

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร เพื่อให้การศึกษาได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ผู้วิจัยได้ดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

#### ตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 401 คน เป็นนักเรียนชาย 196 คน นักเรียนหญิง 205 คน ในการสุ่มเพื่อให้ได้ตัวอย่างประชากรดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินงานเป็นลำดับขั้นดังนี้

#### การกำหนดขนาดตัวอย่างประชากร

การกำหนดขนาดตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ทำได้โดย

1. สํารวจจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จากสถิติของสำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร ปรากฏว่ามีจำนวน 30,121 คน

2. กำหนดขนาดตัวอย่างประชากรที่จะทำการสุ่ม โดยใช้ตารางสำหรับหาขนาดตัวอย่างประชากรของยามานะ (Yamane 1967: 886) ซึ่งพบว่าที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 จำนวนตัวอย่างประชากรที่จะทำการสุ่มต้องไม่น้อยกว่า 397 คน

#### การสุ่มตัวอย่างประชากร

1. สํารวจรายชื่อโรงเรียนจากทุกเขตในกรุงเทพมหานครซึ่งมีทั้งหมด 24 เขต แบ่งเป็นเขตชั้นนอก 11 เขต เขตชั้นใน 13 เขต แล้วสุ่มรายชื่อโรงเรียนจากทุกเขตมาเขตละ 1 โรงเรียนโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ได้รายชื่อโรงเรียนทั้งหมด 24 โรงเรียน ซึ่งแบ่งเป็นโรงเรียนในเขตชั้นนอก 11 โรงเรียนและในเขตชั้นใน 13

## โรงเรียน

2. สุ่มรายชื่อโรงเรียนจากเขตชั้นนอกมาจำนวน 5 โรงเรียนและจากเขตชั้นในจำนวน 6 โรงเรียนโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย

3. สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้ในข้อ 2 มาโรงเรียนละ 1 ห้องเรียนโดยวิธีสุ่มอย่างง่ายได้ห้องเรียนรวม 11 ห้อง แล้วให้นักเรียนทุกคนในแต่ละห้องเรียนเป็นตัวอย่างประชากร ปรากฏว่าได้จำนวนตัวอย่างประชากรทั้งหมด 401 คน เป็นนักเรียนชาย 196 คน นักเรียนหญิง 205 คน ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. จำนวนตัวอย่างประชากร จำแนกตามเพศ โรงเรียนและเขตที่ตั้ง

ชื่อโรงเรียน	เขตที่ตั้ง	ชาย	หญิง	รวม
<u>เขตชั้นนอก</u>				
วัดแจรงร้อน	ราษฎร์บูรณะ	14	20	34
วัดมงคลวราราม	บางขุนเทียน	18	17	35
วัดจันประคิษฐาราม	ภาษีเจริญ	21	19	40
วัดพิชัย	บางกะปิ	17	18	35
วัดปากมอ	พระโขนง	20	15	35
<u>เขตชั้นใน</u>				
วัดจักรวรรดิ	สัมพันธวงศ์	20	23	43
วัดหัวลำโพง	บางรัก	17	16	33
วัดไทร	ยานนาวา	14	19	33
วัดคณิกาผล	ป้อมปราบศัตรูพ่าย	18	21	39
วัดเทพราชิน	ธนบุรี	19	16	35
วัดเจ้าอาาม	บางกอกน้อย	18	21	39
รวม		196	205	401

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 2 ฉบับคือ แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

### 1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกรวัดและประเมินผลทางการศึกษา

1.2 สํารวจ รวบรวมหนังสือแบบเรียนและหนังสือแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนของบุคคลอื่น ๆ ที่กระทรวงศึกษาธิการอนุญาตให้ใช้ในโรงเรียนได้ พร้อมทั้งคัดเลือกจุดประสงค์เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

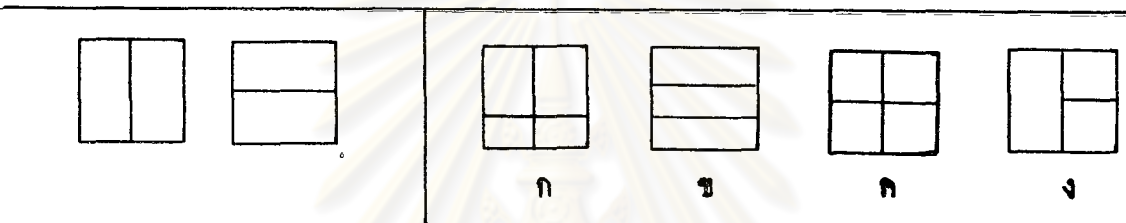
1.3 ศึกษาทฤษฎีทางสถิติของเซอร์สโตน โดยศึกษาให้ละเอียดเฉพาะความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเน้นที่รูปแบบของการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นประการสำคัญ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาตัวอย่างของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ที่ได้มีผู้สร้างขึ้นไว้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบต่อไป

### 2. ขั้นดำเนินการสร้าง

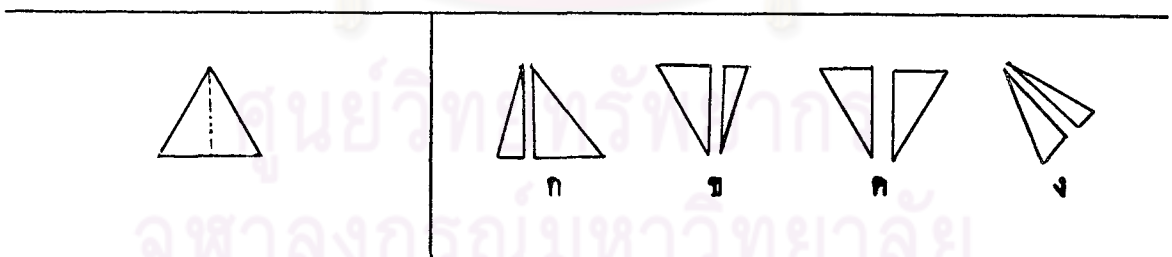
2.1 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จำนวน 5 ฉบับคือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์และแบบทดสอบหมุนภาพ สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบดังกล่าวนี้เพราะจากการศึกษาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ( Factor Analysis ) ของบุญชม ศรีสะอาด (2513: 78) พบว่าแบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์และแบบทดสอบหมุนภาพ เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้จริง เนื่องจากแบบทดสอบดังกล่าวมีน้ำหนักตัวประกอบด้านมิติสัมพันธ์อยู่มาก การสร้างแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ผู้วิจัยสร้างเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และมีค่าคอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงค่าคอบเดียวฉบับละ 35 ข้อ รวม 175 ข้อ ในการสร้าง

แบบทดสอบผู้วิจัยได้อาศัยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของบุญชม ศรีสะอาด พรทิพย์ ภัทรชาคร และสมศักดิ์ สินธุระเวชชัย เป็นแนวทางในการสร้าง ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีดังนี้

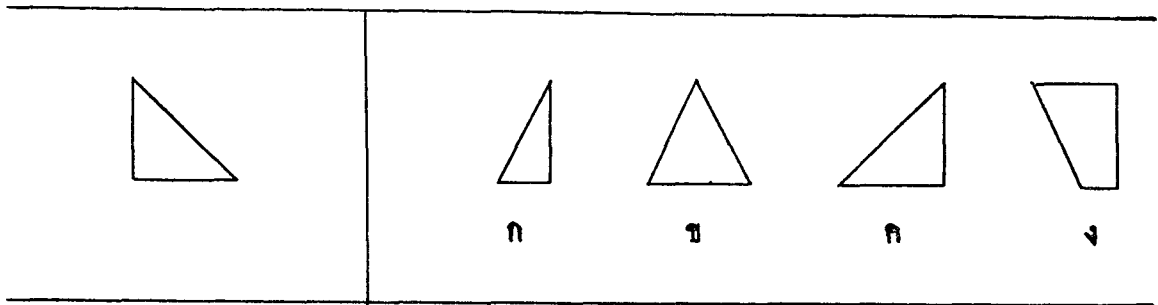
2.1.1 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบซ้อนภาพ ลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อจะมีภาพมาให้ 2 ภาพทางซ้ายมือ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้านำภาพทั้ง 2 นั้นมาซ้อนกันให้สนิทโดยไม่เปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างแล้ว จะได้ภาพอะไรจากภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก, ข, ค หรือ ง. ดังตัวอย่าง



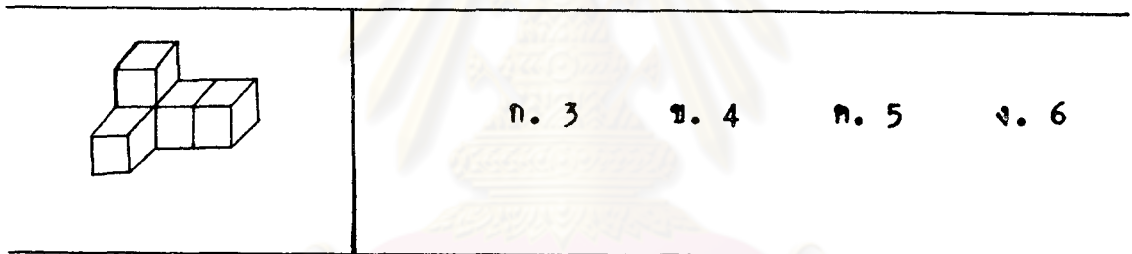
2.1.2 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบแยกภาพ ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีภาพให้ 1 ภาพทางซ้ายมือ ให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้าแยกภาพนั้นออกเป็น 2 ส่วนตามรอยเส้นประแล้วจะได้ภาพเป็นเช่นไรจากภาพในข้อ ก, ข, ค หรือ ง. ดังตัวอย่าง



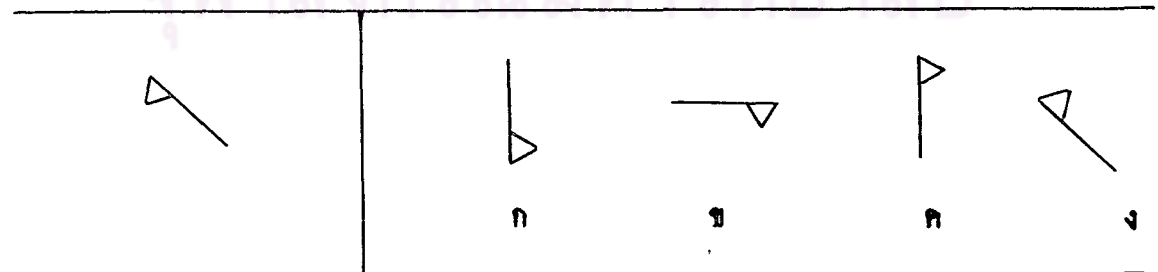
2.1.3 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือ 1 ภาพ ให้นักเรียนดูก่อนแล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า จะต้องนำภาพเช่นไรจากภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก, ข, ค หรือ ง. มาต่อกับภาพทางซ้ายมือแล้วจะทำให้เกิดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยสมบูรณ์ ดังตัวอย่าง



2.1.4 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบนับรูปดูบาศก์ ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อจะมีภาพเป็นรูปดูบาศก์ที่มีขนาดเดียวกันกองรวมกันอยู่อย่างมีระเบียบ ให้นักเรียนพิจารณาแล้วนับจำนวนของดูบาศก์ในแต่ละกองโดยจะต้องนับรูปที่ถูกรูปอื่นบังไว้ด้วยว่ามีจำนวนเท่าใดในคำตอบที่กำหนดให้จากข้อ ก, ข, ค หรือ ง. ดังตัวอย่าง



2.1.5 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพ ลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อ จะมีภาพทางซ้ายมือ 1 ภาพ ให้นักเรียนพิจารณาว่าถ้าหมุนภาพนี้ไปในทิศทางตามหรือทวนเข็มนาฬิกาแล้ว จะมีลักษณะเหมือนกับภาพใดจากภาพที่กำหนดให้ในข้อ ก, ข, ค หรือ ง. ดังตัวอย่าง





2.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยครอบคลุมเนื้อหาในเรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร แผนรูปภาพ แผนภูมิแท่งและตาราง สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาในเรื่องนี้มาสร้างเป็นแบบทดสอบเพราะจากการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ พบว่า นักเรียนมีจุดอ่อนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2519: 2) ในการสร้างแบบทดสอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างออกเป็น 2 ส่วน ๆ ละ 30 ข้อคือ

2.2.1 การวิเคราะห์ปัญหา ( Analysis ) โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้ไม่ต้องใช้การคำนวณในการหาคำตอบ ดังตัวอย่าง

วิชัยมีเงิน 15 บาท ปราณีมีเงิน 25 บาท วิชัยมีเงินน้อยกว่าปราณีเท่าไร

ก.  $15 - 25 = \square$

ข.  $25 - 15 = \square$

ค.  $25 - \square = 15$

ง.  $15 - \square = 25$

2.2.2 การหาคำตอบที่ถูกต้อง ( Solution ) โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้ต้องอาศัยการคิดคำนวณในการหาคำตอบที่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

วิรัชเก็บมะนาวมา 40 ผล เมื่อแบ่งมะนาวให้เพื่อนไปจำนวนหนึ่งปรากฏว่ายังมีเหลือมะนาวอยู่อีก 25 ผล อยากทราบว่าวิรัชแบ่งมะนาวให้เพื่อนไปกี่ผล

ก. 15 ผล

ข. 35 ผล

ค. 40 ผล

ง. 65 ผล

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเพื่อหาความตรงตามเนื้อหา ( Content Validity ) ตามรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิและมีประสบการณ์ทางการสอนคณิตศาสตร์ใน



ระดับประถมศึกษาจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบแบบทดสอบความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3.2 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการสร้างแบบทดสอบ จำนวน 5 ท่าน ทำการตรวจสอบแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

2.4 คัดเลือกข้อสอบที่ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเห็นว่าสร้างได้ถูกต้องและเหมาะสมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ปรับปรุงข้อที่ได้รับการแนะนำจนได้จำนวนข้อของแบบทดสอบตาม ต้องการ

### 3. ขั้นตอนการใช้เครื่องมือ

3.1 นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับที่ผ่านการตรวจของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทำการทดลองสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนวัด สุทธาราม เขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียนรวม 81 คน เป็น นักเรียนชาย 42 คน นักเรียนหญิง 39 คน ใช้เวลาในการทดสอบ 2 วัน โดยมีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

3.1.1 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทำการทดสอบในวันแรก ในการทดสอบผู้วิจัยได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับพร้อมทั้งวิธีการตอบ ในการตอบแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับผู้วิจัยจะบอกให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้เร็วที่สุด เมื่อทำเสร็จแล้วให้นักเรียนยกมือขึ้นเพื่อผู้วิจัยจะได้จดบันทึกเวลาสำหรับนำมาหาเวลาเฉลี่ยที่เหมาะสมในอันที่จะให้นำไปใช้เวลาทดสอบจริง

3.1.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทำการทดสอบในวันที่สอง ในการตอบแบบทดสอบผู้วิจัยได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบและวิธีการตอบเมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว จึงให้นักเรียนลงมือทำแบบทดสอบพร้อมกัน โดยใช้ เวลาในการทดสอบประมาณ 1 ชั่วโมง 20 นาที

3.2 ตรวจและทำการวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค กลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ 50% เพื่อหาค่าระดับความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) จากนั้นทำการคัดเลือกแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ไว้ฉบับละ 20 ข้อ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ส่วนละ 15 ข้อ รวม 30 ข้อ

ข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีค่าระดับความยากอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป สูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ (ประคอง กรรณสูต 2525: 34)

$$p = \frac{R_u - R_l}{2N}$$

$$r = \frac{R_u - R_l}{N}$$

p	แทน	ค่าระดับความยากของแบบทดสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
$R_u$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
$R_l$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

3.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ ไปทำการทดลองสอบอีกครั้งหนึ่งกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนวัดยางสุทธาราม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 77 คน เป็นนักเรียนชาย 37 คน นักเรียนหญิง 40 คน ใช้เวลาในการทดสอบ 2 วัน ซึ่งวิธีดำเนินการสอบนั้นดำเนินการเหมือนกับการทดลองสอบที่โรงเรียนวัดสุทธารามทุกประการ โดยวันแรกทำการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ วันที่สองทำการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 40 นาที

3.4 ทรวจและทำการวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคกลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ 50% อีกครั้งหนึ่ง เพื่อหาค่าระดับความยาก ( p ) ค่าอำนาจจำแนก ( r ) และค่าความเที่ยง ( Reliability ) โดยใช้สูตรของคูเคอร์ - ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (ประคอง กรรณสูต 2525: 46)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s_x^2} \right)$$

$r_{tt}$	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ



$\alpha$  แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( 1 - p )  
 $s_x^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

คุณภาพของแบบทดสอบทั้งหมด ปรากฏดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. จำนวนข้อ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ ค่าระดับความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	จำนวนข้อ	เวลา ( นาที )	ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ความเที่ยง
ข้อภาพ	20	8	.21 - .76	.26 - .76	.802
แยกภาพ	20	7	.31 - .78	.21 - .71	.809
ประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	20	8	.23 - .74	.31 - .66	.722
นับรูปลูกบาศก์	20	10	.22 - .72	.37 - .68	.885
ทฤษฎีบท	20	12	.25 - .71	.23 - .73	.884
โจทย์ปัญหา	30	40	.26 - .75	.28 - .71	.841

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ฝึกวิธีการใช้แบบทดสอบให้กับผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน จากนั้นผู้วิจัยและผู้ช่วยทั้งสอง นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร ใช้เวลาในการทดสอบโรงเรียนละ 1 วัน โดยตัวอย่างประชากรได้รับการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในช่วงเวลาเดียวกัน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบอยู่ระหว่างวันที่ 19 มีนาคม 2527 ถึงวันที่ 23 มีนาคม 2527 สำหรับรายละเอียดของวิธีดำเนินการทดสอบมีดังนี้

1. แบบทดสอบความสามารถคำนวณมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยแจกแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับให้นักเรียนโดยแบบทดสอบแต่ละฉบับจะมีกระดาษคำตอบแนบไปด้วย นอกจากนี้แบบทดสอบทุกฉบับยังมีกระดาษสถิติที่อยู่ด้านหลังของแบบทดสอบ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถหียบแบบทดสอบได้ถูกต้อง (กระดาษสถิติใช้มี สีเขียว แดง เหลือง น้ำเงินและชมพู ใช้คิกที่มุมของแบบทดสอบข้อภาพ แยกภาพ ประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส นับรูปลูกบาศก์และหมุนภาพ ตามลำดับ) ในการทดสอบแบบทดสอบแต่ละฉบับ ผู้วิจัยอ่านคำชี้แจงให้นักเรียนฟังพร้อมทั้งอธิบายตัวอย่างจนนักเรียนเข้าใจ จึงให้นักเรียนเริ่มลงมือทำแบบทดสอบและนักเรียนจะต้องหยุดทำแบบทดสอบทันทีเมื่อผู้วิจัยบอกหมดเวลา อนึ่งตัวแปรที่อาจส่งผลกระทบต่อการศึกษาในครั้งนี้ คือ ลำดับที่ในการทดสอบแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ทำการควบคุมความคลาดเคลื่อนจากสาเหตุดังกล่าวโดยการสุ่มลำดับที่ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์โดยการสุ่มอย่างง่าย ในการทดสอบแต่ละวันในแต่ละโรงเรียน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยแจกแบบทดสอบให้นักเรียนโดยแบบกระดาษคำตอบและกระดาษทศไว้ด้วย ในการทดสอบผู้วิจัยอ่านคำชี้แจงให้นักเรียนฟังพร้อมทั้งอธิบายตัวอย่างของแบบทดสอบทั้ง 2 ส่วนจนนักเรียนเข้าใจดีแล้ว จึงให้เริ่มลงมือทำแบบทดสอบและนักเรียนจะต้องหยุดทำแบบทดสอบทันทีเมื่อผู้วิจัยบอกหมดเวลา

### ✓ การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบ มาทำการวิเคราะห์เป็นลำดับขั้น ดังนี้

1. คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน คือ คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความแปรปรวนของคะแนน ( $s^2$ ) จากสูตร (ประคอง กรรณสูตร 2525: 80 - 81)

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum x}{N} \\ \text{S.D.} &= \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2} \\ s^2 &= \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2\end{aligned}$$

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$S^2$	แทน	ความแปรปรวน
$N$	แทน	จำนวนคะแนนทั้งหมด
$\Sigma X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\Sigma X^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนทั้งหมด

2. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (ประกอบ กรรณสูต 2525: 41)

$$r_{xy} = \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2] [N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

$r_{xy}$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\Sigma XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนน 2 ชุด
$\Sigma X$	แทน	ผลรวมของคะแนนในชุดแรก
$\Sigma Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนในชุดหลัง
$\Sigma X^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนในชุดแรก
$\Sigma Y^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนในชุดหลัง
$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

3. เปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงโดยการทดสอบค่า  $Z$  จากสูตร (ประกอบ กรรณสูต 2525: 98)

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{6\frac{s^2}{X_1} + 6\frac{s^2}{X_2}}}$$

- $\bar{x}_1$  แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชาย
- $\bar{x}_2$  แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิง
- $6^2 \bar{x}_1$  แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชาย
- $6^2 \bar{x}_2$  แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชาย

4. เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง โดยการทดสอบค่า z จากสูตร (วิเชียร เกตุสิงห์ 2521: 62)

$$z = \frac{z_1 - z_2}{\sqrt{\frac{1}{N_1 - 3} + \frac{1}{N_2 - 3}}}$$

- $z_1$  แทน ค่า Fisher's z ที่ได้จากค่า  $r_1$
- $z_2$  แทน ค่า Fisher's z ที่ได้จากค่า  $r_2$
- $N_1$  แทน จำนวนนักเรียนชาย
- $N_2$  แทน จำนวนนักเรียนหญิง

5. เปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ( One - Way Analysis of Variance ) ซึ่งสรุปเป็นตารางได้ดังนี้ (ประคอง กรวรรณสุต 2525: 197)

Source	df	SS	MS	F
Among Groups	$k - 1$	$SS_a$	$MS_a = SS_a / k - 1$	$F = \frac{MS_a}{MS_w}$
Within Groups	$N - k$	$SS_w$	$MS_w = SS_w / N - k$	
Total	$N - 1$	$SS_t$		

เมื่อพบว่าค่า  $F$  ที่คำนวณได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ก็จะทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของเซฟเฟ จากสูตร

$$F = \frac{(M_1 - M_2)^2}{MS_w \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right) (k - 1)}$$

6. เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยใช้สูตร (Marascuilo 1966: 281)

$$U'_0 = \sum_{k=1}^n (N_k - 3) (z_k - z_0)^2$$

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

$k$  แทน จำนวนกลุ่ม

$z_k$  แทน ค่า Fisher's  $Z$  ที่ได้จากค่า  $r$  แต่ละตัว

$z_0$  แทน ค่า Fisher's  $Z$  รวมที่คำนวณได้จากสูตร

$$z_0 = \frac{\sum_{k=1}^n (N_k - 3)(z_k)}{\sum_{k=1}^n (N_k - 3)}$$

เมื่อพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ก็จะทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของมารัสคูโล (Marascuilo) ซึ่งเป็นการทดสอบค่า  $z$  ที่มีค่าวิกฤตเท่ากับ  $\sqrt{\chi^2_{k-1}}$