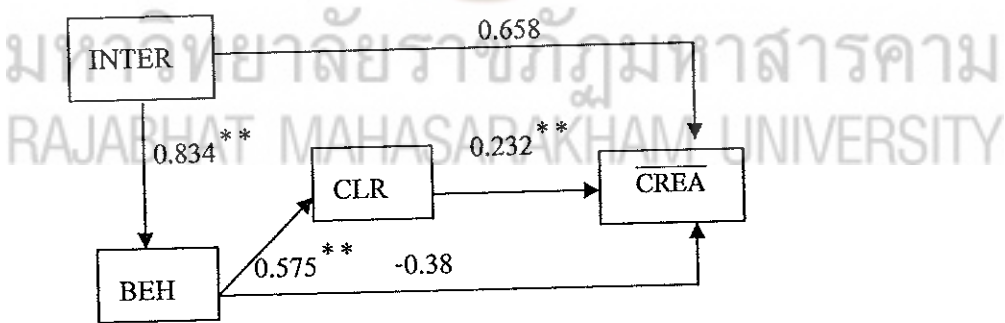
ตารางที่ 30 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของบรรยากาศในชั้นเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูจากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	b	β	t	R	R ²	F
CLR	BEH	0.771	0.575	5.354**	0.575	0.331	28.665**
BEH	INTER	0.694	0.834	11.528**	0.834	0.696	132.894**

** P < .01

จากตารางที่ 30 เมื่อใช้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นตัวแปรตาม พบว่า พฤติกรรมการสอนของครูมีอิทธิพลต่อบรรยากาศในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t = 5.354) ทั้งนี้ตัวแปรสามารถอธิบายบรรยากาศในชั้นเรียนได้ร้อยละ 33.1 (R² = 0.331)

เมื่อใช้พฤติกรรมการสอนของครูเป็นตัวแปรตาม พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนมี อิทธิพลต่อพฤติกรรมการสอนของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t = 11.528) ซึ่งอธิบายพฤติกรรมการสอนของครูได้ร้อยละ 69.6 (R² = 0.696)



แผนภาพที่ 27 ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมติฐานเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปงท์ พบว่า

1. ผลการวิเคราะห์ค่า R^2 ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป ปรากฏว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.9648 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 96.48

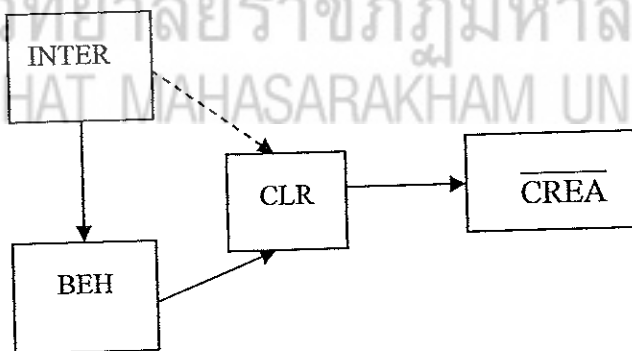
2. ผลการวิเคราะห์ค่า M ของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐาน ปรากฏว่า M มีค่าเท่ากับ 0.8985 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 89.85

3. ผลการวิเคราะห์ค่า Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องหรือรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏว่า Q มีค่าเท่ากับ 0.3468

4. ผลการวิเคราะห์สถิติทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ Q ด้วยสถิติ W ปรากฏว่า W มีค่าเท่ากับ $62.4 > \chi^2_{.05} (df = 1 \chi^2_{.05} = 3.841)$ แสดงว่า W มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ โมเดลเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐานไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงต้องปรับรูปแบบตามสมมุติฐานใหม่

เนื่องจากในรูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป และรูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน มีสัมประสิทธิ์การถดถอยบางตัวที่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการตัดเส้นทางที่สัมประสิทธิ์การถดถอยที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออก ทำให้ได้รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับครั้งที่ 1 ดังแผนภาพที่ 28

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แผนภาพที่ 28 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับครั้งที่ 1 ที่มีต่อค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

-----> แทน เส้นทางที่เพิ่มเข้าไปในรูปแบบความสัมพันธ์

1. วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM ในขั้นตอน Hypothetical Model โดยมีค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนเป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับครั้งที่ 1 เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ปรากฏผลดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ที่มีต่อค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ : ปรับครั้งที่ 1

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	21.685000		65.748 **	5.86091	32.98318	433.16497 **
CLR	0.917178	0.566	5.445 **			
Within-unit error variance (σ^2) = 27.12227				$R^2 = 0.424$		

** $P < .01$

จากตารางที่ 31 พบว่า เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม การพิจารณาอิทธิพลคงที่ พบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 5.445$) เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 433.165$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 5.861 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 32.983 ทั้งนี้ตัวแปรสามารถอธิบายความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 42.4 ($R^2 = 0.424$)

2. ผลการวิเคราะห์ถดถอย (Multiple Regression) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนเป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนปรับครั้งที่ 1 เมื่อใช้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นตัวแปรตาม ปรากฏผลดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของบรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนจากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

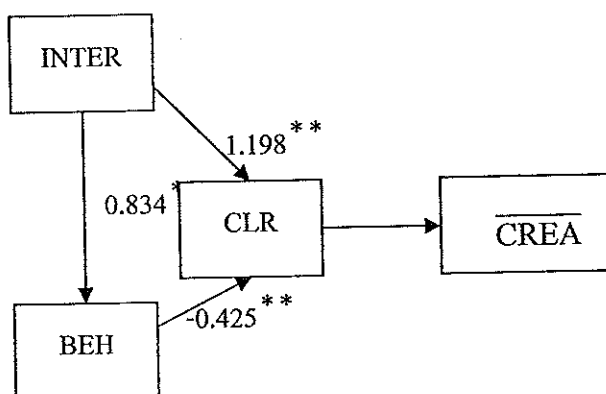
ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	b	β	t	R	R ²	F
CLR	BEH	-0.569	-0.425	-3.664**	0.876	0.767	93.900**
	INTER	1.336	1.198	10.336**	-	-	-
BEH	INTER	0.694	0.834	11.528**	0.834	0.696	132.894**

** P < .01

จากตารางที่ 32 เมื่อใช้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นตัวแปรตาม พบว่า พฤติกรรมการสอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อบรรยากาศในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = -3.664$ และ $t = 10.336$) ตามลำดับทั้งนี้ตัวแปรทุกตัวร่วมกันอธิบายบรรยากาศในชั้นเรียนได้ร้อยละ 76.7 ($R^2 = 0.767$)

เมื่อใช้พฤติกรรมการสอนเป็นตัวแปรตาม พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 11.528$) ซึ่งอธิบายพฤติกรรมการสอนได้ร้อยละ 69.6 ($R^2 = 0.696$)

จากผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับครั้งที่ 1 เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความถนัดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม จากตาราง 31 และตาราง 32 สามารถนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM และโปรแกรมสำเร็จรูป มาเขียนกำกับในเส้นทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ได้ดังแผนภาพที่ 29



แผนภาพที่ 29 ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับครั้งที่ 1
เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับครั้งที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปซท์

1. ผลการวิเคราะห์ค่า R^2 ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป ปรากฏว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.965 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 96.5

2. ผลการวิเคราะห์ค่า M ของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐาน ปรากฏว่า M มีค่าเท่ากับ 0.964 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 96.44

3. ผลการวิเคราะห์ค่า Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องหรือรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏว่า Q มีค่าเท่ากับ 0.989

4. ผลการวิเคราะห์สถิติทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ Q ด้วยสถิติ W ปรากฏว่า W มีค่าเท่ากับ $0.649 < \chi^2_{.05} (df = 1) \chi^2_{.05} = 3.841$ แสดงว่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ารูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับครั้งที่ 1 สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

จากผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับครั้งที่ 1 เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม เมื่อคำนวณหาขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวม ของตัวแปรเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ปรากฏผลดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์แยกส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของรูปแบบความสัมพันธ์
เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็น
ตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	อิทธิพลทางตรง	อิทธิพลทางอ้อม	อิทธิพลรวม
CREA	CLR	0.566	-	0.566
	BEH	-	-0.241	-0.241
	INTER	-	0.478	0.478

จากตารางที่ 33 พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลรวมสูงสุด คือ บรรยากาศในชั้นเรียน เท่ากับ 0.566 ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงอย่างเดียว คือ บรรยากาศในชั้นเรียนเท่ากับ 0.566 ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมอย่างเดียว คือ พฤติกรรมของครูผู้สอน (-0.241) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน (0.478)

ผลจากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรตาม

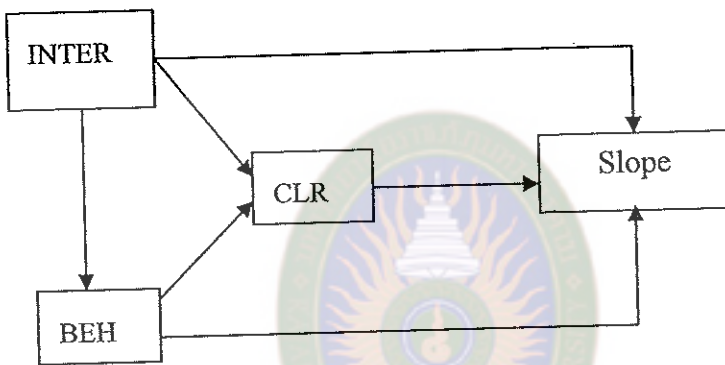
จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับครั้งที่ 2 สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า สัมประสิทธิ์การถดถอย (Slope) ที่อิทธิพลสู่มิ
นัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับ
ครั้งที่ 2 คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อ
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ
คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถ
ด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์การ
ถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติโดยใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย (Slope) ดังกล่าว พบว่า
มีสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อ
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล
มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของ
การสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นจึงนำสัมประสิทธิ์การถดถอยที่มีนัยสำคัญทางสถิติมาเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุในระดับห้องเรียนต่อไป

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาเป็นตัวแปรตาม

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนทุกตัวกับที่มีสัมประสิทธิ์การถดถอยดังแผนภาพที่ 30



แผนภาพที่ 30 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรตาม

1. การวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	3.788050		16.158**	9.92299	36.67680	607.16380**
CLR	-0.570304	0.232	-2.483*			
BEH	0.025469	-0.38	0.094			
INTER	0.554622	0.568	1.438			
Within-unit error variance (σ^2) = 26.75381			R ² = 0.46218			

** P < .01 , * P < .05

จากตารางที่ 34 เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 16.158$) บรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -2.483$) ส่วนพฤติกรรมกรรมการสอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 607.16380$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 9.923 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมด

เท่ากับ 36.677

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.22

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ตัวแปร	Fixed effect				Random effect	
	Pooled-within class effect			Between-class effect		Total
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	21.323027		52.023 **	9.27143	34.47975	609.13902 **
CLR	-0.388213	0.232	-4.099 **			
BEH	0.195411	-0.38	1.646			
INTER	0.098723	0.568	0.637			
Within-unit error variance (σ^2) = 25.20832				$R^2 = 0.49325$		

** $P < .01$

จากตารางที่ 35 เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่และบรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 52.023$ และ $t = -4.099$) ส่วนพฤติกรรมการสอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 609.139$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 9.271 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 34.480

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 49.33

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลร่วมของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	2.776956		62.589**	0.10238	0.38640	608.90528**
CLR	-0.035672	0.232	-3.532**			
BEH	0.024901	-0.38	1.846			
INTER	0.027578	0.568	1.527			
Within-unit error variance (σ^2) = 0.28402				$R^2 = 0.46946$		

** $P < .01$, * $P < .05$

จากตารางที่ 36 เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่และบรรยาภาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ

คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 62.589$ และ $t = -3.532$) ส่วนพฤติกรรมการสอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มีติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มีติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 608.905$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.10238 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 0.386

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มีติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.95

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูป เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลร่วมของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	-0.005777		-2.013	0.08211	0.44452	399.33203 **
CLR	-0.002183	0.232	-0.827			
BEH	0.006305	-0.38	1.739			
INTER	-0.001593	0.568	-0.372			
Within-unit error variance (σ^2) = 0.36241			$R^2 = 0.32303$			

** $P < .01$, * $P < .05$

จากตารางที่ 37 เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่ บรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 399.332$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.082 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 0.445

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 32.30

2. ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ที่มีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนเป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์จากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูปเมื่อใช้ บรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน เป็นตัวแปรตาม ปรากฏผลดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของบรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนจากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	b	β	t	R	R ²	F
CLR	BEH	-0.569	-0.425	-3.664 **	0.876	0.767	93.900 **
	INTER	1.336	1.198	10.336 **	-	-	-
BEH	INTER	0.694	0.834	11.528 **	0.834	0.696	132.894 **

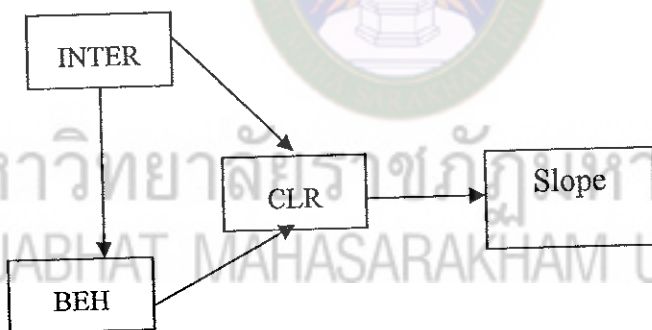
** P < .01

จากตารางที่ 38 เมื่อใช้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นตัวแปรตาม พบว่า พฤติกรรมการสอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อบรรยากาศในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t = -3.664 และ t = 10.336) ตามลำดับ

ทั้งนี้ตัวแปรทุกตัวร่วมกันอธิบายบรรยากาศในชั้นเรียนได้ร้อยละ 76.7 ($R^2 = 0.767$) เมื่อใช้พฤติกรรมการสอนเป็นตัวแปรตาม พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 11.528$) ซึ่งอธิบายพฤติกรรมการสอนได้ร้อยละ 69.6 ($R^2 = 0.696$)

ผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนทุกตัวแปรกับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบความสัมพันธ์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ที่ใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตามในการปรับรูปแบบครั้งที่ 1 ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์ ดังแผนภาพที่ 31



แผนภาพที่ 31 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรตาม

1. การวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตาม สมมุติฐาน เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์ การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ตามสมมุติฐาน

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	observed variance	χ^2
Intercept	3.789204		16.938 **	9.86812	36.66047	605.63118 **
CLR	-0.085993	0.566	-1.023			
Within-unit error variance (σ^2) = 26.79235				$R^2 = 0.4614$		

** $P < .01$, * $P < .05$

จากตารางที่ 39 เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่มีอิทธิพลต่อ ค่าสัมประสิทธิ์การ ถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 16.938$) บรรยากาศในชั้นเรียนมี อิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การ ถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิด สรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่าง ห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 605.631$) โดยมีความแปรปรวนของ การประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 9.868 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมด เท่ากับ 36.660

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.14

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ตามสมมุติฐาน

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	21.344215		51.201 **	9.56499	34.75747	610.80707 **
CLR	-0.184566	0.566	-2.771 **			
Within-unit error variance (σ^2) = 25.19248			$R^2 = 0.4921$			

** $P < .01$

จากตารางที่ 40 เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่และบรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 51.201$ และ $t = -2.771$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 610.807$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 9.565 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 34.757

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 49.21

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติจากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ตามสมมุติฐาน

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	2.750532		61.674 **	0.10407	0.42122	541.79005 **
CLR	-0.005961	0.566	-0.765			
Within-unit error variance (σ^2) = 0.31715 $R^2 = 0.4076$						

** $P < .01$

จากตารางที่ 41 เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 61.674$) ส่วนบรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 541.790$) โดยมีความแปรปรวน

ของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.10407 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมด เท่ากับ 0.421

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 40.76

ตารางที่ 42 อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม : ตามสมมุติฐาน

ตัวแปร	Fixed effect			Random effect		
	Pooled-within class effect			Between-class effect		
	γ	β	t	Parameter variance	Total observed variance	χ^2
Intercept	2.808772		70.880 **	0.08228	0.44469	399.43415 **
CLR	-0.000985	0.566	-0.778			
Within-unit error variance (σ^2) = 0.36241			$R^2 = 0.3230$			

** $P < .01$

จากตารางที่ 42 เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พบว่า ค่าคงที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 70.880$) ส่วนบรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาอิทธิพลสุ่ม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 399.332$) โดยมีความแปรปรวนของการประมาณค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 0.082 และความแปรปรวนที่ได้จากการสังเกตทั้งหมดเท่ากับ 0.445

ทั้งนี้ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนสามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 32.30

2. ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ที่มีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนเป็นตัวแปรตาม

ผลการวิเคราะห์จากรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐานเมื่อใช้ บรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน เป็นตัวแปรตาม ปรากฏผลดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของบรรยากาศในชั้นเรียน พฤติกรรมการสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนจากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	b	β	t	R	R ²	F
CLR	BEH	-0.569	-0.425	-3.664 **	0.876	0.767	93.900 **
	INTER	1.336	1.198	10.336 **	-	-	-
BEH	INTER	0.694	0.834	11.528 **	0.834	0.696	132.894 **

** P < .01

จากตารางที่ 43 เมื่อใช้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นตัวแปรตาม พบว่า พฤติกรรมการสอนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อบรรยากาศในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t = -3.664 และ t = 10.336) ตามลำดับ

ทั้งนี้ตัวแปรทุกตัวร่วมกันอธิบายบรรยากาศในชั้นเรียนได้ร้อยละ 76.7

(R² = 0.767)

เมื่อใช้พฤติกรรมการสอนเป็นตัวแปรตาม พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t = 11.528) ซึ่งอธิบายพฤติกรรมการสอนได้ร้อยละ 69.6 (R² = 0.696)

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยวิธีของสเปซท์ ได้ดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 สรุปผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับ
ห้องเรียนเมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติเป็น
ตัวแปรตาม

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ตัวแปรที่มีอิทธิพลร่วม	R_m^2	M	Q	W	df	ความสอดคล้อง ข้อมูลเชิง ประจักษ์
ACH/CREA	0.9619	0.9618	0.997	0.174	2	สอดคล้อง
REASON/CREA	0.9641	0.9640	0.997	0.174	2	สอดคล้อง
REASON/ACH	0.9624	0.9581	0.905	5.794	2	สอดคล้อง
SUPP/ACH	0.9521	0.9520	0.998	0.116	2	สอดคล้อง

จากตารางที่ 44 พบว่า รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ใช้
สัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ
คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตัว และสัมประสิทธิ์การถดถอยของ
การสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม พบว่า

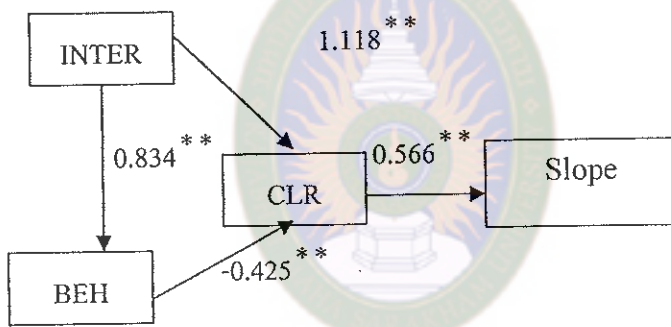
1. ผลการวิเคราะห์ค่า R_m^2 ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป ปรากฏว่า
 R_m^2 มีค่าเท่ากับ 0.962 , 0.964 , 0.962 , และ 0.952 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์
แบบเต็มรูปสามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 96.19 , 96.41 , 96.24 และ 95.21
ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์ค่า M ของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐาน ปรากฏว่า M
มีค่าเท่ากับ 0.962 , 0.964 , 0.958 และ 0.952 หมายความว่า รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมุติฐาน
สามารถอธิบายระบบความสัมพันธ์ได้ร้อยละ 96.18 , 96.40 , 59.8 และ 95.20 ตามลำดับ

3. ผลการวิเคราะห์ค่า Q ซึ่งเป็นค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องหรือรูปแบบ
ความสัมพันธ์ตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏว่า Q มีค่าเท่ากับ 0.997 , 0.997 ,
0.905 และ 0.998 ตามลำดับ

4. ผลการวิเคราะห์สถิติทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ Q ด้วยสถิติ W ปรากฏว่า W มีค่าเท่ากับ 0.174 , 0.174 , 5.794 และ $0.116 < \chi^2_{.05} (df = 2 \chi^2_{.05} = 5.991)$ แสดงว่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ารูปแบบความสัมพันธ์สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

จากผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียน เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม สามารถนำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย มาเขียนกำกับในเส้นทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดังแผนภาพที่ 32



แผนภาพที่ 32 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรตาม

จากผลการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สัมประสิทธิ์การถดถอยของความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตัว และสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม เมื่อคำนวณหาขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวม ของตัวแปรเชิงสาเหตุระดับห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีผลดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์แยกส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนเมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย เป็นตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	อิทธิพล ทางตรง	อิทธิพล ทางอ้อม	อิทธิพลรวม
Slope	CLR	0.566	-	0.566
	BEH	-	-0.241	-0.241
	INTER	-	0.432	0.432

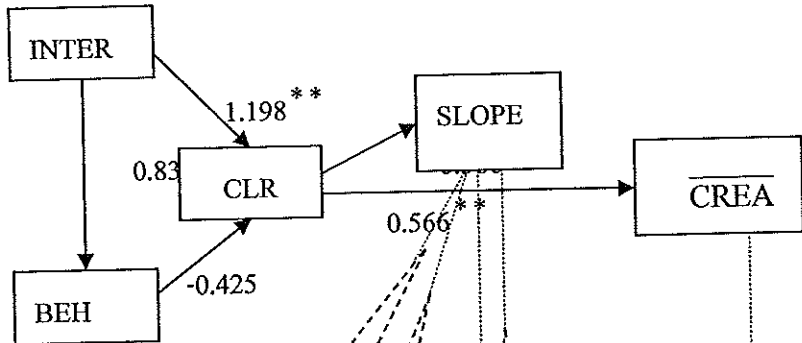
จากตารางที่ 45 พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลรวมสูงสุดบรรยากาศในชั้นเรียน รองลงมา ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู ตามลำดับ

ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงอย่างเดียว คือ บรรยากาศในชั้นเรียน

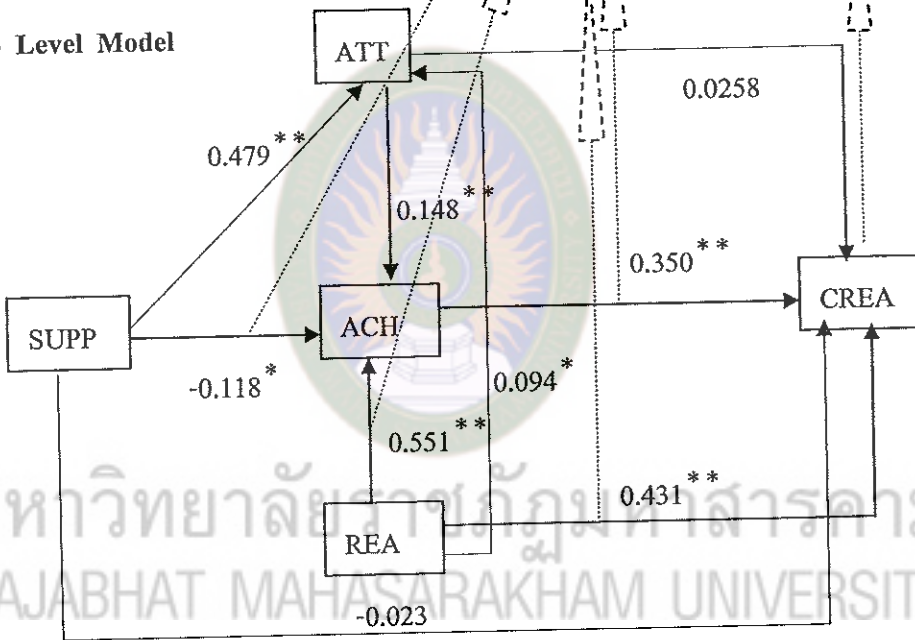
ตัวแปรที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อม คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครู

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับในตอนต้นที่ 3 ทำให้ได้รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ลักษณะของรูปแบบประกอบด้วยรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่มุ่งอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่มุ่งอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่มุ่งอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย มีลักษณะดังแผนภาพที่ 33

Macro Level Model



Micro Level Model



แผนภาพที่ 33 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4