

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา
- ตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์
- ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและปริมาณผลทางตรง ปริมาณผลทางอ้อม และปริมาณผลรวมของตัวแปรต่างๆ ในรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ใช้สัญลักษณ์แทนตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

องค์ประกอบด้านนักเรียน

- $X_1$  แทน เพศของนักเรียน
- $X_2$  แทน ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
- $X_3$  แทน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
- $X_4$  แทน เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์

องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมที่บ้าน

- $X_5$  แทน รายได้ของผู้ปกครอง
- $X_6$  แทน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง
- $X_7$  แทน ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว
- $X_8$  แทน การส่งเสริมทางการเรียนของผู้ปกครอง

องค์ประกอบด้านครู

- $X_9$  แทน ระดับการศึกษาของครู
- $X_{10}$  แทน ประสบการณ์การสอน
- $X_{11}$  แทน คุณภาพการสอน

## องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางโรงเรียน

- $X_{12}$  แทน ขนาดโรงเรียน
- $X_{13}$  แทน ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ
- $X_{14}$  แทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- $P_{jk}$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ที่มีทิศทางของความสัมพันธ์จากตัวแปรที่  $k$  ไปยังตัวแปรที่  $j$

ตอนที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา    ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา

ตัวแปร	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>
X <sub>1</sub>	1.0000													
X <sub>2</sub>	.0084	1.0000												
X <sub>3</sub>	-.0132	.7964*	1.0000											
X <sub>4</sub>	-.0596	.7344*	.7108*	1.0000										
X <sub>5</sub>	.0430	.4595*	.4375*	.3734*	1.0000									
X <sub>6</sub>	.0155	.4616*	.4437*	.4276*	.4724*	1.0000								
X <sub>7</sub>	.0235	.6976*	.7041*	.6549*	.4221*	.4253*	1.0000							
X <sub>8</sub>	-.0468	.6781*	.6649*	.6409*	.4609*	.4638*	.6814*	1.0000						
X <sub>9</sub>	.0240	.7525*	.6783*	.6952*	.4348*	.4467*	.6732*	.6827*	1.0000					
X <sub>10</sub>	.0799*	.5159*	.4604*	.3336*	.3947*	.3213*	.4354*	.3609*	.4291*	1.0000				
X <sub>11</sub>	.0126	.4796*	.4582*	.3443*	.4296*	.3731*	.4146*	.3464*	.3676*	.8378*	1.0000			
X <sub>12</sub>	-.0465	.4893*	.4562*	.3115*	.3781*	.3539*	.4183*	.3536*	.7246*	.8239*	.4291*	1.0000		
X <sub>13</sub>	.0948*	.4926*	.4513*	.3668*	.4174*	.3596*	.4219*	.3560*	.3747*	.8452*	.9396*	.7448*	1.0000	
X <sub>14</sub>	-.0030	.8566*	.8208*	.7479*	.4814*	.4851*	.7365*	.7121*	.6498*	.6131*	.5790*	.5292*	.5769*	1.0000

\* p<.05

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษาทั้ง 14 ตัว พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นเพศของนักเรียน ( $X_1$ ) ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับความรู้พื้นฐาน ( $X_2$ ) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ( $X_3$ ) เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ ( $X_4$ ) รายได้ของผู้ปกครอง ( $X_5$ ) ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ( $X_6$ ) ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ( $X_7$ ) การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ( $X_8$ ) ระดับการศึกษาของครู ( $X_9$ ) คุณภาพการสอน ( $X_{11}$ ) ขนาดโรงเรียน ( $X_{12}$ ) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $X_{14}$ )

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับตัวแปรอื่นๆ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ( $X_{14}$ ) กับความรู้พื้นฐาน ( $X_2$ ) มีค่าสูงสุด คือ .8566 รองลงมาคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ( $X_3$ ) เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ ( $X_4$ ) ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ( $X_7$ ) การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ( $X_8$ ) ระดับการศึกษาของครู ( $X_9$ ) ประสิทธิภาพการสอน ( $X_{10}$ ) คุณภาพการสอน ( $X_{11}$ ) ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ ( $X_{13}$ ) ขนาดโรงเรียน ( $X_{12}$ ) ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ( $X_6$ ) และรายได้ผู้ปกครอง ( $X_5$ ) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ .8208 .7479 .7365 .7121 .6498 .6131 .5790 .5769 .5292 .4851 และ .4814 ตามลำดับ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรผันร่วมกับความรู้พื้นฐาน ระดับการศึกษาของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของครู ประสิทธิภาพการสอน คุณภาพการสอน ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ ขนาดโรงเรียน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง ประมาณร้อยละ 73 72 67 56 54 51 38 34 33 28 24 และ 23 ตามลำดับ ส่วนเพศของนักเรียน ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

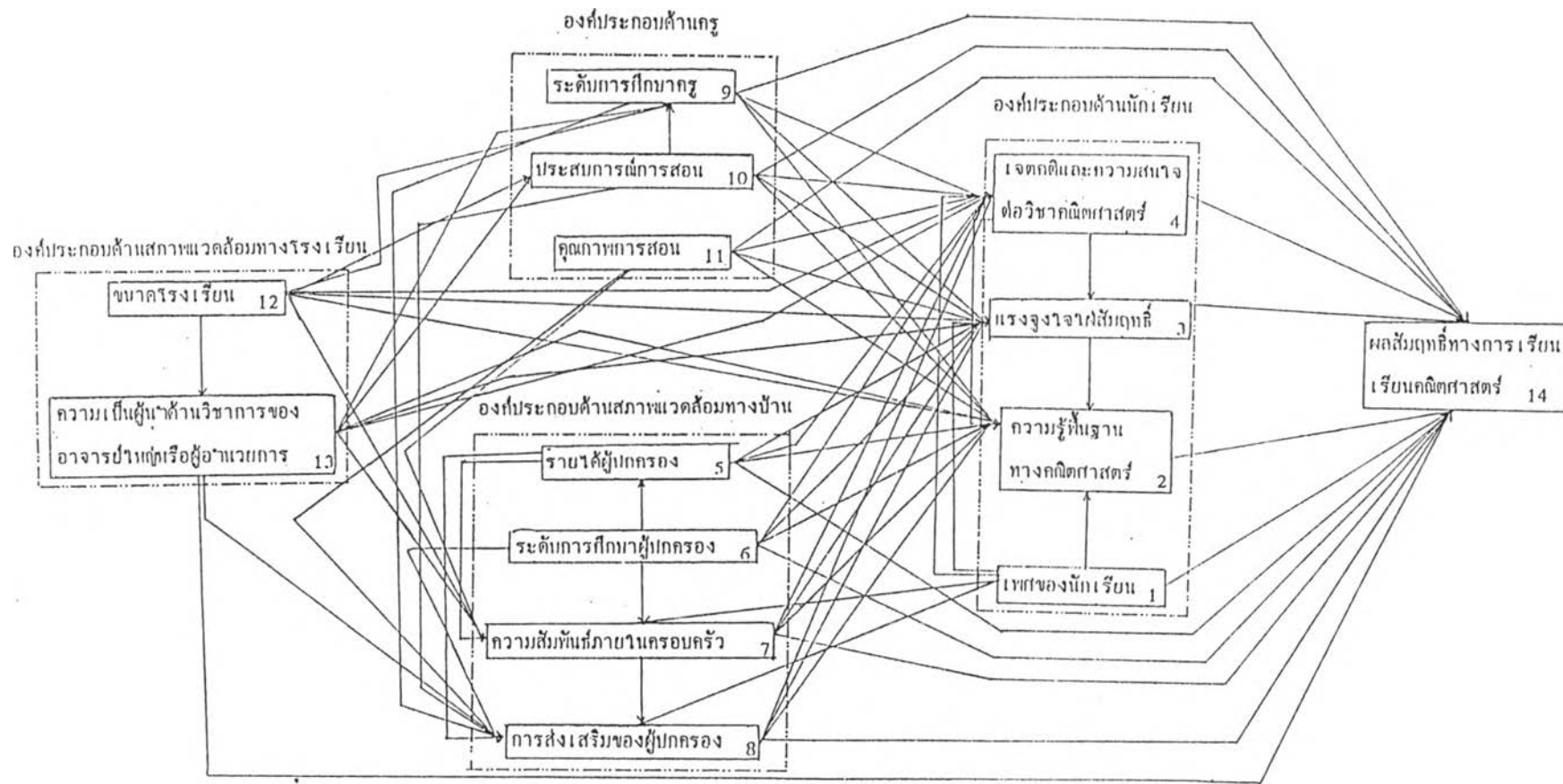
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่นๆ นอกจากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโรงเรียน กับคุณภาพการสอน มีค่าสูงสุด คือ .9396 รองลงมาได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างขนาดโรงเรียน กับประสิทธิภาพในการสอน มีค่า .8452 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง

เพศของนักเรียน กับประสบการณ์ในการสอน มีค่าต่ำที่สุด คือ .0799

## ตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานกับข้อมูล เชิงประจักษ์

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองเต็มรูป (Fully Result Model) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองสมมติฐาน (Hypothesized Model) เพื่อเป็นการลดช่องว่างระหว่างทฤษฎีกับความเป็นจริง เพราะในทางทฤษฎีอาจมีตัวแปรที่น่าจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แต่ความเป็นจริงอาจไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้ เส้นรอยระหว่างตัวแปรน่าจะถูกลบจากรูปแบบได้ ในทางกลับกันในทางทฤษฎีอาจกำหนดว่าไม่น่าจะมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบางคู่ แต่ข้อมูลกลับบ่งบอกความสัมพันธ์กัน จึงควรกำหนดเส้นรอยระหว่างตัวแปรเพิ่มเข้าไปใน รูปแบบได้เช่นกัน

1. รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป (Fully Recursive Model) ดังแสดงในแผนภาพที่ 2 และจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบเต็มรูปตามวิธีการในหน้า 72 จะได้สถิติที่จำเป็นสำหรับการทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบ ดังแสดงใน ตารางที่ 4



แผนภาพที่ 2 แสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบเต็มรูปแบบ

ตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่าสถิติที่ได้จากรูปแบบเต็มรูป

สมการที่	สัมประสิทธิ์เส้นทาง	F	R <sup>2</sup> ของสมการ	Fของสมการ
1	$P_{2,1} = .0109$	.2948	.7603**	171.5558
	$P_{2,3} = .3378^*$	104.3462		
	$P_{2,4} = .1988^*$	39.3129		
	$P_{2,5} = .0253$	1.1151		
	$P_{2,6} = .0149$	.3969		
	$P_{2,7} = .0526$	2.8561		
	$P_{2,8} = .0646$	4.4394		
	$P_{2,9} = .1099^*$	8.0202		
	$P_{2,10} = -.1474$	4.5326		
	$P_{2,11} = .2198^*$	46.4988		
	$P_{2,12} = .0961^*$	7.2253		
	$P_{2,13} = .0966$	2.4056		
	2	$P_{3,1} = .0187$		
$P_{3,4} = .3141^*$		78.2163		
$P_{3,5} = .0349$		1.5129		
$P_{3,6} = .0141$		.2510		
$P_{3,7} = .2339^*$		42.6932		
$P_{3,8} = .1539^*$		18.4384		
$P_{3,9} = .0568$		1.5277		
$P_{3,10} = .1361$		2.7556		
$P_{3,11} = .1144^*$		9.0721		
$P_{3,12} = .0701$		2.7489		
$P_{3,13} = -.1079$		2.1374		

สมการที่	สัมประสิทธิ์เส้นทาง	F	R <sup>2</sup> ของสมการ	Fของสมการ
3	$P_{4,1} = -.0734^*$	7.8344	.5883**	93.0156
	$P_{4,5} = -.0178$	.3226		
	$P_{4,6} = .0676^*$	4.7524		
	$P_{4,7} = .2486^*$	42.2110		
	$P_{4,8} = .1758^*$	20.3943		
	$P_{4,9} = -.1457^*$	8.3521		
	$P_{4,10} = .0048$	.0028		
	$P_{4,11} = .4028^*$	107.6821		
	$P_{4,12} = -.1164^*$	6.2800		
	$P_{4,13} = .2442^*$	9.1325		
4	$P_{5,6} = .4752^*$	192.5156	.2258**	192.5197
5	$P_{7,1} = -.0490$	3.0415	.5040**	110.9330
	$P_{7,5} = .0761^*$	5.1257		
	$P_{7,6} = .0904^*$	7.3929		
	$P_{7,11} = .5346^*$	262.3752		
	$P_{7,12} = .0491$	1.3087		
	$P_{7,13} = .1244^*$	8.3059		
6	$P_{8,1} = -.0590^*$	5.0400	.5828**	101.2144
	$P_{8,5} = .1142^*$	13.4542		
	$P_{8,6} = .1106^*$	12.8307		
	$P_{8,7} = .3507^*$	95.1210		
	$P_{8,9} = -.0351$	.4802		
	$P_{8,10} = -.1068$	1.3806		
	$P_{8,11} = .3574^*$	96.1772		
	$P_{8,12} = .0050$	.0116		
	$P_{8,13} = -.1067$	2.0967		





สมการที่	สัมประสิทธิ์เส้นทาง	F	R <sup>2</sup> ของสมการ	Fของสมการ
7	$P_{9,10} = .2103^*$	9.1748	.7380**	617.9178
	$P_{9,12} = .1552^*$	18.9922		
	$P_{9,13} = .5318^*$	81.2883		
8	$P_{10,12} = .2786^*$	275.9585	.9175**	3661.9378
	$P_{10,13} = .7321^*$	1905.2352		
9	$P_{11,9} = .3461^*$	26.0304	.2081**	48.8565
	$P_{11,10} = -.2962^*$	5.9292		
	$P_{11,12} = .2802^*$	19.8738		
	$P_{11,13} = .1555$	1.9293		
10	$P_{13,12} = .7448^*$	822.1409	.5547**	822.1634
11	$P_{14,1} = -.0190$	2.1199	.8997**	447.2911
	$P_{14,2} = .2122^*$	69.7392		
	$P_{14,3} = .2066^*$	80.2278		
	$P_{14,4} = .0634^*$	8.9940		
	$P_{14,5} = -.0149$	.9178		
	$P_{14,6} = -.0017$	.0119		
	$P_{14,7} = .0408$	4.0682		
	$P_{14,8} = .0426$	4.5882		
	$P_{14,9} = .1369^*$	29.3006		
	$P_{14,10} = .2319^*$	26.5843		
	$P_{14,11} = .3812^*$	311.3107		
	$P_{14,12} = -.1147^*$	24.3246		
	$P_{14,13} = -.0579$	2.0535		

\* \*\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบเต็ม รูปวัดยี่ห้อค่าเอฟ (F) ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติแล้วปรากฏค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีจำนวนทั้งสิ้น 39 ค่า

ในสมการที่ 1 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รองลงมาได้แก่ คุณภาพการสอน เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ ระดับการศึกษาของครู และขนาดโรงเรียน ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการที่ 1 ร่วมกันอธิบายความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 76

ในสมการที่ 2 ตัวแปรที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มากที่สุด คือ เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ รองลงมาได้แก่ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง และคุณภาพการสอน ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการที่ 2 ร่วมกันอธิบายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้ประมาณร้อยละ 66

ในสมการที่ 3 ตัวแปรที่ส่งผลต่อเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ คุณภาพการสอน รองลงมาได้แก่ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง เพศของนักเรียน ขนาดโรงเรียน และระดับการศึกษาของครู ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการที่ 3 ร่วมกันอธิบายเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 59

ในสมการที่ 4 ตัวแปรที่ส่งผลต่อรายได้ของผู้ปกครอง คือ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง โดยอธิบายรายได้ของผู้ปกครองได้ร้อยละ 23

ในสมการที่ 5 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ภายในครอบครัวมากที่สุดคือ คุณภาพการสอน รองลงไปได้คือ ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และเพศของนักเรียน ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทุกตัวในสมการที่ 5 ร่วมกันอธิบายความสัมพันธ์ภายในครอบครัวได้ประมาณร้อยละ 50

ในสมการที่ 6 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองมากที่สุดคือ คุณภาพการสอน รองลงไปได้คือ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว รายได้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และเพศของนักเรียน ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทุกตัวในสมการที่ 6 ร่วมกันอธิบายการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองได้ประมาณร้อยละ 58

ในสมการที่ 7 ตัวแปรที่ส่งผลต่อระดับการศึกษาของครูมากที่สุด คือ ความเป็น

ผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ รองลงมาคือ ประสิทธิภาพในการสอน และขนาดโรงเรียน ตามลำดับ โดยตัวแปรที่นายทุกตัวในสมการที่ 7 ร่วมกันอธิบายระดับการศึกษาของครูได้ประมาณร้อยละ 74

ในสมการที่ 8 ตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสอนมากที่สุด คือ ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ รองลงมาคือ ขนาดโรงเรียน โดยตัวแปรที่นายทุกตัวในสมการที่ 8 ร่วมกันอธิบายประสิทธิภาพในการสอนได้ประมาณร้อยละ 92

ในสมการที่ 9 ตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพการสอนมากที่สุด คือ ระดับการศึกษาของครู รองลงไปคือ ประสิทธิภาพในการสอน และขนาดโรงเรียน ตามลำดับ โดยตัวแปรที่นายทุกตัวร่วมกันอธิบายคุณภาพการสอนได้ประมาณร้อยละ 21

ในสมการที่ 10 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ คือ ขนาดโรงเรียน โดยอธิบายความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการได้ประมาณร้อยละ 56

ในสมการที่ 11 ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ คุณภาพการสอน รองลงมาคือ ประสิทธิภาพในการสอน ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ระดับการศึกษาของครู เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ และขนาดโรงเรียน ตามลำดับ โดยตัวแปรที่นายทุกตัวในสมการที่ 11 ร่วมกันอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 90

คำนวณค่าอัตราส่งความแปรปรวนที่อธิบายตัวแปรเกณฑ์ โดยตัวแปรที่นายทั้งหมดตามรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบเต็มรูป ( $R_m^2$ ) ได้ค่าดังนี้

$$\begin{aligned} R_m^2 &= 1 - (1 - .7603)(1 - .6623)(1 - .5883)(1 - .2258)(1 - .5040) \\ &\quad (1 - .5828)(1 - .7380)(1 - .9175)(1 - .2081)(1 - .5547)(1 - .8997) \\ &= 1 - .00000408 \\ &= .99999591 \end{aligned}$$

2. รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบสมมติฐาน (Hypothesized Model) โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบตามสมมติฐาน และค่าสถิติที่จำเป็นสำหรับการทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่าสถิติที่ได้จากแบบสมมติฐาน

สมการที่	สัมประสิทธิ์เส้นทาง	F	R <sup>2</sup> ของสมการ	Fของสมการ
1	$P_{2,1} = .0403$	3.6481	.7096**	401.3428
	$P_{2,3} = .4752^*$	212.9556		
	$P_{2,4} = .2815^*$	79.3703		
	$P_{2,8} = .1827^*$	37.5892		
2	$P_{3,1} = .0218$	.7621	.5945**	240.7549
	$P_{3,4} = .4657^*$	203.7471		
	$P_{3,5} = .1211^*$	18.4127		
	$P_{3,8} = .3148^*$	85.6180		
3	$P_{4,1} = -.0560^*$	4.7699	.5723**	157.5324
	$P_{4,6} = .0712^*$	5.7744		
	$P_{4,7} = .2487^*$	42.8108		
	$P_{4,8} = .1814^*$	21.5482		
	$P_{4,11} = .3733^*$	94.2258		
4	$P_{5,6} = .4752^*$	192.5156	.2258**	192.5197
5	$P_{7,5} = .2489^*$	52.4176	.2428**	105.6296
	$P_{7,6} = .2947^*$	58.5072		
6	$P_{8,5} = .1566^*$	20.9398	.5165**	175.4385
	$P_{8,6} = .1600^*$	24.3246		
	$P_{8,7} = .5466^*$	287.3025		
	$P_{8,13} = .0038$	.0146		
7	$P_{11,9} = .3967^*$	34.2108	.1842**	49.5096
	$P_{11,10} = -.0184$	.0303		
	$P_{11,13} = .0559$	.2663		

สมการที่	สัมประสิทธิ์เส้นทาง	F	R <sup>2</sup> ของสมการ	Fของสมการ
10	$P_{13,12} = .7448^*$	822.1409	$.5547^{**}$	822.1634
11	$P_{14,1} = -.0190$	2.1199	$.8997^{**}$	447.2911
	$P_{14,2} = .2122^*$	69.7392		
	$P_{14,3} = .2066^*$	80.2278		
	$P_{14,4} = .0634^*$	8.9940		
	$P_{14,5} = -.0149$	.9178		
	$P_{14,6} = -.0017$	.0119		
	$P_{14,7} = .0408$	4.0682		
	$P_{14,8} = .0426$	4.5882		
	$P_{14,9} = .1369^*$	29.3006		
	$P_{14,10} = .2319^*$	26.5843		
	$P_{14,11} = .3812^*$	311.3107		
	$P_{14,12} = -.1147^*$	24.3246		
	$P_{14,13} = -.0579$	2.0535		

\* \*\*  $p < .05$

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบตามสมมติฐานแล้ว ปรากฏว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีจำนวนทั้งสิ้น 23 ค่า โดยมีเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 10 เส้นทาง ได้แก่  $P_{2,1}$   $P_{3,1}$   $P_{8,13}$   $P_{11,10}$   $P_{11,13}$   $P_{14,1}$   $P_{14,5}$   $P_{14,6}$   $P_{14,7}$   $P_{14,8}$  และ  $P_{14,13}$

สมการที่ 1 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รองลงมาคือ เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการร่วมกันอธิบายความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 71

สมการที่ 2 ตัวแปรที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มากที่สุดคือ เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ รองลงมาคือ การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง และรายได้ของผู้ปกครอง ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการร่วมกันอธิบายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้ประมาณร้อยละ 60

สมการที่ 3 ตัวแปรที่ส่งผลต่อเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุดคือ คุณภาพการสอน รองลงมา คือ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และเพศของนักเรียน ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการร่วมกันอธิบายเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 57

สมการที่ 4 ตัวแปรที่ส่งผลต่อรายได้ผู้ปกครอง คือ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง โดยอธิบายรายได้ของผู้ปกครองได้ร้อยละ 23

สมการที่ 5 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ในครอบครัว คือ รายได้ของผู้ปกครอง และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการร่วมกันอธิบายความสัมพันธ์ในครอบครัวได้ประมาณร้อยละ 24

สมการที่ 6 ตัวแปรที่ส่งผลต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองมากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว รองลงมาคือ รายได้ของผู้ปกครอง และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการร่วมกันอธิบายการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองได้ประมาณร้อยละ 52

สมการที่ 7 ตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพการสอน คือ ระดับการศึกษาของครู โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดในสมการร่วมกันอธิบายคุณภาพการสอนได้ประมาณร้อยละ 18

สมการที่ 8 ตัวแปรที่ส่งผลต่อความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่ หรือผู้อำนวยการ คือ ขนาดโรงเรียน โดยสามารถอธิบายความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการได้ประมาณร้อยละ 56

สมการที่ 9 ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ คุณภาพการสอน รองลงมาคือ ประสบการณ์ในการสอน ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ระดับการศึกษาของครู ขนาดโรงเรียน และเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตามลำดับ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดร่วมกันอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 90

คำนวณค่าอัตราของความแปรปรวนที่อธิบายตัวแปรเกณฑ์ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดตามรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐาน (M) ได้ค่าดังนี้

$$\begin{aligned} M &= 1 - (1 - .7096)(1 - .5945)(1 - .5723)(1 - .2258)(1 - .2428) \\ &\quad (1 - .5165)(1 - .1842)(1 - .5547)(1 - .8997) \\ &= 1 - .000520145 \\ &= .99947986 \end{aligned}$$

คำนวณค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Q) ได้ค่าดังนี้

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1 - .99999591}{1 - .99947986} \\ &= .0078439 \end{aligned}$$

คำนวณค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของค่า Q (W) ดังนี้

$$\begin{aligned} W &= -(663 - 35) \ln .0078439 \\ &= -(663 - 35)(-4.8480106) \\ &= 3044.550657 \end{aligned}$$

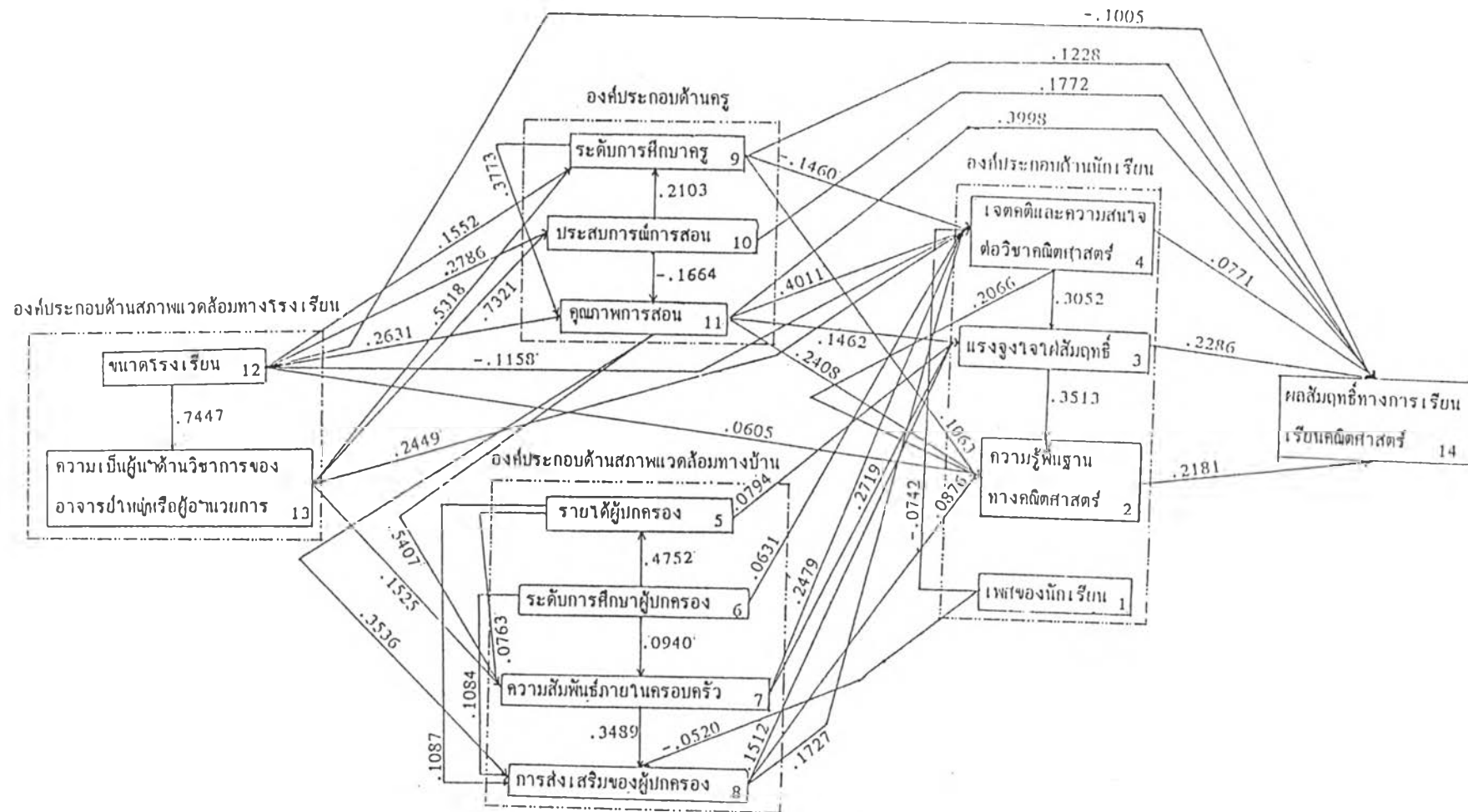
$\chi^2_{.95, 35}$  จากตารางไคส์แควร์ เท่ากับ 49.5

จากการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏว่าค่าดับบลิว (W) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมติฐานใหม่ เพื่อให้ได้รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. รูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับปรุงใหม่ เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากรูปแบบเต็มรูป มาพิจารณาเส้นทางร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบตามสมมติฐาน (ดังตารางที่ 9 ในภาคผนวก ค) ปรากฏว่า มีการตัดเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออกจากรูปแบบคือ  $P_{2,1}$   $P_{3,1}$   $P_{8,13}$   $P_{11,13}$   $P_{14,1}$   $P_{14,5}$   $P_{14,6}$   $P_{14,7}$   $P_{14,8}$  และ  $P_{14,13}$  นอกจากนี้ก็มีการเพิ่มเส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสู่รูปแบบคือ  $P_{2,9}$   $P_{2,11}$   $P_{2,12}$   $P_{3,7}$   $P_{3,11}$   $P_{4,9}$   $P_{4,12}$   $P_{4,13}$   $P_{7,11}$   $P_{7,13}$   $P_{8,1}$  และ  $P_{8,11}$  ดังแผนภาพที่ 3 และผลจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่พร้อมทั้งค่าสถิติ แสดงดังตารางที่ 6





แบบแผนที่ ๖ แสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่

ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่าสถิติที่ได้จากรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่

สมการที่	สัมประสิทธิ์เส้นทาง	F	R <sup>2</sup> ของสมการ	Fของสมการ
1	$P_{2,3} = .3513^*$	120.6922	.7566**	339.3336
	$P_{2,4} = .2066^*$	45.3198		
	$P_{2,8} = .0876^*$	9.1325		
	$P_{2,9} = .1063^*$	13.6013		
	$P_{2,11} = .2408^*$	60.1090		
	$P_{2,12} = .0605^*$	4.4689		
2	$P_{3,4} = .3052^*$	74.6323	.6442**	237.5890
	$P_{3,5} = .0794^*$	8.7734		
	$P_{3,7} = .2719^*$	57.5322		
	$P_{3,8} = .1512^*$	17.4055		
	$P_{3,11} = .1462^*$	15.2803		
3	$P_{4,1} = -.0742^*$	8.2656	.5881**	116.5285
	$P_{4,6} = .0631^*$	4.4859		
	$P_{4,7} = .2479^*$	42.1331		
	$P_{4,8} = .1727^*$	20.1511		
	$P_{4,9} = -.1460^*$	8.5908		
	$P_{4,11} = .4011^*$	108.0976		
	$P_{4,12} = -.1158^*$	8.2426		
	$P_{4,13} = .2449^*$	22.7148		
4	$P_{5,6} = .4752^*$	192.5156	.2258**	192.5197
5	$P_{7,5} = .0763^*$	5.1348	.5001**	164.2819
	$P_{7,6} = .0940^*$	7.9976		
	$P_{7,11} = .5407^*$	273.1087		
	$P_{7,13} = .1525^*$	23.3869		

สมการที่	สัมประสิทธิ์เส้นทาง	F	R <sup>2</sup> ของสมการ	Fของสมการ
6	$P_{8,1} = -.0520^*$	4.2107	.5811**	181.9657
	$P_{8,5} = .1087^*$	12.9168		
	$P_{8,6} = .1084^*$	12.6949		
	$P_{8,7} = .3489^*$	98.3271		
	$P_{8,11} = .3536^*$	98.4064		
7	$P_{9,10} = .2103^*$	9.1748	.7380**	617.9178
	$P_{9,12} = .1552^*$	18.9922		
	$P_{9,13} = .5318^*$	81.2883		
8	$P_{10,12} = .2786^*$	275.9585	.9175**	3661.9378
	$P_{10,13} = .7321^*$	1905.2352		
9	$P_{11,9} = .3773^*$	34.7157	.2058**	73.0770
	$P_{11,10} = -.1664^*$	4.5625		
	$P_{11,12} = .2631^*$	18.1902		
10	$P_{13,12} = .7447^*$	822.1409	.5547**	822.1634
11	$P_{14,2} = .2181^*$	74.4079	.8970**	814.0291
	$P_{14,3} = .2286^*$	105.3908		
	$P_{14,4} = .0771^*$	13.9353		
	$P_{14,9} = .1228^*$	25.9692		
	$P_{14,10} = .1772^*$	38.1183		
	$P_{14,11} = .3998^*$	378.5748		
	$P_{14,12} = -.1005^*$	19.2808		

\* \*\*  $p < .05$

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่แล้ว ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมการที่ 1 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ได้ประมาณร้อยละ 76 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

สมการที่ 2 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้ ประมาณร้อยละ 64 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มากที่สุดคือ เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์

สมการที่ 3 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ ประมาณร้อยละ 59 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ คุณภาพการสอน

สมการที่ 4 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายรายได้ของผู้ปกครองได้ประมาณร้อยละ 23 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อรายได้ของผู้ปกครอง คือระดับการศึกษาของผู้ปกครอง

สมการที่ 5 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายความสัมพันธ์ภายในครอบครัวได้ประมาณร้อยละ 50 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ภายในครอบครัวมากที่สุด คือ คุณภาพการสอน

สมการที่ 6 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองได้ประมาณร้อยละ 58 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองมากที่สุด คือ คุณภาพการสอน

สมการที่ 7 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายระดับการศึกษาของครูได้ประมาณร้อยละ 74 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อระดับการศึกษาของครูมากที่สุดคือ ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ

สมการที่ 8 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายประสพการณ์ในการสอนได้ประมาณร้อยละ 92 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อประสพการณ์ในการสอนมากที่สุด คือ ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ

สมการที่ 9 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายคุณภาพการสอนได้ประมาณร้อยละ 21 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพการสอนมากที่สุด คือ ระดับการศึกษาของครู

สมการที่ 10 ขนาดโรงเรียนสามารถอธิบายความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการได้ประมาณร้อยละ 55

สมการที่ 11 ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ประมาณร้อยละ 89 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดคือ คุณภาพการสอน

การคำนวณค่าอัตราของความแปรปรวนที่อธิบายตัวแปรเกณฑ์ โดยตัวแปรทำนายทั้งหมดตามรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ (M) ได้ค่าดังนี้

$$\begin{aligned} M &= 1 - (1 - .7566)(1 - .6442)(1 - .5881)(1 - .2258)(1 - .5001) \\ &\quad (1 - .5811)(1 - .7380)(1 - .9175)(1 - .2058)(1 - .5547)(1 - .8970) \\ &= 1 - .000004297 \\ &= .999995703 \end{aligned}$$

คำนวณค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับปรุงใหม่กับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Q) ได้ค่าดังนี้

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1 - .99999591}{1 - .999995703} \\ &= .95182686 \end{aligned}$$

คำนวณค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของค่า Q (W) ดังนี้

$$\begin{aligned} W &= -(663-31) \ln .95182686 \\ &= -(663-31)(-.04937213) \\ &= 31.2031891 \end{aligned}$$

$\chi^2_{.95,31}$  จากตารางไคส์แควร์ เท่ากับ 45.0

จากการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏว่า ค่า W ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับปรุงใหม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและปริมาณผลทางตรง ปริมาณผลทางอ้อม และปริมาณผลรวมของตัวแปรต่างๆ ในรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

จากการวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรสาเหตุและตัวแปรผลที่ร่วมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เป็นผลทางตรง ผลทางอ้อม และผลรวมของผลทางตรงและผลทางอ้อม จากตัวแปรในรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ (ดูในภาคผนวก ก) ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ปริมาณผลทางตรง ปริมาณผลทางอ้อม และปริมาณผลรวมของผลทางตรงและผลทางอ้อม จากตัวแปรต่างๆ ที่ศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตัวแปร	ปริมาณผลทางตรง	ปริมาณผลทางอ้อม	ปริมาณผลรวม
เพศของนักเรียน	-	-.0109	-.0109
ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์	.2181	-	.2181
แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์	.2286	.0766	.3052
เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์	.0771	.1382	.2153
รายได้ของผู้ปกครอง	-	.0477	.0477
ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง	-	.0492	.0492
ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	-	.1721	.1721
การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง	-	.1024	.1024
ระดับการศึกษาของครู	.1228	.2690	.3918
ประสบการณ์การสอน	.1772	-.0102	.1670
คุณภาพการสอน	.3998	.3121	.7119
ขนาดโรงเรียน	.1005	.4739	.5744
ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการ	-	.3636	.3636

จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาปริมาณผลทางตรงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ พบว่า มีตัวแปร 7 ตัว ที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ โดยตัวแปรที่มีปริมาณผลทางตรงมากที่สุด คือ คุณภาพการสอน รองลงมาคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์การสอน ระดับการศึกษา ของครู ขนาดโรงเรียน และเจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตามลำดับ ส่วน ปริมาณผลทางอ้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า มีตัวแปร 12 ตัว ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยตัวแปรที่มีปริมาณผลทางอ้อมมากที่สุด คือ ขนาดโรงเรียน รองลงมา คือ ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่ หรือผู้อำนวยการ คุณภาพการสอน ระดับการศึกษาของครู ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง เพศของนักเรียน และ ประสบการณ์การสอน ตามลำดับ สำหรับการพิจารณาปริมาณผลรวมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า คุณภาพการสอน มีปริมาณผลรวมมากที่สุด รองลงมาคือ ขนาดโรงเรียน ระดับการศึกษาของครู ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของอาจารย์ใหญ่ หรือผู้อำนวยการ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เจตคติและความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ประสบการณ์การสอน การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง และเพศของนักเรียน ตามลำดับ