



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จำแนกเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 คำสัณนิทัศน์ฐานและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา
- ตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์
- ตอนที่ 3 รูปแบบความสัมพันธ์ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สัญลักษณ์แทนตัวแปร และคำสัณนิทัศน์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตัวแปร

ผลสัมฤทธิ์	แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
ตีความ	แทน	ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ
คำนวณ	แทน	ความสามารถในการคำนวณ
ทักษะ	แทน	ทักษะทางการเรียน
แรงจูงใจ	แทน	แรงจูงใจในผู้สัมฤทธิ์
เจตคติ	แทน	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
เจตคติครู	แทน	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู
ฟิสิกส์	แทน	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์
คณิตศาสตร์	แทน	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์
ครอบครัว	แทน	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว
ฐานะ	แทน	ฐานะทางเศรษฐกิจ
เจตคติ(สอน)	แทน	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์	แทน	ประสบการณ์การสอนของครู
การสอน	แทน	คุณภาพของการสอน

ค่าสถิติ	
\bar{X}	แทน ค่ามัธยฐานเลขคณิต
SD	แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
CV	แทน สัมประสิทธิ์การกระจาย
r_{xy}	แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับตัวแปร y
R	แทน $R_{y.123}$ ค่า Multiple correlation coefficient
R^2	แทน ค่า Squared multiple correlation coefficient
R_m^2	แทน ค่า Generalized squared multiple correlation coefficient ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป
M	แทน ค่า Generalized squared multiple correlation coefficient ของรูปแบบความสัมพันธ์ที่นำเสนอ
Q	แทน ค่าสถิติที่ใช้วัดความสอดคล้อง (measure of goodness of fit) ของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงประจักษ์
W	แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของค่า Q
P_{jk}	แทน ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง มีทิศทางของความสัมพันธ์จากตัวแปรที่ k ไปยังตัวแปรที่ j
*	แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเสนอตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่นำมาศึกษา

1. ค่ามัธยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของตัวแปรที่นำมาศึกษา ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่ามัธยเลขคณิตและ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของตัวแปรที่นำมาศึกษา

ค่าสถิติ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	C.V. (%)
ตัวแปร				
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์	50	32.57	6.11	18.73
ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ	15	9.51	2.85	29.97
ความสามารถในการคำนวณ	32	15.33	6.19	40.40
ทักษะทางการเรียน	315	179.51	29.52	16.44
แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์	150	111.56	9.39	8.42
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	150	97.63	11.16	11.43
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	20	11.74	2.05	17.46
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	20	10.04	3.08	30.68
ฐานะทางเศรษฐกิจ	60	27.04	8.16	30.18
ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	60	36.11	6.15	17.03
คุณภาพการสอน	150	107.60	14.17	13.17
เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	125	98.94	5.29	5.35
ประสบการณ์การสอนของครู (คิดเป็นปี)		11.30	3.19	28.23
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	150	97.73	7.19	7.36

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าคะแนนของตัวแปรทุกตัวที่นำมาศึกษามีการกระจาย โดยที่คะแนนความสามารถในการคำนวณมีการกระจายสูงสุด คือ 40.40 % รองลงมา ได้แก่ คะแนนความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ คือ 30.68 % เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์มีการกระจายน้อยที่สุด คือ 5.35 %

2. ความสัมพันธ์ระหว่างกันของตัวแปรที่นำมาศึกษา 14 ตัว ปรากฏผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกันของตัวแปรที่นำมาศึกษาทั้ง 14 ตัว พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นฐานะทางเศรษฐกิจที่มีความสัมพันธ์ทางลบ กับเกือบทุกตัวแปร ตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กับทักษะทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ความสามารถในการคำนวณ ทักษะทางการเรียน เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การสอนของครู เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู กับ ความสัมพันธ์ในครอบครัว คุณภาพการสอนกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสามารถในการคำนวณ ทักษะทางการเรียน เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คุณภาพการสอน กับ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ทักษะทางการเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ฐานะทางเศรษฐกิจ กับ ประสบการณ์การสอนของครู ความสามารถในการคำนวณ กับ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กับตัวแปรอื่น ๆ ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กับ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ มีค่าสูงสุด คือ .9583 รองลงมาได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ทักษะทางการเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจ ความสามารถในการคำนวณ คุณภาพการสอน เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .8960 .7165 .6531 .5272 -.5253 .3426 .3195 .2477 .1586 และ .1355 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กับ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ประสบการณ์การสอนของครู ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความแปรผันร่วมกับ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ

ทักษะทางการเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจ ความสามารถในการคำนวณ คุณภาพการสอน
 เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์
 ประมาณร้อยละ 92 80 50 43 28 28 12 10 6 3 และ 2
 ตามลำดับ

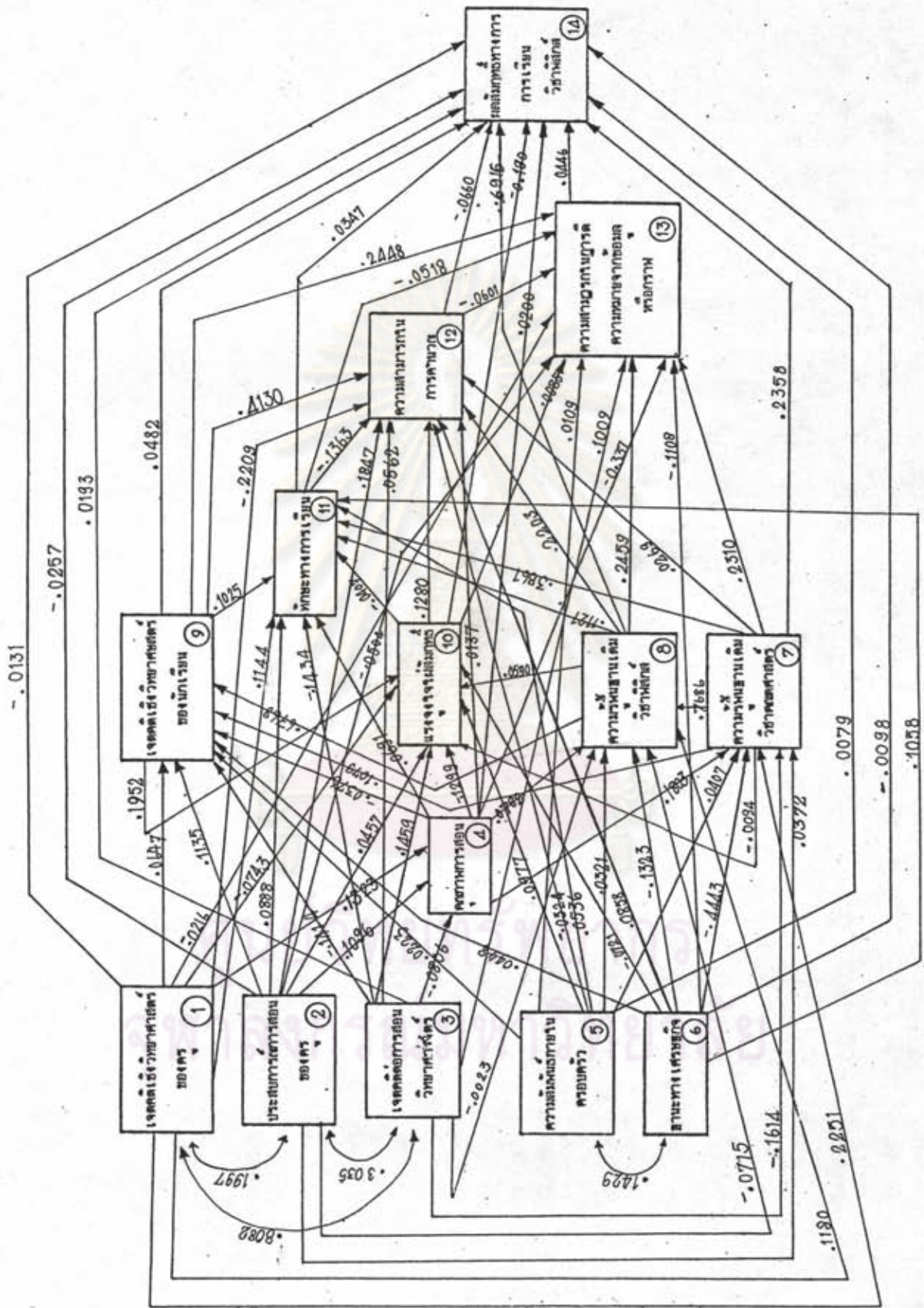
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ นอกจากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาฟิสิกส์ ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ กับ
 ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าสูงที่สุดคือ .8719 รองลงมาได้แก่ ความรู้พื้น
 ฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ กับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ .7298 ค่าสัมประสิทธิ์
 สหสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กับประสิทธิภาพการสอนของครู มีค่าต่ำสุดคือ
 .0794 นั่นคือ ตัวแปรดังกล่าวมีความแปรปรวนร่วมกันประมาณร้อยละ .006 - 76

ตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์

1. รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป และค่าสถิติที่จำเป็นสำหรับการทดสอบความ
 สอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน กับข้อมูลเชิงประจักษ์

1.1 เมื่อลากเส้นทุกเส้นจากตัวแปรทำนายไปสู่ตัวแปรเกณฑ์ จะได้รูปแบบ
 ความสัมพันธ์เต็มรูป และผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ดังแสดงใน
 แผนภูมิที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 2 รูปแบบและค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของความสัมพันธ์แบบเต็มรูป

1.2 ค่าสถิติที่จำเป็นที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป
ปรากฏดังแสดงในตารางที่ 5-13

ตารางที่ 5 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป เมื่อใช้
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์	ความสามารถในการตีความ หมายจากข้อมูลหรือกราฟ	.0446	7.81*	
	ความสามารถในการคำนวณ	-.0660	19.96*	
	ทักษะทางการเรียน	.0347	5.82*	
	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	-.0190	2.32	
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	.0482	6.26*	
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.6916	560.16*	
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.2358	85.99*	
	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	-.0098	.46	
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0079	.42	
	คุณภาพการสอน	.0200	2.46	
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	.0193	.84	
	ประสบการณ์การสอนของครู	-.0257	3.79	
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	-.0131	.39	
	$R = .9706$		$R^2 = .9421$	

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์
แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่เด่นชัดที่สุดคือ ความรู้พื้น
ฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ รองลงมาได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทุกคุณ

มีค่าเท่ากับ .9706 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ ได้ประมาณร้อยละ 94

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 5 พบว่า ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคำนวณ ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูล หรือกราฟ ทักษะทางการเรียน แรงจูงใจในสัมฤทธิ์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปแบบ เมื่อใช้ ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ เป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio	
ความสามารถในการตีความ หมายจากข้อมูลหรือกราฟ	ความสามารถในการคำนวณ	-.0601	1.78	
	ทักษะทางการเรียน	-.0518	1.39	
	แรงจูงใจในสัมฤทธิ์	.0085	.05	
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	.2448	17.96*	
	ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาฟิสิกส์	.2459	7.07*	
	ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาคณิตศาสตร์	.2310	9.01*	
	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	-.1108	6.39*	
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0109	.09	
	คุณภาพการสอน	-.0337	.75	
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	.1009	2.43	
	ประสบการณ์การสอนของครู	-.0504	1.57	
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	-.0216	.11	
	R = .6760		R ² = .4570	

* $p < .05$

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์

แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ที่มากที่สุดคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ รองลงมาได้แก่ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าเท่ากับ .6760 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ได้ประมาณร้อยละ 46

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 6 พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ และฐานะทาง เศรษฐกิจ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป เมื่อใช้ความสามารถในการคำนวณ เป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
ความสามารถในการคำนวณ	ทักษะทางการเรียน	-.1363	8.38*
	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	.1280	9.76*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	.4130	48.67*
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.2203	5.35*
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.0269	.10
	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	.0858	3.29
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	-.0324	.65
	คุณภาพการสอน	.0137	.11
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	.0562	.65
	ประสบการณ์การสอนของครู	.1847	18.77*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	-.2209	10.20*
	R = .6019		R ² = .3623

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถในการคำนวณ ที่เด่นชัดที่สุดคือ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาค่าเท่ากับ .6019 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายความสามารถในการคำนวณ ได้ประมาณร้อยละ 36

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 7 พบว่า เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู ประสบการณ์การสอนของครู ทักษะทางการเรียน และแรงจูงใจไม่สัมฤทธิ์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป เมื่อใช้ทักษะทางการเรียน เป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
ทักษะทางการเรียน	แรงจูงใจไม่สัมฤทธิ์	-.0407	.92
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	.1025	2.82
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.1121	1.29
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.3861	21.04*
	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	.1058	4.72*
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0536	1.65
	คุณภาพการสอน	.0691	2.52
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.1434	3.95*
	ประสบการณ์การสอนของครู	-.0888	4.09*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.1144	2.57
	R = .5611		R ² = .3148

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อทักษะทางการเรียน มากที่สุดคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าเท่ากับ .5611 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายทักษะทางการเรียน ได้ประมาณร้อยละ 31

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 8 พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ฐานะทางเศรษฐกิจ และประสบการณ์การสอนของครู มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป เมื่อใช้แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์ เป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปร เกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	.1952	7.88*
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.0590	.27
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	-.0094	.01
	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	-.0721	1.67
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0977	4.20*
	คุณภาพการสอน	.1299	6.84*
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	.1459	3.12
	ประสบการณ์การสอนของครู	.0457	.82
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	-.0743	.82
	R = .3040		R ² = .0924

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มากที่สุดคือ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าเท่ากับ .3040 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้ประมาณร้อยละ 9

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 9 พบว่า เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว และคุณภาพการสอน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป เมื่อใช้เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปร เกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.6768	88.43*
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.1079	2.56
	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	.0448	1.32
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0223	.45
	คุณภาพการสอน	-.0376	1.18
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.1414	6.09*
	ประสบการณ์การสอนของครู	.1135	10.63*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.0647	1.28
R = .7454		R ² = .5555	

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เด่นชัดที่สุดคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าเท่ากับ .7454 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้ประมาณร้อยละ 56

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 10 พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์การสอนของครู มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป เมื่อใช้ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ เป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.7686	871.90*
	ฐานะทางเศรษฐกิจ	-.1323	26.92*
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0321	2.05
	คุณภาพการสอน	.0782	11.49*
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.0023	.01
	ประสบการณ์การสอนของครู	-.0715	9.48*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.1180	9.56*
R = .8928		R ² = .7971	

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ เด่นชัดที่สุดคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าเท่ากับ .8928 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ได้ประมาณร้อยละ 80

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 11 พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ฐานะทางเศรษฐกิจ คุณภาพการสอน ประสบการณ์การสอนของครู และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 12 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป เมื่อใช้
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชา คณิตศาสตร์	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	-.4443	110.08*
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0407	.95
	คุณภาพการสอน	.1803	18.33*
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.1614	5.07*
	ประสบการณ์การสอนของครู	.0372	.74
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.2251	10.25*
R = .5420		R ² = .2938	

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ มากที่สุดคือ ฐานะทางเศรษฐกิจ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณค่าเท่ากับ .5420 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ได้ประมาณร้อยละ 29

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 12 พบว่า ฐานะทางเศรษฐกิจ คุณภาพการสอน เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 13 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป เมื่อใช้
คุณภาพการสอนเป็นตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปร เกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
คุณภาพการสอน	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.0806	.92
	ประสบการณ์การสอนของครู	.1096	4.72*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.1323	2.63
$R = .1385$		$R^2 = .0192$	

* $p < .05$

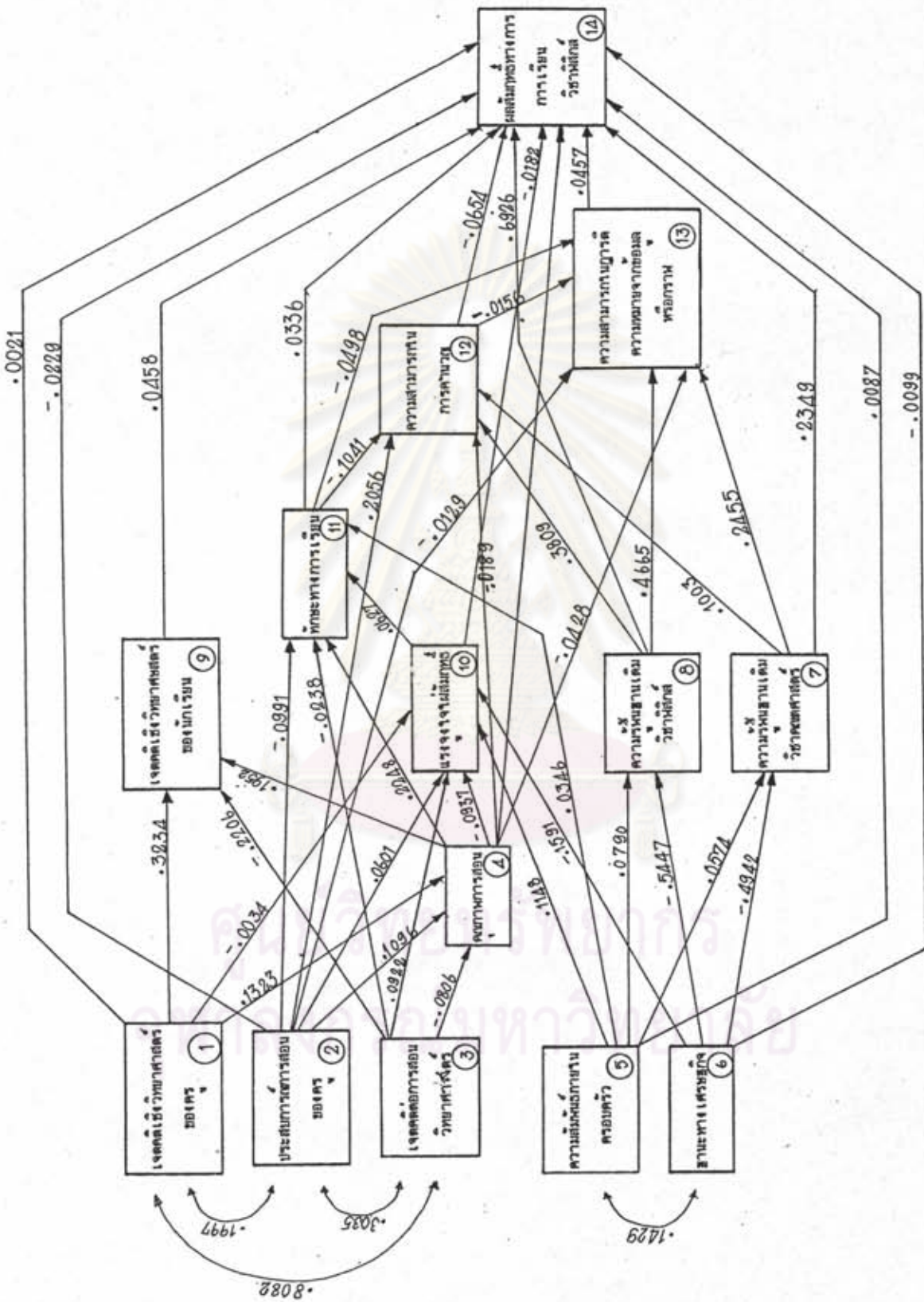
จากตารางที่ 13 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการสอน มากที่สุดคือ ประสบการณ์การสอนของครู ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าเท่ากับ .1385 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกัน อธิบายคุณภาพการสอน ได้ประมาณร้อยละ 2

เมื่อพิจารณาค่า F-ratio จากตารางที่ 13 พบว่า ประสบการณ์การสอนของครู มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่า F-ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 วิเคราะห์หาค่า R^2_m ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป โดยวิธีการของ Specht (1975) ได้ค่า R^2_m เท่ากับ .9992 แสดงว่า รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป อธิบายความแปรปรวนทั้งระบบความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 99

2. รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน และค่าสถิติที่จำเป็นสำหรับการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2.1 รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางประจำแต่ละเส้นทาง มีลักษณะความสัมพันธ์ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง

2.2 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน
ปรากฏผล ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน

ตัวแปร เกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์	ความสามารถในการตีความ หมายจากข้อมูลหรือกราฟ	.0457	8.26*	
	ความสามารถในการคำนวณ	-.0654	19.65*	
	ทักษะทางการเรียน	.0336	5.49*	
	แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์	-.0182	2.14	
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	.0458	5.76*	
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.6926	562.51*	
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.2349	85.50*	
	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	-.0099	.47	
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0087	.51	
	คุณภาพการสอน	.0199	2.43	
	ประสบการณ์การสอนของครู เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	-.0229	3.19	
		.0021	.03	
	$R = .9706$ $R^2 = .9420$			

ความสามารถในการ
ตีความหมายจากข้อมูล
หรือกราฟ

ความสามารถในการคำนวณ	-.0156	.14
ทักษะทางการเรียน	-.0498	1.28

ตาราง 14 (ต่อ)

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
	ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาฟิสิกส์	.4665	35.09*
	ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาคณิตศาสตร์	.2455	9.93*
	คุณภาพการสอน	-.0428	1.18
	ประสบการณ์การสอนของครู	-.0129	.11
R = .6487		R ² = .4208	
ความสามารถในการคำนวณ			
	ทักษะทางการเรียน	-.1041	4.24*
	ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาฟิสิกส์	.3809	18.25*
	ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาคณิตศาสตร์	.1003	1.24
	คุณภาพการสอน	-.0189	.17
	ประสบการณ์การสอนของครู	.2056	22.32*
R = .4733		R ² = .2240	
ทักษะทางการเรียน			
	แรงจูงใจไม่ล้มเหลว	.0627	1.73
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0346	.53
	คุณภาพการสอน	.2248	22.26*
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.0238	.23
	ประสบการณ์การสอนของครู	-.0991	3.99*
R = .2471		R ² = .0611	

ตาราง 14 (ต่อ)

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
แรงจูงใจในสัมฤทธิ์	ฐานะทางเศรษฐกิจ	-.1591	10.50*
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.1148	5.61*
	คุณภาพการสอน	.0937	3.68
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	.0922	1.23
	ประสบการณ์การสอนของครู	.0601	1.44
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	-.0034	.01
		R = .2243	R ² = .0503
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน	คุณภาพการสอน	.1952	17.61*
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.2206	7.87*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.3234	16.83*
		R = .2866	R ² = .0821
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชา ฟิสิกส์	ฐานะทางเศรษฐกิจ	-.5447	175.80*
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0790	3.71
	R = .5392	R ² = .2907	

ตาราง 14 (ต่อ)

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชา คณิตศาสตร์	ฐานะทางเศรษฐกิจ	-.4942	134.96*
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.0574	1.82
	R = .4893 R ² = .2394		
คุณภาพการสอน	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.0806	.92
	ประสบการณ์การสอนของครู	.1096	4.72*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.1323	2.63
R = .1385 R ² = .0192			

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้ จากรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มากที่สุด คือความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ รองลงมาได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ และความสามารถในการคำนวณมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ รองลงมาคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรคุณภาพการสอนส่งผลกระทบต่อทักษะทางการเรียนมากที่สุด ตัวแปรความสัมพันธ์ภายในครอบครัวส่งผลกระทบต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มากที่สุด สำหรับตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากที่สุด คือ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู ตัวแปรฐานะทางเศรษฐกิจ ส่งผลกระทบต่อความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ และความ

รู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด ตัวแปรประสบการณ์การสอนของครู ส่งผลต่อคุณภาพการสอนมากที่สุด

เมื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นตัวเกณฑ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคุณ มีค่าเท่ากับ .9706 หมายความว่าตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ประมาณร้อยละ 94 เมื่อให้ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ความสามารถในการคำนวณ ทักษะทางการเรียน แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ และคุณภาพการสอนเป็นตัวแปรเกณฑ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคุณมีค่าเท่ากับ .6487 .4733 .2471 .2243 .2866 .5392 .4893 และ .1385 ตามลำดับ หมายความว่า ตัวแปรที่ระบุไว้ในรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานร่วมกันอธิบายตัวแปรเกณฑ์ดังกล่าวได้ประมาณร้อยละ 42 22 6 5 8 29 24 และ 2 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่า F - ratio จากตารางที่ 14 พบว่า ส่วนมากมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้น เมื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นตัวแปรเกณฑ์ แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์ฐานะทางเศรษฐกิจ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว คุณภาพการสอน ประสบการณ์การสอนของครู และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ เป็นตัวแปรเกณฑ์ ความสามารถในการคำนวณ ทักษะทางการเรียน คุณภาพการสอน และประสบการณ์การสอนของครู ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อความสามารถในการคำนวณเป็นตัวแปรเกณฑ์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ และคุณภาพการสอนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทักษะทางการเรียนเป็นตัวแปรเกณฑ์ แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อแรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์ เป็นตัวแปรเกณฑ์ คุณภาพการสอนเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การสอนของครู และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่า F - ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ กับ ความสัมพันธ์ในครอบครัว ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่า F -ratio ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ กับ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ เมื่อคุณภาพการสอนเป็นตัวแปรเกณฑ์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

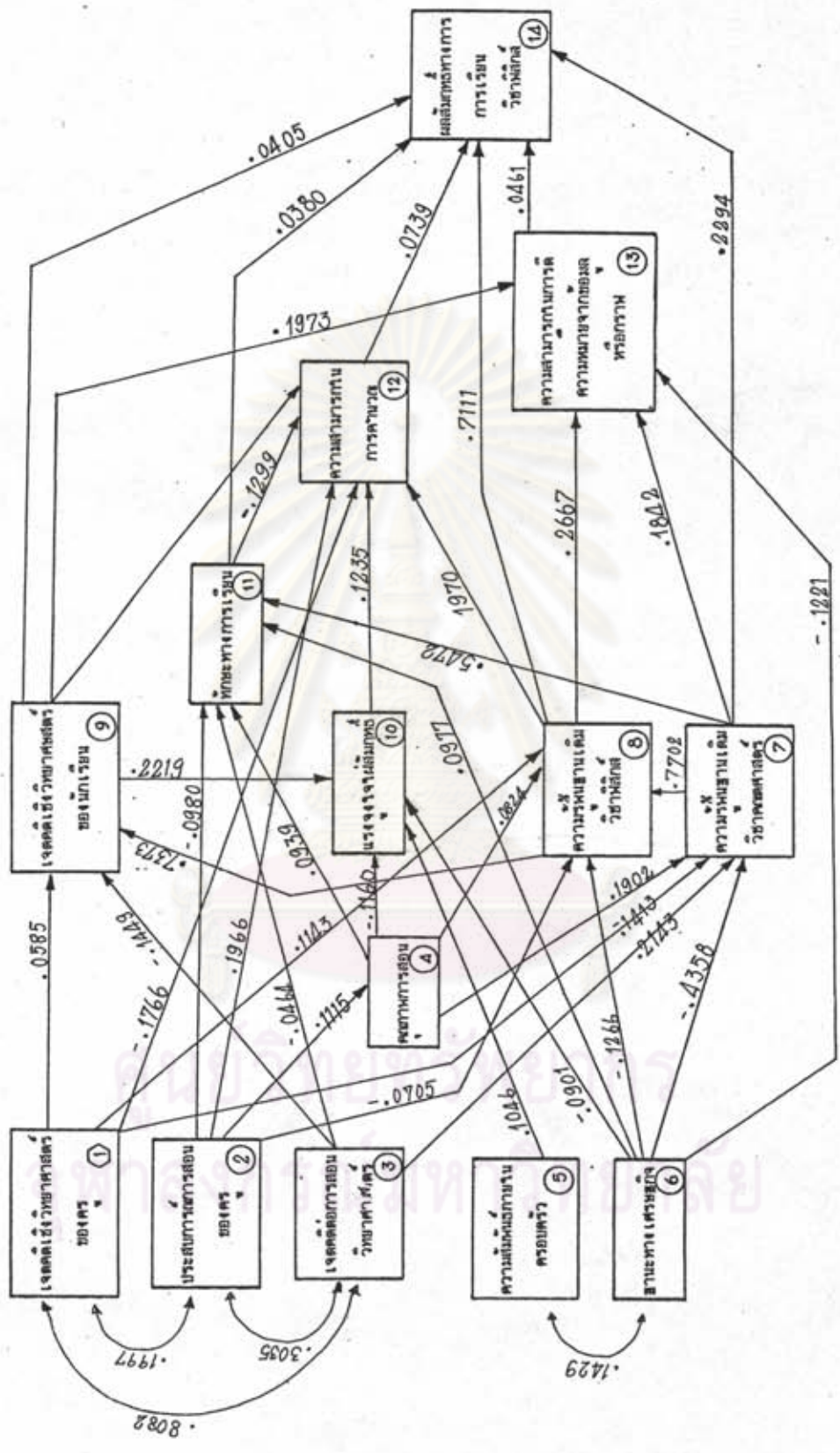
2.3 วิเคราะห์หาค่า M ของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน โดยวิธีการของ Specht (1975) ได้ค่า M เท่ากับ .9887 แสดงว่ารูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน อธิบายความแปรปรวนของความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 99

3. วิเคราะห์หาค่าสถิติทดสอบของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานได้ค่า Q เท่ากับ .0708 และค่า F เท่ากับ 1051.21 ค่า F มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ

ตอนที่ 3 รูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เนื่องจากรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงได้ปรับปรุงรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานเสียใหม่ เพื่อให้ได้รูปแบบความสัมพันธ์ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญโดยดำเนินการตามลำดับขั้น ดังนี้

1. สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ โดยการตัดเส้นทางของรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานที่มีค่า F - ratio ของตัวแปรทำนายบางตัวที่ไม่ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามผลการวิเคราะห์ ในตารางที่ 4 - 12 จากนั้นเพิ่มเส้นทางเข้าไปในรูปแบบ โดยเพิ่มเฉพาะเส้นทางที่ค่า F - ratio ของตัวแปรทำนายที่ส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น แล้วหาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสถิติของรูปแบบใหม่ ได้รูปแบบความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางประจำแต่ละเส้นทางดังแสดงในแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 รูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรับแก้ และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง

2. วิเคราะห์หาค่า R , R^2 , P_{jk} และ F-ratio ของตัวแปรตามรูปแบบใหม่
ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 15

ตารางที่ 15 ค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์แบบใหม่

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์	ความสามารถในการตีความ หมายจากข้อมูลหรือกราฟ	.0461	8.60*	
	ความสามารถในการคำนวณ	.0739	27.60*	
	ทักษะทางการเรียน	.0380	7.25*	
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	.0405	4.53*	
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.7111	699.76*	
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.2294	83.96*	
	$R = .9700$ $R^2 = .9408$			
	ความสามารถในการ ตีความหมายจากข้อมูล หรือกราฟ	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	.1973	13.74*
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์		.2667	10.24*	
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์		.1842	6.15*	
ฐานะทางเศรษฐกิจ		-.1221	8.13*	
$R = .6660$ $R^2 = .4436$				

ตาราง 15 (ต่อ)

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
ความสามารถในการ คำนวณ	ทักษะทางการเรียน	-.1299	8.25*
	แรงจูงใจผู้สัมฤทธิ์	.1235	9.42*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	.4130	49.91*
	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.1970	10.17*
	ประสบการณ์การสอนของครู เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.1966	23.66*
		-.1766	18.11*
		R = .5966	R ² = .3559
ทักษะทางการเรียน	ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.5472	130.82*
	ฐานะทาง เศรษฐกิจ	.0977	4.34*
	คุณภาพการสอน	.0939	4.87*
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.0464	1.16
	ประสบการณ์การสอนของครู	-.0980	5.18*
		R = .5423	R ² = .2940

ศูนย์วิทยศาสตร์พยาบาล
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 15 (ต่อ)

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
แรงจูงใจไม่สัมฤทธิ์	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	.2219	19.33*
	ฐานะทางเศรษฐกิจ	-.0901	3.16
	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	.1046	4.84*
	คุณภาพการสอน	.1160	5.79*
		$R = .2781$	$R^2 = .0773$
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาฟิสิกส์	.7373	472.33*
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.1449	6.43*
	ประสบการณ์การสอนของครู	.1191	12.11*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.0585	1.05
		$R = .7415$	$R^2 = .5498$
ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาฟิสิกส์	ความรู้พื้นฐานเคมีวิชาคณิตศาสตร์	.7702	887.44*
	ฐานะทางเศรษฐกิจ	-.1266	25.28*
	คุณภาพการสอน	.0824	12.96*
	ประสบการณ์การสอนของครู	-.0705	9.82*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.1143	25.19*
		$R = .8923$	$R^2 = .7962$

ตาราง 15 (ต่อ)

ตัวแปรเกณฑ์	ตัวแปรทำนาย	β (หรือ P_{jk})	F-ratio
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชา คณิตศาสตร์	ฐานะทางเศรษฐกิจ	-.4358	108.87*
	คุณภาพการสอน	.1902	21.08*
	เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-.1413	4.16*
	เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	.2143	9.42*
	R = .5393		R ² = .2909
คุณภาพการสอน	ประสบการณ์การสอนของครู	.1115	5.42*
	R = .1115		R ² = .0124

* $p < .05$.

จากตารางที่ 15 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้ จากรูปแบบความสัมพันธ์รูปแบบใหม่ พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ รองลงมาคือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ มากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถในการคำนวณมากที่สุด คือ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตัวแปรที่ส่งผลต่อทักษะทางการเรียนมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่ส่งผลต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ตัวแปรที่ส่งผลต่อความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ มากที่สุด คือ ฐานะทางเศรษฐกิจ และตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพการสอนมีเพียงตัวเดียว ประสบการณ์การสอนของครู

เมื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นตัวเกณฑ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 พหุคูณมีค่าเท่ากับ .9700 หมายความว่า ตัวแปรทำนายทุกตัวร่วมกันอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการ
 เรียนวิชาฟิสิกส์ได้ประมาณร้อยละ 94 เมื่อให้ ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือ
 กราฟ ความสามารถในการคำนวณ ทักษะทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติเชิงวิทยา
 ศาสตร์ของนักเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ คุณภาพการสอน
 เป็นตัวแปรเกณฑ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ มีค่าเท่ากับ .6660 .5966 .5423 .2781
 .7415 .9823 .5393 และ .1115 ตามลำดับ หมายความว่า ตัวแปรในรูปแบบความสัมพันธ์
 รูปแบบใหม่ร่วมกันอธิบายตัวแปรเกณฑ์ ดังกล่าวได้ประมาณ ร้อยละ 44 36 29 8 55 80
 29 และ 1 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่า F - ratio จากตารางที่ 15 พบว่า ส่วนใหญ่ มีนัยสำคัญทางสถิติที่
 ระดับ .05 ยกเว้น ทักษะทางการเรียนกับเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 กับฐานะทางเศรษฐกิจที่ค่า F - ratio ทดสอบความสัมพันธ์ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. วิเคราะห์หาค่า M ของรูปแบบความสัมพันธ์รูปแบบใหม่ โดยวิธีการของ Specht
 (1975) ได้ค่า M เท่ากับ .9991 แสดงว่ารูปแบบความสัมพันธ์รูปแบบใหม่อธิบายความแปรปรวน
 ทั้งระบบของความสัมพันธ์ได้ประมาณร้อยละ 99

4. วิเคราะห์หาค่าสถิติทดสอบของรูปแบบความสัมพันธ์รูปแบบใหม่ได้ค่า Q เท่ากับ
 0.8888 และค่า F เท่ากับ 46.0923 ค่า F ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า
 รูปแบบความสัมพันธ์รูปแบบใหม่ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ

5. วิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรทำนายทุกตัว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
 ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ผลกระทบของตัวแปรทำนายทุกตัวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ตัวแปรทำนาย	ผลทางตรง	ผลทางอ้อม	ผลกระทบรวม	r_{xy}
ความสามารถในการตีความหมาย				
จากข้อมูลหรือกราฟ	.0461	-	.0461	.6531
ความสามารถในการคำนวณ	.0739	-	.0739	.3426
ทักษะทางการเรียน	.0308	.0095	.0475	.5272
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	-	.0091	.0091	.1586
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	.0405	-.0234	.0170	.7165
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์	.7111	.0103	.7214	.9583
ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์	.2294	.5901	.8195	.8960
ฐานะทางเศรษฐกิจ	-	-.0914	-.0914	-.5253
ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	-	.3581	.3581	.0060
คุณภาพการสอน	-	.2208	.2208	.3195
เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์	-	.1160	.1160	.1355
ประสบการณ์การสอนของครู	-	.0454	.0454	-.0283
เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู	-	.2721	.2721	.2477

จากตารางที่ 16 เมื่อพิจารณาผลกระทบของตัวแปรทำนายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์แล้ว พบว่าความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ มีผลกระทบรวมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ในด้านผลกระทบทางตรงนั้นความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ มีผลกระทบทางตรงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับผลกระทบทางอ้อมนั้น ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ มีผลกระทบทางอ้อมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว

สรุปลักษณะของรูปแบบความสัมพันธ์ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

รูปแบบความสัมพันธ์รูปแบบใหม่ เป็นรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ได้รับผลกระทบในรูปแบบที่เป็นสาเหตุทางตรงจาก ความสามารถ

ในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ความสามารถในการคำนวณ ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมจาก ทักษะทางการเรียน เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ และความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ และได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมจาก แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ฐานะทางเศรษฐกิจ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว คุณภาพการสอน เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การสอนของครู และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู

ความสามารถในการตีความหมายจากข้อมูลหรือกราฟ ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงจาก เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมจาก ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ฐานะทางเศรษฐกิจ และได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมจาก คุณภาพการสอน เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การสอนของครู และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู

ความสามารถในการคำนวณ ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงจากทักษะทางการเรียนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมจาก เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ประสบการณ์การสอนของครู เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู และได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมจากความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ฐานะทางเศรษฐกิจความสัมพันธ์ภายในครอบครัว เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์

ทักษะทางการเรียน ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงจากความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุ ทั้งทางตรงและทางอ้อมจาก ฐานะทางเศรษฐกิจ คุณภาพการสอน เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การสอนของครู และได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมจาก เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้รับผลกระทบในรูปแบบที่เป็นสาเหตุทางตรงจาก ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้รับอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงจากเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจ ความสัมพันธ์ภายในครอบครัวและคุณภาพการสอน

ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ ได้รับอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงจากความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมจาก ฐานะทางเศรษฐกิจ คุณภาพการสอน ประสบการณ์การสอนของครู เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมจาก เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์

ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาคณิตศาสตร์ ได้รับอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงจาก ฐานะทางเศรษฐกิจ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ คุณภาพการสอน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู ได้รับผลกระทบในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมจากประสบการณ์การสอนของครู

คุณภาพการสอน ได้รับอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงจากประสบการณ์การสอนของครู

ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว และฐานะทางเศรษฐกิจ เป็นตัวแปรภายนอก (exogenous variables) ความสัมพันธ์ภายในครอบครัวมีความสัมพันธ์ กับฐานะทางเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การสอนของครู และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู เป็นตัวแปรภายนอก (exogenous variables) เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์การสอนของครูและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู ประสบการณ์การสอนของครู มีความสัมพันธ์ กับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิเคราะห์ค่า R^2 เมื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นตัวแปรเกณฑ์ ค่า $R^2_{\text{ครอบครัว}}$ ค่า M ค่า Q และค่า P ของรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน และรูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่า R^2 ค่า R_m^2 ค่า M ค่า Q ค่า W ของรูปแบบความสัมพันธ์ 3 รูปแบบ

รูปแบบ	R^2	R_m^2	M	Q	W
รูปแบบความสัมพันธ์เต็มรูป	.9421	.9992	-	-	-
รูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน	.9420	-	.9887	.0708	1051.21*
รูปแบบความสัมพันธ์ใหม่	.9408	-	.9991	.8888	46.09

*P < .05

จากตารางที่ 17 เมื่อพิจารณาค่า R^2 จากรูปแบบความสัมพันธ์ทั้ง 3 รูปแบบพบว่า รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป ซึ่งตัวแปรทำนายทั้ง 13 ตัวในรูปแบบร่วมกันสามารถอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้สูงสุด คือ ประมาณร้อยละ 94 ในขณะที่รูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ ซึ่งใช้ตัวแปรทำนายเพียง 6 ตัว จากตัวแปรทำนายทั้งหมด 13 ตัว ร่วมกันสามารถอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ได้ประมาณร้อยละ 94 เช่นเดียวกัน สำหรับรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐานนั้น ใช้ตัวแปรทำนาย 12 ตัว จากตัวแปรทำนายทั้งหมด 13 ตัวร่วมกันสามารถอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ได้ประมาณร้อยละ 94 จะเห็นว่ารูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน รูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป และรูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ อธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ใกล้เคียงกันมาก

เมื่อพิจารณาค่า R_m^2 หรือ M จะเห็นว่า รูปแบบความสัมพันธ์ใหม่อธิบายความแปรปรวนทั้งระบบของความสัมพัทธ์ได้แตกต่างจากรูปแบบความสัมพันธ์แบบเต็มรูป ประมาณร้อยละ .01 ซึ่งเมื่อทดสอบความสอดคล้อง (Q) ของรูปแบบทั้งสองแล้ว ปรากฏว่า รูปแบบทั้งสองอธิบายความแปรปรวนทั้งระบบความสัมพันธ์ ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน ปรากฏว่า สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งระบบความสัมพันธ์ได้แตกต่างจากรูปแบบความสัมพันธ์เต็มรูปเพียงประมาณร้อยละ 1.05 เท่านั้น อย่างไรก็ตาม เมื่อทดสอบค่าความสอดคล้อง (Q) ของรูปแบบทั้งสองแล้ว ปรากฏว่า รูปแบบทั้งสองอธิบายความแปรปรวนทั้งระบบของความสัมพัทธ์ ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่ารูปแบบความสัมพันธ์ตามสมมติฐาน ยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างมีนัยสำคัญ