

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการสร้างเครื่องมือ
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม จำนวนนักเรียนทั้งหมด 6,310 คน จำนวนห้องเรียน 150 ห้อง จากโรงเรียนจำนวน 35 โรงเรียน

ตารางที่ 1 จำนวนประชากรนักเรียน และจำนวนห้องเรียน

เขตพื้นที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนห้อง
1	1. สารคามพิทยาคม	741	14
	2. ผดุงนารี	531	11
	3. มหาวิทยาลัยนฤมิตร	84	2
	4. มหาชัยพิทยาคาร	63	2
	5. แคนด้าพิทยาคาร	60	2
	6. มิตรภาพ	74	2
	7. เขวาใหญ่พิทยาสรรค์	30	1
	8. กันทรวิชัย	196	5
	9. บรบือ	404	10

เขตพื้นที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนห้อง
1	10. เหล่าชาววิทยาคาร	111	3
	11. โนนแดงวิทยาคาร	72	2
	12. ขางวิทยาคม	104	3
	13. โนนราษฎร์วิทยา	60	2
	14. หนองม่วงวิทยาคาร	31	1
	15. บรบือวิทยาคาร	424	10
	รวม	2,981	70
2	1. นาเชือกพิทยาสรรค์	469	10
	2. ปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก	41	1
	3. พยัคภูมิวิทยาคาร	434	9
	4. วาปีปทุม	462	11
	5. ดงใหญ่วิทยาคม รัชมังคลาภิเษก	95	3
	6. ประชาพัฒนา	55	2
	7. นาดีประชาเสสรณ์	207	5
	8. ดงบังพิสัยนวการนุสรณ์	142	3
	9. นาภูพิทยาคม	63	2
	10. มัชฌิมบางสีสุราช	128	3
รวม	2,115	49	
3	1. โกสุมพิทยาสรรค์	366	9
	2. เขวาไร่ศึกษา	223	5
	3. เขื่อนพิทยาสรรค์	29	1
	4. โพนงามพิทยานุกูล	19	1
	5. วังยาวศึกษาวิทย์	34	1
	6. เขียงยืนพิทยาคม	307	7
	7. กู่ทองพิทยาคม	30	1
	8. กุดรังประชาสรรค์	33	1
	9. นาโพธิ์พิทยาสรรค์	74	2
	10. ชื่นชมพิทยาคาร	99	3
รวม	1,214	31	
	รวมทั้งหมด	6,310	150

กลุ่มตัวอย่าง .

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของ โรงเรียนมัธยมศึกษา ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มหาสารคาม เขต 1 จำนวนนักเรียน 1,800 คน จำนวนห้องเรียน 60 ห้อง จาก โรงเรียนจำนวน 15 โรงเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ใช้เขตพื้นที่การศึกษาเป็นหน่วยสุ่ม จากทั้งหมด 3 เขต โดยการสุ่มอย่างง่ายได้เขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 มีนักเรียน 2,981 คน ห้องเรียน 70 ห้อง จาก 15 โรงเรียน
2. ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม แล้วสุ่มอย่างง่ายในโรงเรียนที่มีจำนวน 14 ห้องเรียนมาจำนวน 10 ห้อง โรงเรียนที่มี 11 ห้องมาจำนวน 9 ห้อง โรงเรียนที่มีจำนวน 10 ห้องมา 80 % ของจำนวนห้องเรียนทั้งหมด และเลือกแบบเจาะจงในโรงเรียนที่มีจำนวนห้องเรียนน้อยกว่า 10 ห้องมาทั้งหมด ได้จำนวนนักเรียน 2,557 คน จำนวนห้องเรียน 60 ห้อง
3. ให้นักเรียนเป็นหน่วยสุ่ม แล้วสุ่มอย่างง่ายในแต่ละห้องให้ได้ห้องละ 30 คน และเลือกแบบเจาะจงในห้องเรียนที่มีนักเรียนไม่เกิน 30 คน (สุ่มหลังจากนักเรียนได้ทำแบบทดสอบและแบบวัด) ได้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 1,800 คน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวนนักเรียน และจำนวนห้องเรียน

เขตพื้นที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนห้อง
1	1. สารคามพิทยาคม	300	10
	2. ผดุงนารี	270	9
	3. มหาวิทยาลัยกุล	60	2
	4. มหาชัยพิทยาคาร	60	2
	5. แกดคำพิทยาคาร	60	2
	6. มิตรภาพ	60	2
	7. เขวาใหญ่พิทยาสรรค์	30	1
	8. กันทรวิชัย	150	5
	9. บรบือ	240	8
	10. เหล่ายาวพิทยาคาร	90	3
	11. โนนแดงพิทยาคาร	6	2

เขตพื้นที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนห้อง
	12. ยางวิทยาคม	90	3
	13. โนนราษฎร์วิทยา	60	2
	14. หนองม่วงวิทยาการ	30	1
	15. บรบือวิทยาการ	240	8
	รวม	1,800	60

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชนิด ดังนี้

1. แบบทดสอบ

1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์

1.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 ด้านดังนี้

1.2.1 ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์

1.2.2 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์

ทางคณิตศาสตร์

1.2.3 ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ

1.2.4 ความสามารถในหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลขหรือภาพ

เรขาคณิต

2. แบบสอบถาม

แบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และบรรยากาศ

ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

3. แบบวัด

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

และแบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์

(0) ถ้า $1, 4, 9, 16, 25, x$ แล้วค่า x มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 30

ข. 36

ค. 40

ง. 49

คำตอบ ข้อ ข. 36

2. ตัวอย่างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้มี 4 ด้าน ดังนี้

1.1 ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์จำนวน 1 ข้อ

1.2 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทาง

คณิตศาสตร์จำนวน 1 ข้อ

1.3 ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ จำนวน 1 ข้อ

1.4 ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลขหรือภาพ

เรขาคณิต จำนวน 1 ข้อ

2. ให้อเวลาในการทำแบบทดสอบข้อละ 5 นาที

3. นักเรียนจะได้คะแนนมาก ถ้านักเรียนตอบได้มาก มีเหตุผล ถูกต้อง และคำตอบแตกต่างจากคนอื่น

ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีคำตอบเป็น 25 ให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ

1. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาวด้านละ 5 หน่วยเท่ากับเท่าใด

2. รากที่สองของ 625 มีค่าเท่ากับเท่าใด

3. แขนงเปิดสเปซของการหีบหมายเลข 1 , 2 , 3 , 4 , 5 จำนวน 2 หมายเลข

โดยหีบครึ่งละ หมายเลขแล้วใส่คืนจะมีสมาชิกกี่จำนวน

ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

การส่งออกของสินค้าการเกษตรของไทยในปีนี้ต่ำกว่าปีที่แล้ว มีมูลค่าประมาณ 20%

ตัวอย่างคำตอบ

1. ฝนแล้งทำให้ผลผลิตต่ำ
2. ราคาผลผลิตตกต่ำลง
3. ต่างประเทศไม่นิยมซื้อสินค้าเกษตรของไทย
4. คุณภาพของสินค้าการเกษตรตกต่ำลง
5. การบรรจุหีบห่อไม่ดี ทำให้สินค้าราคาตก

ความสามารถในการคิดและตรวจคำตอบ

ตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการคิดหาคำตอบตัวเลขที่เกิดจากเงื่อนไข

ดังต่อไปนี้

1. เป็นจำนวนเต็มสองจำนวนใด ๆ
2. ผลคูณเท่ากับ 10
3. ผลบวกเท่าจำนวนลบ

ตัวอย่างคำตอบ

1. $(-2)(-5) = 10$ และ $(-2) + (-5) = -7$
2. $(-1)(-10) = 10$ และ $(-1) + (-10) = -11$

ความสามารถในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต

ตัวอย่าง

ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ตามคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างร่วมกันให้ได้มากที่สุด โดยที่แต่ละกลุ่มอย่างน้อยมี 3 จำนวนขึ้นไป พร้อมทั้งระบุเหตุผลในการจัดกลุ่มด้วย 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

ตัวอย่างคำตอบ

1. 1, 3, 5, 7, 9 เหตุผล เป็นจำนวนคี่
2. 2, 4, 6, 8, 10 เหตุผล เป็นจำนวนคู่

3. 2, 5, 7 เหตุผล เป็นจำนวนเฉพาะ
 4. 3, 6, 9 เหตุผล มี 3 เป็นตัวประกอบ

3. ตัวอย่างแบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
 คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าตรงกับความคิดเห็นของ
 นักเรียน และทำเครื่องหมาย “/” ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	ผู้ปกครองให้เรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์					
00	ผู้ปกครองซื้อหนังสืออ่านเพิ่มเติมวิชาคณิตศาสตร์ให้					

4. ตัวอย่างแบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์
 คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าตรงกับความคิดเห็นของ
 นักเรียน และทำเครื่องหมาย “/” ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
00	ครูสอนวิชาคณิตศาสตร์สนุกสนานไม่เครียด					

5. ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน และทำเครื่องหมาย “/” ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
00	ข้าพเจ้ามีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์					

6. ตัวอย่างแบบวัดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย “/” ในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับพฤติกรรมของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	ครูผู้สอนรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน					

7. ตัวอย่างแบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย “/” ในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับ
พฤติกรรมของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	ครูทบทวนเนื้อหาเดิมก่อนสอน เนื้อหาใหม่					
00	ครูสอนจากตัวอย่างง่ายไปหา ตัวอย่างที่ยากขึ้นเป็นลำดับ					

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 4 ฉบับ มีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบวัด
ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะ ขอบข่ายและจุดประสงค์
ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์

1.2 นิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบ

1.3 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะที่จะทดสอบ

โดยแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยประยุกต์มาจากทฤษฎี
เขาวงกตปัญญาของเทอร์สโตน ได้แก่ ความสามารถทางจำนวน ความสามารถด้านเหตุผล และ
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก

1.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ไปเสนอ
ประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ที่แก้ไข
ปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ คร.ไพศาล วรรคัม, ผศ.ว่าที่ร.ท.ณัฐชัย
จันทะชุม, ผศ.ไพศาล เอกะกุล, นายสวัสดิ์ จันทมนตรี และนางสุภัทรา โพธิ์หล้า ตรวจสอบ
ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับนิยามศัพท์เฉพาะ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

โดยนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาค่า IOC ได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อจึงไม่ได้ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ

1.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้ (Try -out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน

1.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ที่ได้รับคืนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ปรากฏว่าได้ค่าความยากรายข้อมีค่าระหว่าง 0.32 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อได้ตั้งแต่ -0.02 ถึง 0.76 แล้วเลือกใช้ข้อที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.76 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 แล้วคัดเลือกมา จำนวน 10 ข้อเพื่อไปใช้จริง

1.8 จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน แบบวัดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและแบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

2.1 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะ ขอบข่ายและจุดประสงค์ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.1.2 นิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อใช้ในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.1.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ลักษณะของแบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด การให้คะแนนแบบวัดแบ่งออกเป็นข้อความด้านนิมานและข้อความด้านนิเสธ การให้คะแนนด้านนิมาน คือ 5 4 3 2 และ 1 ตามระดับความคิดเห็น ส่วนการให้คะแนนด้านนิเสธให้คะแนนกลับกันกับด้านนิมาน

2.1.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไปเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.1.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นบุคคลเดียวกับผู้เชี่ยวชาญแบบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาบนนิยามศัพท์เฉพาะ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาค่า IOC ปรากฏว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

2.1.6 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try - out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.1.7 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับคืนมา มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item – total Correlation) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของคอนบราค (Cronbach) ปรากฏว่าได้ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ -1.64 ถึง 8.00 เลือกใช้ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 4.08 ถึง 8.00 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.85 มาจำนวน 10 ข้อเพื่อไปใช้จริง

2.1.8 จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู/แบบวัดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู กับนักเรียน

2.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู/ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

2.2.2 นิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อใช้ในการสร้างแบบวัดวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู/ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

2.2.3 สร้างแบบวัดวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ลักษณะของแบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

2.2.4 นำแบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู/ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ไปเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.2.5 นำแบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู/ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นบุคคลเดียวกับผู้เชี่ยวชาญแบบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับนิยามศัพท์เฉพาะ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC ปรากฏว่าได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00 และ 0.8 ถึง 1.00 ตามลำดับ

2.2.6 นำแบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู/ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ (Try - out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.2.7 นำแบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู/ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนที่ได้รับคืนมา มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item – total Correlation) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู/ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของคอนบราค (Cronbach) ปรากฏว่าได้ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.16 ถึง 7.78 และ 2.46 ถึง 8.09 เลือกใช้ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 3.69 ถึง 7.78 และ 3.73 ถึง 8.09 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.749 และ 0.917 ตามลำดับ มาจำนวน 10 ข้อเพื่อไปใช้จริง

2.2.8 จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง แบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์

3.1 แบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

3.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ

แบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

3.1.2 นิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อใช้ในการสร้างแบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

3.1.3 สร้างแบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

ลักษณะของแบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

3.1.4 นำแบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง ไปเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.1.5 นำแบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นบุคคลเดียวกับผู้เชี่ยวชาญแบบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับนิยามศัพท์เฉพาะ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC ปรากฏว่าได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

3.1.6 นำแบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.1.7 นำแบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองที่ได้รับคืน มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item – total Correlation) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ปรากฏว่าได้ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 4.23 ถึง 10.07 เลือกใช้ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 4.23 ถึง 9.38 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 มาจำนวน 10 ข้อเพื่อไปใช้จริง

3.1.8 จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.2 แบบสอบบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์

3.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์

3.2.2 นิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อใช้ในการสร้างแบบสอบบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์

3.2.3 สร้างแบบสอบบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ลักษณะของแบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

3.2.4 นำแบบสอบบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไปเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.2.5 นำแบบสอบบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นบุคคลเดียวกับผู้เชี่ยวชาญแบบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับนิยามศัพท์เฉพาะ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC โดยข้อคำถามที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

3.2.6 นำแบบสอบบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try - out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.2.7 นำแบบสอบบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับคืนมา มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item – total Correlation) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบบรรยากาศ

ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของคอนบรอก (Cronbach) ปรากฏว่าได้ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 2.05 ถึง 6.50 เลือกใช้ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 2.05 ถึง 6.50 ปรค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 มาจำนวน 10 ข้อเพื่อไปใช้จริง

3.2.8 จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4.2 เขียนนิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง การออกแบบ ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

4.3 สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตามนิยามที่เขียนไว้ทั้ง 4 ด้านดังนี้

4.3.1 ความสามารถในการตั้ง โจทย์คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ โดยให้นักเรียนตั้งคำถาม หรือ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

4.3.2 ความสามารถในการคาดคะเน จำนวน 2 ข้อ โดยการให้นักเรียนคาดคะเน หรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

4.3.3 ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ จำนวน 2 ข้อ โดยให้นักเรียนศึกษาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิด และคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือเงื่อนไขปัญหาที่กำหนดให้

4.3.4 ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต จำนวน 2 ข้อ โดยการให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิตจากตัวเลข หรือภาพเรขาคณิตที่กำหนดให้ โดยการจัดกลุ่มที่มีลักษณะแตกต่างกัน พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการจัดกลุ่มได้

4.4 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยแบบเขียนตอบไปเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นบุคคลเดียวกับผู้เชี่ยวชาญแบบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามที่เขียนไว้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC ปรากฏว่าได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

4.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.7 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับคืนมา มาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยจากสูตรของวิทน์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2552 : 288-298) และหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure) ปรากฏว่าแบบทดสอบมีค่าความยากตั้งแต่ .30 ถึง .62 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .41 ถึง .59 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.61 แล้วคัดเลือกมาดำเนินละ 1 ข้อเพื่อนำไปใช้จริง

4.8 จัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำหนังสือขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ถึงผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตไปติดต่อกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอกำหนดวัน เวลา และสถานที่ในการสอบ
3. จัดเตรียมแบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบวัดทั้ง 5 ฉบับให้เพียงพอกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรียน
4. ผู้วิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองตามวันและเวลาที่กำหนด โดยชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทราบวัตถุประสงค์ของการสอบและขอความร่วมมือในการสอบเพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

5. นำผลมาตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์ของแต่ละแบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบวัด

6. นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ แบบวัด 1 ฉบับ และแบบสอบถาม 2 ฉบับ
2. การตรวจให้คะแนน

2.1 กรณีแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ นักเรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบได้ 0 คะแนน

2.2 กรณีแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ การตรวจให้คะแนนยึดหลักของครอปเลย์ (กรมวิชาการ. 2534 : 51 ; อ้างอิงจาก Cropley. 1966 : 261-262) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยแบบทดสอบแต่ละด้านทั้ง 4 ด้าน จะตรวจให้คะแนนทั้ง 3 แบบสำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้านเป็นการรวมคะแนนทั้ง 3 แบบเข้าด้วยกัน เป็นคะแนนรวมความคิดสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ มีหลักในการตรวจดังนี้

2.2.1 คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ให้คะแนนตามจำนวนทั้งหมดที่นักเรียนตอบได้

2.2.2 คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนโดยการนับจากจำนวนกลุ่ม หรือจำนวนทิศทางของคำตอบ ซึ่งนำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วไปแล้วมาจัดกลุ่มหรือทิศทางใหม่ คำตอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกันก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันเมื่อจัดแล้วให้คำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน

2.2.3 คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามสัดส่วนของความดีของคำตอบ ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของครอปเลย์ พิจารณาคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็จะได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้คะแนน ถ้าคำตอบยังซ้ำกันคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 12 % ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 6-11%	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3-5%	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 2%	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1%	ให้	4	คะแนน

2.3 กรณีแบบวัด และแบบสอบถาม มีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 102-103)

2.3.1 คำถามเชิงนิมิต (Positive Scale)

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้	1	คะแนน

2.3.2 คำถามเชิงนิเสธ (Negative Scale)

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้	1	คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้	5	คะแนน

3. หากคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ หากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามที่สร้างขึ้นกับนิยามที่เขียนไว้ วิเคราะห์หาค่าความยาก (P) ของแบบทดสอบ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบวัด และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบวัด

4. คำนวณหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ของแบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบวัด

5. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยดังนี้

5.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation Coefficient) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

5.2 การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์การถดถอย (Slope) ของ
คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์พหุระดับ ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ระดับนักเรียน (Micro-Level Analysis หรือ Within School
Analysis)

วิธีวิเคราะห์ทำ 5 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์ Null Model เป็นการวิเคราะห์โดยไม่นำตัวแปรอิสระใด ๆ ทั้งตัวแปรระดับนักเรียนและตัวแปรระดับห้องเรียนมาวิเคราะห์ร่วม เพื่อให้เห็นค่าการกระจายของตัวแปรตามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละห้อง โดยไม่มีตัวแปรอิสระใด ๆ เข้ามาร่วมวิเคราะห์ ในขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลว่าง (Null Model)
2. วิเคราะห์ Simple Model วิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป (Full Model) ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Model
3. วิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐาน (Proposed Model) ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Model
4. ทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยการนำค่าความแปรปรวนจากการวิเคราะห์ Null Model และ Simple Model ทั้งรูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมติฐานมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ เพื่อใช้ทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปซท์ หากพบว่า รูปแบบเชิงสาเหตุตามสมมติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จะทำการปรับรูปแบบจนกว่าจะได้รูปแบบที่สอดคล้องที่เรียกว่า รูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับ
5. วิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่ปรับ วิเคราะห์ในระดับที่ 1 ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Model เพื่อหาค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) จากนั้นวิเคราะห์แยกสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใน โมเดลเพื่อพิจารณาผลทางตรง (Direct Effect) ผลทางอ้อม (Indirect Effect) และผลโดยรวม (Total Effect) แล้วนำค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Slope) ของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามในรูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลสุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติไปเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนต่อไป

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ระดับห้องเรียน (Macro-Level Analysis หรือ Between Unit Analysis) ทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม

1.1 วิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูป (Full Model) โดยมีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นตัวแปรตาม ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม และวิเคราะห์ในระดับที่ 2 ในขั้นตอนของ Hypothetical ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

1.2 วิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมุติฐาน (Proposed Model) โดยมีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม และวิเคราะห์ในระดับที่ 2 ในขั้นตอนของ Hypothetical ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

1.3 ทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (เมื่อใช้ค่าคงที่เป็นตัวแปรตาม) โดยนำค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ (Parameter Variance) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มขั้น Simple Model และ Hypothetical Model ในรูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูปและรูปแบบเชิงสาเหตุตามสมมุติฐานมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยประกอบกับนำค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป มาใช้ในการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปซท์ หากพบว่ารูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะทำการปรับรูปแบบ จนกว่าจะได้รูปแบบที่สอดคล้องที่เรียกว่า รูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับที่มีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม

1.4 วิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับมีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม และวิเคราะห์ในระดับที่ 2 ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model เพื่อหาค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random Effect) แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปแบบเชิงสาเหตุในระดับห้องเรียนที่ผ่านการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว (เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแปรตาม) เพื่อพิจารณาผลทางตรง (Direct Effect) ผลทางอ้อม (Indirect Effect) และผลโดยรวม (Total Effect)

2. เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย (Slope) ของตัวแปรระดับนักเรียนที่อิทธิพลส้อมมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตาม มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 วิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนแบบเต็มรูปแบบ (Full Model) โดยใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย (Slope) ของตัวแปรระดับนักเรียนที่อิทธิพลส้อมมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตามด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม และวิเคราะห์ในระดัที่ 2 ในขั้นตอนของ Hypothetical ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

2.2 วิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุระดับนักเรียนตามสมมุติฐาน (Proposed Model) โดยใช้สัมประสิทธิ์การถดถอย (Slope) ของตัวแปรระดับนักเรียนที่อิทธิพลส้อมมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตามด้วย โปรแกรมเอชแอลเอ็ม และวิเคราะห์ในระดัที่ 2 ในขั้นตอนของ Hypothetical ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

2.3 ทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรตาม) โดยนำค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ (Parameter Variance) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็มขั้น Simple Model และ Hypothetical Model ในรูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนแบบเต็มรูปแบบและรูปแบบเชิงสาเหตุตามสมมุติฐาน มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ประกอบกับนำค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป มาใช้ในการทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีของสเปซท์ หากพบว่ารูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนตามสมมุติฐานยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะทำการปรับรูปแบบ จนกว่าจะได้รูปแบบที่สอดคล้องที่เรียกว่า รูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับที่มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) ของตัวแปรระดับนักเรียนที่อิทธิพลส้อมมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตาม

2.4 วิเคราะห์รูปแบบเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนที่ปรับ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Slope) ของตัวแปรระดับนักเรียนที่อิทธิพลส้อมมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรตามด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม และวิเคราะห์ในระดัที่ 2 ในขั้นตอนการวิเคราะห์ Hypothetical Model ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อพิจารณาผลทางตรง (Direct Effect) ผลทางอ้อม (Indirect Effect) และผล โดยรวม (Total Effect)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยหาจากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index Of Congruence : IOC) ระหว่างคุณลักษณะตามที่ได้นิยามไว้กับข้อสอบที่ใช้วัด โดยใช้สูตรของโรวินลลี และแฮมเบลตัน (รัตนะ บัวสนธ์. 2552 : 79)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลมิติคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (ไพศาล วรคำ. 2552 : 277) ดังนี้

$$KR20 = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	KR20	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อที่ i หรือเท่ากับ $1 - p_i$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

1.3 วิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ หลังจากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การพิจารณาค่า P , r โดยใช้สูตร

$$P = \frac{P_H + P_L}{2}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยาก
	P_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

1.4 หาค่าอำนาจจำแนกรายชื่อของเครื่องมือการวิจัยที่เป็นแบบสอบถาม และแบบวัดโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแต่ละข้อกับคะแนนรวม (Item-total Correlation) (สมบัติท้ายเรือ. 2546 : 92)

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด X

$\sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของกำลังสองของคะแนนชุด X

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของกำลังสองของคะแนนชุด Y

$\sum XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่าง X กับ Y

N แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่ม

1.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม แบบวัดที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรคำ. 2552 : 277-278)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

K แทน จำนวนข้อความทั้งหมด

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของค่าความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

1.6 วิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดความสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้สูตรของวิทนี และซาเบอร์ (ไพศาล วรคำ. 2552 : 288-289)

$$P = \frac{S_H + S_L - (2N X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

1.7 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากสูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ. 2552 : 288-289)

$$D = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

1.8 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance) (ไพศาล วรคำ. 2552 : 279)

$$\Gamma_{xx'} = 1 - \frac{MS_R}{MS_p}$$

เมื่อ $\Gamma_{xx'}$	แทน	เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัด
MS_R	แทน	เป็นความแปรปรวนของคะแนนคลาดเคลื่อน
MS_p	แทน	เป็นความแปรปรวนของคะแนนผู้สอบ

2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

2.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2546 : 108)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X}	แทน	ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ.

2546 : 123)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มนั้น

2.3 ร้อยละ โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2546 : 103)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{\text{ตัวเลขที่ต้องการเปรียบเทียบ} \times 100}{\text{จำนวนเต็มของสิ่งนั้น}}$$

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

3.1 วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation Coefficient)

โดยใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือ. 2546 : 92)

$$r = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด X

$\sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของกำลังสองของคะแนนชุด X

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของกำลังสองของคะแนนชุด Y

$\sum XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่าง X กับ Y

N แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่ม

3.2 วิเคราะห์ตัวแปรระดับนักเรียน และระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อความคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามรูปแบบการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel

Analysis) คำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.2.1 วิเคราะห์ระดับนักเรียนแต่ละคน (Micro-Level Analysis หรือ Within School Analysis) จะมีลักษณะสมการดังนี้ (ไพศาล วรคำ. 2552 : 60)

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j}X_{1ij} + b_{2j}X_{2ij} + \varepsilon_{ij}$$

- เมื่อ Y_{ij} แทน เป็นตัวแปรตามของนักเรียนแต่ละคน(i) ในกลุ่ม j
 X_{1ij} แทน ตัวแปรพยากรณ์ที่ 1 ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม j
 X_{2ij} แทน ตัวแปรพยากรณ์ที่ 2 ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม j
 ε_{ij} แทน ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (random error) ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม j
 b_{0j} แทน ค่าเฉลี่ยของ Y ในกลุ่ม j
 b_{1j} แทน สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ X_1 ที่มีต่อ Y_{ij}
 b_{2j} แทน สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ X_2 ที่มีต่อ Y_{ij}

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับนักเรียนนี้จะได้ค่า b_{0j} , b_{1j} , b_{2j} เพื่ออธิบายอิทธิพลของตัวแปร X_1 และ X_2 ที่มีต่อ Y ในแต่ละห้องนั้น ๆ

3.2.2 วิเคราะห์ระดับกลุ่มนักเรียน (Macro-Level Model หรือ Between Class Analysis) ทำการวิเคราะห์ขั้น Hypothetical Model ซึ่งนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ตัวแปรด้านนักเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์พิจารณาเหมาะสมแล้วจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนและนำตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ ตัวแปรด้านบรรยากาศในห้องเรียน คณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน มีรูปแบบดังนี้ (ไพศาล วรคำ.2552 : 60)

$$b_{0j} = c_{00} + c_{01}G_{1j} + c_{02}G_{2j} + \alpha_{0j}$$

$$b_{1j} = c_{10} + c_{11}G_{1j} + c_{12}G_{2j} + \alpha_{1j}$$

$$b_{2j} = c_{20} + c_{21}G_{1j} + c_{22}G_{2j} + \alpha_{2j}$$

- เมื่อ b_{0j} , b_{1j} และ b_{2j} เป็นค่าที่วิเคราะห์ได้จากสมการระดับนักเรียนของห้อง j
 G_{1j} เป็นตัวแปรพยากรณ์ตัวที่ 1 ของนักเรียนกลุ่ม j เป็นตัวแปรระดับกลุ่ม
 G_{2j} เป็นตัวแปรพยากรณ์ตัวที่ 2 ของนักเรียนกลุ่ม j เป็นตัวแปรระดับกลุ่ม
 C_{00} เป็นค่าเฉลี่ยของ b_{0j}
 C_{01} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ G_1 ที่มีต่อ b_{0j}

- C_{02} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพหุคูณ G_2 ที่มีต่อ b_{0j}
 α_{0j} เป็นความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มของ b_{0j}
 C_{10} เป็นค่าเฉลี่ยของ b_{1j}
 C_{11} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพหุคูณ G_1 ที่มีต่อ b_{1j}
 C_{12} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพหุคูณ G_2 ที่มีต่อ b_{1j}
 α_{1j} เป็นความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มของ b_{1j}
 C_{20} เป็นค่าเฉลี่ยของ b_{2j}
 C_{21} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพหุคูณ G_1 ที่มีต่อ b_{2j}
 C_{22} เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวพหุคูณ G_2 ที่มีต่อ b_{2j}
 α_{2j} เป็นความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่มของ b_{2j}



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY