

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาการพัฒนาคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ สะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความมีวินัยในตนเอง การแก้ โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัย ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้กำหนดความหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจาก การแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
F	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจาก การแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
V	แทน	Pillai's Trace
df	แทน	ระดับความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
*	แทน	มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05
Sig.	แทน	ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

SS แทน ผลรวมกำลังสอง

MS แทน ค่าประมาณของความแปรปรวน

ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเพื่อการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งทำให้ได้ผลการทดสอบเข้าใกล้ความเป็นจริงมากที่สุด ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ตามลำดับสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. หาคุณภาพเครื่องมือของคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ระเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)
2. เปรียบเทียบความมีวินัยในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ระเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples
3. เปรียบเทียบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ระเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ระเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples
5. เปรียบเทียบความมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) หลังเรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ระเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ One-way MANCOVA และ One-way ANCOVA

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพิ่มเติมจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้านวินัยในตนเอง โดยการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น แต่จะไม่นำจำนวนครั้งของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น มาวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ โดยจะบรรยายผลที่เกิดขึ้นในภาพรวม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ตามลำดับสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. หาคุณภาพเครื่องมือของคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)

ตาราง 8 ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) ของคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลที่เกิด	N	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน		E.I.
			ก่อนเรียน	หลังเรียน	
ความมีวินัยในตนเอง	31	175	4,283	4,867	0.51
การแก้โจทย์ปัญหา	31	30	363	650	0.51
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	31	30	381	678	0.54
รวม	31	235	5,027	6,194	0.52

จากตาราง 8 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) ของคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความมีวินัยในตนเอง มีค่าเท่ากับ 0.51 การแก้โจทย์ปัญหา มีค่าเท่ากับ 0.51 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.54 รวมเฉลี่ยค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.52 แสดงว่า คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหา เป็นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นนั้น มีประสิทธิผลตามเกณฑ์

2. เปรียบเทียบความมีวินัยในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความมีวินัยในตนเองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการทดสอบ	N	\bar{X}	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	31	138.16	7.94	18.22*	.00
หลังเรียน	31	157.00	7.53		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่าความมีวินัยในตนเองหลังเรียน ($\bar{X} = 157.00$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 138.16$) จากการพิจารณาค่า Sig. = .00 แสดงว่า ความมีวินัยในตนเองของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เปรียบเทียบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการทดสอบ	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	31	11.71	2.71	12.11*	.00
หลังเรียน	30	31	20.97	4.22		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่าการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียน ($\bar{X} = 20.97$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 11.71$) จากการพิจารณาค่า Sig. = .00 แสดงว่า การแก้โจทย์ปัญหา

ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการทดสอบ	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	31	12.29	2.18	25.87*	.00
หลังเรียน	30	31	21.87	3.22		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X} = 21.87$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 12.29$) จากการพิจารณาค่า Sig. = .00 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. เปรียบเทียบความมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) หลังเรียนโดยใช้คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ One-way MANCOVA และ One-way ANCOVA

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) ที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ ได้แก่ ข้อมูลมีการแจกแจงปกติหลายตัว (Multivariate Normality Distribution), ข้อมูลมีเมตริกซ์

ความแปรปรวนร่วมเท่ากันทุกกลุ่ม (Homogeneity of Covariance Matrix) และ ความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรตาม (Correlation) ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่า เป็นไปตาม ข้อตกลงเบื้องต้นทั้ง 3 ข้อ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความแตกต่างของกลุ่มทดลอง ที่มีการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) โดยการนำคะแนนก่อนเรียนของควมมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาทดสอบความแตกต่างก่อนเรียน เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่ถูกต้อง จากการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสม โดยสามารถนำผลการวิจัย ไปพัฒนากับนักเรียนได้จริง ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงผลของการทดสอบ ดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) ที่มีผลต่อคะแนนก่อนเรียนของวินัย ในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้รับการสอนตาม คู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน (One-way-ANOVA)

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ควมมีวินัย ในตนเอง	ระหว่างกลุ่ม	1140.38	2	570.19	21.29*	.00
	ภายในกลุ่ม	749.81	28	26.78		
	รวม	1890.19	30			
การแก้โจทย์ ปัญหา	ระหว่างกลุ่ม	57.85	2	28.93	4.98*	.01
	ภายในกลุ่ม	162.54	28	5.81		
	รวม	220.39	30			
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	115.21	2	57.60	59.34*	.00
	ภายในกลุ่ม	27.18	28	0.97		
	รวม	142.39	30			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 12 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) ที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็ม

ศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ก่อนเรียนมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบนี้ทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 5 โดยใช้ สถิติทดสอบ One-Way MANCOVA และเลือกค่าสถิติ Pillai's Trace (V) โดยผู้วิจัยใช้ ความรู้พื้นฐาน คะแนนก่อนเรียนของควมมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นตัวแปรควบคุม และผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ต่อไปว่าควมมี วินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีการคิด วิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) เมื่อได้รับการสอนตามคู่มือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความแตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์รวม โดยใช้ความแปรปรวนพหุคูณร่วม ทางเดียว (One-Way MANCOVA) ดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ควมมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) ที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้อัตนศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยความแปรปรวนพหุคูณร่วมทางเดียว (One-way-MANCOVA)

ตัวแปร	ค่า V	df	F	Sig.
การคิดวิเคราะห์	.83	6	5.70*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 13 หลังขจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานของควมมีวินัย ในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนก่อนเรียน) ออกแล้ว จากการพิจารณา ค่า Sig. = .00 แสดงว่าควมมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) ที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้อัตนศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการ ใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้แสดงผลเปรียบเทียบแยกทีละตัวแปรตาม (Univariate Test) เพื่อแสดงให้เห็นว่าหลังจากการจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากความรู้พื้นฐาน (คะแนนก่อนเรียน) ออกแล้ว ตัวแปรตามตัวใดบ้างที่มีความแตกต่างกัน แสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) ที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยสถิติ ANCOVA

ตัวแปร	SS	df	MS	F	Sig.
ความมีวินัยในตนเอง	12.05	2	6.03	.20	.82
การแก้โจทย์ปัญหา	86.65	2	43.33	29.01*	.00
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	44.11	2	22.05	9.65*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 14 หลังจากการจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานของความมีวินัยในตนเองออกแล้ว พบว่า Sig. = .82 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) มีความมีวินัยในตนเองไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานการแก้โจทย์ปัญหาออกแล้ว พบว่า Sig. = .00 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) มีการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากการจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกแล้ว พบว่า Sig. = .00 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะทดสอบว่า ความมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) มีค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน จึงทำการทดสอบ ภายหลัง (Post Hoc) ตามวิธีของ Bonferroni ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหา ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) เป็นรายคู่ตามวิธีของ Bonferroni

การคิดวิเคราะห์	\bar{X}	การคิดวิเคราะห์		
		สูง	ปานกลาง	ต่ำ
		25.70	21.36	15.80
สูง	25.70	-	4.34*	9.90*
ปานกลาง	21.36	-	-	5.56*
ต่ำ	15.80	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 ผลการทดสอบความแตกต่างของการแก้โจทย์ปัญหา ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) เป็นรายคู่ หลังจากขจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานออกแล้ว พบว่า นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันมีการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกัน โดยมีจำนวน 3 คู่ ที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ 1) นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์สูงมีการแก้โจทย์ปัญหาได้สูงกว่านักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ปานกลาง 2) นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์สูงมีการแก้โจทย์ปัญหาได้สูงกว่านักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ต่ำ และ 3) นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ปานกลางมีการแก้โจทย์ปัญหาได้สูงกว่านักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ต่ำ

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์
แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) เป็นรายคู่ตามวิธีของ Bonferroni

การคิดวิเคราะห์	\bar{X}	การคิดวิเคราะห์		
		สูง	ปานกลาง	ต่ำ
		25.20	22.18	18.20
สูง	25.20	-	3.02*	7.00*
ปานกลาง	22.18	-	-	3.98*
ต่ำ	18.20	-	-	-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 ผลการทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) เป็นรายคู่ หลังจากขจัดอิทธิพลอันเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานออกแล้ว พบว่า นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยมีจำนวน 3 คู่ ที่มีการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ 1) นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ปานกลาง 2) นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์สูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ต่ำ และ 3) นักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีการคิดวิเคราะห์ต่ำ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพิ่มเติมจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ด้านวินัยในตนเอง โดยการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น ตามแบบบันทึกหลังสอน รวมทั้งแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้และแบบประเมินคุณลักษณะของนักเรียน แต่จะไม่นำจำนวนครั้งของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น มาวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ โดยจะวิเคราะห์ในลักษณะการบรรยายผลที่เกิดขึ้นในภาพรวม ดังนี้

1. ในด้านความมีวินัยในตนเอง ได้แก่ การปฏิบัติตามกฎระเบียบของสังคม ความเชื่อมั่นในตนเอง ความรับผิดชอบ ความตั้งใจ ความเป็นผู้นำ ความพากเพียร และความอดทน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความเคารพครู อาจารย์ แต่งกายถูกต้องตามระเบียบของโรงเรียน รวมทั้งถือครองเท้าก่อนเข้าห้องเรียน ไม่ขีดเขียนโต๊ะเก้าอี้ และปฏิบัติ

ตามกฎการใช้ห้องปฏิบัติการ ในเรื่องความเชื่อมั่นในตนเอง นักเรียนส่วนใหญ่จะมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าก่อนจะทำอะไร กล้าชี้แจงข้อเท็จจริงด้วยเหตุผล เมื่อกระทำผิดแล้ว กล้ายอมรับผิด มีความหนักแน่น ไม่เชื่อคนง่ายหากไม่ได้พิสูจน์ก่อน รวมทั้งให้ความช่วยเหลือเมื่อเพื่อนต้องการ ในเรื่องความรับผิดชอบ นักเรียนส่วนใหญ่มาทันเข้าแถวเคารพธงชาติ รับผิดชอบเวรประจำวัน มีการเตรียมความพร้อมในการเรียนและปฏิบัติงาน ไม่คุยกันในขณะที่เรียน รวมทั้งทำงานที่ครูมอบหมายเสร็จทันเวลา ในเรื่องของความตั้งใจ นักเรียนส่วนใหญ่ปฏิบัติหน้าที่ ของตนเองโดยไม่แสดงความเบื่อหน่าย เมื่อทำการบ้าน ไม่ได้ก็มักจะถามครู หรือเพื่อนที่ทำได้ แล้วกลับมาทำเอง โดยใช้ความพยายามมากขึ้นเมื่อรู้ว่าตนเองได้คะแนนน้อย รวมถึงใช้การ จดบันทึกเนื้อหาที่ครูสอนทุกครั้ง และส่งการบ้านตามเวลาที่กำหนดได้ ในเรื่องความเป็นผู้นำ นักเรียนส่วนใหญ่ยินดีเสียสละเวลาในการทำงานกลุ่มให้สำเร็จ เพื่อให้งานดีที่สุด วางตัวเป็นกลางเมื่อเพื่อนมีความขัดแย้งกันทางความคิด แล้วให้อยู่ในความผิดพลาดของผู้อื่นเมื่อกระทำโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ นอกจากนี้ยังเสนอแนวคิดและวิธีการใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการทำงานกลุ่ม ในเรื่องความพากเพียร นักเรียนส่วนใหญ่เมื่อตั้งใจทำอะไรแล้ว จะต้องทำจนสำเร็จ หมั่นถามและตอบคำถามครูเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน หมั่นใช้เวลาว่างทำในสิ่งที่เป็นประโยชน์กับตนเอง ทบทวนความรู้มาล่วงหน้าก่อนเข้าเรียน และไม่เคยค้างส่งงานหรือการบ้าน ถึงแม้จะมีงานอื่นเข้ามา และในเรื่องความอดทน นักเรียนส่วนใหญ่ควบคุมอารมณ์ได้เมื่อถูกผู้ปกครอง ครูและเพื่อนตำหนิ มีความอดทนอดกลั้นต่อการถูกกลั่นแกล้ง ทำการบ้านจนเสร็จก่อนเข้านอน ทำงานที่ได้รับมอบหมายจนเสร็จแม้ว่าจะไม่ชอบงานนั้น และมีความเข้าใจว่าการทำงานทุกอย่างแบบหนักเอาเบาสู้ จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในชีวิตได้

2. ในด้านการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ขณะปฏิบัติกิจกรรมตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ โดยผู้วิจัยได้สังเกตเห็นการมีส่วนร่วมของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม ได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนแรก คือการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่า ปัญหาคืออะไร ซึ่งนำไปสู่ขั้นที่สอง คือการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาร่วมกันว่า โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้บ้าง จากนั้นเข้าสู่ขั้นที่สาม คือการดำเนินการศึกษาค้นคว้า สมาชิกในกลุ่มช่วยกันศึกษาตัวอย่างจากแบบเรียน ใบกิจกรรมและการตั้งคำถามที่สงสัย เพื่อให้ครูแนะแนวทาง รวมทั้งครูคอยกระตุ้นโดยการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จะต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยให้เกิดแนวทางในการค้นหาคำตอบ จนได้แนวคิดของสมาชิกแต่ละคนที่มีความหลากหลาย แล้ว

เข้าสู่ขั้นที่สี่ คือการสังเคราะห์ความรู้ เมื่อสมาชิกในกลุ่มได้ทำการรวบรวมแนวคิดหลาย ๆ แนวคิดไว้ จากนั้นสมาชิกในกลุ่มได้มีการคัดเลือกแนวคิด และสรุปแนวคิดที่เป็นไปได้ในการหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ แล้วแสดงวิธีการคำนวณเพื่อหาคำตอบออกมา เมื่อได้คำตอบแล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนสุดท้าย คือการประเมินค่าของคำตอบ นำเสนอและประเมินผล ซึ่งนักเรียนในกลุ่มได้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้มา ว่าถูกต้องหรือไม่ เพื่อให้เห็นว่าคำตอบที่ได้มานั้นมีความสมเหตุสมผล หรือเป็นข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น รวมทั้งนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของกลุ่มโดยให้ตัวแทนของกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้น เพื่อสรุปแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เห็นการมีส่วนร่วมของนักเรียนที่ตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็นเมื่อมีการสรุปร่วมกัน ทำให้การแก้โจทย์ปัญหาเป็นระบบมากขึ้น

3. ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การปฏิบัติกิจกรรมตามคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนได้รับความรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง อย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนที่ชัดเจน นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ได้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง จนเกิดความคุ้นเคยในการแก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งเกิดความมั่นใจในการทำงาน มีความรับผิดชอบต่อกลุ่มและต่อตนเอง เพื่อให้กิจกรรมเสร็จทันเวลา ทำให้สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนได้สูงขึ้น