

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ กับกลุ่มการเรียนการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR โดยใช้กลวิธี STAR ในหัวข้อเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ของการประยุกต์การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ วิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.3 ขั้นตอนในการสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ผลการศึกษาที่ได้จากการทดลองจะใช้กับนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 สังกัดกรมสามัญศึกษา

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนวัดนวลนรดิศ สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร สาเหตุที่เลือกนักเรียนของโรงเรียนวัดนวลนรดิศ เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรเนื่องจากโรงเรียนนี้เป็น โรงเรียนขนาดใหญ่ มีนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันมากพอสำหรับการทดลอง จากการสำรวจพบว่า ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนวัดนวลนรดิศมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 ห้อง ผู้วิจัยต้องการคัดเลือกนักเรียนมาเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 30 คน

โดยผู้วิจัยได้จำแนกกลุ่มนักเรียนทั้ง 10 ห้อง ตามระดับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นคะแนนดิบในภาคเรียนที่ 1 ของทุก ๆ ห้อง จำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง กลุ่มเรียนอ่อน ซึ่งใช้เกณฑ์คะแนนในการจำแนกกลุ่มที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเองเพื่อความเหมาะสมกับข้อมูล

คะแนนที่มีอยู่ โดยกลุ่มเรียนเก่งมีคะแนน > 75 คะแนน กลุ่มเรียนปานกลาง 70-75 คะแนน และ กลุ่มเรียนอ่อน 50 - < 70 คะแนน

จากนั้นในแต่ละกลุ่ม กลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง กลุ่มเรียนอ่อน ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีแบบตารางเลขสุ่ม และใช้ชุดคำสั่งในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ประชากร และให้ได้รับการสอน 2 วิธี คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยมีขั้นตอนการสุ่มดังนี้ [74]

1. ให้หมายเลขนักเรียนในแต่ละกลุ่มจาก 1,2,3,..., n_i เมื่อ n_i แทนนักเรียนคนที่ n ในกลุ่มที่ i โดย i แทนนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน ตัวอย่างเช่น ในการสุ่มหมายเลขของกลุ่มเรียนปานกลาง มีจำนวนนักเรียน 20 คน ให้ n_i แทนนักเรียนกลุ่มเรียนปานกลาง ดังนั้น $n_i = 20$
2. เลือกหมายเลขสุ่มให้นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยใช้ชุดคำสั่งในโปรแกรม Microsoft Excel ในแต่ละกลุ่ม ตัวอย่างเช่น ในการสุ่มหมายเลขของกลุ่มเรียนปานกลาง มีจำนวนนักเรียน 20 คน สุ่มหมายเลขสุ่มมาจำนวน 20 หมายเลข โดยเลขสุ่มจะมีค่าอยู่ระหว่าง 00-99 โดยที่หมายเลขสุ่มที่ได้จะต้องไม่ซ้ำกัน
3. จากนั้นเรียงลำดับหมายเลขสุ่มจากน้อยไปมาก และให้ตัวเลข 10 ลำดับแรก 12, 18, 20, 14, 16, 7, 2, 17, 6 และ 13 อยู่ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ลำดับที่เหลืออยู่ในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ รายละเอียดดังตารางที่ 3.1
4. ถ้าลำดับของหมายเลขที่เรียงในขั้นตอนที่ 3 ตรงกันกับหมายเลขนักเรียนที่กำหนดให้ในขั้นตอนที่ 1 หมายเลขนักเรียนหมายเลขนั้นจะอยู่ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR หรือ กลุ่มกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 หมายเลขสุ่มของนักเรียนกลุ่มเรียนปานกลางในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
หมายเลขสุ่ม	นักเรียน	หมายเลขสุ่ม	นักเรียน
47	12	36	8
95	18	42	10
99	20	81	15
76	14	7	3

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) หมายเลขสุ่มของนักเรียนกลุ่มเรียนปานกลางในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
หมายเลขสุ่ม	นักเรียน	หมายเลขสุ่ม	นักเรียน
86	16	97	19
33	7	2	1
4	2	39	9
94	17	13	4
30	6	24	5
51	13	43	11

จากการสุ่มโดยวิธีแบบตารางเลขสุ่มจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดฉนวนรติศ จำนวน 10 ห้อง ซึ่งจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง กลุ่มเรียนอ่อน โดยผู้วิจัยต้องการคัดเลือกนักเรียนมาเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 30 คน ผลการคัดเลือกนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าแต่ละกลุ่มจะมี กลุ่มเรียนเก่ง 8 คน เท่ากัน กลุ่มเรียนปานกลางจะมี 10 คน เท่ากัน และกลุ่มเรียนอ่อน จะมี 12 คนเท่ากัน โดยแต่ละกลุ่มย่อยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จะมีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากันหรือใกล้เคียงกันตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ ข.7 (ภาคผนวก ข.)

จากนั้นนำค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 43201) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 30 คน ที่ถูกคัดเลือก รายละเอียดดังตารางที่ ข.7 (ภาคผนวก ข.) ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (f – test) พบว่าความแปรปรวนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่าที (t – test) แบบ Independent Samples Test พบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 43201) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

การทดลอง	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง (เรียนโดยกลวิธี STAR)	30	70.17	7.94
กลุ่มควบคุม (เรียนโดยแบบปกติ)	30	70.20	7.99

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค 43201) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	.000	.982	-.016	58	.987
Equal variances not assumed			-.016	57.998	.987

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ใช้กับกลุ่มทดลองเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
2. แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติที่ใช้กับกลุ่มควบคุมเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

3.3 ขั้นตอนในการสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3.3.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ของกลุ่มทดลอง เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 [5] ในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์จากคู่มือครู สาระการเรียนรู้หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารงานวิจัย และข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ที่เกี่ยวข้องกับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยผู้วิจัยพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแนวคิดของ Gagnon และ Maccini [13]
3. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่ดำเนินการสอน
4. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่
5. ศึกษาวิธีเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ / แหล่งการเรียนรู้
6. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 คาบ คาบละ 50 นาที ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สารการเรียนรู้ และจำนวนค่าของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่

แผนการจัดการเรียนรู้	สารการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนวเส้นตรง	2
2	วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนวเส้นตรง โดยนำมาจัดคราวละ r สิ่ง ($r \leq n$)	1
3	วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนววงกลม	1
4	วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมดในแนววงกลม โดยนำมาจัดคราวละ r สิ่ง ($r \leq n$)	1
5	วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด ในแนวเส้นตรง	1
6	วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของ n สิ่งที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด ในแนววงกลม	1
7	การแบ่งสิ่งของ n สิ่งออกเป็นกลุ่มๆ	2
8	วิธีจัดหมู่	3

7. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ลำดับขั้นการเรียนการสอน โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

- ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน ก่อนที่จะเรียนรู้ โนทัศน์ใหม่ มีการแนะนำภาพรวมทั่วไปโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาใหม่กับทักษะที่เรียนผ่านมาแล้วหรือทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วที่เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน

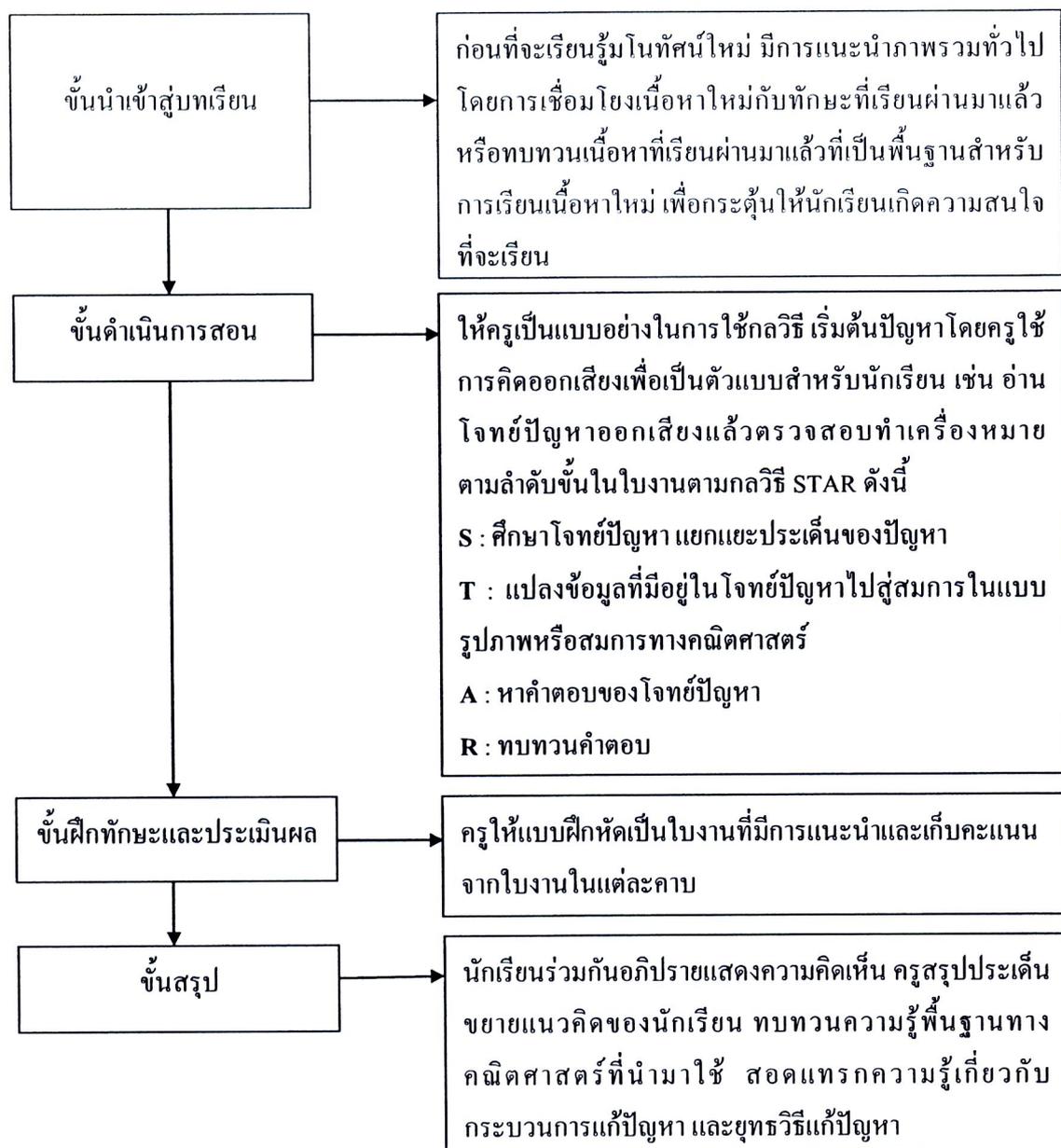
- ช้่นสอน เป็นการสนทนากับนักเรียนถึงปัญหาต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์สถานการณ์อย่างมีเหตุผลและการสื่อความหมายเพื่อนำเสนอผลลัพธ์ เริ่มต้นปัญหาโดยครูใช้การคิดออกเสียงเพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับนักเรียน เช่น อ่านโจทย์ปัญหาออกเสียงแล้วตรวจสอบทำเครื่องหมายตามลำดับขั้นในใบงานตามการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

S : ศึกษาโจทย์ปัญหา แยกแยะประเด็นของปัญหา

T : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์

A : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

R : ทบทวนคำตอบ



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธี STAR

- ขั้นฝึกทักษะและประเมินผล ครูให้แบบฝึกหัดเป็นใบงานที่มีการแนะนำและเก็บคะแนนจากใบงานในแต่ละคาบ
โอกาสให้นักเรียนได้ฝึกกลวิธี โดยลดบทบาทครูจนกระทั่งนักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง

จากนั้นครูประเมินผลโดยให้แบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องหาคำตอบด้วยตัวเองไม่มีคำแนะนำ ครูให้นักเรียนคิดด้วยตัวเอง

- ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปถึงสาระสำคัญจากสถานการณ์ที่กำหนด พร้อมทั้งยกตัวอย่างปัญหาที่กระตุ้นนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน และอภิปรายผล

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าในการดำเนินการทำแผนการจัดการเรียนรู้ และตรวจสอบความเหมาะสมในหัวข้อต่อไปนี้

- ความถูกต้องชัดเจนของจุดประสงค์การเรียนรู้
- ความสอดคล้องของสาระ ลำดับขั้นการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน
- ความสอดคล้องในเรื่องการวัดผลประเมินผล

9. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วดำเนินการสร้างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาการประเมินตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นมา

10. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว พร้อมแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านดังมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก เพื่อพิจารณาตรวจสอบให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาตรวจสอบให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการเรียนรู้ โดยมีเงื่อนไขการให้คะแนนดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องหรือไม่กับจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น

11. หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ IOC (Index of Item-Objective Congruence) จากการรวบรวมใบคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยมีเกณฑ์ของการสอดคล้องที่ยอมรับได้ เมื่อ $IOC \geq 0.50$ ดังตารางที่ ข.3 (ภาคผนวก ข.) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-8 มีค่าเท่ากับ 1 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

12. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนวัดนवलนครดิศ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการจัดกิจกรรมเวลาและการใช้สื่อ และปริมาณเนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม เพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ ของกลุ่มควบคุม เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ปกติใช้กับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามแนวคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [5] โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดเหมือนกับแผนการจัดการเรียนรู้ การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ของกลุ่มทดลอง เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ทุกประการยกเว้นในขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งสามารถเปรียบเทียบการสอนทั้งสองแบบตาม ตารางที่ 3.5 โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสอนแบบปกติ 5 ขั้นตอน ดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 3.2 ได้แก่

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน โดยทบทวนความรู้เดิม
2. ชี้นำดำเนินการสอน นักเรียนจะช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ระบุกติกาอย่างละเอียดและอธิบายประกอบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ หาวิธีการแก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหาตามวิธีที่คิดไว้และตรวจสอบคำตอบ
3. ชี้นำฝึกทักษะ ฝึกทักษะแบบฝึกหัดในบทเรียน
4. ชี้นำสรุปโดยครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้โจทย์ปัญหา
5. ชี้นำวัดและประเมินผล โดยตรวจแบบฝึกหัด

ตารางที่ 3.5 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

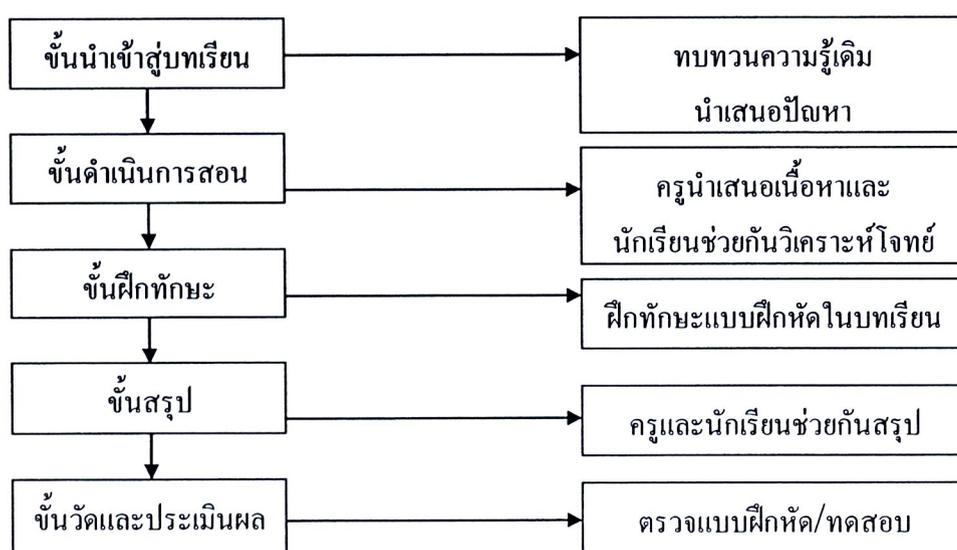
กลุ่มทดลอง (สอนแบบกลวิธี STAR)	กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)
<p>ชี้นำ</p> <p>ก่อนที่จะเรียนรู้โมทัศน์ใหม่ มีการแนะนำภาพรวมทั่วไปโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาใหม่กับทักษะที่เรียนผ่านมาแล้วหรือทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วที่เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน</p> <p>ชั้นสอน</p> <p>ขั้นที่ 1 S (Search the Word Problem)</p> <p>เป็นขั้นของการศึกษา โจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน แล้วถามคำถามต่อตนเองว่า “รู้ข้อเท็จจริงอะไรบ้างจากโจทย์ปัญหา” “โจทย์ต้องการให้</p>	<p>ชี้นำ</p> <p>ก่อนที่จะเรียนรู้โมทัศน์ใหม่ มีการแนะนำภาพรวมทั่วไปโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาใหม่กับทักษะที่เรียนผ่านมาแล้วหรือทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วที่เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน</p> <p>ชั้นสอน</p> <p>ดำเนินการสอนตามแนวคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนนำเสนอ โจทย์ปัญหาแล้วให้การ

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง (สอนแบบกลวิธี STAR)	กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)
<p>หาอะไร” ผู้สอนสามารถใช้วิธีการคิดออกเสียง ในขณะที่แนะนำโจทย์แก่นักเรียน จากนั้นค่อย ๆ ลดบทบาทตัวเองเพื่อให้นักเรียนตอบข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์ด้วยตนเอง</p> <p>ขั้นที่ 2 T (Translate the Problem) เป็นขั้นของการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้ CSA</p> <ul style="list-style-type: none"> - สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete Application: C) วัสดุจริงหรือสื่อเสมือนจริง - สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete Application: S) วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย - สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract Application: A) หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิตหรือเขียนสมการเชิงพีชคณิตทั้งนี้จะใช้ครบทั้ง 3 ขั้นหรือไม่ก็ได้แต่ต้องสามารถเขียนสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract Application) ได้ซึ่งนักเรียนต้องเลือกตัวแปร และระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาผู้สอนควรให้โอกาสนักเรียนฝึกกลวิธีใหม่ลดบทบาทตัวเองจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติด้วยตนเองอย่างอิสระ <p>ขั้นที่ 3 A (Answer the Problem) เป็นขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาในขั้นนี้ผู้เรียนหาคำตอบที่เหมาะสมและถูกต้องของโจทย์ปัญหา</p>	<p>อธิบาย ตาม ตอบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาและสามารถคิดวิธีการในการหาคำตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. ให้นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง 3. ผู้สอนให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบที่ได้และช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง 4. ผู้สอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริม และแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง (สอนแบบกลวิธี STAR)	กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)
<p>ขั้นที่ 4 R (Review the Solution)</p> <p>เป็นขั้นทบทวนคำตอบ นักเรียนอ่านโจทย์ ปัญหาซ้ำอีกครั้ง แล้วถามคำถามต่อตนเองว่า “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่” จากนั้นตรวจสอบคำตอบ ในขั้นนี้ผู้สอนควรให้ผลย้อนกลับทางบวก โดยดูการปฏิบัติงานของนักเรียนเช่น เปอร์เซนต์ความถูกต้องในการคำนวณการนำเสนอผลการคำนวณ เป็นต้น และให้ผลย้อนกลับคำตอบที่ผิดพลาด เพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>สรุปเนื้อหาสาระและมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียน ให้คำถาม/ปัญหาที่กระตุ้นนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สถานการณ์การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน</p>	<p>ขั้นสรุป</p> <p>สรุปเนื้อหาสาระและมโนทัศน์ที่ได้จากการเรียน ให้คำถาม/ปัญหาที่กระตุ้นนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สถานการณ์การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน</p>



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ

3.3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จาก ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ดำเนินการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาแล้วสร้างตาราง การวิเคราะห์ ความตรงเชิงเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ เพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นมาดัง ตารางที่ ข.1 (ภาคผนวก ข.)
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ซึ่งประกอบด้วย ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยมีเงื่อนไขการทำข้อสอบ ถ้าทำถูกต้องข้อ ละ 1 คะแนน และถ้าทำผิด ได้ 0 คะแนน
4. การคัดเลือกข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยอาศัยเกณฑ์การคัดเลือกจาก ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นจากข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ จนเหลือ 30 ข้อ ตามตารางที่ ข.4 และ ข.6 (ภาคผนวก ข.) ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังต่อไปนี้
5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่สร้างขึ้น เสนอ ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน ดังมีรายชื่อ ผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษา และ ความสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และความเหมาะสมของตัวเลือก ตัวลวง ซึ่ง พิจารณาตรวจสอบให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการเรียนรู้ โดยมีเงื่อนไขการให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ที่ได้รับการ ตรวจสอบ จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์มาคำนวณหาค่า ค่าดัชนีความสอดคล้องความตรงเชิงเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ จำนวน 40 ข้อ ดังตารางที่ ข.4 (ภาคผนวก ข.)
7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ มาคัดเลือก ข้อสอบที่มีค่า IOC ≥ 0.50 ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ 1 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร

9. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ และทำการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อหาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ คัดเลือกแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อทดสอบที่มีความยากง่าย และอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ค่า p มีค่าระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่า r มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป) และข้อสอบที่ง่ายมาก (p มีค่าระหว่าง 0.81 – 1.00) พบว่า ค่าดัชนีความยากง่าย (p) ของข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.80 ดังรายละเอียดตาม ตารางที่ ข.6 (ภาคผนวก ข.) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.07 - 0.73 ซึ่งสูตรที่ใช้ในการคำนวณนี้จะใช้กับข้อสอบที่ตรวจให้คะแนนชนิดที่ทำถูกต้อง 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน โดยแบ่งนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้น เป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูง กับ กลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ โดยใช้เปอร์เซ็นต์ ในการแบ่งกลุ่มสูงและต่ำ ที่ 50 %

10. ทำการคัดเลือกข้อสอบปรนัยจาก 40 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์พิจารณาจากผลคะแนนที่ได้จากค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) [75] ซึ่งมีเงื่อนไขว่า เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น ในวิธีนี้จะต้องมีคะแนนที่ทำถูกต้อง 1 คะแนน และทำผิดได้ 0 คะแนน และควรมีค่ามากกว่า 0.70 ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คำนวณได้เท่ากับ 0.86 แสดงว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดนี้มีความเชื่อมั่นได้ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 30 ข้อดังแสดงใน ค. (ภาคผนวก ค.) จะนำไปใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

11. จัดพิมพ์เป็นฉบับ แล้วนำแบบทดสอบไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [5]

3. ดำเนินการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาแล้วสร้างตาราง การวิเคราะห์ ความตรงเชิงเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและ วิธีจัดหมู่ ลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย และแบบสอบมีคะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังรายละเอียด ต่อไปนี้ [37, 44]

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยโจทย์ปัญหา และคำถามให้นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนมี 3 ลักษณะ คือ

ให้ 0 คะแนน ในกรณีไม่ได้ตอบคำถามหรือตอบผิดหมดในตอนนั้น

ให้ 1 คะแนน ในกรณีที่ตอบคำถามได้บ้างหรือตอบได้ครึ่งหนึ่งของตอนนั้น

ให้ 2 คะแนน ในกรณีตอบถูกหมด

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยการแสดงวิธีทำเพื่อคิดหาคำตอบซึ่งจะมีวิธีการในการหา

คำตอบได้หลายวิธี มีคะแนนเต็ม 6 คะแนน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนมี 3 ลักษณะ คือ

ให้ 0 คะแนน ถ้าแสดงวิธีทำผิดหรือไม่ตอบเลย

ให้ 3 คะแนน ถ้าแสดงวิธีทำถูกต้องบางส่วนไม่ว่าจะทำวิธีใดก็ตาม

ให้ 6 คะแนน ถ้าแสดงวิธีทำถูกต้องครบถ้วนอย่างน้อย 1 วิธี หรืออาจจะทำวิธีอื่นและทำได้ ถูกต้อง

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วยการสรุปคำตอบมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน

ให้ 0 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบเลย

ให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วน

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธี จัดหมู่ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่านดังมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสม ด้านภาษา และความสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุง โดยใช้ เกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ที่ได้รับการตรวจสอบ จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์มาคำนวณหาค่าค่าดัชนีความสอดคล้องความตรงเชิงเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ จำนวน 6 ข้อ ดังตารางที่ ข.5 (ภาคผนวก ข.)
7. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ มาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า $IOC \geq 0.50$ ขึ้นไป พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบจำนวน 6 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ 1 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
8. นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร
9. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้จากการทดลองใช้ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่จะสามารถนำไปใช้ได้ นั้น ต้องมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 0.80 จึงจะนำไปใช้ได้ [75] ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่คำนวณ ได้เท่ากับ 0.83 แสดงว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดนี้มีความเชื่อมั่นได้ ซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ จำนวน 6 ข้อ ดังแสดงใน ค. (ภาคผนวก ค.) จะนำไปใช้ทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
10. จัดพิมพ์เป็นฉบับ แล้วนำแบบทดสอบไปใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการประยุกต์การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มซึ่งดำเนินการสอนโดยการประยุกต์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่มซึ่งดำเนินการสอนแบบปกติ โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

3.4.2 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ของทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่สร้างขึ้น บันทึกคะแนนที่ได้จากการทดลอง

3.4.3 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปดำเนินการสอนตามโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการสอนตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบและได้ทำการทดสอบระหว่างเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยผู้วิจัยจะเก็บคะแนนจากแบบทดสอบประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งทำการทดสอบทุก ๆ ครั้งที่ดำเนินการสอนเสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.4 ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) หลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดลอง

3.4.5 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ข้อมูลจากคะแนนการทดสอบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียน คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของคะแนนทดสอบหลังเรียน คำนวณจากสูตร

1. ค่าร้อยละ (Percentage) คำนวณได้จากสูตร [75]

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณได้จากสูตร [75]

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum_{i=1}^n X_i$ แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนตัวอย่างทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนตัวอย่างทั้งหมด

3. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณได้จากสูตร [75]

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum_{i=1}^n X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน

$\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2$ แทน กำลังสองของคะแนนรวมของนักเรียนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.5.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1. หาระดับความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ คำนวณจากสูตร [75]

$$p = \frac{H+L}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

2. หาอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากสูตร [75]

$$r = \frac{H-L}{N/2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

3. หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของความเที่ยงตรงระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ คำนวณจากสูตร [75]

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของความเที่ยงตรงระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum_{i=1}^n R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีของคูเดอร์ และริชาร์ดสัน คำนวณจากสูตร KR-20 [75]

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum_{i,j=1}^n p_i q_j}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด หรือ $1 - p$

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

5. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหาค่าความเที่ยง (Reliability) คำนวณจากสูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค [75]

$$r_{\alpha} = \left[\frac{K}{(K-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^k S_j^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{α} แทน ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งหมด

S_j^2 แทน ค่าความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของข้อสอบทุกคน

6. การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้สูตร E_1/E_2 โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ระหว่างกระบวนการเรียนและประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้หลังกระบวนการเรียน

เป็นไปตามเกณฑ์ 60/60 คิดคะแนนรวมเฉลี่ยเป็นร้อยละ ค่าความห่างไม่ควรเกิน 2.5 คำนวณจากสูตร [75]

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{NA} \times 100, \quad E_2 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{NB} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	$\sum_{i=1}^n X_i$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน
	$\sum_{i=1}^n Y_i$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

7. การหาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ใช้สูตร $E_{\text{post}} - E_{\text{pre}}$ โดยการเปรียบเทียบประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานว่า นักเรียนที่ได้ศึกษาบทเรียนที่ดำเนินการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มที่ดำเนินการสอนแบบปกติทั้ง 2 วิธี มีประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะใช้การทดสอบผลต่างระหว่างค่าคะแนนเฉลี่ยของสองประชากรที่เกี่ยวข้องกัน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือการทดสอบค่าที่ (t - test) แบบ Paired Two Sample for Mean ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ดังนี้

- การหาประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียน คำนวณจากสูตร [75]

$$E_{\text{post}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{NA} \times 100, \quad E_{\text{pre}} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{NB} \times 100$$

เมื่อ	E_{post}	แทน	ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละจาก การทำแบบทดสอบหลังเรียน
	E_{pre}	แทน	ประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
	$\sum_{i=1}^n X_i$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	$\sum_{i=1}^n Y_i$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน

- สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ การทดสอบค่าที (t – test) [75]

$$H_0 : \mu_D = d_0$$

$$H_0 : \mu_D > d_0$$

ตัวสถิติทดสอบ $T = \frac{\bar{D} - d_0}{S_d / \sqrt{n}}$, $v = n - 1$ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

เมื่อ d_0 แทน ค่าคงที่

n แทน จำนวนตัวอย่าง

\bar{D} แทน ตัวสถิติของค่าเฉลี่ยของผลต่างในแต่ละคู่จากตัวอย่างสุ่มในประชากร

S_d^2 แทน ตัวสถิติของความแปรปรวนของผลต่างของสองประชากร

3.5.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียน ที่ได้รับการเรียนการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลคะแนนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาระหว่างกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง กลุ่มเรียนอ่อน ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง กลุ่มเรียนอ่อน ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติตามลำดับ โดยผู้วิจัยออกแบบแผนการทดลองเป็นแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) ให้การทดลองมี 2 ทริทเมนต์ กล่าวคือ มีตัวแปรอิสระ ตัวที่ 1 จำนวน 2 ตัว ได้แก่ บทเรียนเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ และบทเรียนที่มีการเรียนการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และการทดลองมี 3 บล็อก กล่าวคือ มีตัวแปรอิสระ ตัวที่ 2 จำนวน 3 ตัว ได้แก่ ความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับเรียนเก่ง ระดับเรียนปานกลาง ระดับเรียนอ่อน และตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน โดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาประมวลผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติ โดยกำหนดตัวแปรในการหาค่าตัวแปรอิสระจากกลุ่มผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ดังตารางที่ 3.6 [76]

ตารางที่ 3.6 การกำหนดตัวแปรในการหาค่าตัวแปรอิสระจากกลุ่มผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม

ความสามารถทางการเรียน	วิธีการสอน	
	สอนแบบ STAR	สอนแบบปกติ
เรียนเก่ง	X_{111} X_{112} X_{113} \vdots $X_{11n_{11}}$	X_{211} X_{212} X_{213} \vdots $X_{21n_{21}}$
เรียนปานกลาง	X_{121} X_{122} X_{123} \vdots $X_{12n_{12}}$	X_{221} X_{222} X_{223} \vdots $X_{22n_{22}}$
เรียนอ่อน	X_{131} X_{132} X_{133} \vdots $X_{13n_{13}}$	X_{231} X_{232} X_{233} \vdots $X_{23n_{23}}$

ตัวแบบทางสถิติของแผนการทดลองนี้คือ [76]

$$X_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk} \quad ; i = 1, 2, j = 1, 2, 3, k = 1, 2, \dots, n_{ij}$$

เมื่อ	X_{ijk}	แทน	คะแนนของนักเรียนคนที่ k ในระดับความสามารถทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ที่ j ที่ได้รับวิธีการสอนด้วยวิธี i
	μ	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
	τ_i	แทน	อิทธิพลของวิธีการสอนแบบที่ i
	β_j	แทน	อิทธิพลของระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ j
	ε_{ijk}	แทน	ความคลาดเคลื่อนของคะแนนนักเรียนคนที่ k ในระดับความสามารถ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ j ที่ได้รับวิธีการสอนด้วยวิธี i
	n_{ij}	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มระดับความสามารถทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ที่ j ที่ได้รับวิธีการสอนโดยวิธี i

เมื่อ	$i = 1$	หมายถึง	วิธีการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR
	$i = 2$	หมายถึง	วิธีการสอนแบบปกติ
	$j = 1$	หมายถึง	กลุ่มเรียนเก่ง
	$j = 2$	หมายถึง	กลุ่มเรียนปานกลาง
	$j = 3$	หมายถึง	กลุ่มเรียนอ่อน

สมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

สมมติฐานในรูปของอิทธิพลของวิธีการสอนทั้ง 2 วิธี (พรีทเมนต์) คือ

$$H_0: \tau_i = 0 ; i = 1, 2$$

$$H_a: \tau_i \text{ บางค่าไม่เท่ากับ } 0$$

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาระหว่าง กลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง กลุ่มเรียนอ่อน ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง กลุ่มเรียนอ่อน ของนักเรียนที่มี การเรียนการสอนแบบปกติตามลำดับ จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ซึ่งขั้นตอนการคำนวณหาค่า F และรายดังตารางที่ 3.7 ดังนี้ [76]

ขั้นตอนการคำนวณหาค่า F

$$1. \text{ หา } T = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r X_{ij} ; T_i = \sum_{j=1}^b X_{ij} ; B_j = \sum_{i=1}^t X_{ij} \text{ คำนวณค่าปรับ } CT : CT = \frac{T^2}{N}$$

$$2. \text{ หา } SS : SST = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b X_{ij}^2 - CT ; SSB = \frac{1}{t} \sum_{j=1}^b B_j^2 - CT$$

$$SStt = \sum_{i=1}^t \frac{T_i^2}{r_i} - CT ; SSE = SST - SSB - SStt$$

$$3. \text{ หา } MS : MSB = \frac{SSB}{b-1} ; MStt = \frac{SStt}{t-1} ; MSE = \frac{SSE}{(t-1)(b-1)}$$

$$4. \text{ หาค่าคำนวณ } F : F = \frac{MStt}{MSE}$$

5. ถ้า F ที่คำนวณได้มากกว่าค่าจากตาราง f ที่ระดับนัยสำคัญ และ $Df = (t-1)$ และ $(t-1)(b-1)$ จะปฏิเสธ สมมติฐานหลัก

ตารางที่ 3.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA)

Source of Variation	Df	Sum Square	Mean Square	F
Treatment	t-1	SSt _{rt}	MSt _{rt}	MSt _{rt} / MSE
Block	b-1	SSB	MSB	
Error	(t-1)(b-1)	SSE	MSE	
Total	N-1	SST		

เมื่อ	SSB	แทน	ผลรวมกำลังสองของกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน
	SSt _{rt}	แทน	ผลรวมกำลังสองของกลุ่มทดลองที่สอนแบบกลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ
	SST	แทน	ผลรวมกำลังสองทั้งหมด
	MSB	แทน	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน
	MSt _{rt}	แทน	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของกลุ่มทดลองที่สอนแบบกลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ