

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้านนักเรียน โรงเรียน และสภาพแวดล้อมทางบ้านกับองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอน ดังนี้

### ตอนที่ 1 คาสถิติพื้นฐานของคะแนน องค์ประกอบด้านต่าง ๆ

- 1.1 คาสถิติพื้นฐานของคะแนนองค์ประกอบด้านนักเรียน โรงเรียน และสภาพแวดล้อมทางบ้าน
- 1.2 คาสถิติพื้นฐานของคะแนน องค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 คาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Intercorrelation Coefficient) ซึ่งนำมาศึกษาในรูปตัวแปร อิสระ และ ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวเกณฑ์

- 2.1 คาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ
- 2.2 คาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวเกณฑ์
  - 2.2.1 คาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
  - 2.2.2 คาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
  - 2.2.3 คาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

#### 2.2.4 คาสัมประสิทธิ์สัมพันธระหว่างตัวแปรอิสระกับ เจตคติทาง วิทยาศาสตร์

##### ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ควยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง

- 3.1 ผลการวิเคราะห์เส้นทางเมื่อใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์
- 3.2 ผลการวิเคราะห์เส้นทางเมื่อใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์
- 3.3 ผลการวิเคราะห์เส้นทางเมื่อใช้ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์
- 3.4 ผลการวิเคราะห์เส้นทางเมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

##### ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลทางตรง ทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรต่างๆ ในรูปแบบซึ่งผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว

- 4.1 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อมและผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ เมื่อใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์
- 4.2 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อมและผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ เมื่อใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์
- 4.3 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อมและผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ เมื่อใช้ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์
- 4.4 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อมและผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ เมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนตัวแปรต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตัวแปรอิสระประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านนักเรียน

$x_1$	แทน	ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล
$x_2$	แทน	ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์
$x_3$	แทน	ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข
$x_4$	แทน	มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง
$x_5$	แทน	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
$x_6$	แทน	กิจกรรมนอกชั้นเรียน

2. องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน

$x_7$	แทน	ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา
$x_8$	แทน	ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว
$x_{9.1}$	แทน	ระดับการศึกษาของบิดา
$x_{9.2}$	แทน	ระดับการศึกษาของมารดา

3. องค์ประกอบด้านโรงเรียน

$x_{10}$	แทน	ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่
$x_{11}$	แทน	วุฒิการศึกษาของครู
$x_{12}$	แทน	คุณภาพของการสอน
$x_{13}$	แทน	จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน
$x_{14}$	แทน	จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์

ตัวแปรเกณฑ์มี 4 ตัวแปร ได้แก่

$x_{15}$	แทน	ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
$x_{16}$	แทน	ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
$x_{17}$	แทน	ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
$x_{18}$	แทน	เจตคติทางวิทยาศาสตร์

### ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนองค์ประกอบด้านต่าง ๆ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น 15 ตัวอย่าง ซึ่งจัดประเภทของเครื่องมือได้ 4 ชนิดคือ แบบทดสอบ แบบวัด แบบสอบถามและแบบสำรวจ เมื่อนำผลมาวิเคราะห์ปรากฏค่าคะแนนองค์ประกอบด้านต่าง ๆ เป็นดังนี้

#### 1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนองค์ประกอบด้านนักเรียน โรงเรียนและสภาพแวดล้อมทางบ้าน

ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบด้านนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความถนัดทางการเรียน ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านตัวเลข

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สัมประสิทธิ์ของการกระจาย
1. ความถนัดทางการเรียน ด้านเหตุผล	40	18.977	47.433	5.785	3050
2. ความถนัดทางการเรียน ด้านมิติสัมพันธ์	40	25.793	64.483	7.145	2770
3. ความถนัดทางการเรียน ด้านตัวเลข	30	18.697	62.232	6.223	3330

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์และด้านตัวเลข คิดเป็นร้อยละได้ใกล้เคียงกัน ส่วนคะแนนความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละต่ำสุด ค่าการกระจายของคะแนนความถนัดทางการเรียนทั้งสามด้านวัดด้วยสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) มีค่าใกล้เคียงกัน

ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบด้านนักเรียน ด้านโรงเรียน และด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน จากการใช้เครื่องมือที่เป็นมาตราส่วนแบบประเมินค่านั้น ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนโมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กิจกรรมนอกชั้นเรียน ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ คุณภาพของการสอน ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา และความสัมพันธ์ภายในครอบครัว

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง	80	52.686	12.064
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	225	149.141	39.013
กิจกรรมนอกชั้นเรียน	30	14.727	5.291
ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่	100	65.611	11.684
คุณภาพของการสอน	81	59.240	5.963
ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา	40	28.832	6.657
ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว	50	38.773	7.271

จากตารางที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนของตัวแปรแต่ละตัวแปรกับเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเหล่านั้นแล้ว พบว่า นักเรียนมีมโนภาพเกี่ยวกับตนเองและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับปานกลาง มีการทำกิจกรรมนอกชั้นเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ครูใหญ่ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีความเป็นผู้นำทางวิชาการอยู่ในระดับปานกลาง คุณภาพของการสอนของครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต อยู่ในระดับดี บิดามารดาของนักเรียนมีฐานะทางเศรษฐกิจอยู่ในระดับปานกลาง และความสัมพันธ์ภายในครอบครัว อยู่ในระดับที่มีความสัมพันธ์กันมาก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในองค์ประกอบ ด้านโรงเรียน และด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน จากการใช้แบบสอบถามและแบบสำรวจ ปรากฏผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลเกี่ยวกับวุฒิการศึกษาของครู จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ ระดับการศึกษาของบิดา และระดับการศึกษาของมารดา

ตัวแปร	ความถี่	คิดเป็นร้อยละ
1. <u>วุฒิการศึกษาของครู</u> (18 คน)		
1.1 ต่ำกว่า ป.กศ.	-	-
1.2 ป.กศ. หรือเทียบเท่า	-	-
1.3 ป.กศ. สูงหรือเทียบเท่า	16	88.889
1.4 ปริญญาตรี	2	11.111
1.5 สูงกว่าปริญญาตรี	-	-
2. <u>จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน</u> (18 ห้อง)		
2.1 10 - 20 คน	3	16.667
2.2 21 - 30 คน	9	50.000
2.3 31 - 40 คน	6	33.333
3. <u>จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์</u> (18 คน)		
3.1 30 - 40 คาบ	1	5.556
3.2 41 - 50 คาบ	7	38.888
3.3 51 - 60 คาบ	10	55.556

ตารางที่ 6 (ต่อ) ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการศึกษาของครู จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ ระดับการศึกษาของบิดา และระดับการศึกษาของมารดา

ตัวแปร	ความถี่	คิดเป็นร้อยละ
<b>4. ระดับการศึกษาของบิดา (488 คน)</b>		
4.1 ต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 4	28	5.738
4.2 ประถมศึกษาปีที่ 4	297	60.861
4.3 ต่ำกว่ามัธยมศึกษาปีที่ 3	46	9.426
4.4 มัธยมศึกษาปีที่ 3 หรือเทียบเท่า	57	11.680
4.5 มัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือเทียบเท่า	37	7.582
4.6 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	13	2.664
4.7 ปริญญาตรี	6	1.230
4.8 สูงกว่าปริญญาตรี	4	0.819
<b>5. ระดับการศึกษาของมารดา (488 คน)</b>		
5.1 ต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 4	45	9.221
5.2 ประถมศึกษาปีที่ 4	329	67.418
5.3 ต่ำกว่ามัธยมศึกษาปีที่ 3	50	10.246
5.4 มัธยมศึกษาปีที่ 3 หรือเทียบเท่า	26	5.328
5.5 มัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือเทียบเท่า	22	4.508
5.6 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	6	1.230
5.7 ปริญญาตรี	9	1.844
5.8 สูงกว่าปริญญาตรี	1	0.205

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า ครูผู้ทำการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตในห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรการศึกษา ชั้นสูง หรือเทียบเท่า และมีผู้จบปริญญาตรีเป็นจำนวนน้อยมาก จำนวนนักเรียนในชั้นเรียนของห้องเรียนส่วนใหญ่ มีจำนวนนักเรียนประมาณ 21 - 30 คน จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ของครูส่วนใหญ่ สอนสัปดาห์ละประมาณ 51 - 60 คาบ บิดามารดาของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 4

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความสามารถเชิง  
วิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความสามารถเชิง  
วิทยาศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความสามารถเชิง  
วิทยาศาสตร์

องค์ประกอบแต่ละด้านของ ความรู้ความสามารถเชิง วิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย	คิดเป็น ร้อยละ	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	สัมประสิทธิ์ ของการ กระจาย
1. ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์	30	15.414	51.380	4.297	27.90
2. ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	30	17.125	57.083	4.705	27.40
3. ทักษะการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	15	9.215	61.433	4.861	52.80
4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์	100	72.318	72.318	8.111	11.20

จากตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความ  
สามารถเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนองค์ประกอบด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนน  
เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละสูงสุด และเมื่อเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนเจตคติทาง  
วิทยาศาสตร์แล้ว แสดงว่านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง คะแนนทักษะ  
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ สูงรองลงมาจากคะแนนเจตคติ  
ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนคะแนนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคะแนนทักษะกระบวนการ  
วิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าการกระจาย ปรากฏว่า  
ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV) สูงที่สุด และ  
เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีค่าต่ำสุด



## ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และ ระหว่างตัวแปรอิสระกับ ตัวแปรเกณฑ์

ในการพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ (Simple Correlation) ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์นั้น พิจารณาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันก่อน แล้วจึงพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์

### 2.1 ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

องค์ประกอบแต่ละด้านของตัวแปรอิสระ เรียงตามลำดับ ได้แก่ ค่านักเรียน ค่านโรงเรียน และค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน ซึ่งในการพิจารณาค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระนั้น จะพิจารณาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระในด้านเดียวกันก่อน แล้วจึงพิจารณาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระค่านักเรียนกับค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน และระหว่างตัวแปรอิสระค่านักเรียนกับค่านโรงเรียน โดยจะยกเว้น ไม่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระค่านโรงเรียนกับค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน เนื่องจากตัวแปรอิสระทั้งสองค่านั้นไม่มีความเกี่ยวข้องกัน และจากการวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ปรากฏผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

ตัวแปร	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_{9.1}$	$x_{9.2}$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
$x_1$	1.000														
$x_2$	.501*	1.000													
$x_3$	.342*	.228*	1.000												
$x_4$	.173*	.135*	.155*	1.000											
$x_5$	.043	-.064	.410*	.048	1.000										
$x_6$	.135*	.015	.338*	.196*	.345*	1.000									
$x_7$	.161*	.064	.071	.185*	.034	.007	1.000								
$x_8$	.182*	.063	.057	.233*	.027	.099*	.230*	1.000							
$x_{9.1}$	.064	.029	-.008	.037	.025	.059	.099*	.137*	1.000						
$x_{9.2}$	.026	-.021	.104*	-.014	.056	.074	.031	.140*	.457*	1.000					
$x_{10}$	-.075	-.055	-.071	-.080*	.034	.029	-.057	.021	.122*	.000	1.000				
$x_{11}$	-.037	-.117*	.010	-.007	-.089*	.069	-.060	-.152*	-.013	-.007	.287*	1.000			
$x_{12}$	-.044	.019	-.007	.142*	.102*	.205*	.034	.073	.067	-.004	.160*	-.096	1.000		
$x_{13}$	.012	.104*	-.033	.061	-.161*	-.063	-.173*	-.076*	-.020	-.020	-.146*	.181*	-.270*	1.000	
$x_{14}$	-.131*	-.097*	-.087*	-.103*	.108*	.020	-.164*	.233*	.091*	-.029	.448*	-.209*	.467*	-.247*	1.000

\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

$x_1$  ถึง  $x_6$  เป็นตัวแปรค่านักเรียน

$x_7$  ถึง  $x_{9.2}$  เป็นตัวแปรค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน

$x_{10}$  ถึง  $x_{14}$

เป็นตัวแปรค่านโรงเรียน

จากตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรด้านนักเรียนพบว่า ตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกคู่ ยกเว้นระหว่างตัวแปรความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ( $x_1$ ) กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ( $x_5$ ) ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ ( $x_2$ ) กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ( $x_5$ ) มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ( $x_4$ ) กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ( $x_5$ ) และความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ ( $x_2$ ) กับกิจกรรมนอกชั้นเรียนที่พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ( $x_1$ ) กับความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ ( $x_2$ ) มีค่าสูงสุด ( $r = .501$ ) รองลงมาได้แก่ ความถนัดทางการเรียน ด้านตัวเลข ( $x_3$ ) กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ( $r = .410$ )

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านโรงเรียนพบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ทั้งในทางบวกและทางลบ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณภาพของการสอน ( $x_{12}$ ) กับจำนวนชั่วโมงที่สอนต่อสัปดาห์ ( $x_{14}$ ) มีค่าสูงสุด ( $r = .467$ ) รองลงมาได้แก่ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ ( $x_{10}$ ) กับจำนวนชั่วโมงที่สอนต่อสัปดาห์ ( $x_{14}$ ) ส่วนตัวแปรที่พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันมีเพียงคู่เดียวคือ ระหว่างตัวแปร วุฒิ การศึกษาของครู ( $x_{11}$ ) กับคุณภาพของการสอน ( $x_{12}$ )

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านพบว่า มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกคู่ ยกเว้นระหว่างตัวแปรฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา ( $x_7$ ) กับระดับการศึกษาของมารดา ( $x_{9_2}$ ) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ระดับการศึกษาของบิดา ( $x_{9_1}$ ) กับระดับการศึกษาของมารดา ( $x_{9_2}$ ) มีค่าสูงสุด ( $r = .457$ ) รองลงมา ได้แก่ ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา ( $x_7$ ) กับความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ( $x_8$ ) ( $r = .230$ )

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านนักเรียนกับด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านพบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 6 คู่ แต่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่สูงนัก คืออยู่ระหว่าง .099 - .233 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ( $x_4$ ) กับความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ( $x_8$ ) มีค่าสูงสุด ( $r = .233$ ) รองลงมาได้แก่ ระหว่างมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ( $x_4$ ) กับฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา ( $x_7$ ) ( $r = .185$ )

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรค่านักเรียนกับค่านโรงเรียนมีความสัมพันธ์กันทั้งในทางบวกและทางลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 13 คู่ แต่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่สูงนักคือ อยู่ระหว่าง  $-.161$  ถึง  $.205$  ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร กิจกรรมนอกชั้นเรียน ( $x_6$ ) กับคุณภาพของการสอน ( $x_{12}$ ) มีค่าสูงสุด ( $r = .205$ ) รองลงมาได้แก่ ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ( $x_5$ ) กับอัตราส่วนนักเรียนต่อครู ( $x_{13}$ ) ( $r = -.161$ )

## 2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์

ในการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์ ได้ผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปร เกณฑ์	ค่านักเรียน						ค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน				ค่านโรงเรียน				
	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>9.1</sub>	X <sub>9.2</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>
X <sub>15</sub>	.243*	.231*	.245*	.177*	.014	.170*	.192*	.077*	.011	-.065	-.025	.021	.269*	-.012	.019
X <sub>16</sub>	.312*	.219*	.124*	.196*	.003	.104*	.169*	.042	.069	-.017	-.115*	.114*	.075*	-.023	-.117*
X <sub>17</sub>	.092*	.156*	.130*	.093*	.045	.033	.107*	.036	-.025	-.037	-.084*	-.029	.095*	-.036	-.032
X <sub>18</sub>	.227*	.142*	.204*	.227*	.112*	.172*	.277*	.227*	.048	.024	-.073	-.075*	.114*	-.187*	.024

\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

- X<sub>1</sub> ถึง X<sub>6</sub> เป็นตัวแปรค่านักเรียน
- X<sub>7</sub> ถึง X<sub>9.2</sub> เป็นตัวแปรค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน
- X<sub>10</sub> ถึง X<sub>14</sub> เป็นตัวแปรค่านโรงเรียน
- X<sub>15</sub> ถึง X<sub>18</sub> เป็นตัวแปรเกณฑ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 9 อธิบายความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่าง  
ตัวแปรอิสระกับตัวแปรเกณฑ์ เรียงตามลำดับองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ความสามารถเชิง  
วิทยาศาสตร์ ได้ดังต่อไปนี้

#### 2.2.1 ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับความรู้พื้นฐานทาง วิทยาศาสตร์

ตัวแปรด้านนักเรียน ที่มีความสัมพันธ์กับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์และด้านตัวเลข  
มโนภาพเกี่ยวกับตนเองและกิจกรรมนอกชั้นเรียน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .243,  
.231, .245, .177 และ .170 ตามลำดับ

ตัวแปรด้านโรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์กับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ คุณภาพของการสอน คือ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .269  
ส่วนตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ วุฒิการศึกษาของครู จำนวนนักเรียน  
ในชั้นเรียนต่อครู และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความรู้  
พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมที่บ้าน ที่มีความสัมพันธ์กับความรู้พื้นฐานทาง  
วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดาและความสัมพันธ์  
ภายในครอบครัว โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .192 และ .077 ตามลำดับ ส่วนตัวแปร  
ระดับการศึกษาของบิดาและระดับการศึกษาของมารดา ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ  
ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

#### 2.2.2 ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์

ตัวแปรด้านนักเรียน ที่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์และด้านตัวเลข  
มโนภาพเกี่ยวกับตนเองและกิจกรรมนอกชั้นเรียน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .312,  
.219, .124, .196 และ .104 ตามลำดับ

ตัวแปรค่านโรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ วุฒิการศึกษาของครู คุณภาพของการสอนและจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ  $-.115$ ,  $.114$ ,  $.075$  และ  $-.117$  ตามลำดับ

ตัวแปรค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน ที่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีเพียงตัวแปรเดียว คือ ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ  $.169$  ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ตัวแปร ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดา และระดับการศึกษาของมารดา

### 2.2.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรค่านักเรียน ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้วยเหตุผล ค่านิยมสัมพันธและค่านับตัวเลข และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ  $.092$ ,  $.156$ ,  $.130$  และ  $.093$  ตามลำดับ

ตัวแปรค่านโรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์กับทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงสองตัวแปร คือ ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ และคุณภาพของการสอน คือ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ  $-.084$  และ  $.095$  ตามลำดับ

ตัวแปรค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีเพียงตัวแปรเดียว คือ ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ  $.107$  ส่วนตัวแปรอื่น ๆ นอกจากนี้ ไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ตัวแปรความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดา และระดับการศึกษาของมารดา

#### 2.2.4 ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรค่านักเรียนทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีค่าความสัมพันธ์เรียงจากสูงที่สุดมาต่ำสุด ตามลำดับ ได้แก่ ความความถนัดทางการเรียนค่านเหตุผล ( $r = .227$ ) มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ( $r = .227$ ) ความถนัดทางการเรียนค่านตัวเลข ( $r = .204$ ) กิจกรรมนอกชั้นเรียน ( $r = .172$ ) ความถนัดทางการเรียนค่านมิติสัมพันธ์ ( $r = .142$ ) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ( $r = .112$ )

ตัวแปรค่านโรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วุฒิมารศึกษาของครู คุณภาพของการสอนและจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ  $-.075$ ,  $.114$  และ  $-.187$  ตามลำดับ ส่วนตัวแปรอื่น ๆ นอกจากนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ตัวแปรความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์

ตัวแปรค่านสภาพแวดล้อมทางบ้าน ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา และความสัมพันธ์ภายในครอบครัว โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ  $.277$  และ  $.227$  ตามลำดับ ส่วนตัวแปรอื่น ๆ นอกจากนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ตัวแปรระดับการศึกษาของบิดาและระดับการศึกษาของมารดา

เพื่อให้เห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละค่าน จึงสรุปลักษณะความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 10



ตารางที่ 10 ลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละด้าน กับ ตัวแปรเกณฑ์

ตัวแปรเกณฑ์ ตัวแปรอิสระ	(X <sub>15</sub> ) ความรู้พื้นฐาน ทางวิทยาศาสตร์	(X <sub>16</sub> ) ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	(X <sub>17</sub> ) ทักษะการแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	(X <sub>18</sub> ) เจตคติทาง วิทยาศาสตร์
1. ด้านนักเรียน	++	++	++	+++
2. ด้านโรงเรียน	0	++	0	++
3. ด้านสภาพ แวดล้อมทางบ้าน	+	0	0	+

- +++ หมายถึง ตัวแปรทุกตัวในคานันมีความสัมพันธ์กับตัวแปร เกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ++ หมายถึง จำนวนตัวแปรมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรทั้งหมด ในคานันที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร เกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- + หมายถึง จำนวนตัวแปรครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรทั้งหมด ในคานันที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร เกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- 0 หมายถึง จำนวนตัวแปรน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรทั้งหมดในคานันที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร เกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 10 เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละด้านกับตัวแปร  
 เกณฑ์แต่ละตัวพบว่า ตัวแปรด้านนักเรียนมีจำนวนตัวแปรมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรทั้งหมดที่  
 สัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปร เกณฑ์ทุกตัว ยกเว้นกับ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่พบว่า  
 ตัวแปรทุกตัวในค่านักเรียนมีความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เจตคติทางวิทยาศาสตร์  
 ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านมีจำนวนตัวแปรครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรด้านนี้ ที่มีความสัมพันธ์  
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวน  
 ตัวแปรน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรทั้งหมดในค่านสภาพแวดล้อมทางบ้านที่มีความสัมพันธ์อย่าง  
 มีนัยสำคัญทางสถิติ กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์  
 เมื่อพิจารณาตัวแปรด้านโรงเรียนพบว่า มีจำนวนตัวแปรน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรทั้งหมดใน  
 ค่านโรงเรียนที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และทักษะ  
 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า มีจำนวนตัวแปรมากกว่าครึ่งหนึ่งของ  
 จำนวนตัวแปรทั้งหมดในค่านโรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทักษะกระบวนการ  
 วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

### ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ: ภัยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง

เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทางเป็นวิธีการที่ศึกษาผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมของตัวแปรที่ถูกกำหนดให้เป็นสาเหตุ (independent) ของตัวแปรที่เป็นผล (dependent) ที่สำคัญคือ เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ไม่ใช่วิธีการเพื่อพิสูจน์สาเหตุ แต่เป็นวิธีการที่น่าไปใช้ประโยชน์เพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal model) ซึ่งถูกกำหนดโดยนักวิจัยภายใต้ข้อจำกัดของความรู้และทฤษฎีที่มีอยู่ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าวิธีการของการวิเคราะห์เส้นทางจะผนวกความรู้เชิงปริมาณที่ได้จากค่าความสัมพันธ์ (correlation) เข้ากับความรู้อิงคุณภาพที่มีอยู่เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเพื่อให้ได้ผลออกมาในรูปเชิงปริมาณ

การใช้เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทางสามารถประเมินค่าความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามที่น่าสนใจ พร้อมทั้งให้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ภายใน (interrelationships) ของตัวแปรแต่ละตัวกับตัวแปรอื่น ๆ ในรูปแบบ ในการวิเคราะห์โดยทั่วไปจะใช้สมการถดถอยเป็นจำนวนมากในแต่ละขั้นตอน และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ก็คือ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยทุกคน ซึ่งจะใช้เป็นตัวชี้ผลกระทบของตัวแปรที่เป็นเหตุ (independent variable) และตัวแปรที่เป็นผล (dependent variable)

ในการวิเคราะห์ภัยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทางนั้น จะต้องมีรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในรูปที่เป็นสาเหตุและผลก่อน ซึ่งรูปแบบดังกล่าวนี้เป็นรูปแบบตามสมมุติฐาน จากนั้นจึงนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมาวิเคราะห์ตามรูปแบบภัยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ผลการวิเคราะห์จะเป็นการทดสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบตามสมมุติฐาน ซึ่งการทดสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบตามสมมุติฐานภัยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบตามสมมุติฐาน

ขั้นที่ 2 พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง โดยพิจารณาความกันระหว่างค่านัยสำคัญทางสถิติ (Statistical Significant) และค่านัยสำคัญทางปฏิบัติ (Practical Significant) สำหรับค่านัยสำคัญทางปฏิบัติ ค่านัยสำคัญเส้นทางที่มีค่าต่ำกว่า .05 ถือว่าไร้ความหมาย (Kerlinger and Pedhazur 1973 : 318) จึงตัดเส้นทางนั้นทิ้งไป เป็นการปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมและคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางใหม่ จากรูปแบบที่ปรับปรุงแล้ว

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางในขั้นที่สอง และเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของเพียร์สัน

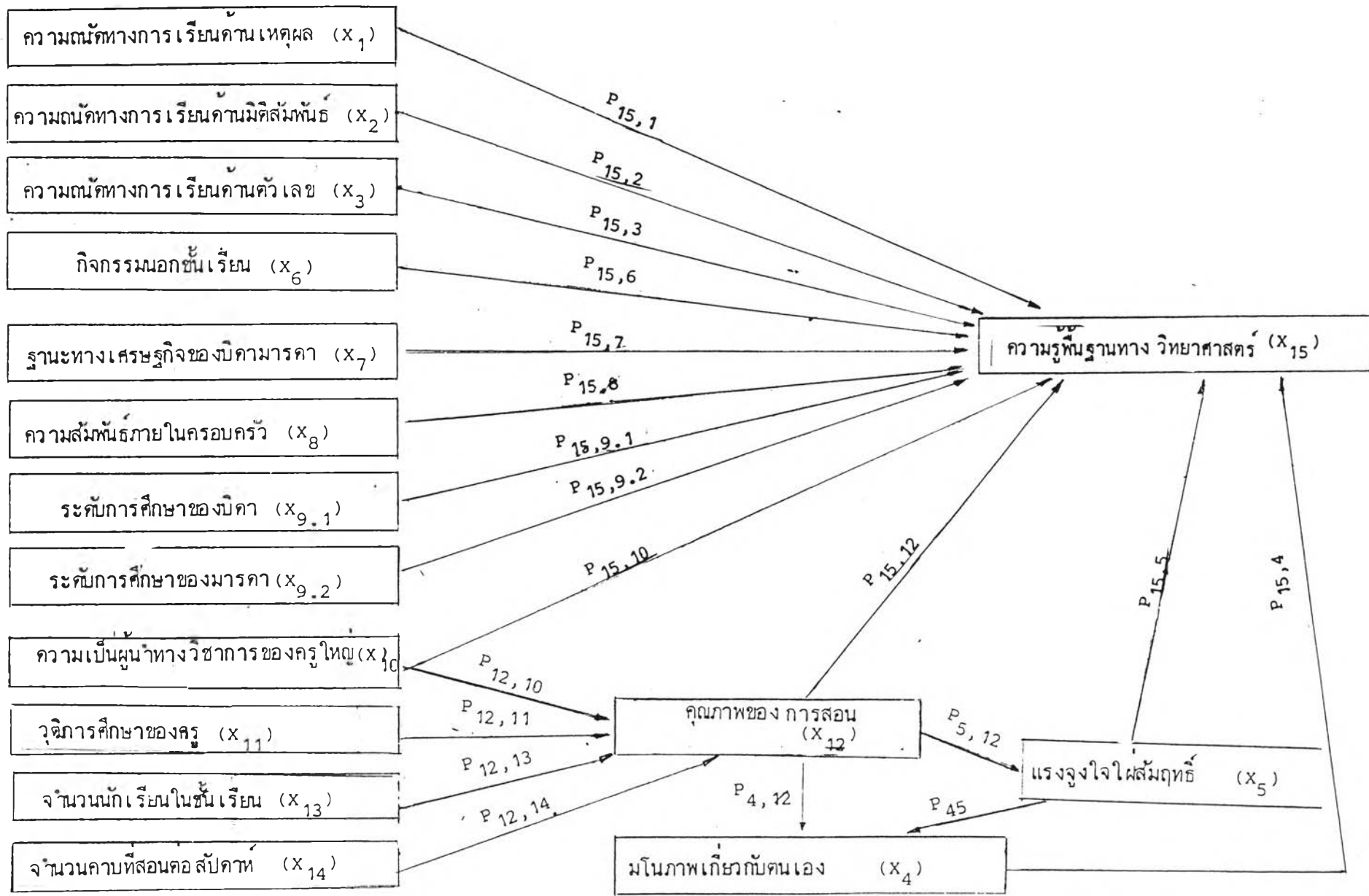
ขั้นที่ 4 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางกับที่คำนวณจากสูตรของเพียร์สัน ถ้าค่าที่ได้ใกล้เคียงกันมาก แสดงว่ารูปแบบนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับสูง (Blalock 1964 : 75 อ้างถึงในสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2526 : 111) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ค่า .05 เป็นเกณฑ์ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ประชัย เปี่ยมสมบูรณ์ 2527 : 97) ซึ่งหมายความว่าถ้าผลต่างมีค่าเกินกว่า .05 ขึ้นไป ถือว่ารูปแบบนั้นไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จะต้องทำการปรับปรุงรูปแบบใหม่ โดยพิจารณาคุณสมบัติที่มีผลต่างเกิน .05 และตัดเส้นทางนั้นทิ้งไป จากนั้นจึงทำในขั้นที่ห้าต่อไป แต่ถาปรากฏว่าผลต่างมีค่าต่ำกว่า .05 แสดงว่ารูปแบบผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การทดสอบก็จะเสร็จสิ้นเพียงขั้นที่สี่

ขั้นที่ 5 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ในขั้นที่สี่แล้ว จึงคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณจากสูตรของเพียร์สัน และการพิจารณาความสอดคล้องของรูปแบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ใช้วิธีเดียวกันกับที่พิจารณาในขั้นที่สี่

ในการศึกษานี้มีตัวแปร ซึ่งเป็นตัวแปรเกณฑ์ 4 ตัวแปร จึงรายงานเรียงตามลำดับของตัวแปรเกณฑ์อันได้แก่ ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

### 3.1 ผลการวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง เมื่อใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรเกณฑ์

รูปแบบของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบค่านักเรียน โรงเรียน และสภาพแวดล้อมทางบ้านกับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ตามสมมุติฐาน เป็นดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1\* รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

\* ทำจากสมมติฐาน หน้า 10

สมมุติฐานของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุดังแผนภาพที่ 1 อธิบายได้ดังนี้

1. ความถนัดทางการเรียนค่านิยมผล ค่านิยมสัมพันธ์และค่านิยมตัวเลข มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กิจกรรมนอกชั้นเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดา ระดับการศึกษาของมารดา คุณภาพของการสอน และความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

2. คุณภาพของการสอน มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และมโนภาพเกี่ยวกับตนเองก่อนจะถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

3. ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ วุฒิการศึกษาของครู จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านคุณภาพของการสอน

จากการวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ตามรูปแบบดังแผนภาพที่ 1 ได้ความสัมพันธ์เส้นทาง ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบตามสมมติฐาน เมื่อใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์  
เป็นตัวแปรเกณฑ์

$P_{4,5}$	=	.139*	$P_{15,1}$	=	.099*	$P_{15,8}$	=	-.013
$P_{4,12}$	=	.034	$P_{15,2}$	=	.103*	$P_{15,9.1}$	=	.017
$P_{5,12}$	=	.102*	$P_{15,3}$	=	.205*	$P_{15,9.2}$	=	-.095*
$P_{12,10}$	=	-.100*	$P_{15,4}$	=	.041	$P_{15,10}$	=	-.028
$P_{12,11}$	=	.065	$P_{15,5}$	=	-.118*	$P_{15,12}$	=	.263*
$P_{12,13}$	=	-.177	$P_{15,6}$	=	.072			
$P_{12,14}$	=	.482*	$P_{15,7}$	=	.145*			

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 11 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่กำหนดได้จากรูปแบบตามสมมติฐานแล้ว ปรากฏว่าสัมประสิทธิ์เส้นทางบางค่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และทางปฏิบัติจึงตัดออกจากรูปแบบได้ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ตัดเส้นทาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางไม่มีนัยสำคัญออกแล้ว ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบซึ่งปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 1

$P_{45}$	= .048	$P_{12,14}$	= .457 *	$P_{15,5}$	= -.103 *
$P_{5,12}$	= .102 *	$P_{15,1}$	= .109 *	$P_{15,7}$	= .149 *
$P_{12,10}$	= -.069	$P_{15,2}$	= .102 *	$P_{15,9.2}$	= -.087 *
$P_{12,13}$	= -.167 *	$P_{15,3}$	= .226 *	$P_{15,12}$	= .279 *

\*  $p < .05$

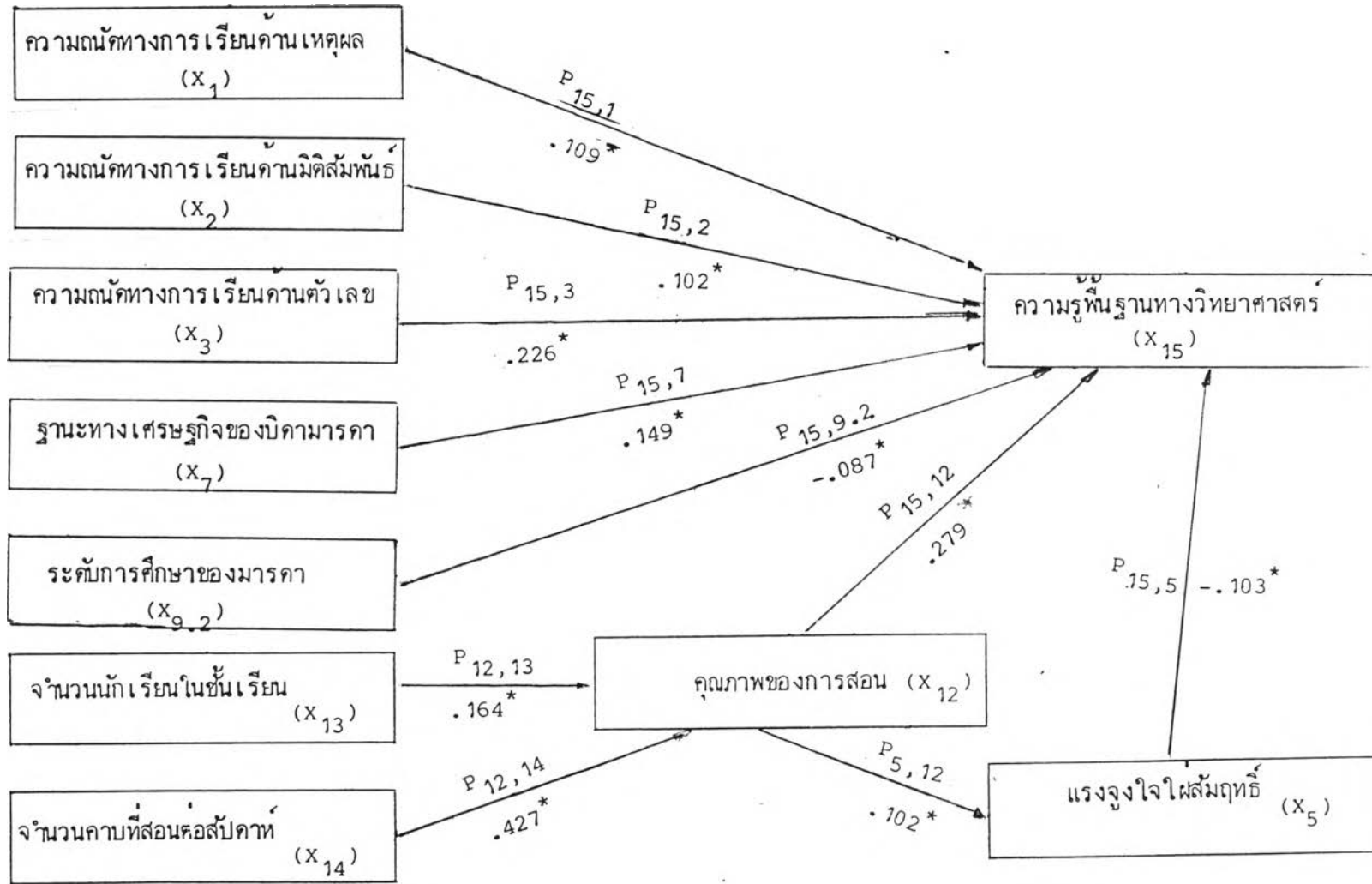
จากตารางที่ 12 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบ ซึ่งปรับปรุงใหม่ครั้งที่ 1 ปรากฏว่าสัมประสิทธิ์เส้นทางบางค่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและทางปฏิบัติ จึงตัดออกจากรูปแบบได้แก่  $P_{45}$  และ  $P_{12,10}$  และเมื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่เป็นครั้งที่ 2 ปรากฏผล ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบซึ่งปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 2

$P_{5,12}$	= .102 *	$P_{15,2}$	= .102 *	$P_{15,9.2}$	= -.087 *
$P_{12,13}$	= -.164 *	$P_{15,3}$	= .226 *	$P_{15,12}$	= .279 *
$P_{12,14}$	= .427 *	$P_{15,5}$	= -.103 *		
$P_{15,1}$	= .109 *	$P_{15,7}$	= .149 *		

\*  $p < .05$





แผนภาพที่ 8 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เมื่อใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์ จากการปรับปรุงครั้งที่ 2

จากตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติและทางปฏิบัติเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากตารางที่ 13 (แผนภาพที่ 8) ไปแทนลงในสมการแสดงองค์ประกอบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ (คู่วิธีคำนวณจากภาคผนวก จ.) ซึ่งผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ได้แสดงไว้ในเมตริกซ์ส่วนบน (Upper half of the Matrix) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากที่คำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน ได้แสดงไว้ในเมตริกซ์ส่วนล่าง (Lower half of the Matrix) ดังตารางที่ 14

จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน สรุปค่าความแตกต่างได้ดังตารางที่ 15 ซึ่งจากตารางที่ 15 ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างไปจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของเพียร์สัน ยกเว้นเพียง 6 คู่จากจำนวนเปรียบเทียบทั้งหมด 45 คู่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 13.33 ของจำนวนคู่สหสัมพันธ์ทั้งหมด จึงถือได้ว่ารูปแบบที่ปรับปรุงแล้วมีความเหมาะสม ดังนั้นรูปแบบที่ผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงแล้วจึงเป็นดังแผนภาพที่ 8

ตารางที่ 14 เมตริกซ์แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (ส่วนทะเลาะกันบน)  
และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน (ส่วนทะเลาะกันล่าง)

ตัวแปร	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>9.2</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>15</sub>
X <sub>1</sub>		.501	.342	.161	.026	.012	-.131	-.058	-.004	.247
X <sub>2</sub>	.501		.228	.064	-.021	.104	-.097	.019	-.064	.233
X <sub>3</sub>	.342	.228		.071	-.104	-.033	-.087	-.032	-.001	.244
X <sub>7</sub>	.161	.064	.701		.031	-.173	-.164	-.042	.003	.151
X <sub>9.2</sub>	.026	-.021	.104	.031		-.020	-.029	-.009	-.000	-.064
X <sub>13</sub>	.012	.104	-.033	-.173	-.020		-.247	-.269	-.027	.002
X <sub>14</sub>	-.131	-.097	-.087	-.164	-.029	-.247		.468	.048	.064
X <sub>12</sub>	-.044	.019	-.007	.034	-.004	-.270	.467		.102	.268
X <sub>5</sub>	.043	-.064	.410	.034	.056	-.161	.108	.102		-.011
X <sub>15</sub>	.243	.231	.245	.192	-.065	-.012	.019	.269	.014	

ตารางที่ 15 เมตริกซ์แสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน

ตัวแปร	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>9.2</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>15</sub>
X <sub>1</sub>		.000	.000	.000	.000	.000	.000	-.014	-.047	.004
X <sub>2</sub>			.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.002
X <sub>3</sub>				.000	.000	.000	.000	-.025	-.411	.001
X <sub>7</sub>					.000	.000	-.076	-.076	-.031	-.041
X <sub>9.2</sub>						.000	.000	-.005	-.056	.001
X <sub>13</sub>							.000	.001	-.134	.014
X <sub>14</sub>								.001	-.060	.045
X <sub>12</sub>									.000	-.001
X <sub>5</sub>										-.025

จากแผนภาพที่ 8 อธิบายได้ว่า ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงเชิงนิมิตมาจากความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดาและคุณภาพของการสอน ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงเชิงนิเสธกับระดับการศึกษาของมารดาและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

คุณภาพของการสอนมีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิเสธผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

จำนวนนักเรียนในชั้นเรียนและจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตผ่านคุณภาพของการสอนทางหนึ่ง และส่งผลเชิงนิเสธผ่านคุณภาพของการสอนผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

จากผลสรุปข้างต้น สามารถนำมาเขียนเส้นทางแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่าง ๆ กับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทีละตัวแปรเพื่อให้อธิบายได้ง่ายขึ้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 9

แผนภาพที่ 9 สรุปเส้นทางความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ต่อความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล

ผลทางตรง

ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์

ผลทางตรง

ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข

ผลทางตรง

ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา

ผลทางตรง

ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : คุณภาพของการสอน

ผลทางตรง

คุณภาพของการสอน → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ผลทางอ้อม

คุณภาพของการสอน → แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ → ความรู้พื้นฐานทาง

วิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ระดับการศึกษาของมารดา

ผลทางตรง

ระดับการศึกษาของมารดา → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ผลทางตรง

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน

ผลทางอ้อม

จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน → คุณภาพของการสอน → ความรู้

พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน → คุณภาพของการสอน → แรงจูงใจ

ใฝ่สัมฤทธิ์ → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

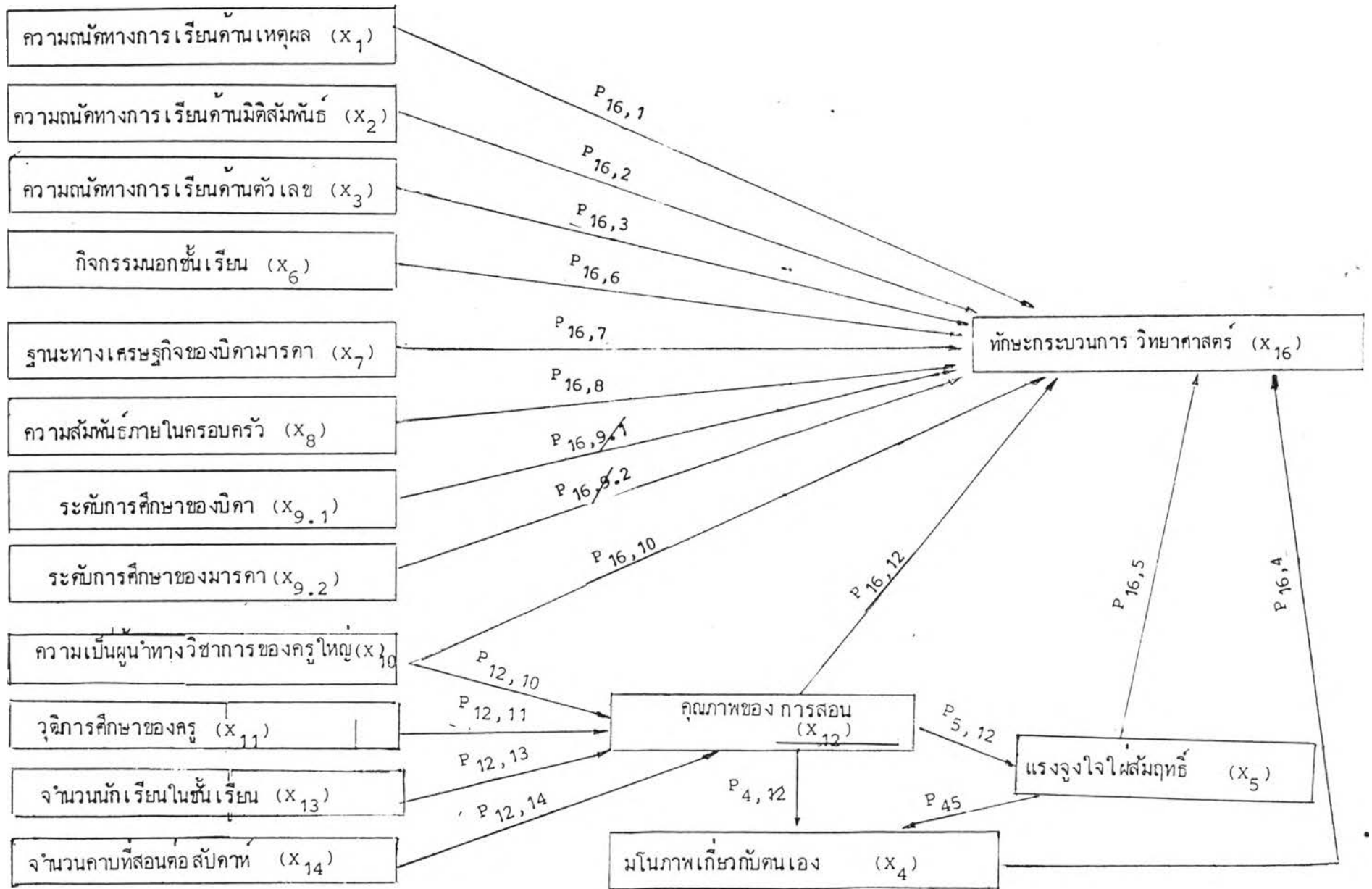
### ผลทางอ้อม

จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ → คุณภาพของการสอน → ความรู้  
 พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ → คุณภาพของการสอน → แรงจูงใจ  
 ใฝ่สัมฤทธิ์ → ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

### 3.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง เมื่อใช้ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

รูปแบบของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้านนักเรียน โรงเรียน  
 และสภาพแวดล้อมที่บ้าน กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ตามสมมุติฐานเป็นดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2\* รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เมื่อใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรเกณฑ์  
 \* ข้างจากสมมุติฐานหน้า 14



สมมุติฐานของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ดังแผนภาพที่ 2 อธิบายได้ดังนี้

1. ความถนัดทางการเรียนด้วยเหตุผล ค่านิยมสัมพันธ์และค่านตัวเลข มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กิจกรรมนอกชั้นเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดา ระดับการศึกษาของมารดา คุณภาพของการสอน และความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

2. คุณภาพของการสอน มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ก่อนจะถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

3. ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ วุฒิการศึกษาของครู จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยผ่านคุณภาพของการสอน

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ตามรูปแบบดังแผนภาพที่ได้ คาสัมประสิทธิ์เส้นทาง ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 คาสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

$P_{45}$	=	.139*	$P_{16,1}$	=	.241*	$P_{16,8}$	=	-.067
$P_{4,12}$	=	.034	$P_{16,2}$	=	.068	$P_{16,9.1}$	=	.074
$P_{5,12}$	=	.102*	$P_{16,3}$	=	.000	$P_{16,9.2}$	=	-.050
$P_{12,10}$	=	-.100*	$P_{16,4}$	=	.111*	$P_{16,10}$	=	-.098*
$P_{12,11}$	=	.065	$P_{16,5}$	=	-.032	$P_{16,12}$	=	.072
$P_{12,13}$	=	-.177*	$P_{16,6}$	=	.053			
$P_{12,14}$	=	.482*	$P_{16,7}$	=	.107*			

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 16 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้ จากรูปแบบตามสมมุติฐานแล้ว ปรากฏว่า สัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีทั้งนัยสำคัญทั้งทางสถิติและทางปฏิบัติ ได้แก่  $P_{45}$ ,  $P_{5,12}$ ,  $P_{12,10}$ ,  $P_{12,13}$ ,  $P_{12,14}$ ,  $P_{16,1}$ ,  $P_{16,4}$ ,  $P_{16,7}$  และ  $P_{16,10}$  นอกจากนั้นเป็นเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงตัดเส้นทางเหล่านั้นออกจากรูปแบบ ซึ่งจะได้รูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ ปรากฏผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบซึ่งปรับปรุง ครั้งที่ 1

$P_{45}$	=	.048	$P_{12,13}$	=	-.167*	$P_{16,4}$	=	.125*
$P_{5,12}$	=	.102*	$P_{12,14}$	=	.457*	$P_{16,7}$	=	.098*
$P_{12,10}$	=	-.069	$P_{16,1}$	=	.269*	$P_{16,10}$	=	-.079

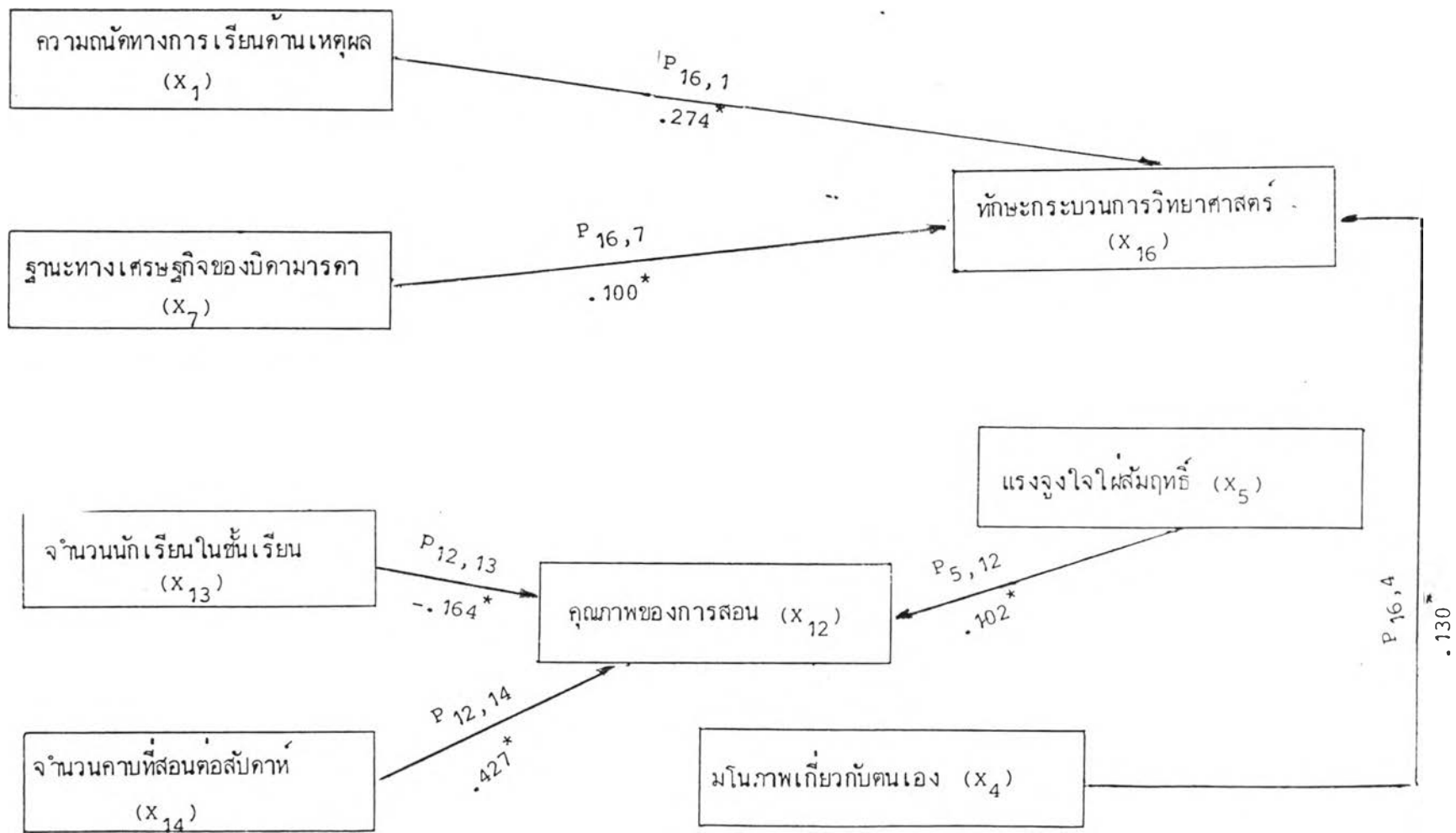
\*  $p < .05$

จากตารางที่ 17 พบว่าสัมประสิทธิ์เส้นทางเกือบทุกค่ามีนัยสำคัญทั้งทางสถิติ และทางปฏิบัติ ยกเว้นบางค่า จึงพิจารณาตัดเส้นทางเหล่านั้นออกได้แก่  $P_{45}$ ,  $P_{12,10}$  และ  $P_{16,10}$  จากนั้นจึงคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 2 ดังแสดงในแผนภาพที่ 13 ปรากฏผลดังตารางที่ 18

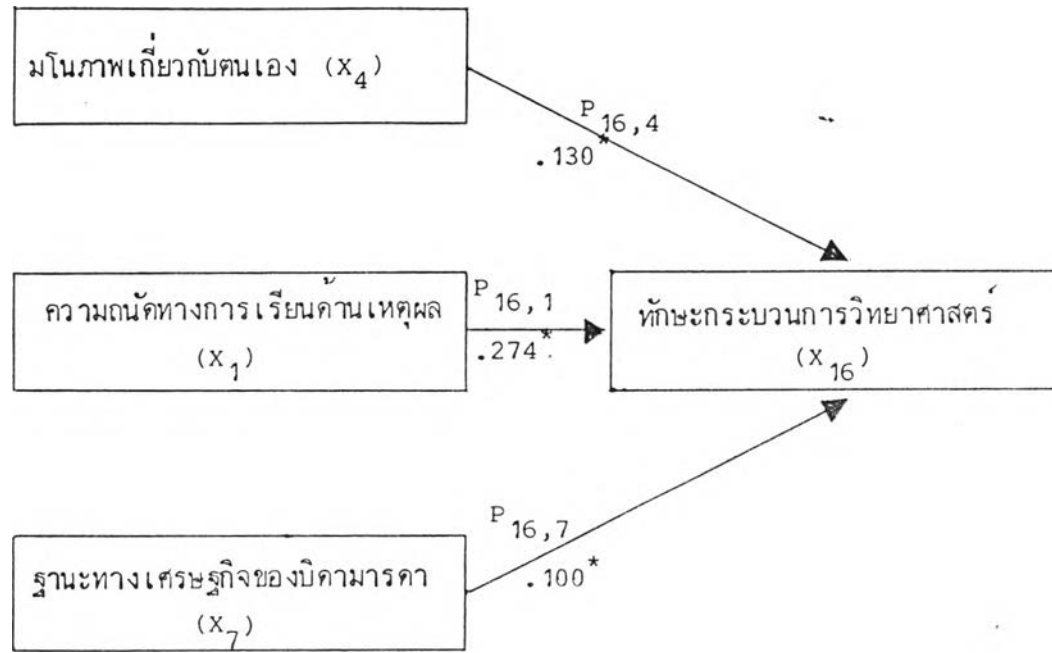
ตารางที่ 18 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบ ซึ่งปรับปรุง ครั้งที่ 2

$P_{5,12}$	=	.102*	$P_{16,4}$	=	.130*
$P_{12,13}$	=	-.164*	$P_{16,7}$	=	.100*
$P_{12,14}$	=	.427*			
$P_{16,1}$	=	.274*			

\*  $p < .05$



แผนภาพที่ 10 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเมื่อใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรเกณฑ์ จากการปรับปรุงครั้งที่ 2



แผนภาพที่ 11 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเมื่อใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรเกณฑ์ จากการปรับปรุงครั้งที่ 3

จากตารางที่ 18 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทุกค่ามีนัยสำคัญทั้งทางสถิติและทางปฏิบัติ ซึ่งจะได้รูปแบบที่ปรับปรุงใหม่เป็นดังแผนภาพที่ 10 แต่เนื่องจากตัวแปรจำนวน 4 ตัว ได้แก่ คุณภาพของการสอน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ไม่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ จึงตัดตัวแปรเหล่านี้ ออกจากรูปแบบ จะได้รูปแบบที่ปรับปรุงใหม่เป็นดังภาพที่ 11

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบดังแผนภาพที่ 11 ใช้วิธีนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากตารางที่ 18 ไปแทนลงในสมการแสดงองค์ประกอบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ (ดูจากภาคผนวก จ.) ซึ่งผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ได้แสดงไว้ในเมตริกซ์ส่วนหยาบด้านบน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากที่คำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน ได้แสดงไว้ในเมตริกซ์ส่วนหยาบด้านล่าง ดังตารางที่ 19

จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน สรุปค่าความแตกต่างได้ดังตารางที่ 20 ซึ่งจากตารางที่ 20 ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทุกคู่มีค่าไม่แตกต่างไปจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของเพียร์สัน ดังนั้นรูปแบบดังแผนภาพที่ 11 จึงเป็นรูปแบบที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตารางที่ 19 เมตริกซ์แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (ส่วนทะเลาะด้านบน)  
และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน (ส่วนทะเลาะด้านล่าง)

ตัวแปร	$x_1$	$x_4$	$x_7$	$x_{16}$
$x_1$		.173	.161	.312
$x_4$	.173		.185	.196
$x_7$	.161	.185		.168
$x_{16}$	.312	.196	.169	

ตารางที่ 20 เมตริกซ์แสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน

ตัวแปร	$X_1$	$X_4$	$X_7$	$X_{16}$
$X_1$		.000	.000	.000
$X_4$			.000	.000
$X_7$				-.001

จากแผนภาพที่ 11 อธิบายได้ว่าทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงเชิงนิมิต จากความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล มโนภาพเกี่ยวกับตนเองและฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา

ข้อสรุปดังอธิบายข้างต้น สามารถนำมาเขียนเส้นทางแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้ดังแผนภาพที่ 12

แผนภาพที่ 12 สรุปเส้นทางความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล

ผลทางตรง

ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล → ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง

ผลทางตรง

มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง → ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา

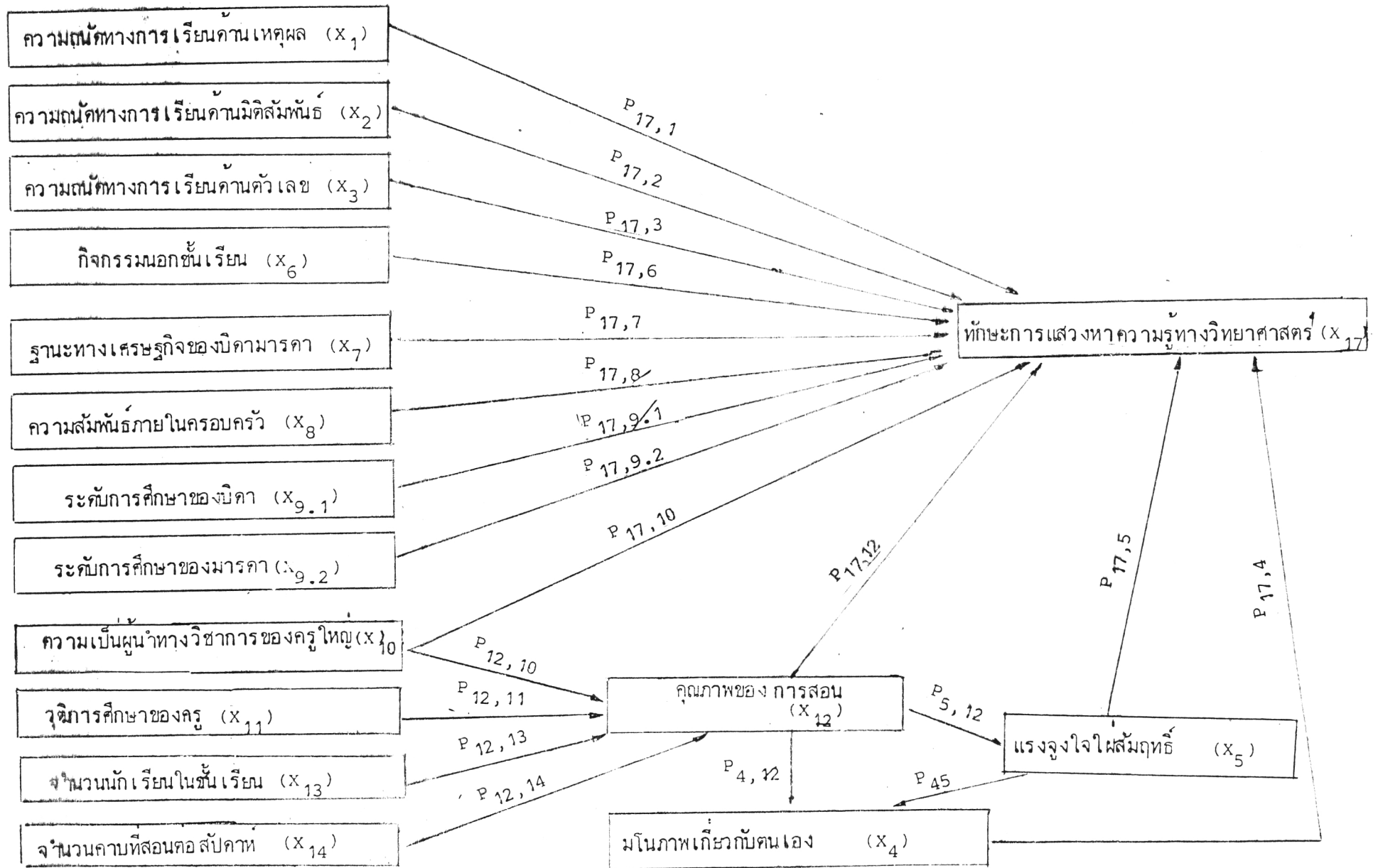
ผลทางตรง

ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา → ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

3.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง เมื่อใช้ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

รูปแบบของความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้านนักเรียน โรงเรียน และสภาพแวดล้อมทางบ้านกับทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามสมมุติฐาน เป็นดังแผนภาพที่ 3





แผนภาพที่ 3\* รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์  
 \* ข้างจากสมมุติฐานหน้า 15

สมมุติฐานของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ดังแผนภาพที่ 3 อธิบายได้ดังนี้

1. ความถนัดทางการเรียนค่านิยมเหตุผล ค่านิยมสัมพันธ และค่านิยมตัวเลข มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กิจกรรมนอกชั้นเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดา ระดับการศึกษาของมารดา คุณภาพของการสอน และความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. คุณภาพของการสอน มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อม ผ่านการจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง กอนจะถึงทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ วุฒิการศึกษาของครู จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านคุณภาพของการสอน

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ตามรูปแบบดังแผนภาพที่ 3 ได้ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบตามสมมุติฐาน เมื่อใช้ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์

$P_{45}$	=	.139*	$P_{17,1}$	=	-.023	$P_{17,8}$	=	.004
$P_{4,12}$	=	.034	$P_{17,2}$	=	.130*	$P_{17,9.1}$	=	-.015
$P_{5,12}$	=	.102*	$P_{17,3}$	=	.100	$P_{17,9.2}$	=	-.038
$P_{12,10}$	=	-.100*	$P_{17,4}$	=	.031	$P_{17,10}$	=	-.079
$P_{12,11}$	=	-.065	$P_{17,5}$	=	.014	$P_{17,12}$	=	.102*
$P_{12,13}$	=	-.177*	$P_{17,6}$	=	-.026			
$P_{12,14}$	=	.482*	$P_{17,7}$	=	.083			

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 21 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบตามสมมติฐาน ดังแผนภาพที่ 3 แล้ว ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีห้้นัยสำคัญทางสถิติ และทางปฏิบัติ ได้แก่  $P_{45}$  ,  $P_{5,12}$  ,  $P_{12,10}$  ,  $P_{12,13}$  ,  $P_{12,14}$  ,  $P_{17,2}$  , และ  $P_{17,12}$  นอกนั้นเป็นค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ไม่มีห้้นัยสำคัญทางสถิติ จึงตัดออกจากรูปแบบและเมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 1 ปรากฏผลดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 1

$P_{45} = .048$	$P_{12,13} = -.167^*$	$P_{17,12} = .092^*$
$P_{5,12} = .102^*$	$P_{12,14} = .457^*$	
$P_{12,10} = -.069$	$P_{17,2} = .154^*$	

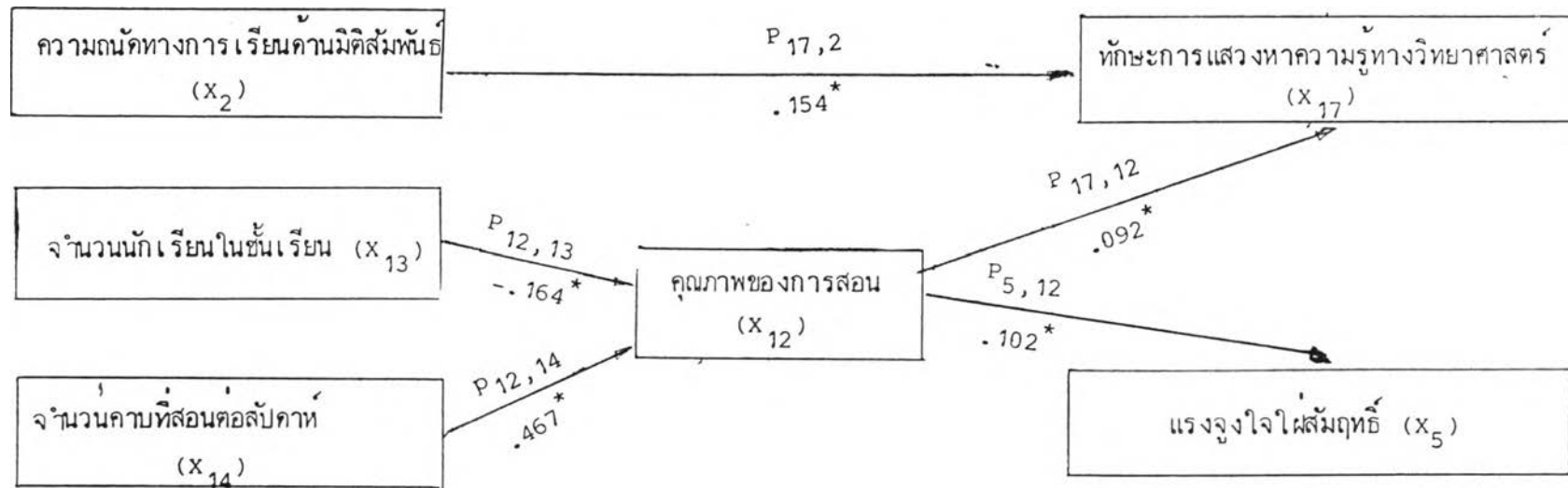
\*  $p < .05$

จากตารางที่ 22 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ มีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ไม่มีห้้นัยสำคัญทางสถิติและทางปฏิบัติ เพียง 2 ค่า คือ  $P_{45}$  และ  $P_{12,10}$  นอกนั้นเป็นค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีห้้นัยสำคัญทั้งทางสถิติและทางปฏิบัติ จึงพิจารณาคัดเส้นทาง  $P_{45}$  และ  $P_{12,10}$  ออกแล้ว คำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 2 ดังแสดงในแผนภาพที่ 16 ปรากฏผลดังตารางที่ 23

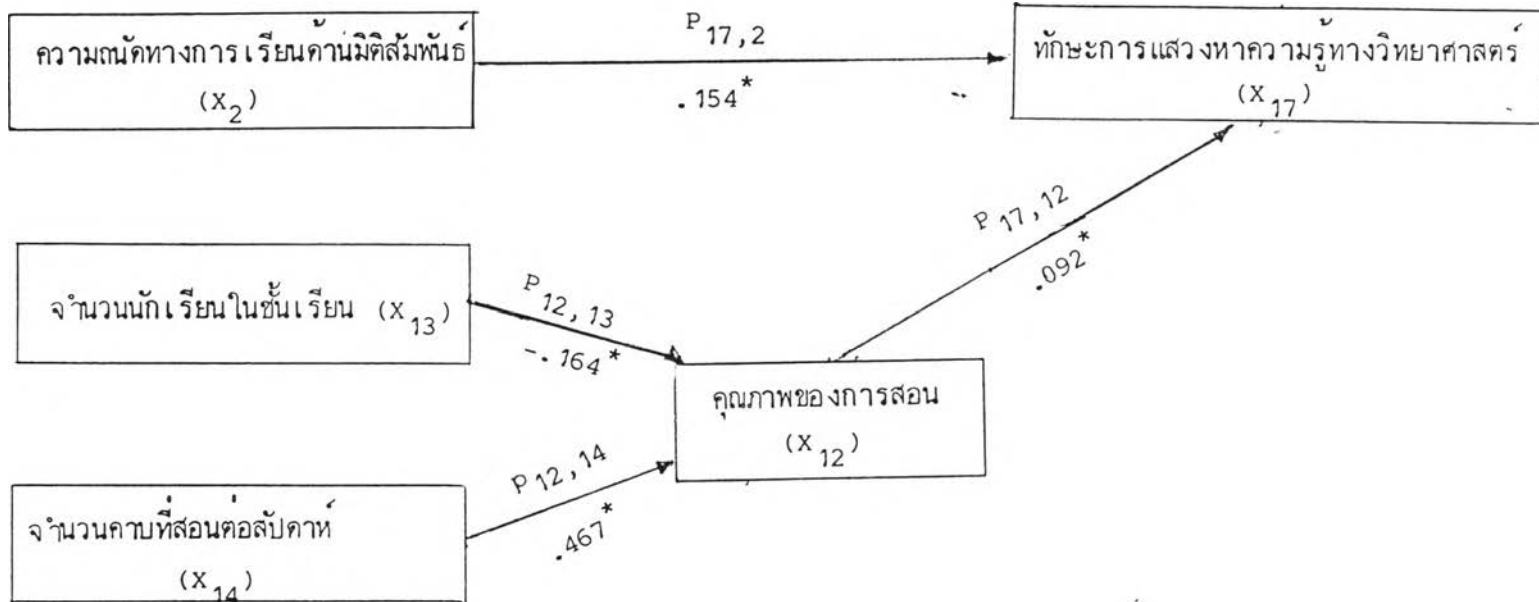
ตารางที่ 23 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุง ครั้งที่ 2

$P_{5,12} = .102^*$	$P_{17,2} = .154^*$
$P_{12,13} = -.164^*$	$P_{17,12} = .092^*$
$P_{12,14} = .467^*$	

\*  $p < .05$



แผนภาพที่ 13 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เมื่อใช้ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์ จากการปรับปรุงครั้งที่ 1



แผนภาพที่ 14 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เมื่อใช้ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์ จากการปรับปรุงครั้งที่ 2

จากตารางที่ 23 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทุกค่ามีนัยสำคัญทั้งทางสถิติและทางปฏิบัติ ซึ่งจะได้รูปแบบที่ปรับปรุงใหม่เป็นผังแผนภาพที่ 13 แต่เนื่องจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกับทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงตัดออกจากรูปแบบ ดังนั้น รูปแบบที่ปรับปรุงแล้ว จะเป็นผังภาพที่ 14

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบผังแผนภาพที่ 14 ใช้วิธีนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากตารางที่ 23 ไปแทนลงในสมการแสดงองค์ประกอบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ (ดูจากภาคผนวก จ.) ซึ่งผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ได้แสดงไว้ในเมตริกซ์ส่วนหยาบด้านบน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน ได้แสดงไว้ในเมตริกซ์ส่วนหยาบด้านล่าง ดังตารางที่ 24

เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน สรุปค่าความแตกต่างได้ดังตารางที่ 25 ซึ่งจากตารางที่ 25 จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทุกคู่ยกเว้นเพียง 3 คู่ ที่มีค่าไม่แตกต่างไปจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของเพียร์สัน และเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางในรูปแบบทุกค่ามีนัยสำคัญทั้งทางสถิติและทางปฏิบัติ จึงถือว่ารูปแบบผังแผนภาพที่ 14 เป็นรูปแบบที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตารางที่ 24 เมทริกซ์แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (ส่วนทะเลาะกันบน) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน (ส่วนทะเลาะกันล่าง)

ตัวแปร	$X_2$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{12}$	$X_{17}$
$X_2$		.104	-.097	-.062	.156
$X_{13}$	.104		-.247	-.279	.009
$X_{14}$	-.097	-.247		.508	.028
$X_{12}$	.019	-.270	.467		.093
$X_{17}$	.156	.095	-.032	.095	

ตารางที่ 25 เมตริกซ์แสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน

ตัวแปร	$x_2$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{12}$	$x_{17}$
$x_2$		.000	.000	.081	.000
$x_{13}$			.000	-.009	-.086
$x_{14}$				.041	.060
$x_{12}$					-.002



จากแผนภาพที่ 14 อธิบายได้ว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรง เชิงนิมิตกับความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ และคุณภาพของการสอน

จำนวนนักเรียนในชั้นเรียนมีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมเชิงนิเสธต่อทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านคุณภาพของการสอน

จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมเชิงนิมิตต่อทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านคุณภาพของการสอน

จากข้อสรุปที่กล่าวมานี้ สามารถนำมาเขียนเส้นทางแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้ดังแผนภาพที่ 15

แผนภาพที่ 15 สรุปเส้นทางแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่าง ๆ ต่อทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์

ผลทางตรง

ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ → ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : คุณภาพของการสอน

ผลทางตรง

คุณภาพของการสอน → ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน

ผลทางอ้อม

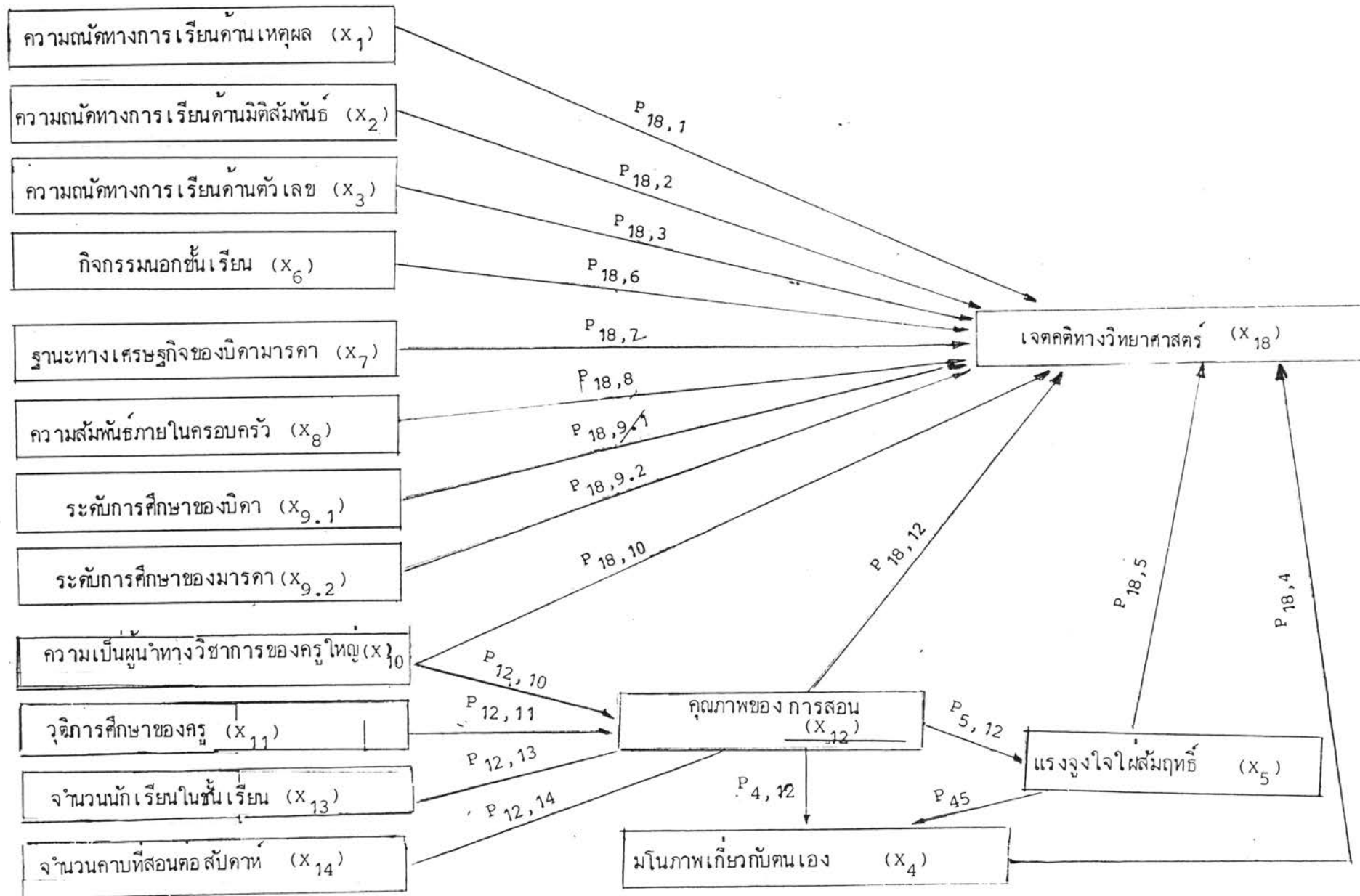
จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน → คุณภาพของการสอน → ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### ผลทางอ้อม

จำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ → คุณภาพของการสอน → ทักษะการ  
แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### 3.4 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทางเมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์ประกอบด้านนักเรียน โรงเรียน และ  
สภาพแวดล้อมทางบ้านกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตามสมมุติฐาน เป็นดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 \* รูปแบบความสัมพันธ์สาเหตุของตัวแปรตามสมมุติฐานเมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์  
 \* ชำจากสมมุติฐานหน้า 18

สมมุติฐานของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ดังแผนภาพที่ 4 อธิบายได้ดังนี้

1. ความถนัดทางการเรียนด้วยเหตุผล ค่านิยมสัมพันธ์ และค่านิยม มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กิจกรรมนอกชั้นเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจของ บิดามารดา ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ระดับการศึกษาของบิดา ระดับการศึกษาของมารดา คุณภาพของการสอน และความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2. คุณภาพของการสอน มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อม ผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ก่อนจะถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่ วุฒิการศึกษาของครู จำนวนนักเรียนในชั้นเรียน และจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์ในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านคุณภาพของการสอน

จากการวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง ตามรูปแบบดังแผนภาพที่ 4 ได้ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบตามสมมุติฐาน เมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

$P_{45}$	=	.139*	$P_{18,1}$	=	.095	$P_{18,8}$	=	.124*
$P_{4,12}$	=	.034	$P_{18,2}$	=	.037	$P_{18,9.1}$	=	.007
$P_{5,12}$	=	.102*	$P_{18,3}$	=	.090	$P_{18,9.2}$	=	-.019
$P_{12,10}$	=	-.100*	$P_{18,4}$	=	.094*	$P_{18,10}$	=	-.058
$P_{12,11}$	=	.065	$P_{18,5}$	=	.030	$P_{18,12}$	=	.080
$P_{12,13}$	=	-.177*	$P_{18,6}$	=	.072			
$P_{12,14}$	=	.482*	$P_{18,7}$	=	.199*			

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 26 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบตามสมมุติฐานแล้ว ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีทั้งนัยสำคัญทางสถิติและทางปฏิบัติ ได้แก่  $P_{45}$ ,  $P_{5,12}$ ,  $P_{12,10}$ ,  $P_{12,13}$ ,  $P_{12,14}$ ,  $P_{18,4}$ ,  $P_{18,7}$  และ  $P_{18,8}$  นอกนั้นเป็นเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงตัดออกจากรูปแบบ

เมื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ตัดเส้นทาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางไม่มีนัยสำคัญแล้ว ปรากฏผลดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบซึ่งปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 1

$P_{45} = .048$	$P_{12,13} = -.167^*$	$P_{18,7} = .215^*$
$P_{5,12} = .102^*$	$P_{12,14} = .457^*$	$P_{18,8} = .141^*$
$P_{12,10} = -.069$	$P_{18,4} = .154^*$	

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 27 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางบางค่าไม่มีนัยสำคัญทั้งทางสถิติ และทางปฏิบัติ จึงตัดเส้นทางเหล่านั้นออก ได้แก่  $P_{45}$  และ  $P_{12,10}$  และเมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 2 ดังแสดงในแผนภาพที่ 19 ปรากฏผลดังตารางที่ 28

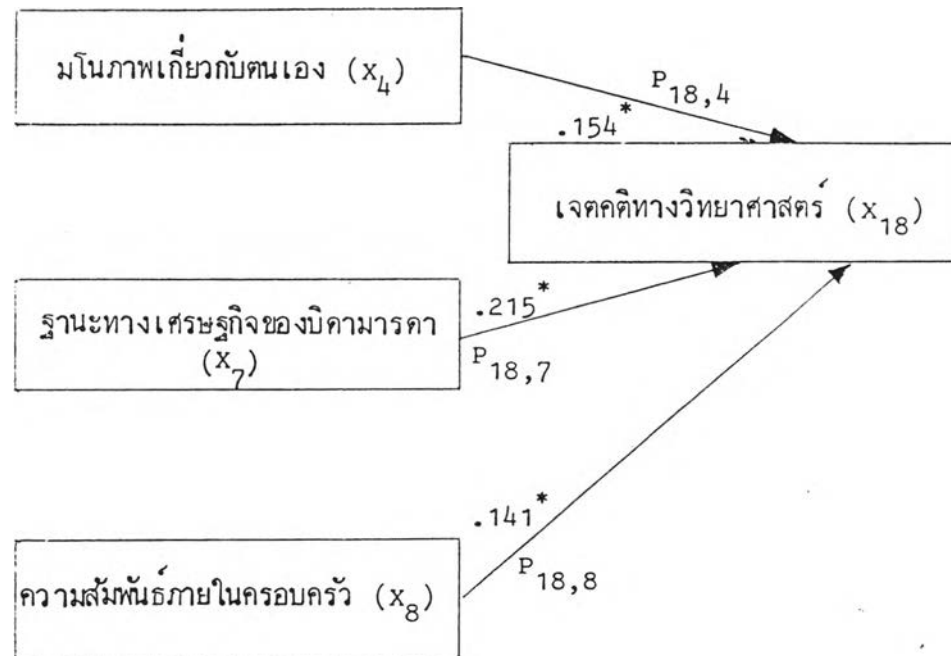
ตารางที่ 28 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบซึ่งปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 2

$P_{5,12} = .102^*$	$P_{18,4} = .154^*$
$P_{12,13} = -.164^*$	$P_{18,7} = .215^*$
$P_{12,14} = .467^*$	$P_{18,8} = .141^*$

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 28 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทุกค่ามีนัยสำคัญทั้งทางสถิติและทางปฏิบัติ การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบ ดังแผนภาพที่ 16 ใช้วิธีนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากตารางที่ 29 ไปแทนลงในสมการแสดงองค์ประกอบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ (ดูจากภาคผนวก จ.) ซึ่งผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางได้แสดงไว้ในเมตริกซ์ ส่วนหะแยงด้านบน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากที่คำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน ได้แสดงไว้ในเมตริกซ์ส่วนหะแยงด้านล่าง ดังตารางที่ 30

เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน สรุปค่าความแตกต่างได้ดังตารางที่ 31 ซึ่งจากตารางที่ 31 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทุกคู่มีค่าไม่แตกต่างไปจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของเพียร์สัน ดังนั้นรูปแบบดังแผนภาพที่ 16 จึงมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์



แผนภาพที่ 16 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์ จากการปรับปรุง ครั้งที่ 2

ตารางที่ 29 เมทริกซ์แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (ส่วนทะเลแยงด้านบน) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน (ส่วนทะเลแยงด้านล่าง)

ตัวแปร	$X_4$	$X_7$	$X_8$	$X_{18}$
$X_4$		.185	.233	.227
$X_7$	.185		.230	.275
$X_8$	.233	.230		.266
$X_{18}$	.227	.227	.227	



ตารางที่ 30 เมทริกซ์แสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง  
และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการคำนวณด้วยสูตรของเพียร์สัน

ตัวแปร	$X_4$	$X_7$	$X_8$	$X_{18}$
$X_4$		.000	.000	.000
$X_7$	.000		.000	-.002
$X_8$	.000	.000		-.001

จากแผนภาพที่ 16 อธิบายได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ในรูปที่เป็นสาเหตุทางตรงเชิงนิมิต กับมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดา มารดา และความสัมพันธ์ภายในครอบครัว

ข้อสรุปดังกล่าว สามารถนำมาเขียนเส้นทางแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปร ต่าง ๆ ที่มีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้คือแผนภาพที่ 17

แผนภาพที่ 17 สรุปเส้นทางแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรต่าง ๆ ต่อทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง

; ผลทางตรง

มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง → เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา

ผลทางตรง

ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา → เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว

ผลทางตรง

ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว → เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ ใน รูปแบบ ซึ่งผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว

4.1 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ

เมื่อใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปร เกณฑ์

จากแผนภาพที่ 8 เมื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ที่เป็นผลทางตรง ผลทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรทั้งหมดที่มีต่อความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

ก. ผลทางตรง

ผลทางตรงของความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา คุณภาพของการสอน ระดับการศึกษาของมารดา และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สัมพันธ์ต่อความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .109, .102, .226, .149, .279, -.087 และ -.103 ตามลำดับ

ข. ผลทางอ้อม

ผลทางอ้อมของคุณภาพของการสอนผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ก่อนจะถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  $.102 \times (-.103) = -.011$

ผลทางอ้อมของจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนผ่านคุณภาพของการสอนก่อนจะถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  $1.64 \times .279 = .046$

ผลทางอ้อมของจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนผ่านคุณภาพของการสอน ผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ก่อนจะถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  $.164 \times .102(-.103) = -.086$

ผลทางอ้อมของจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ผ่านคุณภาพของการสอนก่อนจะถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  $.427 \times .279 = .119$

ผลทางอ้อมของจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ผ่านคุณภาพของการสอน ผ่านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ก่อนจะถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  $.427 \times .102(-.103) = -.004$

ค. ผลรวม ได้จากผลบวกของผลทางตรงกับผลทางอ้อมทั้งหมด

ผลรวมของความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผลถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .109

ผลรวมของความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .102

ผลรวมของความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลขถึงความรู้พื้นฐานทาง  
วิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .226

ผลรวมของฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดาถึงความรู้พื้นฐานทาง  
วิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .149

ผลรวมของคุณภาพของการสอนถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่า  
เท่ากับ  $.279 + (-.011) = .268$

ผลรวมของระดับการศึกษาของมารดาถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์  
มีค่าเท่ากับ  $-.087$

ผลรวมของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีค่า  
เท่ากับ  $-.103$

ผลรวมของจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์  
มีค่าเท่ากับ  $.046 + (-.086) = -.040$

ผลรวมของจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์  
มีค่าเท่ากับ  $.119 + (-.004) = .115$

#### 4.2 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ เมื่อใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

จากแผนภาพที่ 11 (หน้า 194) เมื่อกำหนดหาความสัมพันธ์ที่เป็นผลทางตรง  
ผลทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรทั้งหมดที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

##### ก. ผลทางตรง

ผลทางตรงของความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล มีโนภาพเกี่ยวกับ  
ตนเองและฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา ที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  
.274, .130 และ .100 ตามลำดับ

ข. ผลทางอ้อม

ไม่มีตัวแปรใดเลยที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ จึงไม่ต้องคำนวณหาผลทางอ้อม

ค. ผลรวม

ผลรวมของความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผลถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .274

ผลรวมของนโมภาพเกี่ยวกับตนเองถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .130

; ผลรวมของฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดาถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .100

4.3 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ เมื่อใช้ทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

จากแผนภาพที่ 14 (หน้า 203) เมื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ที่เป็นผลทางตรงทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรทั้งหมด ที่มีต่อทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

ก. ผลทางตรง

ผลทางตรงของความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ และคุณภาพของการสอนที่มีต่อทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .154 และ .092 ตามลำดับ

ข. ผลทางอ้อม

ผลทางอ้อมของจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนผ่านคุณภาพของการสอนก่อนจะถึงทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  $-.164 \times .092 = -.015$

ผลทางอ้อมของจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ผ่านคุณภาพของการสอนก่อนจะถึงทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ  $.467 \times .092 = .043$

ก. ผลรวม

ผลรวมของความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ถึงทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .154

ผลรวมของคุณภาพของการสอนถึงทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .092

ผลรวมของจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนถึงทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ -.015

ผลรวมของจำนวนคาบที่สอนต่อสัปดาห์ถึงทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .043

4.4 ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลทางตรง ทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรต่าง ๆ เมื่อใช้เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรเกณฑ์

จากแผนภาพที่ 16 (หน้า 213) เมื่อกำหนดหาความสัมพันธ์ที่เป็นผลทางตรง ผลทางอ้อม และผลรวมของตัวแปรทั้งหมดที่มีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

ก. ผลทางตรง

ผลทางตรงของมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ฐานะทางเศรษฐกิจของบิดามารดา และความสัมพันธ์ภายในครอบครัวที่มีต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .154, .215 และ .141 ตามลำดับ

ข. ผลทางอ้อม

ไม่มีตัวแปรใดเลยที่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในรูปที่เป็นสาเหตุทางอ้อมต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงไม่ต้องคำนวณหาผลทางอ้อม

ค. ผลรวม

ผลรวมของมโนภาพเกี่ยวกับตนเองถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .154

ผลรวมของความสัมพันธ์ภายในครอบครัวถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีค่า

เท่ากับ .141