

วิธีดำเนินการ

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ทั้งชายและหญิง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดพัทลุง ที่มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 219 คนขึ้นไป จำนวน 8 โรงเรียน รวมนักเรียน 866 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งสุ่มมาจากกลุ่มประชากร จำนวน 360 คน จาก 5 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนพัทลุง โรงเรียนสตรีพัทลุง โรงเรียนประภัสสรรังสิต โรงเรียนควนขนุน และโรงเรียนตะโหมก โรงเรียนละ 72 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) (Dyer, 1979 : 98-99) โดยมีลำดับขั้นดังนี้

1. เลือกโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดพัทลุง ที่มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 219 คนขึ้นไป ได้จำนวน 8 โรงเรียน ปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดพัทลุง ที่มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 จำนวน 219 คนขึ้นไป พร้อมจำนวนนักเรียน

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน
1	พัทลุง	468
2	สตรีพัทลุง	472
3	พัทลุงพิทยาคม	460
4	ประภัสสรรังสิต	219
5	ควนขนุน	298
6	คอนสาลานำวิทยา	225
7	ตะโหมด	231
8	ป่าบอนพิทยาคม	261
	รวม	2,634

2. สุ่มโรงเรียนมา 5 โรงเรียน จาก 8 โรงเรียน ตามที่ปรากฏในตาราง 1 โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากแบบไม่ใส่คืน โรงเรียนที่สุ่มได้ ได้แก่ โรงเรียนพัทลุง โรงเรียนสตรีพัทลุง โรงเรียนประภัสสรรังสิต โรงเรียนควนขนุน และโรงเรียนตะโหมด

3. นำคะแนนสอบวัดผลปลายภาคเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของนักเรียนในแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ในข้อ 2 มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ปานกลาง และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ โดยใช้เทคนิค 33 เปรอร์เซ็นต์ นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ผู้วิจัยไม่ได้นำมาเกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จะดำเนินการสุ่มเพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง (นักเรียนผู้เรียน) และนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จะคัดเลือกเป็นนักเรียนผู้สอน จำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำของแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ในข้อ 2 ปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ แยกตามโรงเรียนที่ใช้ นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง พร้อมจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	
		ทั้งหมด	กลุ่มต่ำ
1	พิบูลง	468	154
2	สตรีพิบูลง	472	155
3	ประภัสสรรังสิต	219	72
4	กวนชุนน	298	98
5	ตะโหมด	231	76
	รวม	1,688	555

4. สุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จากตาราง 2 ของแต่ละโรงเรียน มาโรงเรียนละ 72 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากแบบไม่ใส่คืน จะได้นักเรียนรวมทั้งสิ้น 360 คน ปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง แยกตามโรงเรียน

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน
1	พหุलग	72
2	สตรีพหุलग	72
3	ประกัสสรังสิต	72
4	ควนขนุน	72
5	ตะหมก	72
	รวม	360

5. สุ่มนักเรียนในตาราง 3 ของแต่ละโรงเรียนเข้ากลุ่มทดลอง 12 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากแบบไม่ใส่คืน กลุ่มทดลองทั้ง 12 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 1

กลุ่มที่ 2 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 3

กลุ่มที่ 3 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 6

กลุ่มที่ 4 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่าง และไม่มีนักเรียนผู้สอน

กลุ่มที่ 5 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบ ตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 1

กลุ่มที่ 6 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบ ตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ข้อ 3

กลุ่มที่ 7 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบ ตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ข้อ 6

กลุ่มที่ 8 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบ ตัวอย่าง และไม่ให้นักเรียนผู้สอน

กลุ่มที่ 9 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ข้อ 1

กลุ่มที่ 10 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ข้อ 3

กลุ่มที่ 11 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง และใช้ข้อตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ข้อ 6

กลุ่มที่ 12 เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง และไม่ให้นักเรียนผู้สอน

การสุ่มเงื่อนไขคังนี้

สุ่มครั้งที่	1, 13, 25, ..., 61	เซากลุ่มทดลองที่ 1
สุ่มครั้งที่	2, 14, 26, ..., 62	เซากลุ่มทดลองที่ 2
สุ่มครั้งที่	3, 15, 27, ..., 63	เซากลุ่มทดลองที่ 3
สุ่มครั้งที่	4, 16, 28, ..., 64	เซากลุ่มทดลองที่ 4
สุ่มครั้งที่	5, 17, 29, ..., 65	เซากลุ่มทดลองที่ 5
สุ่มครั้งที่	6, 18, 30, ..., 66	เซากลุ่มทดลองที่ 6

เล่มครั้งที่	7, 19, 31, ..., 67	เขากลุ่มทดลองที่	7
เล่มครั้งที่	8, 20, 32, ..., 68	เขากลุ่มทดลองที่	8
เล่มครั้งที่	9, 21, 33, ..., 69	เขากลุ่มทดลองที่	9
เล่มครั้งที่	10, 22, 34, ..., 70	เขากลุ่มทดลองที่	10
เล่มครั้งที่	11, 23, 35, ..., 71	เขากลุ่มทดลองที่	11
เล่มครั้งที่	12, 24, 36, ..., 72	เขากลุ่มทดลองที่	12

จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามที่กล่าวมา สรุปได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง แยกตามโรงเรียนและเงื่อนไขการทดลอง

โรงเรียน	วิธีเสนอให้เรียน	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มอัตราส่วน			
		1 ต่อ 1	1 ต่อ 3	1 ต่อ 6	ไม่มีผู้สอน
พหุคูณ	อธิบายตัวอย่าง	6	6	6	6
	ถามตอบตัวอย่าง	6	6	6	6
	อธิบาย/ถามตอบ	6	6	6	6
สตรีพหุคูณ	อธิบายตัวอย่าง	6	6	6	6
	ถามตอบตัวอย่าง	6	6	6	6
	อธิบาย/ถามตอบ	6	6	6	6
ประภัสสรรังสิต	อธิบายตัวอย่าง	6	6	6	6
	ถามตอบตัวอย่าง	6	6	6	6
	อธิบาย/ถามตอบ	6	6	6	6
ควนขนุน	อธิบายตัวอย่าง	6	6	6	6
	ถามตอบตัวอย่าง	6	6	6	6
	อธิบาย/ถามตอบ	6	6	6	6

ตาราง 4 (ต่อ)

โรงเรียน	วิธีเสนอให้เรียน	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มอัตราส่วน			
		1 ต่อ 1	1 ต่อ 3	1 ต่อ 6	ไม่มีผู้สอน
ตะโพมค	อธิบายตัวอย่าง	6	6	6	6
	ถามตอบตัวอย่าง	6	6	6	6
	อธิบาย/ตัวอย่าง	6	6	6	6

การคัดเลือกนักเรียนผู้สอน

ในกลุ่มทดลองที่ 1-3, 5-7 และ 9-11 ซึ่งให้นักเรียนเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการให้เพื่อนช่วยสอน โดยใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน ในอัตราส่วนต่าง ๆ นั้น ในแต่ละโรงเรียนจะต้องใช้นักเรียนผู้สอนทั้งสิ้น 27 คน นักเรียนผู้สอนเหล่านี้ ผู้วิจัยคัดเลือกมาจากนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง เพื่อให้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนผู้สอนใกล้เคียงกัน ทั้งในกลุ่มที่ใช้อัตราส่วน 1 ต่อ 1 อัตราส่วน 1 ต่อ 3 และอัตราส่วน 1 ต่อ 6 ผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนผู้สอนโดยวิธีการเลือกแบบจับคู่ (Matching) (Christensen, 1985 : 129-130) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. คัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนสอบวัดผลปลายภาคเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน มา 3 กลุ่ม กลุ่มละ 9 คน ดังตัวอย่างในตาราง 5 (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)

ตาราง 5 ตัวอย่างคะแนนของนักเรียนที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

กลุ่มที่	คะแนน			คะแนนเฉลี่ย
1	41	40	40	39.44
	39	39	39	
	39	39	39	
2	37	37	37	36.56
	37	37	37	
	36	36	35	
3	34	34	34	33.56
	34	34	33	
	33	33	33	

2. สุ่มนักเรียนในแต่ละกลุ่มที่ได้คะแนนตามตาราง 5 ออกเป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยที่ 1 จำนวน 6 คน กลุ่มย่อยที่ 2 จำนวน 2 คน และกลุ่มย่อยที่ 3 จำนวน 1 คน จากตัวอย่างข้างต้น สุ่มแล้วได้ผลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6. คะแนนของนักเรียนเมื่อสุ่มแยกนักเรียนในแต่ละกลุ่มที่ได้คะแนนตามตาราง 5 เป็นกลุ่มย่อย

กลุ่มที่	กลุ่มย่อยที่ 1			กลุ่มย่อยที่ 2		กลุ่มย่อยที่ 3
1	40	39	39	41	39	40
	39	39	39			
2	37	37	37	36	36	37
	37	36	35			
3	34	34	33	34	34	34
	33	33	33			
คะแนนเฉลี่ย	36.33			36.66		37

3. นำนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยที่ได้คะแนนตามตาราง 6 มาคละกัน แล้วสุ่มแยกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก ซึ่งมีเงื่อนไขในการสุ่มดังนี้

3.1 กลุ่มย่อยที่ 1

สุ่มครั้งที่ 1, 4, 7, 10, 13, 16 เขากลุ่มทดลองที่ 1

สุ่มครั้งที่ 2, 5, 8, 11, 14, 17 เขากลุ่มทดลองที่ 5

สุ่มครั้งที่ 3, 6, 9, 12, 15, 18 เขากลุ่มทดลองที่ 9

3.2 กลุ่มย่อยที่ 2

สุ่มครั้งที่ 1, 4 เขากลุ่มทดลองที่ 2

สุ่มครั้งที่ 2, 5 เขากลุ่มทดลองที่ 6

สุ่มครั้งที่ 3, 6 เขากลุ่มทดลองที่ 10

3.3 กลุ่มย่อยที่ 3

สัปดาห์ที่ 1	เซากลุ่มทดลองที่ 3
สัปดาห์ที่ 2	เซากลุ่มทดลองที่ 7
สัปดาห์ที่ 3	เซากลุ่มทดลองที่ 11

จากตัวอย่างข้างต้น ผลการสัมปรายภพดังตาราง 7

ตาราง 7 คะแนนของนักเรียนเมื่อสัมมนานักเรียนที่ได้คะแนนตามตาราง 6 เซากลุ่มทดลอง

วิธีเสนอให้เรียน	คะแนนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มอัตราส่วน					คะแนนเฉลี่ย
	1 ต่อ 1		1 ต่อ 3		1 ต่อ 6	
อธิบายตัวอย่าง	33	37	37	41	40	36.78
	36	34	39	34		
ถามตอบตัวอย่าง	33	39	40	34	37	36.22
	33	37	37	36		
อธิบายตัวอย่าง/ ถามตอบตัวอย่าง	39	35	39	36	34	36.44
	34	39	33	39		
คะแนนเฉลี่ย	36.33		36.66		37	

จากตาราง 7 จะเห็นว่า นักเรียนผู้สอนในแต่ละระดับของการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการทดลอง (Experimental Design) ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบ
 แฟกทอเรียลทดสอบหลังเพียงครั้งเดียว (Posttest Only in Factorial Design)
 ซึ่งมีกระบวนการในแต่ละกลุ่มทดลองดังนี้ (ดัดแปลงมาจาก เมสัน และเบรมเบิล ; Mason
 and Bremble, 1978 : 88)

R	$a_1 b_1$	O_1
R	$a_1 b_2$	O_2
R	$a_1 b_3$	O_3
R	$a_1 b_4$	O_4
R	$a_2 b_1$	O_5
R	$a_2 b_2$	O_6
R	$a_2 b_3$	O_7
R	$a_2 b_4$	O_8
R	$a_3 b_1$	O_9
R	$a_3 b_2$	O_{10}
R	$a_3 b_3$	O_{11}
R	$a_4 b_4$	O_{12}

โดยที่	R	หมายถึง การกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่ม
	A	หมายถึง วิธีเสนอให้เรียน
	a_1	หมายถึง วิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง
	a_2	หมายถึง วิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง
	a_3	หมายถึง วิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างร่วมกับ แบบถามตอบตัวอย่าง

- B หมายถึง อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน
- b_1 หมายถึง อัตราส่วน 1 ต่อ 1
- b_2 หมายถึง อัตราส่วน 1 ต่อ 3
- b_3 หมายถึง อัตราส่วน 1 ต่อ 6
- b_4 หมายถึง ไม่มีนักเรียนผู้สอน
- O หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนทางคณิตศาสตร์
- O_1 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 1
- O_2 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 2
- O_3 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 3
- O_4 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 4
- O_5 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 5
- O_6 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 6
- O_7 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 7
- O_8 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 8
- O_9 หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 9
- O_{10} หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 10
- O_{11} หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 11
- O_{12} หมายถึง ผลการเรียนรู้ในทัศนของกลุ่มทดลองที่ 12

สำหรับแบบแผนทางสถิติ (Statistical Design) เป็นแบบแฟกทอเรียล
 สุ่มสมบูรณ์ 3×4 (3×4 Completely Randomized Factorial Design) (วิธีเสนอ
 ให้เรียน \times อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน) โดยมีตัวแปรดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ มี 2 ตัวแปร ได้แก่

1.1 วิธีเสนอให้เรียน (A) แปรค่าเป็น 3 ระดับ คือ

- 1.1.1 แบบอธิบายตัวอย่าง (a_1)
- 1.1.2 แบบถามตอบตัวอย่าง (a_2)
- 1.1.3 แบบอธิบายตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง (a_3)
- 1.2 อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน (B) แปรค่าเป็น

4 ระดับ คือ

- 1.2.1 อัตราส่วน 1 ต่อ 1 (b_1)
 - 1.2.2 อัตราส่วน 1 ต่อ 3 (b_2)
 - 1.2.3 อัตราส่วน 1 ต่อ 6 (b_3)
 - 1.2.4 ไม่มีนักเรียนผู้สอน (b_4)
2. ตัวแปรตาม (Y) ได้แก่ ผลการเรียนรู้รูมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
- แบบแผนทางสถิติแบบแฟกทอเรียลสมบูรณ์ 3×4 แสดงไว้ในภาพประกอบ 1

a ₁				a ₂				a ₃			
b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄
Y ₁₁₁	Y ₁₁₂	Y ₁₁₃	Y ₁₁₄	Y ₁₂₁	Y ₁₂₂	Y ₁₂₃	Y ₁₂₄	Y ₁₃₁	Y ₁₃₂	Y ₁₃₃	Y ₁₃₄
Y ₂₁₁	Y ₂₁₂	Y ₂₁₃	Y ₂₁₄	Y ₂₂₁	Y ₂₂₂	Y ₂₂₃	Y ₂₂₄	Y ₂₃₁	Y ₂₃₂	Y ₂₃₃	Y ₂₃₄
Y ₃₁₁	Y ₃₁₂	Y ₃₁₃	Y ₃₁₄	Y ₃₂₁	Y ₃₂₂	Y ₃₂₃	Y ₃₂₄	Y ₃₃₁	Y ₃₃₂	Y ₃₃₃	Y ₃₃₄
Y ₄₁₁	Y ₄₁₂	Y ₄₁₃	Y ₄₁₄	Y ₄₂₁	Y ₄₂₂	Y ₄₂₃	Y ₄₂₄	Y ₄₃₁	Y ₄₃₂	Y ₄₃₃	Y ₄₃₄
Y ₅₁₁	Y ₅₁₂	Y ₅₁₃	Y ₅₁₄	Y ₅₂₁	Y ₅₂₂	Y ₅₂₃	Y ₅₂₄	Y ₅₃₁	Y ₅₃₂	Y ₅₃₃	Y ₅₃₄
.
.
.
Y ₃₆₁₁	Y ₃₆₁₂	Y ₃₆₁₃	Y ₃₆₁₄	Y ₃₆₂₁	Y ₃₆₂₂	Y ₃₆₂₃	Y ₃₆₂₄	Y ₃₆₃₁	Y ₃₆₃₂	Y ₃₆₃₃	Y ₃₆₃₄

ภาพประกอบ 1 แบบแผนทางสถิติแบบแฟกทอเรียลสามขั้น 3x4 (ตัดแปลงจาก เกิร์ก (Kirk, 1982 : 352))

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนมโนทัศน์ มี 2 ชุด คือ
 - 1.1 ชุด ก บทเรียนมโนทัศน์เอกนาม จำนวน 3 แบบ
 - 1.2 ชุด ข บทเรียนมโนทัศน์เอกนามคล้าย จำนวน 3 แบบ
2. แบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ มี 2 ฉบับ คือ
 - 2.1 ฉบับที่ 1 มโนทัศน์เอกนาม
 - 2.2 ฉบับที่ 2 มโนทัศน์เอกนามคล้าย
3. กระดาษคำตอบสำหรับตอบคำถามในบทเรียน
4. กระดาษคำตอบสำหรับแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์

เครื่องมือดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและมีรายละเอียดดังจะกล่าวต่อไป

บทเรียนมโนทัศน์

1. ลักษณะของบทเรียน

เป็นบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 มโนทัศน์ คือ มโนทัศน์เอกนามและมโนทัศน์เอกนามคล้าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างบทเรียนขึ้นมา 2 ชุด ชุด ก เป็นบทเรียนมโนทัศน์เอกนาม และชุด ข เป็นบทเรียนมโนทัศน์เอกนามคล้าย บทเรียนแต่ละชุดประกอบด้วยบทเรียนที่แตกต่างกัน 3 แบบตามวิธีเสนอให้เรียนที่ต่างกัน กล่าวคือ วิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่าง วิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง และวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง ตัวอย่างของมโนทัศน์ทั้งตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธ ตลอดจนตัวอย่างที่เหมาะสมที่เสนอในบทเรียนทั้ง 3 แบบเป็นตัวอย่างชุดเดียวกัน เรียงลำดับเหมือนกัน แต่มีวิธีการเสนอตัวอย่างแตกต่างกันไปตามวิธีเสนอให้เรียน บทเรียนทั้งหมดจัดทำเป็นรูปเล่มขนาด 5.5×8 นิ้ว เสนอตัวอย่างหน้าละ 1 ตัวอย่าง นักเรียนคนหนึ่ง ๆ จะได้รับบทเรียนแบบเดียวกันทั้งชุด ก และชุด ข บทเรียนมโนทัศน์แต่ละแบบ มี

รายละเอียดดังนี้

1.1 บทเรียนมโนทัศน์แบบที่ 1 (บทเรียน 1ก และบทเรียน 1ข) เป็น บทเรียนที่ใช้สำหรับนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่าง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

1.1.1 คำชี้แจง

1.1.2 ชื่อมโนทัศน์

1.1.3 คำนิยาม

1.1.4 ตัวอย่างที่เหมาะสม พร้อมคำอธิบายตัวอย่าง

1.1.5 ตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธ อย่างละ 8 ตัวอย่าง เป็น ตัวอย่างที่มีค่าความยากระดับสูง 2 ตัวอย่าง มีค่าความยากระดับปานกลาง 4 ตัวอย่าง และมีค่าความยากระดับต่ำ 2 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 16 ตัวอย่าง เรียงลำดับจากตัวอย่างที่มีค่า ความยากสูงไปหาตัวอย่างที่มีค่าความยากต่ำ โดยไม่คำนึงว่าเป็นตัวอย่างนิมานหรือตัวอย่าง นิเสธ ตัวอย่างของมโนทัศน์ทุกตัวอย่างเสนอให้เรียนแบบอธิบาย

1.2 บทเรียนมโนทัศน์แบบที่ 2 (บทเรียน 2ก และบทเรียน 2ข) เป็น บทเรียนที่ใช้สำหรับนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบ ตัวอย่าง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ เหมือนกับบทเรียนมโนทัศน์แบบที่ 1 แต่ตัวอย่างของมโนทัศน์ ทุกตัวอย่างเสนอให้เรียนแบบถามตอบ

1.3 บทเรียนมโนทัศน์แบบที่ 3 (บทเรียน 3ก และบทเรียน 3ข) เป็น บทเรียนที่ใช้สำหรับนักเรียนกลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบาย ตัวอย่างรวมกับแบบถามตอบตัวอย่าง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ เหมือนกับบทเรียนมโนทัศน์แบบที่ 1 แต่การเสนอตัวอย่างจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนแรกเสนอให้เรียนแบบอธิบายจำนวน 8 ตัวอย่าง และตอนหลังเสนอให้เรียนแบบถามตอบจำนวน 8 ตัวอย่าง

บทเรียนมโนทัศน์ทั้งหมดเสนอไว้ในภาคผนวก 5

2. การสร้างบทเรียนมโนทัศน์

ในการสร้างบทเรียนมโนทัศน์นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1 เลือกมโนทัศน์ที่ใช้ในการวิจัยจากหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ค 311) ของกระทรวงศึกษาธิการ โดยเลือกมโนทัศน์ที่นักเรียนไม่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่งพิจารณาจากหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกมโนทัศน์เอโกนามและมโนทัศน์เอโกนามคล้าย

2.2 กำหนดคำนิยามของมโนทัศน์ ผู้วิจัยใช้คำนิยามของมโนทัศน์ที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนเล่มดังกล่าว หน้า 41 และหน้า 43 ดังนี้

2.2.1 เอโกนาม หมายถึง นิพจน์ที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปการคูณของค่าคงตัวกับตัวแปรตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป โดยที่เลขชี้กำลังของตัวแปรแต่ละตัวเป็นศูนย์หรือจำนวนเต็มบวก

2.2.2 เอโกนามคล้าย หมายถึง เอโกนามที่มีตัวแปรชุดเดียวกันและเลขชี้กำลังของตัวแปรตัวเดียวกันในแต่ละเอโกนามเท่านั้น

2.3 เลือกตัวอย่างของมโนทัศน์ทั้งสองมโนทัศน์ ทั้งตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธ จากหนังสือเรียนต่าง ๆ และคิดขึ้นเองบ้างบางส่วน มโนทัศน์เอโกนามอย่างละ 100 ตัวอย่าง และมโนทัศน์เอโกนามคล้ายอย่างละ 75 ตัวอย่าง

2.4 นำคำนิยาม ตัวอย่างนิมาน และตัวอย่างนิเสธ มาสร้างแบบพิจารณาความสอดคล้องของตัวอย่างมโนทัศน์จำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 สำหรับมโนทัศน์เอโกนาม ฉบับที่ 2 สำหรับมโนทัศน์เอโกนามคล้าย เพื่อหาความสัมพันธ์ความสอดคล้องระหว่างตัวอย่างกับคำนิยามของมโนทัศน์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยคัดแปลงจากวิธีวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตามวิธีการของ โรวินเนลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton, 1977) (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์, 2527 : 68-70) ในแบบพิจารณาความสอดคล้องของตัวอย่างมโนทัศน์จะประกอบด้วย คำชี้แจง คำนิยามของมโนทัศน์ ตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธ ซึ่งจัดเรียงลำดับโดยวิธีสุ่ม แบบพิจารณาความสอดคล้องของตัวอย่างมโนทัศน์ทั้งสองฉบับ เสนอไว้ในภาคผนวก 1

2.5 กำหนดคะแนนผลการพิจารณาดังนี้

1 หมายถึง แน่ใจว่าตัวอย่างนั้นสอดคล้องกับคำนิยาม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง แน่ใจว่าตัวอย่างนั้นไม่สอดคล้องกับคำนิยาม

2.6 นำแบบพิจารณาความสอดคล้องของตัวอย่างมโนทัศน์ทั้ง 2 ฉบับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน พิจารณาให้ความเห็นว่า ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างของมโนทัศน์ในแบบสอบถาม สอดคล้องกับคำนิยามหรือไม่

2.7 หากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างตัวอย่างกับคำนิยามของมโนทัศน์ โดยการนำแบบพิจารณาความสอดคล้องในข้อ 2.6 มานับความถี่ของผลการพิจารณาเป็นรายข้อ แล้วคำนวณตามวิธีการของ บุญเชิด ภูญโญนนตพงษ์ (2527 : 69) ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างตัวอย่างกับคำนิยามของมโนทัศน์เสนอไว้ในภาคผนวก 2

2.8 คัดเลือกตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธของมโนทัศน์ โดยกำหนดตามเกณฑ์ของ โรวินเนลลี และแฮมเบิลตัน (บุญเชิด ภูญโญนนตพงษ์, 2527 : 70) กล่าวคือ คัดเลือกตัวอย่างที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .5 ถึง 1 เป็นตัวอย่างนิมาน และคัดเลือกตัวอย่างที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ $-.5$ ถึง -1 เป็นตัวอย่างนิเสธ

2.9 นำตัวอย่างของมโนทัศน์ที่คัดเลือกไว้ในข้อ 2.8 มาสร้างแบบทดสอบหาค่าความยากของตัวอย่างมโนทัศน์ แยกเป็น 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มโนทัศน์เอกนาม และฉบับที่ 2 มโนทัศน์เอกนามคล้าย เพื่อหาค่าความยากของตัวอย่างมโนทัศน์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้หาค่าความยากของตัวอย่างมโนทัศน์ตามวิธีการของ เมอร์ริล และเทนนิสัน (Merrill and Tennyson, 1977 : 47-53) แบบทดสอบแต่ละฉบับประกอบด้วย คำชี้แจง คำนิยามของมโนทัศน์ ตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธ ซึ่งจัดเรียงลำดับโดยวิธีสุ่ม แบบทดสอบหาค่าความยากของตัวอย่างมโนทัศน์ทั้ง 2 ฉบับ เสนอไว้ในภาคผนวก 3

2.10 นำแบบทดสอบหาค่าความยากของตัวอย่างมโนทัศน์ทั้ง 2 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนปาดอนพิทยาคม ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในกลุ่มประชากรในการวิจัย แต่ไม่ได้ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน คัดเลือกนักเรียนโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากแบบ

ไม่ใช่คืน นักเรียนคนหนึ่ง ๆ จะต้องทำแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

2.11 นำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนน โดยยึดเกณฑ์ในการให้คะแนนว่า ตอบถูกต้อง 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

2.12 กำหนดค่าความยากของตัวอย่างมโนทัศน์เป็นรายชื่อ โดยใช้วิธีการของ เมอร์ริล และ เทนเนสัน (Merrill and Tennyson, 1977 : 48) ค่าความยากของ ตัวอย่างมโนทัศน์เสนอไว้ในภาคผนวก 4

2.13 นำตัวอย่างของมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์มาแยกเป็นตัวอย่างนิมานและ ตัวอย่างนิเสธ แล้วแบ่งตัวอย่างของมโนทัศน์แต่ละประเภทดังกล่าวออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับค่าความยาก คือ ค่าความยากระดับสูง ค่าความยากระดับปานกลาง และค่าความยากระดับต่ำ โดยใช้เกณฑ์ของ เมอร์ริล และ เทนเนสัน (Merrill and Tennyson, 1977 : 49) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ตัวอย่างที่มีค่าความยากระดับสูง หมายถึง ตัวอย่างที่มีค่าความยากมากกว่า 70%

กลุ่มที่ 2 ตัวอย่างที่มีค่าความยากระดับปานกลาง หมายถึง ตัวอย่างที่มีค่าความยากตั้งแต่ 30% ถึง 70%

กลุ่มที่ 3 ตัวอย่างที่มีค่าความยากระดับต่ำ หมายถึง ตัวอย่างที่มีค่าความยากน้อยกว่า 30%

2.14 คัดเลือกตัวอย่างที่เหมาะสมของแต่ละมโนทัศน์ โดยคัดเลือกจาก ตัวอย่างที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 และมีค่าความยากสูงสุด ใต้งานนี้

2.14.1 มโนทัศน์เอกนาม ได้แก่ $3x^{12}$ และ $7f^0$

1.14.2 มโนทัศน์เอกนามคล้าย ได้แก่ $4a^2b^3$, $3a^2b^3$ และ $7n^2$, $77n^2$, $777n^2$

2.15 คัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างบทเรียน โดยในแต่ละมโนทัศน์ สุ่ม ตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธมาอย่างละ 8 ตัวอย่าง สุ่มจากกลุ่มที่ 1 (ค่าความยากระดับสูง) 2 ตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 (ค่าความยากระดับปานกลาง) 4 ตัวอย่าง และกลุ่ม

ที่ 3 (ค่าความยากระดับต่ำ) 2 ตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากแบบ
ไม่ใส่คืน สำหรับตัวอย่างที่เหลือจากการคัดเลือกไปใช้ในการสร้างบทเรียนนี้ เก็บเอาไว้
สำหรับสร้างแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างของมโนทัศน์ต่อไป ตัวอย่างของ
มโนทัศน์ที่ใช้ในการสร้างบทเรียนทั้ง 2 มโนทัศน์ ปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่ใช้ในการสร้างบทเรียนมโนทัศน์

มโนทัศน์	ตัวอย่างนิมาน	ค่าความยาก	ตัวอย่างนิเสธ	ค่าความยาก
เอกลนาม	$7a^3b^3c^2$	84	$5a^{-1}bc^2$	78
	$4x^5y^0z$	78	$3r^0k^7y^{-3}$	74
	$-12.8k^2$	64	$4v^{-2}z^0$	70
	$4\frac{1}{2}gk$	56	$a + b$	64
	213	48	$3e + mx$	36
	$-\frac{xy^0}{5}$	48	$\frac{6p^3}{q^2}$	32
	$-xyz$	26	$2x - 5$	24
	$2^{-3}x^2y$	22	$x^2 + m^2$	16
	เอกลนามคล้าย	$3pq^5 \quad 5pq^5$	84	$3d \quad 2h$
$xy^2z \quad 21xy^2z$		74	$-6pqr \quad 3pq^2r$	78
$7k^2d^3 \quad \frac{1}{5}k^2d^2 \quad 7.5k^2d^3$		64	$7s \quad 7t$	70
$4a^3 \quad 5a^3b^0$		56	$5a^2bc^5 \quad 5x^2yz^5$	56
$12jy \quad 4jy$		50	$3sx^2 \quad 3tx^2$	40

ตาราง 8 (ต่อ)

มโนทัศน์	ตัวอย่างนิมาน	ค่าความยาก	ตัวอย่างนิเสธ	ค่าความยาก
	$11xy$ $-9xy$	34	$7k^5$ $7k^5m$	38
	$-6x^0$ $-6y$ $-6b^0y$	26	$3x^0y^2$ $4x^2y^0$	28
	$\frac{1}{3}$ 5	18	$4a^2b^3$ $3a^3b^2$	28

2.16 นำตัวอย่างของมโนทัศน์แต่ละตัวอย่างไปเขียนคำอธิบาย คำถาม และ คำเฉลย พร้อมกับเรียงลำดับตัวอย่างจากตัวอย่างที่มีค่าความยากสูงไปหาตัวอย่างที่มีค่าความยากต่ำ โดยไม่คำนึงว่าจะเป็ตัวอย่างนิมานหรือตัวอย่างนิเสธ ในกรณีที่ตัวอย่างของมโนทัศน์ ตั้งแต่ 2 ตัวอย่างขึ้นไปมีค่าความยากเท่ากัน จะใช้วิธีการสุ่มในการเรียงลำดับ

2.17 นำคำนิยาม คำชี้แจง ตัวอย่างที่เหมาะสม ตัวอย่างนิมานและตัวอย่างนิเสธ ไปสร้างบทเรียนแต่ละแบบ ดังปรากฏในภาคผนวก 5

3. การหาคคุณภาพของบทเรียนมโนทัศน์

เนื่องจากตัวอย่างของมโนทัศน์ทุกตัวอย่างที่ปรากฏในบทเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างตัวอย่างกับคำนิยามของมโนทัศน์นั้น ๆ แลวก่อนที่จะนำมาสร้างบทเรียน ดังนั้นตัวอย่างของมโนทัศน์ทุกตัวอย่างที่ปรากฏในบทเรียน จึงมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ในการหาคคุณภาพของบทเรียนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ จึงดำเนินการเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องคำอธิบาย คำถาม และคำชี้แจงต่าง ๆ ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 นำบทเรียนที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองใช้ครั้งแรกกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนพหุพิทยาคม ซึ่งเป็นโรงเรียนในกลุ่มประชากร แต่ไม่ได้ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน เพื่อตรวจหา

ขอบทรวงของบทเรียน การคัดเลือกนักเรียนใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากแบบไม่ใส่คืน จากนักเรียนทั้งหมด นักเรียนคนหนึ่ง ๆ จะต้องอ่านบทเรียนแบบเดียวกันทั้งชุด ก (บทเรียน มโนทัศน์เอกนาม) และชุด ข (บทเรียนมโนทัศน์เอกนามคล้าย) การกำหนดความถี่นักเรียนคน ใดจะอ่านบทเรียนแบบใดนั้น ใช้วิธีการสุ่มให้นักเรียนอ่านบทเรียนแบบละ 2 คนเท่ากัน

3.2 ปรับปรุงแก้ไขส่วนบทรวงของบทเรียน

3.3 นำบทเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนพหุศึกษาศาสตร์ จำนวน 45 คน ซึ่งเป็น นักเรียนที่ไม่ใช้ในการทดลองบทเรียนครั้งแรกและเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกันที่ใช้หาคุณภาพของ แบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ ซึ่งวิธีการคัดเลือกนักเรียนจะกล่าวใน ตอนต่อไป ในการทดลองเครื่องมือนี้ นักเรียนคนหนึ่ง ๆ จะต้องอ่านบทเรียนแบบเดียวกันทั้ง ชุด ก และชุด ข การกำหนดความถี่นักเรียนคนใดจะอ่านบทเรียนแบบใดนั้นใช้วิธีการสุ่ม ซึ่งให้ นักเรียนอ่านบทเรียนแบบละ 15 คนเท่ากัน ในการทดลองครั้งนี้ นอกจากตรวจหาขอบทรวง ของบทเรียนแล้ว ยังหาเวลาที่เหมาะสมในการอ่านด้วย ซึ่งพบว่าเวลาที่ใช้ในการอ่านบทเรียน มโนทัศน์เอกนาม 20 นาที และเวลาที่ใช้ในการอ่านบทเรียนมโนทัศน์เอกนามคล้าย 15 นาที

3.4 ปรับปรุงบทเรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งนำไปใช้ในการทดลองจริง

แบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์

1. ลักษณะของแบบทดสอบ

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยสร้างตามวิธีการของ เมอร์ริล และ เทนนิสัน (Merrill and Tennyson, 1977 : 55-61) มี 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 สำหรับมโนทัศน์เอกนาม และฉบับที่ 2 สำหรับมโนทัศน์ เอกนามคล้าย แบบทดสอบแต่ละฉบับประกอบด้วย คำชี้แจง และข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 2 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นตัวอย่างนิมาน 15 ข้อ และตัวอย่างนิเสธ 15 ข้อ ตัวอย่างของมโนทัศน์เอกนามมีค่าความยากตั้งแต่ 22% ถึง 76% และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ถึง .60 ส่วนตัวอย่างของมโนทัศน์เอกนามคล้าย มีค่าความยากตั้งแต่ 20% ถึง

78% และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ถึง .48 เรียงตามลำดับตัวอย่างโดยวิธีสุ่ม การตอบ
 ขอสอบให้นักเรียนตอบว่า "เป็น" หรือ "ไม่เป็น" ตัวอย่างของมโนทัศน์ นักเรียนตอบถูกให้
 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน นักเรียนทุกคนจะได้รับแบบทดสอบชุดเดียวกัน แบบทดสอบ
 วัตถุประสงค์การจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ทั้ง 2 ฉบับ เสนอไว้ในภาคผนวก 7

2. การสร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัตถุประสงค์การจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์
 ทั้ง 2 ฉบับดังกล่าว ตามลำดับดังนี้

2.1 นำตัวอย่างของมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์ส่วนที่เหลือจากการสร้างบทเรียน
 มาคัดเลือกเอาเฉพาะตัวอย่างที่มีค่าความยากตั้งแต่ 20% ถึง 80% เท่านั้น ซึ่งถือว่าเป็นค่า
 ความยากที่เหมาะสมของข้อสอบ

2.2 นำตัวอย่างของมโนทัศน์ในข้อ 2.1 มาหาค่าอำนาจจำแนก ซึ่งค่า
 อำนาจจำแนกของตัวอย่างมโนทัศน์ เสนอไว้ในภาคผนวก 6

2.3 คัดเลือกตัวอย่างของมโนทัศน์ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .2 ขึ้นไป

2.4 นำตัวอย่างของมโนทัศน์ที่คัดเลือกไว้ในข้อ 2.3 มาคัดเลือกอีกครั้ง
 เพื่อให้ได้ตัวอย่างนิมิตและตัวอย่างนิเสธอย่างละ 15 ตัวอย่าง โดยคัดเลือกตัวอย่างที่มีค่า
 ความยากระดับสูง 3 ตัวอย่าง ค่าความยากระดับปานกลาง 9 ตัวอย่าง และค่าความยาก
 ระดับต่ำ 3 ตัวอย่าง ซึ่งคัดเลือกตัวอย่างที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงก่อน

2.5 นำตัวอย่างของมโนทัศน์ในข้อ 2.4 มาสร้างแบบทดสอบ โดยนำตัวอย่าง
 ของมโนทัศน์แต่ละตัวอย่าง มาสร้างเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 2 ตัวเลือก คือ "เป็น"
 และ "ไม่เป็น" ตัวอย่างของมโนทัศน์ เรียงลำดับข้อสอบโดยวิธีสุ่ม

3. การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อในแบบ
 ทดสอบ เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่เลือกมาจากตัวอย่างของมโนทัศน์ซึ่งผู้วิจัยได้หาคำชี้
 ความสอดคล้องระหว่างตัวอย่างกับคำนิยามของมโนทัศน์ไว้ก่อนแล้ว ทุกตัวอย่างมีคำชี้ความ

สอดคล้องตรงตามเกณฑ์ กล่าวคือ ข้อที่เป็นตัวอย่างนิมาน คัดเลือกจากตัวอย่างที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .5 ถึง 1 และข้อที่เป็นตัวอย่างนิเสธ เลือกจากตัวอย่างที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ $-.5$ ถึง -1 ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบทั้งสองฉบับจึงมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.2 การหาค่าความยากของข้อสอบรายข้อ เนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อ คัดเลือกมาจากตัวอย่างของมโนทัศน์ที่มีค่าความยากตั้งแต่ 20% ถึง 80% ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบจึงมีค่าความยากพอเหมาะ

3.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ เนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อ ผู้วิจัยได้หาค่าอำนาจจำแนกก่อนที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบ และคัดเลือกเอาข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ดังนั้นข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบทั้งสองฉบับ จึงมีค่าอำนาจจำแนกที่เชื่อถือได้

3.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนพหลุพิทยาคม จำนวน 45 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกันที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการหาคุณภาพของบทเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนพหลุพิทยาคม มา 45 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากแบบไม่ใส่คืน

3.4.2 สุ่มแยกนักเรียนในข้อ 3.4.1 ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก ซึ่งมีเงื่อนไขว่า สุ่มครั้งที่ 1, 4, 7, ..., 43 ไท้อานบทเรียนแบบที่ 1 สุ่มครั้งที่ 2, 5, 8, ..., 44 ไท้อานบทเรียนแบบที่ 2 สุ่มครั้งที่ 3, 6, 9, ..., 45 ไท้อานบทเรียนแบบที่ 3

3.4.3 นำบทเรียนมโนทัศน์ที่ปรับปรุงครั้งแรกแล้วไปให้นักเรียน คั่งกล่าวอ่าน ซึ่งนักเรียนคนหนึ่ง ๆ จะต้องอ่านบทเรียนแบบเดียวกัน ทั้งบทเรียนมโนทัศน์ เอกนาม (ชุด ก) และบทเรียนมโนทัศน์เอกนามคล้าย (ชุด ข) เมื่อนักเรียนอ่าน บทเรียนจบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ ซึ่งมีลำดับขั้น

ครั้งนี้ อ่านบทเรียนมโนทัศน์เอกนาม ทำแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ฉบับที่ 1 (มโนทัศน์เอกนาม) พัก 5 นาที อ่านบทเรียนมโนทัศน์เอกนามคล้าย ทำแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ฉบับที่ 2 (มโนทัศน์เอกนามคล้าย)

3.4.4 นำผลการสอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนว่า ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

3.4.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ โดยใช้วิธีการหาค่าความคงที่ภายในของแบบทดสอบ ตามวิธีการของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน สูตร KR-20 วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้เสนอไว้ในภาคผนวก 8 ซึ่งได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ฉบับที่ 1 เท่ากับ .7212 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ฉบับที่ 2 เท่ากับ .8298

ประกาศคำตอบ

ประกาศคำตอบสำหรับตอบคำถามในบทเรียน และประกาศคำตอบสำหรับแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ เสนอไว้ในภาคผนวก 8

การทดลองนำร่อง

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองนำร่องก่อนการทดลองจริง เพื่อให้เกิดความชำนาญเกี่ยวกับวิธีดำเนินการทดลอง นอกจากนั้นจะได้ศึกษาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองจริง ซึ่งจะได้นำมาหาทางป้องกันและเตรียมการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นนั้น ในการทดลองนำร่องนี้ ผู้วิจัยทดลองเฉพาะตัวแปรอิสระส่วนของผู้เรียนผู้สอนคือนักเรียนผู้เรียนเท่านั้น ส่วนตัวแปรวิธีเสนอให้เรียนผู้วิจัยได้ให้ผู้รับการทดลองทุกคน เรียนจากบทเรียนมโนทัศน์ที่เสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างร่วมกับแบบถามตอบตัวอย่าง (บทเรียน 3ก และบทเรียน 3ข) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนชะรัดชนูปถัมภ์ จังหวัดพิจิตร โดยดำเนินการดังนี้

1. นำคะแนนสอบวัดผลปลายภาคเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนพระศรีรัตนมหาธาตุ มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย แล้วคัดเลือกเอานักเรียนที่มีคะแนนต่ำสุดขึ้นไปจำนวน 24 คน ให้เป็นนักเรียนผู้เรียน และคัดเลือกเอานักเรียนที่มีคะแนนสูงสุดลงมาจำนวน 9 คน ให้เป็นนักเรียนผู้สอน

2. ในกลุ่มนักเรียนผู้เรียนจำนวน 24 คน ผู้วิจัยสุ่มแยกออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากแบบไม่ใส่คืน ซึ่งมีเงื่อนไขในการสุ่มดังนี้

สุ่มครั้งที่ 1, 5, 9, ..., 21	เข้ากลุ่มที่ 1
สุ่มครั้งที่ 2, 6, 10, ..., 22	เข้ากลุ่มที่ 2
สุ่มครั้งที่ 3, 7, 11, ..., 23	เข้ากลุ่มที่ 3
สุ่มครั้งที่ 4, 8, 12, ..., 24	เข้ากลุ่มที่ 4

ให้แต่ละกลุ่มรับภาระทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1	ใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน	1 ต่อ 1
กลุ่มที่ 2	ใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน	1 ต่อ 3
กลุ่มที่ 3	ใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน	1 ต่อ 6
กลุ่มที่ 4	ไม่มีนักเรียนผู้สอน	

3. ในกลุ่มนักเรียนผู้สอนจำนวน 9 คน ผู้วิจัยสุ่มแยกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1	จำนวน 6 คน	ให้ช่วยสอนนักเรียนผู้เรียนในกลุ่มที่ 1
กลุ่มที่ 2	จำนวน 2 คน	ให้ช่วยสอนนักเรียนผู้เรียนในกลุ่มที่ 2
กลุ่มที่ 3	จำนวน 1 คน	ให้ช่วยสอนนักเรียนผู้เรียนในกลุ่มที่ 3

4. จัดกลุ่มนักเรียนโดยการจับสลากชื่อนักเรียนผู้เรียนให้นักเรียนผู้สอน

5. ในวันที่ 1 ผู้วิจัยประชุมนักเรียนในกลุ่มที่ 1-3 ทั้งนักเรียนผู้สอนและนักเรียนผู้เรียน โดยแยกประชุมคนละครั้ง ดังนี้

5.1 ประชุมนักเรียนผู้สอน ประชุมพร้อมกันทั้ง 9 คน ใช้เวลาในการประชุมประมาณ 50 นาที เพื่อชี้แจงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับหน้าที่และบทบาทของนักเรียนผู้สอนในขณะ

ทำการสอน โดยชี้แจงดังนี้ "สวัสดีครับนักเรียนทุกคน นักเรียนทุกคนที่ครูนัดมาประชุมในวันนี้ เป็นนักเรียนที่ครูเห็นว่าอยู่ในกลุ่มเก่งของวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้น ม.2 ของโรงเรียนนี้ และครูคิดว่านักเรียนคงจะสามารถช่วยเหลือเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ในการเรียนวิชานี้ได้ ซึ่งในวันพรุ่งนี้และวันมะรืน ครูจะให้นักเรียนซึ่งเป็นเพื่อนของเราในกลุ่มหนึ่งเรียนเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 2 เรื่อง วันละเรื่อง ซึ่งเป็นเนื้อหาในชั้น ม.3 ครูจะให้พวกเขาเรียนจากบทเรียนที่ครูสร้างขึ้น แต่ครูไม่แน่ใจว่าบทเรียนที่ครูสร้างขึ้นมานี้จะทำให้พวกเขาเรียนรู้ได้แค่ไหน ครูจึงอยากให้เราในวันนี้ช่วยสอนพวกเขาอีกที หลังจากที่เข้อ่านบทเรียนจบในวันนี้ครูจะสอนเนื้อหาทั้งสองเรื่องให้พวกเราได้เรียนจนเข้าใจกันก่อน พร้อมกับให้นักเรียน "ไต่ฝักวิธีการสอนด้วย" เมื่อชี้แจงจบ ผู้วิจัยสอนมโนทัศน์เอกนามและมโนทัศน์เอกนามคล้ายกันให้นักเรียน พร้อมกับให้นักเรียนจับกลุ่มฝักวิธีการสอน ในขณะที่นักเรียนกำลังฝักวิธีการสอนนั้น ผู้วิจัยจะคอยสังเกต แนะนำ และให้คำปรึกษาแก่นักเรียนทุกคน เสร็จแล้วผู้วิจัยชี้แจงต่อว่า "ในวันพรุ่งนี้และวันมะรืน เมื่อครูสั่งว่า "หมดเวลาอ่านบทเรียน ให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเรียน" ให้พวกเราช่วยสอนโดยการตอบคำถามและช่วยอธิบายเนื้อหาในบทเรียนให้แก่นักเรียนในกลุ่มของเราเอง เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งนักเรียนทุกคนที่มาประชุมในวันนี้ จะมีโอกาสได้ใช้ความสามารถในการช่วยเหลือเพื่อนนักเรียน 1 คนบาง 3 คนบาง และ 6 คนบาง ครูจะแจ้งให้ทราบในวันพรุ่งนี้ และขอย้ำอีกอย่างว่า สำหรับคนที่ต้องรับผิดชอบเพื่อน 3 คน และ 6 คนนั้น ในขณะที่กำลังสอน พยายามควบคุมอย่าให้นักเรียนคนอื่น ๆ คุยกันเองเป็นอันขาด ใครมีอะไรสงสัยบ้าง" เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ผู้วิจัยตอบคำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจแล้ว ผู้วิจัยนัดวันและเวลาสำหรับวันต่อไป แล้วปิดประชุม

5.2 ประชุมนักเรียนผู้เรียน ประชุมพร้อมกันทั้ง 18 คน ใช้เวลาในการประชุมประมาณ 20 นาที เพื่อชี้แจงว่า "สวัสดีครับนักเรียนทุกคน ในวันพรุ่งนี้และวันมะรืน ครูจะให้พวกเราเรียนเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง วันละเรื่อง โดยครูจะให้พวกเราอ่านจากบทเรียนสำเร็จรูปที่ครูสร้างขึ้น ในการเรียนนั้นครูจะให้อ่านบทเรียน 20 นาที แต่ครูไม่แน่ใจว่าบทเรียนที่ครูสร้างขึ้นมานี้จะมีคุณภาพดีพอที่จะทำให้ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างแจ่มแจ้งหรือไม่ ดังนั้นเมื่อนักเรียนอ่านบทเรียนจบแล้ว ครูจะให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเรียนเพื่อ

ทบทวนบทเรียนอีกครั้ง ซึ่งอาจจะรวมกลุ่มกัน 2 คนบ้าง 4 คนบ้าง และ 7 คนบ้าง ซึ่งครูจะแจ้งให้ทราบอีกครั้งว่าใครอยู่กลุ่มเดียวกับใคร ในการรวมกลุ่มกันเรียนนั้นหากนักเรียนไม่เข้าใจตรงจุดไหน ให้นักเรียนปรึกษาและซักถามเพื่อนที่เป็นหัวหน้ากลุ่มได้ ซึ่งครูจะให้ให้นักเรียนปรึกษาและซักถามได้เฉพาะเพื่อนที่เป็นหัวหน้ากลุ่มเท่านั้น ขอให้นักเรียนพยายามอย่าถามเพื่อนคนอื่น "ใครมีอะไรสงสัยบ้าง" เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ผู้วิจัยตอบคำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจดีแล้ว ผู้วิจัยนัดวันและเวลาสำหรับวันต่อไป แล้วปิดประชุม

6. ในวันที่ 2 ให้นักเรียนเรียนและทดสอบโมทัศน์เอกนาม ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

6.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามรายชื่อที่ประกาศไว้หน้าห้อง

6.2 ผู้วิจัยแจกบทเรียนโมทัศน์ให้แก่นักเรียนทุกคน ทั้งนักเรียนผู้สอนและนักเรียนผู้เรียน พร้อมคอยกระต่ายคำตอบสำหรับตอบคำถามในบทเรียน แล้วอธิบายวิธีการเรียนให้นักเรียนเข้าใจดังนี้ "สวัสดีครับนักเรียนทุกคน วันนี้ครูจะให้ให้นักเรียนเรียนเรื่องเอกนาม โดยให้นักเรียนอ่านจากบทเรียนที่อยู่ในมือของนักเรียนในขณะนี้ก่อน นักเรียนจะต้องตั้งใจอ่านให้ดี และพยายามทำความเข้าใจด้วยตนเองให้ได้ ครูจะให้เวลาในการอ่าน 20 นาที หลังจากนั้นครูจะให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเรียน 10 นาที ยกเว้นนักเรียนที่มีรายชื่อต่อไปนี้ (ผู้วิจัยอ่านรายชื่อนักเรียน) ให้นักเรียนอ่านบทเรียนต่อไป เมื่อหมดเวลาครูจะทำการทดสอบเกี่ยวกับเรื่องนี้ ให้นักเรียนเริ่มอ่านได้"

6.3 ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านบทเรียน 20 นาที เมื่อหมดเวลา ผู้วิจัยสั่งว่า "หมดเวลาอ่านบทเรียน ให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเรียน โดยใช้เวลา 10 นาที"

6.4 ผู้วิจัยให้นักเรียนผู้สอนช่วยสอนนักเรียนผู้เรียน 10 นาที เมื่อหมดเวลา ผู้วิจัยสั่งให้นักเรียนพัก 3 นาที ในขณะที่นักเรียนพัก ผู้วิจัยเก็บบทเรียนคืน พร้อมกับแจกแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ พร้อมกระต่ายคำตอบ โดยวางไว้บนโต๊ะของนักเรียนทุกคน

6.5 เมื่อนักเรียนเข้านั่งประจำที่โต๊ะของตนเองแล้ว ผู้วิจัยสั่งให้นักเรียนอ่านคำสั่งในแบบทดสอบ แล้วเขียนชื่อ นามสกุล กลุ่มที่ โรงเรียน ในกระต่ายคำตอบ เมื่อ

ทุกคนพร้อมแล้ว ผู้วิจัยสั่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบ โดยใช้เวลาในการทำ 15 นาที

6.6 ผู้วิจัยนัดเวลาที่เรียนในวันต่อไป

7. ในวันที่ 3 ให้นักเรียนเรียนและทดสอบมโนทัศน์เอกนามคล้าย คำเป็นการทดลองเหมือนกับวันที่ 2

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ พฤติกรรมของผู้รับการทดลองที่ผู้วิจัยต้องการคือ การเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 มโนทัศน์ ได้แก่ มโนทัศน์เอกนามและมโนทัศน์เอกนามคล้าย โดยที่ผู้รับการทดลองสามารถจำแนกตัวอย่างของมโนทัศน์ดังกล่าวในแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างของมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลอง 2 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมและขั้นทดลอง ดังนี้

ขั้นเตรียม

1. เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ บทเรียนมโนทัศน์เอกนาม บทเรียนมโนทัศน์เอกนามคล้าย แบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์เอกนาม แบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์เอกนามคล้าย กระดาษคำตอบสำหรับตอบคำถามในบทเรียน และกระดาษคำตอบสำหรับแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์

2. จัดกลุ่มนักเรียน โดยการจับสลากชื่อนักเรียนผู้เรียนให้แก่นักเรียนผู้สอนแต่ละคนตามเงื่อนไขดังนี้

2.1 ในกลุ่มทดลองที่ 1, 5 และ 9 ซึ่งเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 1 นั้น จับสลากชื่อนักเรียนผู้เรียน 1 คน ให้นักเรียนผู้สอนแต่ละคน

2.2 ในกลุ่มทดลองที่ 2, 6 และ 10 ซึ่งเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 3 นั้น จับสลากชื่อนักเรียนผู้เรียน 3 คน ให้นักเรียนผู้สอนแต่ละคน

2.3 ในกลุ่มทดลองที่ 3, 7 และ 11 ซึ่งเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียน 1 ต่อ 6 นั้น เนื่องจากในแต่ละกลุ่มทดลองมีนักเรียนผู้เรียนเพียง 6 คนเท่านั้น จึงไม่มีการจับสลากอีก

2.4 ในกลุ่มทดลองที่ 4, 8 และ 12 ซึ่งเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยไม่มีนักเรียนผู้สอนนั้น ไม่มีการจับสลาก

3. จัดทำบัญชีรายชื่อนักเรียน เพื่อความสะดวกในการดำเนินการทดลอง

4. เตรียมตารางเวลาในการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองที่ละโรงเรียน ซึ่งจะใช้วิธีการสุ่มในการที่จะกำหนดว่าทดลองกับโรงเรียนใดก่อนหลัง ในแต่ละโรงเรียนผู้วิจัยจะทดลองติดต่อกันเป็นเวลา 3 วัน กล่าวคือ วันที่ 1 ประชุมนักเรียนทั้งนักเรียนผู้สอนและนักเรียนผู้เรียน วันที่ 2 เรียนและทดสอบมโนทัศน์เออกนาม วันที่ 3 เรียนและทดสอบมโนทัศน์เออกนามคล้าย ในแต่ละวันผู้วิจัยจะทดลอง 4 ครั้ง ครั้งละ 3 กลุ่มทดลอง โดยรวมเอากลุ่มที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนในอัตราส่วนเท่ากันมาทดลองพร้อมกัน นั่นคือ แบ่งกลุ่มทดลองทั้ง 12 กลุ่ม เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่ม ก	โตแก	กลุ่มทดลองที่ 1, 5 และ 9
กลุ่ม ข	โตแก	กลุ่มทดลองที่ 2, 6 และ 10
กลุ่ม ค	โตแก	กลุ่มทดลองที่ 3, 7 และ 11
กลุ่ม ง	โตแก	กลุ่มทดลองที่ 4, 8 และ 12

ขั้นตอนทดลอง

1. สำหรับกลุ่มทดลองที่ 1-3, 5-7 และ 9-11 ซึ่งให้นักเรียนเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการให้เพื่อนช่วยสอน โดยใช้อัตราส่วนของนักเรียนผู้สอนต่อนักเรียนผู้เรียนในอัตราส่วนต่าง ๆ ดำเนินการทดลองดังนี้

1.1 วันที่ 1 ผู้วิจัยประชุมนักเรียน ทั้งนักเรียนผู้สอนและนักเรียนผู้เรียน โดยแยกประชุมคนละครั้ง ดังนี้

1.1.1 ประชุมนักเรียนผู้สอน ประชุมพร้อมกันทั้ง 27 คน ใช้เวลาในการประชุมประมาณ 50 นาที เพื่อชี้แจงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับหน้าที่และบทบาทของนักเรียนผู้สอนในขณะทำการสอน โดยชี้แจงดังนี้ "สวัสดิ์ศรับนักเรียนทุกคน นักเรียนทุกคนที่ครูนัดมาประชุมในวันนี้ เป็นนักเรียนที่ครูเห็นว่าอยู่ในกลุ่มเก่งของวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้น ม.2 ของโรงเรียนนี้ และครูคิดว่านักเรียนคงจะสามารถช่วยเหลือเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ ในการเรียนวิชานี้ได้ ซึ่งในวันพรุ่งนี้และวันมะรืน ครูจะให้นักเรียนซึ่งเป็นเพื่อนของพวกเขาเรากลุ่มหนึ่งเรียนเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 2 เรื่อง วันละเรื่อง ซึ่งเป็นเนื้อหาในชั้น ม.3 ครูจะให้พวกเขาเรียนจากบทเรียนที่ครูสร้างขึ้น แต่ครูไม่แน่ใจว่าบทเรียนที่ครูสร้างขึ้นมานั้นจะทำให้พวกเขาเรียนรู้ได้แค่ไหน ครูจึงอยากให้พวกเราในชั้นช่วยสอนพวกเขาอีกทีหลังจากที่เขารอบบทเรียนจบ ในวันนั้นครูจะสอนเนื้อหาทั้งสองเรื่องให้พวกเราได้เรียนจนเข้าใจกันก่อน พร้อมกับให้นักเรียนได้ฝึกวิธีการสอนด้วย" เมื่อชี้แจงจบ ผู้วิจัยสอนมโนทัศน์เอกนามและมโนทัศน์เอกนามคล้ายให้นักเรียน พร้อมกับให้นักเรียนจับกลุ่มฝึกวิธีการสอน ในขณะที่นักเรียนกำลังฝึกวิธีการสอนนั้น ผู้วิจัยจะคอยสังเกต แนะนำ และให้คำปรึกษาแก่นักเรียนทุกคน เสร็จแล้วผู้วิจัยชี้แจงต่อว่า "ในวันพรุ่งนี้และวันมะรืน เมื่อครูสั่งว่า "หมดเวลาอ่านบทเรียน ให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเรียน" ให้พวกเราช่วยสอนโดยการตอบคำถามและช่วยอธิบายเนื้อหาในบทเรียนให้แก่นักเรียนในกลุ่มของเราเองเป็นเวลา 10 นาที ซึ่งนักเรียนทุกคนที่มาประชุมในวันนี้จะมีโอกาสได้ใช้ความสามารถในการช่วยเหลือเพื่อนนักเรียน 1 คนบาง 3 คนบาง และ 6 คนบาง ครูจะแจ้งให้ทราบในวันพรุ่งนี้ และขออย่าอีกอย่างว่า สำหรับคนที่ต้องรับผิดชอบเพื่อน 3 คน และ 6 คนนั้น ในขณะที่กำลังสอนพยายามควบคุมอย่าให้นักเรียนคนอื่น ๆ คุยกันเองเป็นอันขาด ใครมีอะไรสงสัยบ้าง" เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ผู้วิจัยตอบคำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจดีแล้ว ผู้วิจัยนัดวันและเวลาสำหรับวันต่อไป แล้วปิดประชุม

1.1.2 ประชุมนักเรียนผู้เรียน ประชุมพร้อมกันครั้งละ 27 คน ใช้เวลาในการประชุมประมาณ 20 นาที เพื่อชี้แจงว่า "สวัสดิ์ศรับนักเรียนทุกคน ในวันพรุ่งนี้และวันมะรืน ครูจะให้พวกเราเรียนเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง วันละเรื่อง โดยครู

จะให้พวกเราอ่านจากบทเรียนสำเร็จรูปที่ครูสร้างขึ้น ในการเรียนนั้นครูจะให้อ่านบทเรียน 20 นาที แต่ครูไม่แน่ใจว่าบทเรียนที่ครูสร้างขึ้นมานั้นจะมีคุณภาพดีพอที่จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างแจ่มแจ้งหรือไม่ ดังนั้นเมื่อนักเรียนอ่านบทเรียนจบแล้ว ครูจะให้ให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเรียนเพื่อทบทวนบทเรียนอีกครั้ง เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งนักเรียนอาจจะรวมกลุ่มกัน 2 คนบ้าง 4 คนบ้าง และ 7 คนบ้าง ครูจะแจ้งให้ทราบอีกครั้งว่าใครอยู่กลุ่มเดียวกับใคร ในวันพรุ่งนี้ ในการรวมกลุ่มกันเรียนนั้น หากนักเรียนไม่เข้าใจตรงจุดไหน ให้นักเรียนปรึกษา และซักถามเพื่อนที่เป็นหัวหน้ากลุ่มได้ ซึ่งครูจะให้นักเรียนปรึกษาและซักถามได้เฉพาะเพื่อนที่เป็นหัวหน้ากลุ่มเท่านั้น ขอให้นักเรียนพยายามอย่าถามเพื่อนคนอื่น ใครมีอะไรสงสัยอีกบ้าง" เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยผู้วิจัยตอบคำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจดีแล้ว ผู้วิจัยนัดวันและเวลาสำหรับวันต่อไป แล้วปิดประชุม

1.2 วันที่ 2 เรียนและทดสอบโมทัศน์เอกนาม คำเน้นการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1.2.1 ผู้วิจัยแจกบทเรียนโมทัศน์เอกนามให้นักเรียนทุกคน ทั้งนักเรียนคู่สอนและนักเรียนคู่เรียน สำหรับนักเรียนที่เรียนโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนโมทัศน์แบบที่ 2 (วิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง) และด้วยบทเรียนโมทัศน์แบบที่ 3 (วิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายตัวอย่างพร้อมกับแบบถามตอบตัวอย่าง) จะแจกกระดาษคำตอบสำหรับตอบคำถามในบทเรียนให้ด้วย แล้วอธิบายวิธีการเรียนให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ ดังนี้ "สวัสดิ์ครับนักเรียนทุกคน วันนี้ครูจะให้นักเรียนเรียนเรื่องเอกนาม โดยให้นักเรียนอ่านจากบทเรียนที่อยู่ในมือของนักเรียนในขณะนี้ก่อน นักเรียนจะต้องตั้งใจอ่านให้ดีและพยายามทำความเข้าใจด้วยตนเองให้ได้ ครูจะให้เวลาในการอ่าน 20 นาที หลังจากนั้นครูจะให้รวมกลุ่มกันเรียน 10 นาที เมื่อหมดเวลาแล้วครูจะทำการทดสอบเกี่ยวกับเรื่องนี้ ให้นักเรียนเริ่มอ่านได้"

1.2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านบทเรียน 20 นาที เมื่อหมดเวลาผู้วิจัยชี้แจงว่า "หมดเวลาอ่านบทเรียน ให้นักเรียนรวมกลุ่มกันเรียน โดยใช้เวลา 10 นาที"

1.2.3 ผู้วิจัยให้นักเรียนผู้สอนช่วยสอนนักเรียนผู้เรียน 10 นาที เมื่อหมดเวลา ผู้วิจัยสั่งให้นักเรียนพัก 3 นาที ในขณะที่นักเรียนพัก ผู้วิจัยเก็บบทเรียนคืนพร้อมกับแจกแบบทดสอบวัดพฤติกรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์และกระดาษคำตอบ โดยวางไว้บนโต๊ะของนักเรียนทุกคน

1.2.4 เมื่อนักเรียนเข้านั่งประจำที่โต๊ะของตนเองแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านคำสั่งในแบบทดสอบ แล้วเขียนชื่อ นามสกุล กลุ่มที่ โรงเรียน ในกระดาษคำตอบ เมื่อทุกคนพร้อมแล้ว ผู้วิจัยสั่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบ โดยใช้เวลาในการทำ 15 นาที

1.2.5 ผู้วิจัยนับวันและเวลาที่เรียนในวันต่อไป

1.3 วันที่ 3 เรียนและทดสอบมโนทัศน์เอกลนามคล้าย ดำเนินการทดลองเหมือนกันวันที่ 2

2. สำหรับกลุ่มทดลองที่ 4, 8 และ 12 ซึ่งให้นักเรียนเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยไม่ใช้วิธีการให้เพื่อนช่วยสอน ดำเนินการทดลองดังนี้

2.1 วันที่ 1 ไม่มีการจัดกระทำ

2.2 วันที่ 2 เรียนและทดสอบมโนทัศน์เอกลนาม ดำเนินการทดลองตาม

ขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ผู้วิจัยแจกบทเรียนมโนทัศน์เอกลนามให้นักเรียนทุกคน สำหรับนักเรียนที่เรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนมโนทัศน์แบบที่ 2 (วิธีเสนอให้เรียนแบบถามตอบตัวอย่าง) และด้วยบทเรียนมโนทัศน์แบบที่ 3 (วิธีเสนอให้เรียนแบบอธิบายรวมกับแบบถามตอบตัวอย่าง) จะแจกกระดาษคำตอบสำหรับตอบคำถามในบทเรียนให้ด้วย แล้วอธิบายวิธีการเรียนให้นักเรียนเข้าใจดังนี้ "สวัสดีครับนักเรียนทุกคน วันนี้และวันพรุ่งนี้ครูจะให้นักเรียนเรียนเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 2 เรื่อง วันละเรื่อง วันนี้ครูจะให้นักเรียนเรียนเรื่องเอกลนาม โดยให้นักเรียนอ่านจากบทเรียนที่อยู่ในมือของนักเรียนในขณะนี้ ครูจะให้เวลาในการอ่าน 30 นาที เมื่อหมดเวลาแล้วครูจะทำการทดสอบเกี่ยวกับเรื่องนี้ ให้นักเรียนเริ่มอ่านได้"

2.2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านบทเรียน 30 นาที เมื่อหมดเวลาผู้วิจัยให้นักเรียนพัก 3 นาที ในขณะที่นักเรียนกำลังพัก ผู้วิจัยเก็บบทเรียนคืนพร้อมกับแจกแบบทดสอบ

วัตถุประสงค์กรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์และกระดาษคำตอบ โดยวางไวบนโต๊ะของนักเรียน
ทุกคน

2.2.3 เมื่อนักเรียนเข้านั่งประจำที่โต๊ะของตนเองแล้ว ผู้วิจัยให้
นักเรียนอ่านคำสั่งในแบบทดสอบ แล้วเขียนชื่อ นามสกุล กลุ่มที่ โรงเรียน ในกระดาษคำตอบ
เมื่อทุกคนพร้อมแล้ว ผู้วิจัยส่งให้นักเรียนทำแบบทดสอบได้ โดยใช้เวลาในการทำ 15 นาที

2.2.4 ผู้วิจัยนับวันและเวลาที่จะเรียนในวันต่อไป

2.3 วันที่ 3 เรียนและทดสอบมโนทัศน์เอกนามคล้าย ดำเนินการทดลอง
เหมือนกับวันที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของตัวอย่างกับคำนิยามของมโนทัศน์
คัดแปลงจากวิธีการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตามวิธีการของ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์
(2527 : 69)

1.2 การหาค่าความยากของตัวอย่างมโนทัศน์ ซึ่งรวมถึงค่าความยากของ
ข้อสอบในแบบทดสอบวัตถุประสงค์กรรมการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ด้วย ใช้วิธีการของ เมอร์ริลล์
และเทนนิสัน (Merrill and Tennyson, 1977 : 48)

1.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อในแบบทดสอบวัตถุประสงค์กรรมการ
จำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ ใช้วิธีการของ กรอนลันด์ (Gronlund, 1981 : 259)

1.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัตถุประสงค์กรรมการจำแนกตัวอย่าง
มโนทัศน์ ใช้วิธีการหาความคงที่ภายในของแบบทดสอบ ตามวิธีการของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน
(Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 (Ebel and Frisble, 1986 : 77)

2. ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง

2.1 การหาค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัตถุประสงค์กรรมการ

การจำแนกตัวอย่างมีโนทัศน์ ใช้วิธีการของ กิลฟอร์ด และฟร็ชเตอร์ (Guilford and Fruchter, 1978 : 45)

2.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากแบบทดสอบ
วัดพฤติกรรมกำแนกตัวอย่างมีโนทัศน์ ใช้วิธีการของ กิลฟอร์ด และฟร็ชเตอร์ (Guilford and Fruchter, 1978 : 73)

2.3 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน ก่อนทำการวิเคราะห์
ความแปรปรวน ใช้วิธีการของ ฮาร์ตลีย์ (Hartley) (Winer, 1971 : 206)

2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ใช้การวิเคราะห์ความ
แปรปรวนแบบแฟกทอเรียลสุ่มสมบูรณ์ 3×4 (Completely Randomized Factorial
Design) (Kirk, 1982 : 355)

2.5 การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) เมื่อพบว่าการ
วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลักมีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อทดสอบว่าตัวแปรหลักคู่ใดบ้าง
ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ใช้วิธีการ HSD ของ ดูเกย์ (Tukey) (Kirk,
1982 : 116)