



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ส่วน ดังนี้ คือ

1. ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสาเหตุและตัวแปรผล
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกัน (Intercorrelation Coefficient) ของตัวแปรซึ่งนำมาศึกษาในรูปของตัวแปรสาเหตุและระหว่างตัวแปรซึ่งนำมาศึกษาในรูปตัวแปรสาเหตุกับตัวแปรเกณฑ์
3. ตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบเส้นทางตามสมมติฐาน และรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว
4. ค่าสัมประสิทธิ์ของผล (Effect Coefficients) ตามรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับปรุงใหม่

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

|          |         |  |
|----------|---------|--|
| $X_1$    | หมายถึง | ความพร้อมด้านสภาพการ เรียนการสอนของคุณะ              |
| $X_2$    | หมายถึง | พฤติกรรมการสอนของอาจารย์                             |
| $X_3$    | หมายถึง | ลักษณะของอาจารย์                                     |
| $X_4$    | หมายถึง | ความสัมพันธ์ในครอบครัว                               |
| $X_5$    | หมายถึง | รายได้ของครอบครัว                                    |
| $X_6$    | หมายถึง | อาชีพของบิดา   |
| $X_7$    | หมายถึง | อาชีพของมารดา  |
| $X_8$    | หมายถึง | ระดับการศึกษาบิดา (จำนวนปีที่ศึกษาในสถาบันการศึกษา)  |
| $X_9$    | หมายถึง | ระดับการศึกษามารดา (จำนวนปีที่ศึกษาในสถาบันการศึกษา) |
| $X_{10}$ | หมายถึง | สถานภาพการจบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย                    |
| $X_{11}$ | หมายถึง | ความรู้เดิม  |
| $X_{12}$ | หมายถึง | นิสัยในการเรียน                                      |

|                     |         |   |
|---------------------|---------|---|
| $X_{13}$            | หมายถึง | ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์   |
| $X_{14}$            | หมายถึง | ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่   |
| $X_{15}$            | หมายถึง | อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา   |
| $X_{16}$            | หมายถึง | เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย  |
| $X_{17}$            | หมายถึง | เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม   |
| $Y$                 | หมายถึง | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์   |
| $\bar{X}$           | หมายถึง | มัชฌิม เลขคณิต  |
| S.D.                | หมายถึง | ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน   |
| C.V.                | หมายถึง | สัมประสิทธิ์การกระจาย   |
| $r$                 | หมายถึง | สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน   |
| $R$                 | หมายถึง | สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ  |
| $R^2$               | หมายถึง | สัมประสิทธิ์การอธิบาย   |
| S.E. <sub>est</sub> | หมายถึง | ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนาย  |
| $F$                 | หมายถึง | อัตราส่วนเอฟที่ใช้ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย<br>ของตัวทำนาย                           |
| $P_{ij}$            | หมายถึง | สัมประสิทธิ์เส้นทาง (Path Coefficient)<br>ที่บอกผลทางตรง จากตัวแปรสาเหตุ $j$ ไปยัง ตัวแปรผล $i$ |

จากกลุ่มตัวอย่างได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน อาทิ มัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรสาเหตุ และตัวแปรผล ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มัชฌิม เลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปร  
สาเหตุและตัวแปรผลของนิสิต

| ตัวแปร   | $\bar{X}$     | S.D.   | C.V.(%) |
|--|---------------|--------|---------|
| 1. ความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอน             |               |        |         |
| ของคณะ ( $X_1$ )                               | 34.926 (55)   | 5.106  | 14.62   |
| 2. พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ( $X_2$ )          | 54.583 (95)   | 8.307  | 15.22   |
| 3. ลักษณะของอาจารย์ ( $X_3$ )                  | 35.054 (50)   | 5.147  | 14.68   |
| 4. ความสัมพันธ์ในครอบครัว ( $X_4$ )            | 57.122 (75)   | 7.368  | 12.89   |
| 5. รายได้ของครอบครัว ( $X_5$ )                 | 2.693 (6)     | 1.228  | 45.59   |
| 6. อาชีพบิดา ( $X_6$ )                         | 2.185 (3)     | .872   | 39.91   |
| 7. อาชีพมารดา ( $X_7$ )                        | 1.744 (3)     | .825   | 47.31   |
| 8. ระดับการศึกษาบิดา ( $X_8$ )                 | 10.455 (20)   | 5.295  | 50.65   |
| 9. ระดับการศึกษามารดา ( $X_9$ )                | 8.949 (20)    | 5.147  | 57.52   |
| 10. สถานภาพการจบชั้นมัธยมศึกษา.                |               |        |         |
| ตอนปลาย ( $X_{10}$ )                           | .217 (1)      | .413   |         |
| 11. ความรู้เดิม ( $X_{11}$ )                   | 4.735 (6)     | 1.012  | 21.37   |
| 12. นิสัยในการเรียน ( $X_{12}$ )               | 164.571 (250) | 20.405 | 12.39   |
| 13. ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ ( $X_{13}$ ) | 85.333 (120)  | 7.547  | 8.84    |
| 14. ความต้องการในการสอบคัด                     |               |        |         |
| คัดเลือกใหม่ ( $X_{14}$ )                      | 3.058 (5)     | 1.426  | 46.63   |
| 15. อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา ( $X_{15}$ )     | 3.119 (6)     | 1.765  | 56.59   |
| 16. เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมใน                      |               |        |         |
| มหาวิทยาลัย ( $X_{16}$ )                       | 1.953         | 1.199  | 61.39   |
| 17. เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม ( $X_{17}$ )     | 2.688         | 1.802  | 67.04   |
| Y ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะ                   |               |        |         |
| วิทยาศาสตร์ (Y)                                | 2.515 (4)     | .520   | 20.68   |

\* ตัว เลขในวงเล็บหมายถึง คะแนน เดิม

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม ( $X_{17}$ ) มีการกระจายของคะแนนสูงสุด (C.V. = 67.04) รองลงมาคือ เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย (C.V. = 61.39) และค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ ( $X_{13}$ ) มีการกระจายของคะแนนต่ำสุด (C.V. = 8.84) สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนในระดับปานกลาง ( $\bar{X} = 2.515$ ) และมีการกระจายของคะแนนปานกลาง (C.V. = 20.68)

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งนำมาศึกษาในรูปแบบตัวแปรสาเหตุ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรซึ่งนำมาศึกษาในรูปแบบตัวแปรสาเหตุ ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา

|                 | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> | X <sub>10</sub> | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | X <sub>14</sub> | X <sub>15</sub> | X <sub>16</sub> | X <sub>17</sub> | Y      |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| X <sub>1</sub>  | 1.0000         |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>2</sub>  | .6053**        | 1.0000         |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>3</sub>  | .5792**        | .7046**        | 1.0000         |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>4</sub>  | .2614**        | .2099**        | .2539**        | 1.0000         |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>5</sub>  | .0022          | .0536          | .0394          | .1800**        | 1.0000         |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>6</sub>  | -.0009         | -.0075         | .0397          | .1331**        | .4433**        | 1.0000         |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>7</sub>  | .0040          | -.0099         | .0053          | .1274**        | .3642**        | .3066**        | 1.0000         |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>8</sub>  | .0526          | .0084          | .0024          | .2068**        | .4121**        | .5153**        | .3206**        | 1.0000         |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>9</sub>  | .0372          | -.0265         | .0075          | .2255**        | .4197**        | .4485**        | .4645**        | .7486**        | 1.0000         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>10</sub> | -.1254*        | -.1110*        | -.1150*        | -.0519         | .0140          | .0459          | .0410          | .0952*         | .0586          | 1.0000          |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>11</sub> | .0079          | -.0717         | .0331          | .2172**        | .0209          | .0860          | .0651          | .0459          | .0301          | -.0476          | 1.0000          |                 |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>12</sub> | .1965**        | .2283**        | .1624**        | .2400**        | -.0374         | -.0205         | .0279          | -.0358         | .0066          | -.0396          | .1095*          | 1.0000          |                 |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>13</sub> | .2201**        | .2234**        | .1669**        | .1218*         | .0465          | -.0234         | .0449          | .0051          | -.0081         | -.0961          | -.0017          | .2763**         | 1.0000          |                 |                 |                 |                 |        |
| X <sub>14</sub> | -.0853         | -.1290**       | -.0892         | -.0061         | .0628          | .1555**        | .0364          | .0662          | .1170*         | .4005           | -.0730          | .0009           | -.1163*         | 1.0000          |                 |                 |                 |        |
| X <sub>15</sub> | -.0620         | -.0534         | -.1029*        | -.0498         | .0720          | .1293**        | .0230          | .1391**        | .1196*         | .2716**         | -.1995**        | -.1342**        | -.1565**        | .5947**         | 1.0000          |                 |                 |        |
| X <sub>16</sub> | .0363          | -.0196         | .0020          | -.0775         | .0046          | -.0111         | -.0161         | .0591          | .0997*         | -.0433          | -.2259**        | -.1412**        | .0388           | .0073           | .0471           | 1.0000          |                 |        |
| X <sub>17</sub> | .0578          | -.0201         | .0209          | .0455**        | -.0473         | -.0463         | -.0302         | -.0282         | -.0782         | -.1284*         | .2430**         | .2714**         | -.0767          | -.0377          | -.1511**        | -.2599**        | 1.0000          |        |
| Y               | -.0381         | -.0181         | .0209          | .1863          | .0181          | .0485          | .0510          | -.0027         | -.0489         | .0300           | .3374**         | .3143**         | .0354           | .1376**         | -.0297          | -.5097**        | .5493**         | 1.0000 |

\*\* P < .01

\* P < .05

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (Y) มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับความสัมพันธ์ในครอบครัว ( $X_4$ ) ความรู้เดิม ( $X_{11}$ ) นิสัยในการเรียน ( $X_{12}$ ) ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ ( $X_{14}$ ) และเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม ( $X_{17}$ ) โดยมีความสัมพันธ์ทางบวกสูงสุดกับ เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม ( $r = .5493$ ) รองลงมาคือ ความรู้เดิม ( $r = .3374$ ) และมีความสัมพันธ์ทางบวกต่ำสุดกับความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ ( $r = .1376$ ) ส่วนความสัมพันธ์ทางด้านลบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ด้านลบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับ เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย ( $X_{16}$ ) เพียงตัวเดียว ( $r = -.5097$ ) ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ที่นำมาศึกษายังไม่ปรากฏหลักฐานว่ามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบเส้นทางตามสมมติฐานและรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว

ในการตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบเส้นทางตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น ผู้วิจัยได้จัดเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

3.1 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง หรือค่าน้ำหนักเบต้า ( $\beta$ ) จากการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 ของรูปแบบเส้นทางตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ในแผนภูมิที่ 1 ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบเส้นทางตามสมมติฐาน

| สมการที่ | เส้นทาง            | ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง | สมการที่ | เส้นทาง            | ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง |
|----------|--------------------|------------------------|----------|--------------------|------------------------|
| 1        | P <sub>13</sub>    | .5792 <sup>**</sup>    | 10       | P <sub>15,11</sub> | -.1998 <sup>**</sup>   |
| 2        | P <sub>23</sub>    | .7046 <sup>**</sup>    |          | P <sub>15,13</sub> | -.1569 <sup>**</sup>   |
| 3        | P <sub>56</sub>    | .2683 <sup>**</sup>    | 11       | P <sub>17,2</sub>  | -.0729                 |
|          | P <sub>57</sub>    | .1865 <sup>**</sup>    |          | P <sub>17,11</sub> | .1691 <sup>**</sup>    |
|          | P <sub>58</sub>    | .1247                  |          | P <sub>17,12</sub> | .2324 <sup>**</sup>    |
|          | P <sub>59</sub>    | .1193                  |          | P <sub>17,13</sub> | .0365                  |
| 4        | P <sub>68</sub>    | .5153 <sup>**</sup>    |          | P <sub>17,16</sub> | -.1917 <sup>**</sup>   |
| 5        | P <sub>79</sub>    | .4645 <sup>**</sup>    | 12       | P <sub>y1</sub>    | -.0976                 |
| 6        | P <sub>11,4</sub>  | .2206 <sup>**</sup>    |          | P <sub>y2</sub>    | .0164                  |
|          | P <sub>11,5</sub>  | -.0188                 |          | P <sub>y4</sub>    | .1047 <sup>*</sup>     |
| 7        | P <sub>12,1</sub>  | .0543                  |          | P <sub>y5</sub>    | .0214                  |
|          | P <sub>12,2</sub>  | .1527 <sup>**</sup>    |          | P <sub>y8</sub>    | .0425                  |
|          | P <sub>12,11</sub> | .1213 <sup>*</sup>     |          | P <sub>y9</sub>    | -.0683                 |
|          | P <sub>12,13</sub> | .2305 <sup>**</sup>    |          | P <sub>y,11</sub>  | .1379 <sup>**</sup>    |
| 8        | P <sub>13,3</sub>  | .1672 <sup>**</sup>    |          | P <sub>y,12</sub>  | .1354 <sup>**</sup>    |
|          | P <sub>13,5</sub>  | .0534 <sup>**</sup>    |          | P <sub>y,13</sub>  | .0031                  |
|          | P <sub>13,6</sub>  | -.0676                 |          | P <sub>y,14</sub>  | .1673 <sup>**</sup>    |
|          | P <sub>13,7</sub>  | .0453                  |          | P <sub>y,15</sub>  | -.0065                 |
| 9        | P <sub>14,10</sub> | .2572 <sup>**</sup>    |          | P <sub>y,16</sub>  | -.3418 <sup>**</sup>   |
|          | P <sub>14,11</sub> | .0455                  |          | P <sub>y,17</sub>  | .3934 <sup>**</sup>    |
|          | P <sub>14,13</sub> | -.0081                 |          |                    |                        |
|          | P <sub>14,15</sub> | .5327 <sup>**</sup>    |          |                    |                        |

<sup>\*\*</sup>P < .01

<sup>\*</sup>P < .05

จากตารางที่ 3 เป็นการพิจารณานัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ( $\beta$ ) เพื่อตัดสัมประสิทธิ์เส้นทางบางเส้นออกไปโดยการพิจารณาจากค่านัยสำคัญทางสถิติควบคู่กับค่านัยสำคัญทางปฏิบัติซึ่งมีวิธีการพิจารณาดังนี้คือ

1. พิจารณาว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ( $\beta$ ) มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติก็ให้คงเส้นทางนั้นไว้ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น  $P_{13}$   $P_{11,4}$   $P_{17,11}$

2. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ( $\beta$ ) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ให้พิจารณาว่า มีนัยสำคัญทางปฏิบัติหรือไม่โดยยึดเกณฑ์ว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง ( $\beta$ ) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า .05 ถ้าน้อยกว่าให้ถือว่าไม่มีนัยสำคัญทางปฏิบัติ และให้ตัดเส้นทางนั้นออกจากเส้นทางตามสมมติฐาน (Pedhazur 1982: 617) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางปฏิบัติ เช่น  $P_{12,1}$   $P_{13,5}$   $P_{17,2}$

จากหลักเกณฑ์ในการพิจารณานัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางในข้อ 1 และข้อ 2 แล้วปรากฏผลดังนี้ คือ

จากรูปแบบเส้นทางตามสมมติฐานมีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางบางค่า คือ  $P_{11,5}$   $P_{13,7}$   $P_{14,11}$   $P_{14,13}$   $P_{17,13}$   $P_{y2}$   $P_{y5}$   $P_{y8}$   $P_{y,13}$   $P_{y,15}$  ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนัยสำคัญทางปฏิบัติจึงตัดเส้นทางเหล่านี้จากรูปแบบเส้นทางของสมมติฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น

สรุปค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่คำนวณได้จากรูปแบบตามสมมติฐานเป็นค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางปฏิบัติมีทั้งสิ้น 32 ตัว และสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีความสัมพันธ์ทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ คือจากความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ ( $P_{y1}$ ) ความสัมพันธ์ในครอบครัว ( $P_{y4}$ ) ระดับการศึกษามารดา ( $P_{y9}$ ) ความรู้เดิม ( $P_{y,11}$ ) นิสัยในการเรียน ( $P_{y,12}$ ) ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ ( $P_{y,14}$ ) เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย ( $P_{y,16}$ ) และเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม ( $P_{y,17}$ )



3.2 ค่าพารามิเตอร์เส้นทางของรูปแบบเส้นทางที่ปรับปรุงใหม่ โดยตัดเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและไม่มีนัยสำคัญทางปฏิบัติออกไป เพื่อให้ได้รูปแบบที่กระชับขึ้น (parsimonious model) ค่าพารามิเตอร์เส้นทางที่ปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 1 ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าพารามิเตอร์เส้นทางของรูปแบบเส้นทางที่ปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 1

| สมการที่ | เส้นทาง            | ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง | สมการที่ | เส้นทาง            | ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง |
|----------|--------------------|------------------------|----------|--------------------|------------------------|
| 1        | P <sub>13</sub>    | .5792**                | 9        | P <sub>14,10</sub> | .2579**                |
| 2        | P <sub>23</sub>    | .7046**                |          | P <sub>14,15</sub> | .5247**                |
| 3        | P <sub>56</sub>    | .2683**                | 10       | P <sub>15,11</sub> | -.1998**               |
|          | P <sub>57</sub>    | .1865**                |          | P <sub>15,13</sub> | -.1569**               |
|          | P <sub>58</sub>    | .1247                  | 11       | P <sub>17,2</sub>  | -.0668                 |
|          | P <sub>59</sub>    | .1193                  |          | P <sub>17,11</sub> | .1691**                |
| 4        | P <sub>68</sub>    | .5153**                |          | P <sub>17,12</sub> | .2415**                |
| 5        | P <sub>79</sub>    | .4645**                |          | P <sub>17,16</sub> | -.1889**               |
| 6        | P <sub>11,4</sub>  | .2172**                | 12       | P <sub>y1</sub>    | -.0877                 |
| 7        | P <sub>12,1</sub>  | .0543                  |          | P <sub>y4</sub>    | .1102                  |
|          | P <sub>12,2</sub>  | .1527*                 |          | P <sub>y9</sub>    | -.0294                 |
|          | P <sub>12,11</sub> | .1213*                 |          | P <sub>y,11</sub>  | .1373**                |
|          | P <sub>12,13</sub> | .2305**                |          | P <sub>y,12</sub>  | .1347**                |
| 8        | P <sub>13,3</sub>  | .1666**                |          | P <sub>y,14</sub>  | .1615**                |
|          | P <sub>13,5</sub>  | .0663                  |          | P <sub>y,16</sub>  | -.3436**               |
|          | P <sub>13,6</sub>  | -.0594                 |          | P <sub>y,17</sub>  | .3939**                |

\*\* P < .01

\* P < .05

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบเส้นทางที่ปรับปรุงใหม่ครั้งที่ 1 ปรากฏว่ายังมีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือมีนัยสำคัญทางปฏิบัติอยู่อีก 1 ค่า คือ จากระดับการศึกษามารดาไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ ( $P_{y9}$ ) จึงตัดเส้นทางนี้ออก แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางใหม่อีกครั้งได้ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ปรับปรุงใหม่ครั้งที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบเส้นทางที่ปรับปรุงใหม่ครั้งที่ 2

| สมการที่ | เส้นทาง     | ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง | สมการที่ | เส้นทาง     | ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง |
|----------|-------------|------------------------|----------|-------------|------------------------|
| 1        | $P_{13}$    | .5792**                | 9        | $P_{14,10}$ | .2579**                |
| 2        | $P_{23}$    | .7046**                |          | $P_{14,15}$ | .5247**                |
| 3        | $P_{56}$    | .2683**                | 10       | $P_{15,11}$ | -.1998**               |
|          | $P_{57}$    | .1865**                |          | $P_{15,13}$ | -.1569**               |
|          | $P_{58}$    | .1247                  | 11       | $P_{17,2}$  | -.0668                 |
|          | $P_{59}$    | .1193                  |          | $P_{17,11}$ | .1691**                |
| 4        | $P_{68}$    | .5153**                |          | $P_{17,12}$ | .2415**                |
| 5        | $P_{79}$    | .4645**                |          | $P_{17,16}$ | -.1889**               |
| 6        | $P_{11,4}$  | .2172**                | 12       | $P_{y1}$    | -.0873                 |
| 7        | $P_{12,1}$  | .0543                  |          | $P_{y4}$    | .1032                  |
|          | $P_{12,2}$  | .1527**                |          | $P_{y,11}$  | .1365**                |
|          | $P_{12,11}$ | .1213*                 |          | $P_{y,12}$  | .1353**                |
|          | $P_{12,13}$ | .2305**                |          | $P_{y,14}$  | .1581**                |
| 8        | $P_{13,3}$  | .1666**                |          | $P_{y,16}$  | -.3467**               |
|          | $P_{13,5}$  | .0663                  |          | $P_{y,17}$  | .3957**                |
|          | $P_{13,6}$  | -.0594                 |          |             |                        |

\*\*  $P < .01$

\*  $P < .05$

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของรูปแบบเส้นทางที่ปรับปรุงใหม่ ครั้งที่ 2 ปรากฏว่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทุกเส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติ และนัยสำคัญทางปฏิบัติ และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง  $P_{23}$  จากลักษณะของอาจารย์ ( $X_3$ ) ไปยังพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ( $X_2$ ) มีค่าสูงสุด เท่ากับ .7046 รองลงมา คือ  $P_{13}$  จากลักษณะของอาจารย์ ( $X_3$ ) ไปยังความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ ( $X_1$ ) เท่ากับ .5792

ถ้าพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (Y) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง  $P_{Y,17}$  จากเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม ( $X_{17}$ ) ไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าสูงสุด เท่ากับ .3957 รองลงมาคือ ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง  $P_{Y,16}$  จากเวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย ( $X_{16}$ ) ไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ -.3467 และค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง  $P_{Y1}$  จากความพร้อมด้านการเรียนการสอนของคณะ ( $X_1$ ) ไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าต่ำสุด เท่ากับ -.0873

3.3 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางตามรูปแบบเส้นทางที่ปรับปรุงใหม่\* กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณโดยใช้สูตรของ Pearson ซึ่งปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 6

---

\* การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางตามรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ คำนวณโดยวิธีนำค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง จากตารางที่ 4 แทนลงในสมการแสดงส่วนประกอบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ (ดูการหาสมการแสดงส่วนประกอบของความสัมพัทธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่และวิธีการคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางในภาคผนวก ค. ข้อ 4)

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของ Pearson

| สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์<br>จากสูตรของ Pearson | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์<br>คำนวณจากสัมประสิทธิ์<br>เส้นทาง | ความแตกต่าง |
|-------------------------|---|--|-------------|
| $r_{13}$                | .5792   | .5792  | .0000       |
| $r_{32}$                | .7046   | .7046  | .0000       |
| $r_{65}$                | .4438   | .4438  | .0000       |
| $r_{75}$                | .3642   | .3641  | .0001       |
| $r_{85}$                | .4121   | .4121  | .0000       |
| $r_{95}$                | .4197   | .4197  | .0000       |
| $r_{86}$                | .5153   | .5153  | .0000       |
| $r_{97}$                | .4645   | .4645  | .0000       |
| $r_{4,11}$              | .2172   | .2172  | .0000       |
| $r_{1,12}$              | .1965   | .1965  | .0000       |
| $r_{2,12}$              | .2283   | .2284  | -.0001      |
| $r_{11,12}$             | .1095   | .1096  | -.0001      |
| $r_{13,12}$             | .2763   | .2763  | .0000       |
| $r_{3,13}$              | .1669   | .1668  | .0001       |
| $r_{5,13}$              | .0465   | .0466  | -.0001      |
| $r_{6,13}$              | -.0234  | -.0234   | .0000       |
| $r_{10,14}$             | .4005   | .4004  | .0001       |
| $r_{15,14}$             | .5947   | .5947  | .0000       |
| $r_{11,15}$             | -.1995  | -.1995   | .0000       |
| $r_{13,15}$             | -.1565  | -.1552   | .0013       |
| $r_{2,17}$              | -.0201  | -.0201   | .0000       |

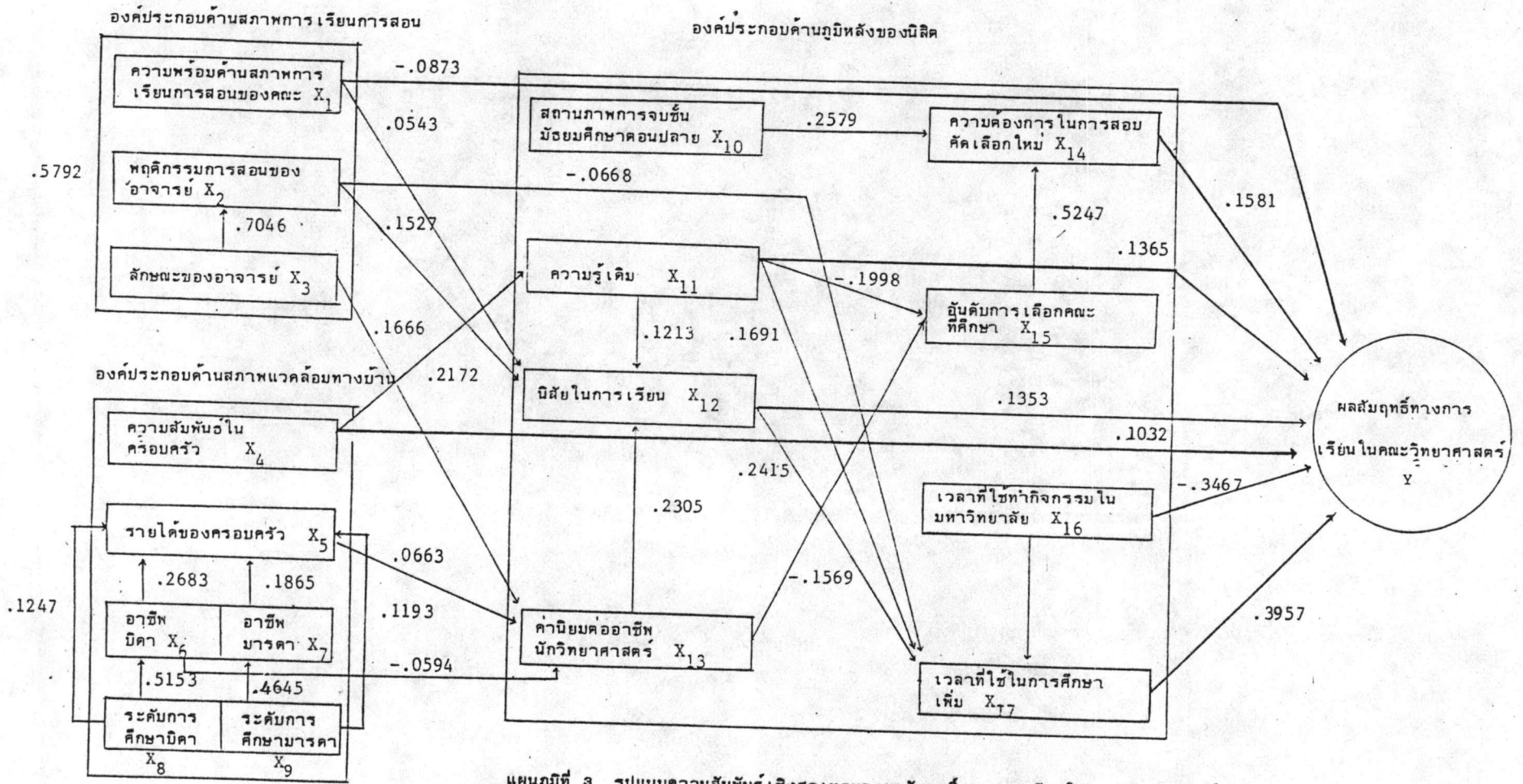
ตารางที่ 6 (ต่อ)

| สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์<br>จากสูตรของ Pearson | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์<br>คำนวณจากสัมประสิทธิ์<br>เส้นทาง | ความแตกต่าง |
|-------------------------|---|--|-------------|
| $r_{11,17}$             | .2430   | .2429  | .0001       |
| $r_{12,17}$             | .2714   | .2714  | .0000       |
| $r_{16,17}$             | -.2599  | -.2599   | .0000       |
| $r_{1y}$                | -.0381  | -.0381   | .0000       |
| $r_{4y}$                | .1863   | .1865  | -.0002      |
| $r_{11,y}$              | .3374   | .3374  | .0000       |
| $r_{12,y}$              | .3143   | .3142  | .0001       |
| $r_{14,y}$              | .1376   | .1377  | -.0001      |
| $r_{16,y}$              | -.5095  | -.5093   | -.0002      |
| $r_{17,y}$              | .5493   | .5494  | -.0001      |

จากตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางทุกค่ากับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของ Pearson ทุกคู่มีค่าใกล้เคียงกันมาก และมีผลต่างไม่เกิน .05 (ใช้ .05 เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเกี่ยวกับความแตกต่าง ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์ 2527: 97) แสดงว่ารูปแบบที่ปรับปรุงใหม่ มีความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

#### 3.4 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ผ่านการตรวจสอบ

เมื่อได้เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณจากสูตรของ Pearson แล้วปรากฏว่า มีค่าใกล้เคียงกันมากทุกค่า และมีผลต่างไม่เกิน .05 (ใช้ .05 เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเกี่ยวกับความแตกต่างปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์ 2527: 97) ดังนั้นแสดงว่า รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ได้ปรับปรุงใหม่ มีความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุใหม่นี้ได้แสดงในแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

จากแผนภูมิที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้รับอิทธิพลที่เป็นสาเหตุทางตรงเชิงนิมิตานจากเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มมากที่สุด (ผลทางตรง = .3957) รองลงมาคือ ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ (ผลทางตรง = .1581) ความรู้เดิม (ผลทางตรง = .1365) นิสัยในการเรียน (ผลทางตรง = .1353) และความสัมพันธ์ในครอบครัว (ผลทางตรง = .1032) ตามลำดับ และได้รับอิทธิพลที่เป็นสาเหตุทางตรงเชิงนิเสธจาก เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย (ผลทางตรง = -.3467) และจากความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ (ผลทางตรง = -.0873) และมีรายละเอียดดังนี้คือ

ความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ มีอิทธิพลทางตรงเชิงนิเสธต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (ผลทางตรง = -.0873) และมีอิทธิพลทางอ้อมโดยส่งผลเชิงนิมิตานผ่านมาทางนิสัยในการเรียน

พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตานผ่านมาทางนิสัยในการเรียน และส่งผลเชิงนิเสธผ่านมาทางเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม

ลักษณะของอาจารย์ มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตานผ่านมาทาง พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ และค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์

ความสัมพันธ์ในครอบครัว มีอิทธิพลทางตรงเชิงนิมิตานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (ผลทางตรง = .1032) และมีอิทธิพลทางอ้อมโดยส่งผลเชิงนิมิตานผ่านมาทางความรู้เดิม

รายได้ของครอบครัว มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตานผ่านมาทาง ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์

อาชีพบิดา มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตานผ่านมาทางรายได้ของครอบครัว และส่งผลเชิงนิเสธผ่านมาทางค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์

อาชีพมารดา มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตานผ่านมาทาง รายได้ของครอบครัว



ระดับการศึกษามัธยมศึกษา, ระดับการศึกษามหาวิทยาลัย มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทาง รายได้ของครอบครัว และระดับการศึกษามัธยมศึกษาส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทางอาชีพบิดา ส่วนระดับการศึกษามหาวิทยาลัยจะส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทางอาชีพมารดา

สถานภาพการจบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทางความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่

ความรู้เดิม มีอิทธิพลทางตรงเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (ผลทางตรง = .1365) และมีอิทธิพลทางอ้อมโดยส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทางนิสัยในการเรียน เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม และส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทางอันดับการเลือกคณะที่ศึกษา

นิสัยในการเรียน มีอิทธิพลทางตรงเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (ผลทางตรง = .1353) และมีอิทธิพลทางอ้อมโดยส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทาง เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม

ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทางนิสัยในการเรียน และมีผลเชิงนิมิตผ่านมาทางอันดับการเลือกคณะที่ศึกษา

ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ มีอิทธิพลทางตรงเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (ผลทางตรง = .1581)

อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ โดยส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทาง ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่

เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย มีอิทธิพลทางตรงเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (ผลทางตรง = -.3467) และมีอิทธิพลทางอ้อม โดยส่งผลเชิงนิมิตผ่านมาทางเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม

เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม มีอิทธิพลทางตรงเชิงนิมิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (ผลทางตรง = .3957)

จากผลสรุปนี้ เพื่อให้พิจารณาได้ชัดเจนขึ้น จึงได้เสนอเป็นเส้นทางความสัมพันธ์ของ  
ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม  
ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4

แผนภูมิที่ 4 เส้นทางความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ

ผลทางตรง

ความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ผลทางอ้อม

ความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ → นิสัยในการเรียน → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ → นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : พฤติกรรมการสอนของอาจารย์

ผลทางอ้อม

พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

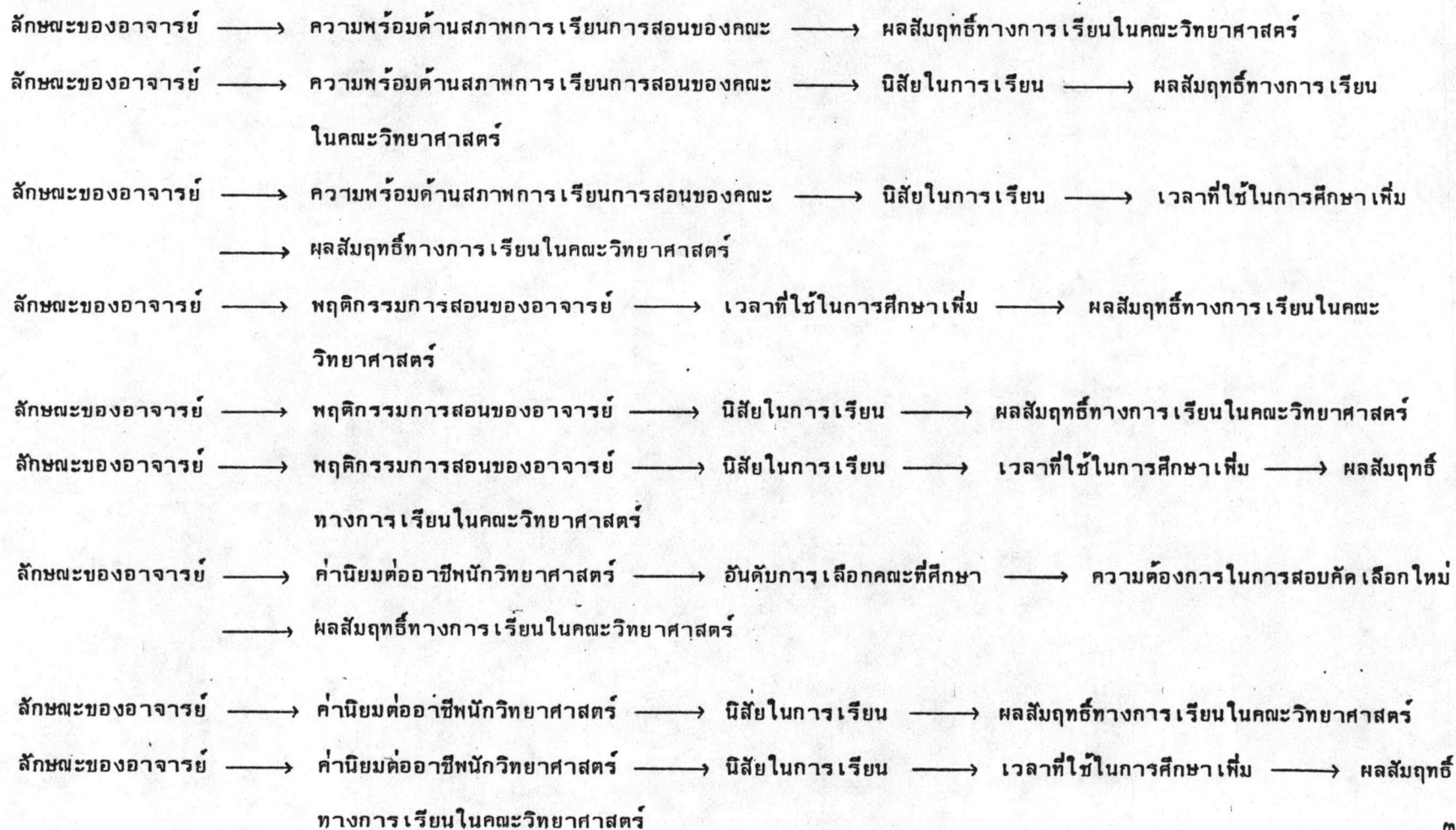
พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ → นิสัยในการเรียน → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ → นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

แผนภูมิที่ 4 (ต่อ)

ตัวแปร : ลักษณะของอาจารย์

ผลทางอ้อม



แผนภูมิที่ 4 (ต่อ)

ตัวแปร : ความสัมพันธ์ในครอบครัว

ผลทางตรง

ความสัมพันธ์ในครอบครัว → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ผลทางอ้อม

ความสัมพันธ์ในครอบครัว → ความรู้เดิม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ความสัมพันธ์ในครอบครัว → ความรู้เดิม → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา → ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ความสัมพันธ์ในครอบครัว → ความรู้เดิม → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ความสัมพันธ์ในครอบครัว → ความรู้เดิม → นิสัยในการเรียน → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ความสัมพันธ์ในครอบครัว → ความรู้เดิม → นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : รายได้ของครอบครัว

ผลทางอ้อม

รายได้ของครอบครัว → ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา → ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่  
→ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

รายได้ของครอบครัว → ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

แผนภูมิที่ 4 (ต่อ)

รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : อาชีพบิดา

ผลทางอ้อม

อาชีพบิดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

อาชีพบิดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม  
→ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

อาชีพบิดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา →  
ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

อาชีพบิดา → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

อาชีพบิดา → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

อาชีพบิดา → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา → ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

แผนภูมิที่ 4 (ต่อ)

ตัวแปร : อาชีพมารดา

ผลทางอ้อม

อาชีพมารดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา →  
ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

อาชีพมารดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

อาชีพมารดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ระดับการศึกษาบิดา

ผลทางอ้อม

ระดับการศึกษาบิดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ระดับการศึกษาบิดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ระดับการศึกษาบิดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา →  
ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

แผนภูมิที่ 4 (ต่อ)

ระดับการศึกษามิตา → อาชีพมิตา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ →  
อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา → ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ระดับการศึกษามิตา → อาชีพมิตา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ระดับการศึกษามิตา → อาชีพมิตา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ระดับการศึกษามารดา

ผลทางอ้อม

ระดับการศึกษามารดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ระดับการศึกษามารดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ระดับการศึกษามารดา → รายได้ของครอบครัว → คำนิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา →  
ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์



แผนภูมิที่ 4 (ต่อ)

ระดับการศึกษามารดา → อาชีพมารดา → รายได้ของครอบครัว → ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ →  
อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา → ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในคณะวิทยาศาสตร์

ระดับการศึกษามารดา → อาชีพมารดา → รายได้ของครอบครัว → ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในคณะวิทยาศาสตร์

ระดับการศึกษามารดา → อาชีพมารดา → รายได้ของครอบครัว → ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน →  
เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : สถานภาพการจบชั้นมัธยมตอนปลาย

ผลทางอ้อม

สถานภาพการจบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย → ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ความรู้เดิม

ผลทางตรง

ความรู้เดิม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในคณะวิทยาศาสตร์

แผนภูมิที่ 4 (ต่อ)

ผลทางอ้อม

ความรู้เดิม → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ความรู้เดิม → นิสัยในการเรียน → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ความรู้เดิม → นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ความรู้เดิม → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา → ความต้องการในสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะ  
วิทยาศาสตร์

ตัวแปร : นิสัยในการเรียน

ผลทางตรง

นิสัยในการเรียน → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ผลทางอ้อม

นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์

ผลทางอ้อม

ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → นิสัยในการเรียน → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะ  
วิทยาศาสตร์

ค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ → อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา → ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

แผนภูมิที่ 4 (ต่อ)

ตัวแปร : ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่

ผลทางตรง

ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา

ผลทางอ้อม

อันดับการเลือกคณะที่ศึกษา → ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย

ผลทางตรง

เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ผลทางอ้อม

เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย → เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

ตัวแปร : เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม

ผลทางตรง

เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม → ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์

4. ค่าสัมประสิทธิ์ของผล (Effect Coefficients) ตามรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ปรับปรุงใหม่

ค่าสัมประสิทธิ์ของผลประกอบด้วย ผลทางตรง (Direct Effect) ผลทางอ้อม (Indirect Effect) และผลรวม (Total Effect) ซึ่งคำนวณโดยวิธีของดันแคน (Duncan อ้างถึงใน นงราม เศรษฐพานิช 2526: 3-16)

จากแผนภูมิที่ 3 คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ที่เป็นผลทางตรง ผลทางอ้อม และผลรวมของผลทางตรงและผลทางอ้อม จากตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ (ดูวิธีการคำนวณในภาคผนวก ค. ข้อ 5) ได้ปริมาณผลทางตรง ผลทางอ้อม และผลรวมของผลทางตรง และผลทางอ้อม ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ศึกษาปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ของผลจากอุปมยความล้มเหลวเชิงสาเหตุ กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เดียวกัน

| ประเภทของความล้มเหลว             | ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |        |        |       |       |        |        |        |       |       |        |        |       |       |       |        |        |       |  |
|----------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--|
|                                  | 3                         | 3     | 5     | 5     | 8     | 9     | 8     | 7     | 4     | 1     | 2     | 11     | 13    | 3     | 5      | 6      | 10    | 15    | 11     | 13     | 2      | 11    | 12    | 16     | 1      | 4     | 11    | 12    | 14     | 16     | 17    |  |
| ก. ส.บ.ส.สหสัมพันธ์              | .5792                     | .7046 | .4433 | .3641 | .4121 | .4197 | .5153 | .4645 | .2172 | .1965 | .2283 | .1095  | .2763 | .1669 | .3465  | -.0234 | .4005 | .3947 | -.1995 | -.1565 | -.0201 | .1430 | .2714 | -.1599 | -.0381 | .2863 | .1374 | .1143 | .1376  | -.3093 | .3494 |  |
| ข. ความล้มเหลวเชิงสาเหตุรวม      |                           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |        |        |       |       |        |        |        |       |       |        |        |       |       |       |        |        |       |  |
| 1) หลากหลาย                      | .5792                     | .7046 | .2683 | .1865 | .1247 | .1193 | .5153 | .4645 | .2172 | .0543 | .1527 | .1213  | .2305 | .1966 | .3663  | -.0549 | .2579 | .3247 | -.1998 | -.1549 | -.0668 | .1691 | .2415 | -.1389 | -.0873 | .1032 | .1365 | .1353 | .1581  | -.3469 | .3957 |  |
| 2) หลากน้อย                      | -                         | -     | -     | -     | .1383 | .0966 | -     | -     | -     | -     | -     | -      | -     | -     | -      | .0178  | -     | -     | -      | -      | .0369  | .0293 | -     | -      | .0125  | .0466 | .0783 | .0956 | -      | -.0747 | -     |  |
| 3) หลาก                          | .5792                     | .7046 | .2683 | .1865 | .2630 | .2059 | .5153 | .4645 | .2172 | .0543 | .1527 | .1213  | .2305 | .1966 | .3663  | -.0416 | .2579 | .3247 | -.1998 | -.1549 | -.0299 | .1984 | .1415 | -.1389 | -.0748 | .1498 | .1248 | .1309 | .1581  | -.2722 | .3957 |  |
| ค. ความล้มเหลวที่ไม่ใช่สาเหตุรวม | -                         | -     | .1750 | .1777 | .2491 | .2138 | -     | -     | -     | .1422 | .0756 | -.1118 | .0458 | .0003 | -.0196 | .1182  | .1426 | .0700 | .0001  | .0004  | .0098  | .0446 | .2298 | -.0710 | .0367  | .0365 | .1226 | .0834 | -.3225 | -.2371 | .1537 |  |

\* หมายถึง จำนวนใหญ่ที่เป็นสาเหตุในสมการโครงสร้างของอุปมย

\*\* หมายถึง จำนวนใหญ่ที่เป็นตัวแปรนอกในสมการโครงสร้างของอุปมย

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 7 จะเห็นว่า รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์ร่วมทั้งหมดระหว่างคู่ของตัวแปร ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ 2 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนที่เป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผล ประกอบด้วย ผลทางตรง ผลทางอ้อม และผลรวม
2. ส่วนที่เป็นความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่สาเหตุและผล

ส่วนคู่ของตัวแปรที่มีทั้งส่วนของความสัมพันธ์ที่เป็นผลทางตรง และผลทางอ้อมกับส่วนของความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่สาเหตุและผลได้แก่ ระดับการศึกษาบิดา ระดับการศึกษามารดา ที่มีต่อรายได้ของครอบครัว ( $X_8 X_5$ ,  $X_9 X_5$ ) พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ความรู้เดิมที่มีต่อ เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม ( $X_2 X_{17}$ ,  $X_{11} X_{17}$ ) ความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ ความรู้เดิม นิสัยในการเรียน เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัย ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ ( $X_1 Y$ ,  $X_{11} Y$ ,  $X_{12} Y$ ,  $X_{16} Y$ )

สำหรับ คู่ของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ที่เป็นสาเหตุทางตรงเท่านั้น เช่น ลักษณะของอาจารย์ที่มีต่อความพร้อมด้านสภาพการเรียนการสอนของคณะ ( $X_3 X_1$ ) อาชีพบิดา อาชีพมารดา ที่มีต่อรายได้ของครอบครัว ( $X_6 X_5$ ,  $X_7 X_5$ ) ความสัมพันธ์ในครอบครัวที่มีต่อความรู้เดิม ( $X_4 X_{11}$ ) ลักษณะของอาจารย์ รายได้ของครอบครัว ที่มีต่อค่านิยมต่ออาชีพนักวิทยาศาสตร์ ( $X_3 X_{13}$ ,  $X_5 X_{13}$ ) นิสัยในการเรียน เวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัยที่มีต่อเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่ม ( $X_{12} X_{17}$ ,  $X_{16} X_{17}$ ) ความต้องการในการสอบคัดเลือกใหม่ เวลาที่ใช้ในการศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในคณะวิทยาศาสตร์ ( $X_{14} Y$ ,  $X_{17} Y$ )

ในกรณีที่ปรากฏความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่สาเหตุและผลระหว่างคู่ของตัวแปรนั้น เนื่องจากตัวแปรภายนอก ซึ่งยังมีอิทธิพลต่อตัวแปรเกณฑ์ โดยที่ผู้วิจัยไม่ได้นำมาศึกษาวิจัยในที่นี้ หรืออาจเนื่องมาจากการที่ตัวแปรยังมีส่วนที่สัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ