

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความสะดวกในการนำเสนอและแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล และเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์
R^2 Change	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ที่เปลี่ยนไป
Adjusted R^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ที่ปรับแก้แล้ว
a	แทน	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
b	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
β	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
S.E. _b	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย
S.E. _{est}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์
t	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบที
\hat{Y}	แทน	คะแนนของความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่ได้จากสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

\hat{Z}	แทน คะแนนของความสามารถในการใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ได้จากสมการพยากรณ์
X_1	แทน คะแนนของความคิดวิจารณ์ด้านการสรุปอ้างอิง
X_2	แทน คะแนนของความคิดวิจารณ์ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น
X_3	แทน คะแนนของความคิดวิจารณ์ด้านการนิรนัย
X_4	แทน คะแนนของความคิดวิจารณ์ด้านการตีความ
X_5	แทน คะแนนของความคิดวิจารณ์ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง
X_6	แทน คะแนนของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องในการคิด
X_7	แทน คะแนนของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่น
X_8	แทน คะแนนของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่ม
Y	แทน คะแนนของความสามารถในการใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในรูปคะแนนมาตรฐาน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ
ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิด
วิจารณ์ 5 ด้าน ความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ และคะแนนความสามารถในการใช้
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนความคิดวิจารณ์ 5 ด้านและ
คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนความคิดวิจารณ์ คะแนน
ความคิดสร้างสรรค์ กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการ
แก้ปัญหา
4. ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ และสร้างสมการพยากรณ์ความสามารถในการใช้
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากคะแนนความคิดวิจารณ์ 5 ด้าน
และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ เป็นตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบและคะแนน
มาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิด
 วิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์และคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ในการแก้ปัญหาดังตาราง 6,7 และ 8 ตามลำดับ

ตาราง 6 คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ความคิดวิจารณ์ทั้ง 5 ด้าน

ตัวแปร	\bar{X}	S.D.
1. การสรุปอ้างอิง (X_1)	4.07	1.539
2. การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (X_2)	4.48	1.612
3. การนิรนัย (X_3)	4.57	1.665
4. การตีความ (X_4)	4.55	1.792
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (X_5)	6.51	1.732

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดวิจารณ์ทั้ง 5 ด้าน มีค่าเท่ากับ 6.505, 4.566, 4.552, 4.483 และ 4.069 ตามลำดับ โดยความคิดวิจารณ์ในด้านการประเมินข้อโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ความคิดวิจารณ์ในด้านการนิรนัย ด้านการตีความ ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น และด้านการสรุปอ้างอิงมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดวิจารณ์ทั้ง 5 ด้าน มีค่าเท่ากับ 1.792, 1.732, 1.665, 1.612 และ 1.539 ตามลำดับ โดยความคิดวิจารณ์ในด้านการตีความค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด รองลงมาคือ ความคิดวิจารณ์ในด้านการประเมินข้อโต้แย้ง ด้านการนิรนัย ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น และด้านการสรุปอ้างอิงมีค่าน้อยที่สุด

ตาราง 7 คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 องค์ประกอบ

ตัวแปร	\bar{X}	S.D.
1. ความคล่องในการคิด (X_6)	5.43	2.750
2. ความคิดยืดหยุ่น (X_7)	3.41	0.943
3. ความคิดริเริ่ม (X_8)	6.18	4.390

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีค่าเท่ากับ 6.180, 5.430 และ 3.410 ตามลำดับ โดยความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่นมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีค่าเท่ากับ 4.390, 2.750 และ 0.943 ตามลำดับ โดยความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบความคิดริเริ่มมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุด รองลงมาคือ ความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่นมีค่าน้อยที่สุด

ตาราง 8 คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ตัวแปร	\bar{X}	S.D.
ความสามารถในการแก้ปัญหา	15.26	5.087

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา มีค่าเท่ากับ 15.263 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.087

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนความคิดวิจารณ์เกี่ยวกับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ดังตาราง 9 และ 10 ตามลำดับ

ตาราง 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนความคิดวิจารณ์ทั้ง 5 ด้านกับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
1. การสรุปอ้างอิง (X_1)	1.000	.381**	.398**	.367**	.187**	.266**
2. การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (X_2)		1.000	.518**	.406**	.341**	.244**
3. การนิรนัย (X_3)			1.000	.451**	.289**	.286**
4. การตีความ (X_4)				1.000	.305**	.260**
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (X_5)					1.000	.147**
6. ความสามารถในการแก้ปัญหา(Y)						1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนความคิด
 วิจารณ์ทุกทั้ง 5 ด้านกับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการ
 แก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์
 สหสัมพันธ์ภายในตั้งแต่ .187 ถึง .518 และคะแนนความคิดวิจารณ์ในด้านการสรุปอ้างอิง (X_1)
 การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (X_2) การนิรนัย (X_3) การตีความ (X_4) และการประเมินข้อโต้แย้ง (X_5) มี
 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายกับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา(Y) เป็น .266, .244, .286, .260 และ .147 ตามลำดับ

ตาราง 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3
 องค์ประกอบ กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	Y
1. ความคล่องในการคิด (X_6)	1.000	.064	.044	.083
2. ความคิดยืดหยุ่น (X_7)		1.000	.141**	.124*
3. ความคิดริเริ่ม (X_8)			1.000	-.032
4. ความสามารถในการแก้ปัญหา(Y)				1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนน
 ความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 องค์ประกอบ กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นมี
 ความสัมพันธ์กันในทางบวกกับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน
 การแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .124
 ส่วนความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบด้านความคล่องในการคิด และด้านความคิดริเริ่ม ไม่มี
 ความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนความคิดวิจารณ์ และคะแนนความคิดสร้างสรรค์ กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ดังตาราง 11 และ 12

ตาราง 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนความคิดวิจารณ์ทั้ง 5 ด้าน กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

Source of Variance	df	SS	MS	F
Regression	5	1166.159	233.232	10.161***
Residual	354	8125.772	22.954	
Totat	359	9291.931		

R = .3540 R² = .1260 Adjusted R² = .1130 S.E._{est} = 4.7910 a = 8.6200

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนความคิดวิจารณ์ทั้ง 5 ด้าน มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ .3540 และความคิดวิจารณ์ทั้ง 5 ด้าน สามารถพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 12.06 (R² = .1260) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted R²) เท่ากับ .1130 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E._{est}) เท่ากับ 4.7910

ตาราง 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 องค์ประกอบ กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

Source of Variance	df	SS	MS	F
Regression	3	220.541	73.514	2.885*
Residual	356	9071.390	25.481	
Totat	359	9291.931		

R = .1540 R² = .0240 Adjusted R² = .0160 S.E._{est} = 5.0479 a = 12.545

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 1 2 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ .1540 และความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 องค์ประกอบ สามารถพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 2.40 ($R^2 = .0240$) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ .0160 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E._{est}) เท่ากับ 12.545

ตาราง 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความคิดวิจารณ์ 5 ด้าน และความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

Source of Variance	df	SS	MS	F
Regression	8	1316.202	164.525	7.241***
Residual	351	7975.729	22.723	
Totat	359	9291.931		

R = .3760 $R^2 = .1420$ Adjusted $R^2 = .1220$ S.E._{est} = 4.767 a = 6.742

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความคิดวิจารณ์ 5 ด้าน และความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เท่ากับ .3760 และความคิดวิจารณ์ 5 ด้าน และความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบสามารถพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ร้อยละ 14.20 ($R^2 = .1420$) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ .1220 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E._{est}) เท่ากับ 4.767

4. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ใช้ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.1 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ใช้ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา เมื่อใช้ความคิดวิจารณ์ญาณ 5 ด้าน เป็นตัวพยากรณ์ ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบขั้นบันได (Stepwise Approach) ดังตารางที่ 14 และเสนอค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 14 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ใช้ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา เมื่อใช้ความคิดวิจารณ์ญาณ 5 ด้าน เป็นตัวพยากรณ์

ตัวพยากรณ์ที่ใช้	R	R ²	R ² Change	F
X ₃	.286	.082	.082	31.886***
X ₃ X ₁	.330	.109	.027	21.879***
X ₃ X ₁ X ₄	.349	.122	.013	16.453***

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่า ตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดที่ถูกเลือกเข้ามาเป็นอันดับแรก คือ ความคิดวิจารณ์ญาณด้านนิรนัย (X₃) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ คือ ความคิดวิจารณ์ญาณด้านการสรุปอ้างอิง (X₁) เข้าไป พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R²) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ความคิดวิจารณ์ญาณด้านการตีความ (X₄) เข้าไป พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R²) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากนั้นเมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ตัวอื่น ๆ เข้าไป พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R²) เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เมื่อใช้ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ ความคิดวิจารณ์ญาณด้านนิรนัย (X₃) ด้านการสรุปอ้างอิง (X₁) และด้านการตีความ (X₄) สามารถใช้ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) ได้ ส่วนความคิดวิจารณ์ญาณด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น และด้านการประเมินข้อโต้แย้ง ไม่ใช่สามารถพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (b, β) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย ($S.E._b$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) และค่าที่ (t) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เมื่อใช้ความคิวิจารณ์ญาณ 5 ด้าน เป็นตัวพยากรณ์

ตัวพยากรณ์	β	b	$S.E._b$	t	
1. การสรุปร่าง (X ₁)	.180	.596	.180	3.314***	
2. การนิรนัย (X ₃)	.286	.873	.155	5.647**	
3. การตีความ (X ₄)	.129	.366	.162	2.258*	
R = .3490		R ² = .1220	Adjusted R ² = .1140	S.E. _{est} = 4.7877	a = 9.222

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า ความคิวิจารณ์ญาณด้านการสรุปร่าง (X₁) มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ด้านนิรนัย (X₃) มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และด้านการตีความ (X₄) มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความคิวิจารณ์ญาณทั้ง 3 ด้านดังกล่าวสามารถพยากรณ์คะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) ได้ร้อยละ 12.20 (R² = .1220) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted R²) เท่ากับ .1140 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E._{est}) เท่ากับ 4.7877 ได้สมการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = 9.222 + .596 X_1 + .873 X_3 + .366 X_4$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z} = .180 Z_1 + .286 Z_3 + .129 Z_4$$

4.2 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ใช้ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบเป็นตัวพยากรณ์ ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบขั้นบันได (Stepwise Approach) ดังตารางที่ 16 และเสนอค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ ดังตารางที่ 17

ตาราง 16 การค้นหาตัวพยากรณ์ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ เป็นตัวพยากรณ์

ตัวพยากรณ์ที่ใช้	R	R ²	R ² Change	F
X ₇	.124	.015	.015	5.576*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่ามีตัวพยากรณ์ถูกเลือกเข้ามาเพียงตัวเดียว คือ ความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบความคิดยืดหยุ่น (X₇) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์องค์ประกอบความคล่องในการคิดและความคิดริเริ่มเข้าไป พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R²) เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อใช้ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ และใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นตัวพยากรณ์ มีความคิดสร้างสรรค์เพียงองค์ประกอบเดียว คือ ความคิดยืดหยุ่น (X₇) ที่สามารถใช้ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) ได้ ส่วนความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบ ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่มไม่ใช้สามารถพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (b, β) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย ($S.E._b$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) และค่าที (t) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เมื่อใช้ความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ เป็นตัวพยากรณ์

ตัวพยากรณ์	β	b	$S.E._b$	t
ความคิดยืดหยุ่น (X_7)	.124	.668	.283	2.361*
$R = .1240$	$R^2 = .0150$	Adjusted $R^2 = .0130$	$S.E._{est} = 5.055$	a = 12.986

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบความคิดยืดหยุ่น (X_7) มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์องค์ประกอบความคิดยืดหยุ่นดังกล่าว สามารถพยากรณ์คะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) ได้ร้อยละ 1.50 ($R^2 = .0150$) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ .0130 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ($S.E._{est}$) เท่ากับ 5.055 ได้สมการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = 12.986 + .668X_7$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z} = .124Z_7$$

4.3 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ใช้ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา เมื่อใช้ความคิดวิจารณ์ 5 ด้าน และความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบเป็นตัวพยากรณ์ ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบขั้นบันได (Stepwise Approach) ดังตารางที่ 18 และเสนอค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ ดังตารางที่ 19

ตาราง 18 การค้นหาตัวพยากรณ์ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ความคิดวิจารณ์ 5 ด้าน และความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ เป็นตัวพยากรณ์

ตัวพยากรณ์ที่ใช้	R	R ²	R ² Change	F
X ₃	.286	.082	.082	31.886***
X ₃ X ₁	.330	.109	.027	21.879***
X ₃ X ₁ X ₄	.349	.122	.013	16.453***

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากตาราง 18 พบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดที่ถูกเลือกเข้ามาเป็นอันดับแรกคือ ความคิดวิจารณ์ด้านนิรนัย (X₃) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ คือ ความคิดวิจารณ์ด้านการสรุปอ้างอิง (X₁) เข้าไป พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R²) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ความคิดวิจารณ์ด้านการตีความ (X₄) เข้าไป พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R²) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากนั้นเมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์ตัวอื่น ๆ เข้าไป พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R²) เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อใช้ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาเป็นเกณฑ์ ความคิดวิจารณ์ด้านนิรนัย (X₃) ด้านการสรุปอ้างอิง (X₁) และด้านการตีความ (X₄) สามารถใช้ในการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) ได้ ส่วนความคิดวิจารณ์ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง และ ความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบไม่สามารถร่วมพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้

ตาราง 19 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (b, β) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย (S.E._b) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (S.E._{est}) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) และค่าที (t) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์

ตัวพยากรณ์	β	b	S.E. _b	t
1. การสรุปอ้างอิง (X_1)	.180	.596	.180	3.314***
2. การนิรนัย (X_3)	.286	.873	.155	5.647**
3. การตีความ (X_4)	.129	.366	.162	2.258*
R = .3490 $R^2 = .1220$ Adjusted $R^2 = .1140$ S.E. _{est} = 4.7877 a = 9.222				

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่า ความคิดวิจารณ์ด้านการสรุปอ้างอิง (X_1) มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ด้านนิรนัย (X_3) มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และด้านการตีความ (X_4) มีความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความคิดวิจารณ์ทั้ง 3 ด้านดังกล่าวสามารถพยากรณ์คะแนนความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Y) ได้ร้อยละ 12.20 ($R^2 = .1220$) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted R^2) เท่ากับ .1140 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E._{est}) เท่ากับ 4.7877 ได้สมการพยากรณ์ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = 9.222 + .596 X_1 + .873 X_3 + .366 X_4$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Z} = .180 Z_1 + .286 Z_3 + .129 Z_4$$