

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ และเพื่อสร้างคะแนนเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น จำนวน 51,081 คน (สพจ.ขอนแก่น, 2538)

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองข้อสอบ เป็นนักเรียนจากโรงเรียนในเขตเมือง และโรงเรียนนอกเขตเมืองในอัตราส่วน 1:4 เป็นโรงเรียนในเขตเมือง 1 โรงเรียน และโรงเรียนนอกเขตเมือง 4 โรงเรียน รวม 5 โรงเรียน แล้วสุ่มนักเรียนจาก 5 โรงเรียน โดยการสุ่มแบบกำหนดโควตา (Quota Sampling) ดังนี้

1. โรงเรียนสนามบิน	จำนวนนักเรียน	32 คน
2. โรงเรียนบ้านเขวา	จำนวนนักเรียน	30 คน
3. โรงเรียนบ้านคำแก่นคูณ	จำนวนนักเรียน	30 คน
4. โรงเรียนบ้านโนน	จำนวนนักเรียน	30 คน
5. โรงเรียนบ้านหนองไฮขามเปี้ย	จำนวนนักเรียน	30 คน
รวม 5 โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	152 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคำนวณหาขนาดขั้นต่ำของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ใช้สูตร Yamane (1973)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 N แทน ขนาดของประชากร
 e แทน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (งานวิจัยนี้กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 นั่นคือ $e = .05$)

จำนวนประชากร 51,081 คน ดังนั้นเมื่อคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างซึ่งกำหนดความคลาดเคลื่อนเป็น .05 ได้กลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ 397 คน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่าง 500 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Sampling) โดยดำเนินการสุ่มตัวอย่างดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียนโดยให้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม โดยแบ่งโรงเรียนออกเป็น 2 ประเภทคือ โรงเรียนในเขตเมือง และโรงเรียนนอกเขตเมือง ในอัตราส่วน 1 : 4 โดยเทียบสัดส่วนตามจำนวนนักเรียน (จำนวนนักเรียนของโรงเรียนในเขตเมือง 10,216 คน และจำนวนนักเรียนของโรงเรียนนอกเขตเมือง 40,865 คน) สุ่มโรงเรียนในเขตเมืองและโรงเรียนนอกเขตเมืองโดยวิธีการสุ่มแบบกำหนดโควต้า (Quota Sampling) ได้โรงเรียนในเขตเมือง 2 โรงเรียน และโรงเรียนนอกเขตเมือง 8 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 10 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ใช้วิธีการสุ่มแบบกำหนดโควต้า (Quota Sampling) ได้นักเรียนจากโรงเรียนในเขตเมือง 100 คน และนักเรียนจากโรงเรียนนอกเขตเมือง 400 คน รวมทั้งสิ้น 500 คน

ตารางที่ 1 รายชื่อโรงเรียน ประเภทโรงเรียนและจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	โรงเรียน	ประเภทโรงเรียน	จำนวนนักเรียน(คน)		
			ป.5	ป.6	รวม
1.	สนามบิน	ในเขตเมือง	25	25	50
2.	อนุบาลขอนแก่น	ในเขตเมือง	25	25	50
3.	บ้านโนนบ่อ	นอกเขตเมือง	25	25	50
4.	บ้านหนองบัว	นอกเขตเมือง	25	25	50
5.	บ้านอ่างทอง	นอกเขตเมือง	25	25	50
6.	บ้านโนนสว่างดอนมิ่ง	นอกเขตเมือง	25	25	50
7.	บ้านโคกสูงใหญ่	นอกเขตเมือง	25	25	50
8.	หนองโนวิทยาคาร	นอกเขตเมือง	25	25	50
9.	ไตรคามวิทยาสรรค์	นอกเขตเมือง	25	25	50
10.	บ้านโคกสูง	นอกเขตเมือง	25	25	50
รวม			250	250	500

3.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ
 เป็นนักเรียนจากโรงเรียนอนุบาลขอนแก่น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 54 คน
 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 54 คน รวมทั้งสิ้น 108 คน โดยการสุ่มแบบกำหนดโควต้า
 (Quota Sampling)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีดังนี้

3.3.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามแนวคิด และทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ซึ่งสร้างเป็นแบบให้เขียนตอบ มี 6 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (DSR)

มี 4 ข้อ ให้เวลาข้อละ 3 นาที รวมเวลา 12 นาที

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (DSS)

มี 4 ข้อ ให้เวลาข้อละ 3 นาที รวมเวลา 12 นาที

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (DSI)

มี 4 ข้อ ให้เวลาข้อละ 3 นาที รวมเวลา 12 นาที

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ (DMR)

มี 3 ข้อ ให้เวลาข้อละ 4 นาที รวมเวลา 12 นาที

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบระบบ (DMS)

มี 3 ข้อ ให้เวลาข้อละ 4 นาที รวมเวลา 12 นาที

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบการประยุกต์ (DMI)

มี 3 ข้อ ให้เวลาข้อละ 4 นาที รวมเวลา 12 นาที

รวมทั้งหมด 21 ข้อ เวลาที่ใช้ในการสอบ 1 ชั่วโมง 12 นาที

3.3.2 แบบทดสอบการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ตัวเลข ตามทฤษฎีโครงสร้างของ กิลฟอร์ด ของพิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์ (2529) เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์ (Criterion) แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ตามเทคนิคกลุ่มที่รู้จัก (Anastasi, 1968) ของแบบทดสอบที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น

3.4 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3.4.1 การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6

1.2 เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

2) ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง และการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

3) ศึกษาแนวการสร้างแบบทดสอบ ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด โดยศึกษาจากตัวอย่างแบบทดสอบที่เสนอไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4) สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ที่สามารถวัดความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ต้องสร้างให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือ ให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แบบ หลาย ๆ แนว จึงสร้างแบบทดสอบแบบให้เขียนตอบ ประกอบด้วยแบบทดสอบ 6 ฉบับ ตัวอย่างแบบทดสอบดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (DSR)

ตอนที่ 1 สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้แบบ Number Rules (กำหนดตัวเลขตั้งต้นให้ ให้นำตัวเลขตัวนั้นไปสัมพันธ์กับตัวเลขอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้) (Guilford, 1967)

ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง จากตัวเลขเริ่มต้นที่กำหนดให้ ให้นักเรียนหาวิธีการให้ได้มากที่สุด ที่จะทำให้มีผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนด

ตัวอย่าง 0) ตัวเลขเริ่มต้น 2 ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็น 8

ตัวอย่างคำตอบ	1)	$2 + 6$	$= 8$
	2)	$2 \times 5 - 2$	$= 8$

$$3) \quad 2 \times 4 = 8$$

$$4) \quad 2 + 2 + 2 + 2 = 8$$

$$5) \quad 2 \times 8 \div 2 = 8$$

ฯลฯ

ตอนที่ 2 สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ แบบ Number Combination (กำหนดตัวเลขและเครื่องหมายให้จำนวนหนึ่ง

ให้สร้างสมการ) (Guilford, 1967) ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ตัวเลขและเครื่องหมายที่กำหนดให้ สร้างสมการให้ได้มากที่สุด โดยในแต่ละสมการตัวเลขต้องไม่ซ้ำกัน

ตัวอย่าง 0) ตัวเลขที่กำหนดให้ 1, 2, 3, 4

เครื่องหมายที่กำหนดให้ +, -

ตัวอย่างคำตอบ

$$1) \quad 1 + 2 = 3$$

$$2) \quad 4 - 3 = 1$$

$$3) \quad 2 + 3 - 1 = 4$$

$$4) \quad 4 + 1 = 2 + 3$$

$$5) \quad 3 - 1 = 2$$

ฯลฯ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (DSS)

สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ แบบ Expressional FLuency (ให้หาจำนวนมาจัดกระทำตามที่โจทย์ต้องการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้) (Guilford, 1967) ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาตัวเลข 3 จำนวน มาจัดกระทำตามที่โจทย์ต้องการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้

ตัวอย่าง 0)

$$\square + \square + \square = 10$$

ตัวอย่างคำตอบ

$$1) \quad 2 + 3 + 5 = 10$$

$$2) \quad 1 + 2 + 7 = 10$$

$$3) \quad 3 + 3 + 4 = 10$$

$$4) \quad 4 + 2 + 4 = 10$$

$$5) \quad 2 + 2 + 6 = 10$$

ฯลฯ

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์แบบการประยุกต์ (DSI)
สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กิลฟอร์ดได้เสนอไว้แบบ Symbol Elaboration
(กำหนดสมการให้สองสมการ ให้สร้างสมการใหม่โดยใช้ตัวเลขและเครื่องหมายจากสมการที่กำหนดให้) (Guilford, 1967) ตัวอย่างแบบทดสอบ
คำชี้แจง จากสมการ 2 สมการที่กำหนดให้ ให้นักเรียนเขียนสมการใหม่ซึ่งเป็นสมการ
เดียวให้ได้มากที่สุด โดยใช้ตัวเลขและเครื่องหมายจากสมการที่กำหนดให้
ตัวอย่าง 0) สมการที่กำหนดให้ $4 - 1 = 3$

$$3 + 5 = 8$$

ตัวอย่างคำตอบ

$$1) \quad 4 - 3 = 1$$

$$2) \quad 5 = 8 - 3$$

$$3) \quad 8 = 4 + 3 + 1$$

$$4) \quad 5 - 4 = 1$$

$$5) \quad 5 = 8 - 4 + 1$$

ฯลฯ

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ (DMR)
สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กรมวิชาการ (2534) ได้เสนอไว้แบบให้ตั้งคำถาม
ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนด
ให้ ให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0) สีดาสอบได้ 75 คะแนน ธงชัยสอบได้ 69 คะแนน สมศักดิ์สอบได้
82 คะแนน

ตัวอย่างคำตอบ จากข้อมูล นักเรียนสามารถสร้างคำถาม ได้ดังนี้

1) ใครสอบได้คะแนนมากที่สุด

2) ใครสอบได้คะแนนน้อยที่สุด

3) สมศักดิ์สอบได้คะแนนมากกว่าสีดากี่คะแนน

4) ธงชัยสอบได้คะแนนน้อยกว่าสีดากี่คะแนน

5) คะแนนของสี่ดาและธงชัยรวมกันมากกว่าคะแนนของสมศักดิ์กี่คะแนน

ฯลฯ

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบระบบ (DMS)

สร้างตามแนวแบบทดสอบที่กรมวิชาการ (2534) ได้เสนอไว้แบบให้ตั้งคำถาม
ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่กำหนด
ให้ ให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0) โรงเรียนแห่งหนึ่ง มีนักเรียนชายและหญิงทั้งสิ้น 246 คน

ตัวอย่างคำตอบ จากข้อมูล นักเรียนสามารถสร้างคำถาม ได้ดังนี้

- 1) มีนักเรียนชาย 120 คน นักเรียนหญิงมีกี่คน
- 2) มีนักเรียนหญิง 109 คน นักเรียนชายมีกี่คน
- 3) ถ้ามีจำนวนนักเรียนชายและหญิงเท่ากัน มีนักเรียนชาย หญิงกี่คน
- 4) ถ้ามีจำนวนนักเรียนชายมากกว่าหญิง 21 คน จะมีนักเรียนชายกี่คน
- 5) ถ้ามีจำนวนนักเรียนหญิงน้อยกว่าชาย 13 คน จะมีนักเรียนหญิงกี่คน

ฯลฯ

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้านภาษาแบบการประยุกต์ (DMI)

สร้างตามแนวแบบทดสอบที่สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533) ได้เสนอไว้
แบบการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างแบบทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างคำถามทางคณิตศาสตร์ซึ่งประยุกต์จากข้อมูลที่กำหนดให้
โดยไม่ใช้จำนวนตัวเลขเดิม ให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0) พ่ออายุ 42 ปี แม่อายุ 38 ปี แดงอายุ 15 ปี ดำอายุ 13 ปี

ตัวอย่างคำตอบ จากข้อมูลนักเรียนสามารถสร้างคำถาม ได้ดังนี้

- 1) ถ้าพ่ออายุ 46 ปี ดำจะอายุเท่าไร
- 2) เมื่อ 4 ปีที่แล้ว แดงอายุเท่าไร
- 3) พ่ออายุมากกว่าดำกี่ปี
- 4) อีก 7 ปีข้างหน้า ดำอายุเท่าไร
- 5) อายุของพ่อและแม่รวมกัน เป็นกี่เท่าของอายุแดง

5) นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 6 ฉบับไปให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาว่าแบบทดสอบสามารถวัดพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เทคนิคการสร้าง ความเหมาะสมกับระดับการศึกษา และระดับอายุของนักเรียนที่ต้องการจะวัดรวมทั้งความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบทดสอบ

6) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 จำนวน 152 คน จาก 5 โรงเรียน ระหว่างวันที่ 11-17 ตุลาคม 2538 เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเวลา ภาษาที่ใช้ และแนวการตอบแบบทดสอบ

7) วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาตรวจสอบอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t -test และปรับปรุงข้อสอบ

8) นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 500 คนจาก 10 โรงเรียน ระหว่างวันที่ 24 ตุลาคม 2538 - 10 พฤศจิกายน 2538 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบ เพื่อนำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบและสร้างเกณฑ์ปกติ

9) หาคุณภาพของแบบทดสอบ ตรวจสอบอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t -test หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา และหาความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบโดยวิธีเทคนิคกลุ่มที่รู้จัก

10) นำผลการทดสอบมาสร้างเกณฑ์ปกติ โดยแยกเป็นคะแนนเป็นรายฉบับ คะแนนด้านสัญลักษณ์(ฉบับที่ 1-3) คะแนนด้านภาษา(ฉบับที่ 4-6) และคะแนนรวมทั้งหกฉบับ ในรูปคะแนนที่-ปกติ

11) จัดทำคู่มือดำเนินการสอบ ซึ่งประกอบด้วย โครงสร้างของแบบทดสอบ การพัฒนาแบบทดสอบ วิธีดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน คะแนนเกณฑ์ปกติ และเกณฑ์การตัดสิน

12) จัดพิมพ์ข้อสอบและจัดทำเป็นรูปเล่ม

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามลำดับขั้น ดังนี้

กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ศึกษาแนวการสร้างแบบทดสอบตามแนวทฤษฎี
สร้างแบบทดสอบ
ผู้เชี่ยวชาญตรวจ/แก้ไข
ทดลองแบบทดสอบ
วิเคราะห์ข้อสอบ คัดเลือก ปรับปรุง
ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง
หาคุณภาพแบบทดสอบ
สร้าง เกณฑ์ปกติ
จัดทำคู่มือดำเนินการสอบ
จัดพิมพ์แบบทดสอบและจัดทำเป็นรูปเล่ม

ภาพที่ 4 ลำดับขั้นของการสร้างแบบทดสอบ

3.4.2 การดำเนินการสอบ

วิธีดำเนินการสอบแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือการเตรียมตัวสำหรับผู้ดำเนินการสอบก่อนสอบ วิธีปฏิบัติขณะสอบและเมื่อสอบเสร็จแล้ว มีลำดับขั้น ดังนี้

3.4.2.1 การเตรียมตัวสำหรับผู้ดำเนินการสอบก่อนสอบ ปฏิบัติดังนี้

- 1) กำหนดวัน เวลา สถานที่สอบล่วงหน้า และแจ้งให้ผู้สอบทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ
- 2) เตรียมห้องสอบให้เรียบร้อย และมีผู้ดำเนินการสอบ 1 คน กับผู้ช่วย 1 คน
- 3) เตรียมอุปกรณ์การสอบที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ แบบทดสอบ กระดาษคำตอบ ให้มีจำนวนมากกว่าผู้เข้าสอบ ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ พร้อมทั้งเตรียมนาฬิกาจับเวลา
- 4) การเตรียมตัวสำหรับผู้ดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาข้อชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบล่วงหน้าอย่างน้อยหนึ่งครั้ง เพื่อให้สามารถดำเนินการสอบได้อย่างคล่องแคล่ว

3.4.2.2 วิธีดำเนินการสอบ ปฏิบัติดังนี้

- 1) พูดแนะนำให้ผู้สอบ ให้มีความกระตือรือร้นที่จะทำการสอบอย่างเต็มกำลังความสามารถ
- 2) การอธิบายข้อชี้แจงการทำแบบทดสอบ ผู้ดำเนินการสอบต้องชี้แจงจำกัดอยู่แต่เฉพาะเท่าที่ปรากฏเท่านั้น โดยอธิบายตัวอย่างและวิธีตอบแบบทดสอบให้ผู้เข้าสอบเข้าใจชัดเจนทุกคน และอย่าให้ผู้เข้าสอบลงมือทำก่อนเวลา ควรให้ลงมือทำเมื่อบอกให้ทำพร้อมทั้งจับเวลา

3.4.2.3 วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลา

- 1) สั่งให้ผู้สอบวางดินสอหรือปากกาหยุดทำทันที แล้วเก็บกระดาษคำตอบและแบบทดสอบ
- 2) เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบแล้ว ก่อนที่จะให้ผู้สอบออกจากห้องสอบ ผู้ดำเนินการสอบ ควรกล่าวคำชมเชยนักเรียนที่พยายามตั้งใจสอบเป็นอย่างดี เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความรู้สึกภูมิใจ

3.4.3 วิธีการตรวจให้คะแนน

เนื่องจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ให้เสรีภาพแก่ผู้ตอบในการเขียนคำตอบที่ถูกต้องให้มากที่สุดเท่าที่คำตอบจะเป็นไปได้ ดังนั้นเพื่อให้การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัย จึงได้กำหนดเกณฑ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจให้คะแนน ดังนี้คือ

- 1) คะแนนความคล่องแคล่วในการคิด พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก
- 2) คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากจำนวนกลุ่มหรือทิศทางของคำตอบกล่าวคือนำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องแคล่วไปแล้ว มาจัดเป็นกลุ่มหรือคำตอบที่เป็นทิศทางเดียวกันหรือความหมายอย่างเดียวกัน ก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันเมื่อจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้วให้นับจำนวนกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน
- 3) คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น คำตอบใดที่ตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น โดยให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบตามวิธีการของครอปเลย์ (Cropley, 1966) ใช้เกณฑ์การตอบ ดังนี้

คำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6-11%	1
3-5%	2
2%	3
ไม่เกิน 1%	4

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วจึงนำความถี่นั้นเทียบกับเกณฑ์ข้างต้นแล้วจึงให้คะแนน นั่นคือ เป็นการหาว่าคำตอบหนึ่ง ๆ ที่เด็กคนหนึ่งตอบนั้น มีเด็กคนอื่นตอบซ้ำกับคำตอบนี้กี่เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ถ้าอยู่ในกลุ่มที่คำตอบซ้ำกันมาก ก็จะได้คะแนนน้อย ถ้าอยู่ในกลุ่มที่คำตอบซ้ำกันน้อย ก็จะได้คะแนนมาก

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ผู้วิจัยจัดทำหนังสือขอความร่วมมือ พร้อมทั้งกำหนดวัน เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลแจ้งไปยังโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.5.2 จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3.5.3 อธิบายให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เข้าใจวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำแบบทดสอบ

3.5.4 อธิบายให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เข้าใจวิธีทำแบบทดสอบ และวิธีตอบก่อนที่จะลงมือทำ

3.5.5 ดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.5.6 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

3.5.7 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์รายข้อปรับปรุงและคัดเลือกมาแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 500 คน ระหว่างวันที่ 24 ตุลาคม 2538 - 10 พฤศจิกายน 2538 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบและสร้างเกณฑ์ปกติ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ (Item analysis) เพื่อตรวจสอบอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้ t-test ด้วยเทคนิค 25% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ (Edward, 1957)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่า t
	$\bar{X}_H$ และ $\bar{X}_L$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ตามลำดับ
	S_H^2 และ S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ตามลำดับ
	n_H และ n_L	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ตามลำดับ

3.6.3 หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) (Cronbach, 1970 อ้างถึงใน ล้วนและอังคณา สายยศ, 2536) โดยแยกหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของคะแนนความคล่องในการคิด คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด คะแนนความคิดริเริ่มและคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3.6.4 หาความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ โดยวิธีการเทคนิคกลุ่มที่รู้จัก (Known-Group Technique) (Anastasi, 1968) ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและต่ำ โดยใช้ แบบทดสอบการคิดอเนกนัย ด้านสัญลักษณ์ตัวเลข ตามโครงสร้างของกิลฟอร์ดที่สร้างโดยพิเชษฐ ตั้งเจตนาภิรมย์ (2529) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 108 คน แบ่งเป็นกลุ่มสูง 54 คน กลุ่มต่ำ 54 คน แล้วให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test

3.6.5 สร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ในรูปของคะแนนมาตรฐานที่-ปกติ (Normalized T-Score) โดยคำนวณหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) (ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2526) โดยใช้สูตร

$$PR = \frac{100}{N} \left(cf + \frac{1}{2} f \right)$$

เมื่อ	PR	แทน	ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
	f	แทน	ความถี่ของคะแนนแต่ละช่วงคะแนน
	cf	แทน	ความถี่สะสม
	N	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

แล้วเปิดตารางแปลงค่าจาก Percentile เป็นที่-ปกติ จากตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติ (Normal Curve Areas) ใน Henry E. Garrett, 1958 (อ้างอิงใน ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2526)