

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ และเพื่อให้การวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
- ขั้นที่ 2 การสร้างโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- ขั้นที่ 3 การทดลองใช้โปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- ขั้นที่ 4 การปรับปรุงโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

#### ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนำมาเป็นแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

- 1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโปรแกรมการสอน รูปแบบการพัฒนาโปรแกรม และแบบจำลองของไทเลอร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.2 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ
- 1.4 ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และคู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

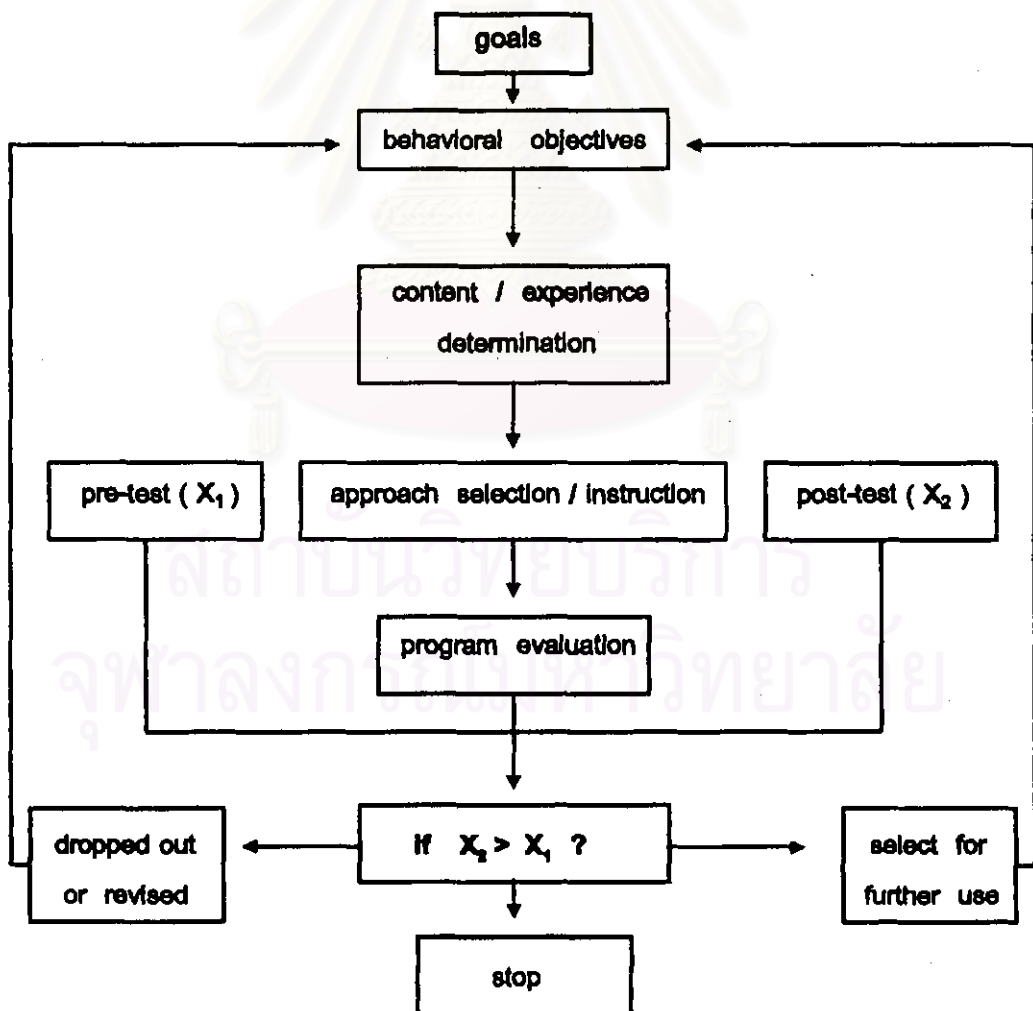
## ขั้นที่ 2 การสร้างโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

### 2.1 สร้างกรอบความคิดในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

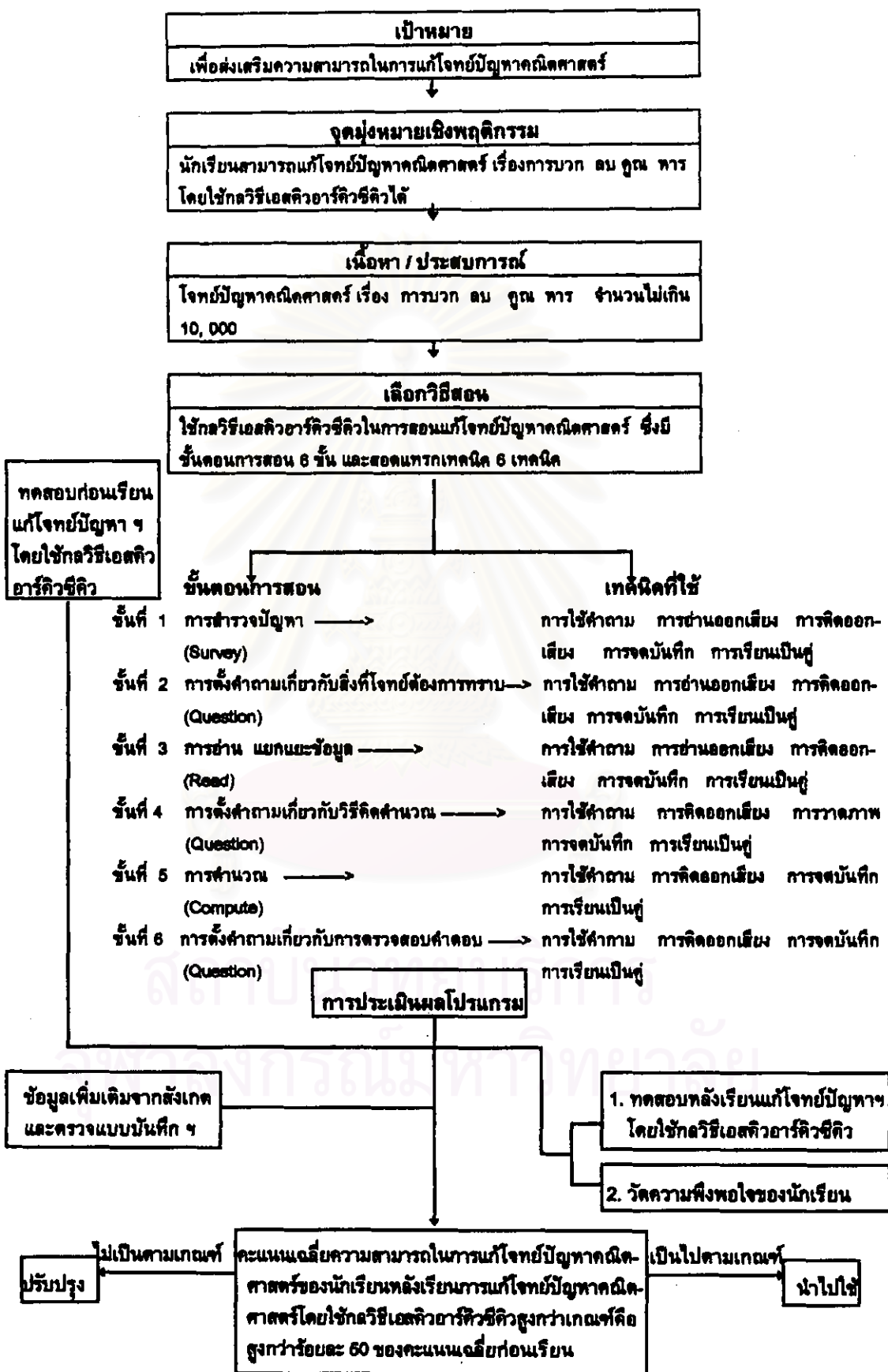
2.1.1 ผู้วิจัยสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน และแบบจำลองของไทเลอร์เพื่อใช้เป็นกรอบความคิดในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งนำเสนอไว้ในแผนภูมิที่ 3 ได้กรอบความคิดในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังแสดงรายละเอียดในแผนภูมิที่ 4

#### แผนภูมิที่ 3 แบบจำลองของไทเลอร์

Tyler's Goal Attainment Model



แผนภูมิที่ 4 กรอบความคิดในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาภาคณิตศาสตร์



2.1.2 กำหนดส่วนประกอบของโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จากกรอบความคิดในการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าว ผู้วิจัยจึงกำหนดส่วนประกอบของโปรแกรม ดังนี้

- 1) ชื่อโปรแกรม
- 2) หลักการและเหตุผล
- 3) เป้าหมาย
- 4) จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
- 5) ลักษณะโปรแกรม
- 6) เนื้อหา
- 7) วิธีสอน
- 8) สื่อการเรียนการสอน
- 9) การประเมินผลการเรียนการสอน
- 10) การประเมินผลโปรแกรม

## 2.2 สร้างเอกสารการสอน

เอกสารการสอน มีดังนี้

### 2.2.1 แผนการสอน

### 2.2.2 แบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

### 2.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

### 2.2.1 แผนการสอน

มีลักษณะและขั้นตอนในการสร้างดังนี้

ก. ลักษณะของแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย ความคิดรวบยอด วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และการประเมินการเรียนการสอน

ข. ขั้นตอนการสร้างแผนการสอน มีดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2) วิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 4 เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร ในบทที่ 2 เรื่องการบวกและการลบ บทที่ 4, 8 เรื่องการคูณและการหาร บทที่ 5 เรื่องการวัดความยาว การชั่ง การตวง บทที่ 9 เรื่องเงินและการบันทึกรายรับ รายจ่าย และบทที่ 11 เรื่องเวลา ได้เนื้อหาเป็นเรื่องย่อยจำนวน 7 เรื่อง ดังนี้

- 2.1) โจทย์ปัญหาการบวก
- 2.2) โจทย์ปัญหาการลบ
- 2.3) โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ระคน
- 2.4) โจทย์ปัญหาการคูณ
- 2.5) โจทย์ปัญหาการหาร
- 2.6) โจทย์ปัญหาการคูณ หาร ระคน
- 2.7) โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน

3) วิเคราะห์จำนวนหลักเลขที่นำมาสร้างแผนการสอน เนื่องจากโปรแกรมนี้สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ดังนั้นจำนวนหลักเลขในแต่ละแผนควรจะต้องลดน้อยลงด้วย ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์จำนวนหลักเลขในคู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และเปรียบเทียบจำนวนหลักเลขในคู่มือครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกำหนดจำนวนหลักเลขที่เหมาะสม นำเสนอไว้ในตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบจำนวนหลักเลขที่นำมาใช้ในการวางแผนการสอน

เนื้อหา	จำนวนหลักเลข		
	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (ปกติ)	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (ปกติ)
การบวก	การบวกจำนวนซึ่งผลบวกมี จำนวนไม่เกิน 10,000 (ตัวตั้งและตัวบวกมีจำนวน ตั้งแต่ 1-4 หลัก)	ตัวตั้งและตัวบวกมีจำนวน ตั้งแต่ 2-4 หลัก	การบวกจำนวนซึ่งมีผล บวกมากกว่า 10,000 (ตัวตั้งและตัวบวกมีจำนวน ตั้งแต่ 1-5 หลัก)
การลบ	การลบจำนวนซึ่งมีตัวตั้งไม่ เกิน 10,000 (ตัวตั้งและ ตัวลบมีจำนวนตั้งแต่ 1-4 หลัก)	ตัวตั้งและตัวลบมีจำนวน ตั้งแต่ 2-4 หลัก	การลบจำนวนซึ่งมีตัวตั้ง มากกว่า 10,000 (ตัวตั้งและตัวลบมีจำนวน ตั้งแต่ 1-5 หลัก)
การคูณ	การหาผลคูณของจำนวนที่มี หลักเดียวกับจำนวนที่มี 3-4 หลัก (ตัวตั้งมีจำนวน ตั้งแต่ 3-4 หลัก ตัวคูณมี จำนวน 1 หลัก)	ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก ตัวคูณมีจำนวน 1-2 หลัก	การหาผลคูณของจำนวนที่มี 2 หลักกับจำนวนที่มี 3 หลัก (ตัวตั้งมีจำนวน 3 หลัก ตัวคูณมีจำนวน 2 หลัก)
การหาร	การหาผลหารของจำนวนที่มี ตัวตั้งมี 2-4 หลักกับตัวหาร ที่มีหลักเดียว (ตัวตั้งมี จำนวนตั้งแต่ 2-4 หลัก ตัวหารมีจำนวน 1 หลัก)	ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก ตัวหารมีจำนวน 1-2 หลัก	การหาผลหารซึ่งตัวตั้งเป็น จำนวนไม่เกิน 4 หลัก ตัวหารเป็นจำนวน 2-3 หลัก (ตัวตั้งมีจำนวน ตั้งแต่ 1-4 หลัก ตัว หารมีจำนวน 2-3 หลัก)

4) สร้างตารางและกำหนดจำนวนหลักเลขที่ใช้ในแต่ละแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

5) สร้างแผนการสอน ตามลักษณะที่กำหนด จำนวน 21 ใช้เวลาทดลองแผนละ 3 คาบ ๆ ละ 20 นาที จำนวน 63 คาบ โดยมีเนื้อหาการบวก ลบ คูณ ทหาร ดังนี้

การแนะนำและสาธิตวิธีการเรียน 1 แผน

การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 แผน

โจทย์ปัญหาการบวก 2 แผน

โจทย์ปัญหาการลบ 2 แผน

โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ระคน 2 แผน

โจทย์ปัญหาการคูณ 2 แผน

โจทย์ปัญหาการหาร 2 แผน

โจทย์ปัญหาการคูณ หาร ระคน 3 แผน

โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน 3 แผน

แผนการสอนทั้ง 21 แผน มีเนื้อหา และรายละเอียด ดังนี้

แผนการสอนที่ 1 มารูจักกลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวกันแอะ  
แนะนำและสาธิตวิธีการเรียน

แผนการสอนที่ 2 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (SQ)  
การอ่านออกเสียงโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ถูกวรรคตอน  
การสำรวจคำ ประโยคที่มีปัญหา และทำความเข้าใจ  
การหาข้อมูลที่โจทย์ต้องการทราบ

แผนการสอนที่ 3 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (R)  
การอ่าน แยกแยะข้อมูล  
ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้  
ข้อมูลที่จำเป็น  
ข้อมูลที่ไม่จำเป็น

แผนการสอนที่ 4 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Q)  
การเลือกใช้วิธีในการคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร)

แผนการสอนที่ 5 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (C)

การเขียนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

แผนการสอนที่ 6 โจทย์ปัญหาการบวกขั้นตอนเดียว

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการบวก

(ตัวตั้ง และตัวบวก มีจำนวนตั้งแต่ 2-4 หลัก)

แผนการสอนที่ 7 โจทย์ปัญหาการบวก 2 ขั้นตอน

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการบวก

(ตัวตั้ง และตัวบวก มีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก)

แผนการสอนที่ 8 โจทย์ปัญหาการลบขั้นตอนเดียว

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการลบขั้น

ตอนเดียว (ตัวตั้ง และตัวลบ มีจำนวนตั้งแต่ 2-4 หลัก)

แผนการสอนที่ 9 โจทย์ปัญหาการลบ 2 ขั้นตอน

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการลบ 2

ขั้นตอน (ตัวตั้ง และตัวลบ มีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก)

แผนการสอนที่ 10 โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ระคน

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการบวก ลบ

ระคน (ตัวตั้ง ตัวบวกและตัวลบ มีจำนวนตั้งแต่ 2-3

หลัก)

แผนการสอนที่ 11 โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ระคน

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการบวก ลบ

ระคน (ตัวตั้ง ตัวบวกและตัวลบ มีจำนวนตั้งแต่ 2-4

หลัก)

แผนการสอนที่ 12 โจทย์ปัญหาการคูณขั้นตอนเดียว

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการคูณขั้น

ตอนเดียว (ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก ตัวคูณมี

จำนวนตั้งแต่ 1-2 หลัก)

แผนการสอนที่ 13 โจทย์ปัญหาการคูณ 2 ขั้นตอน

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการคูณ 2

ขั้นตอน (ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก ตัวคูณมี

จำนวน 1 หลัก)



แผนการสอนที่ 14 โจทย์ปัญหาการหาร

การใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาการหาร

(ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก ตัวหารมีจำนวน 1 หลัก)

แผนการสอนที่ 15 โจทย์ปัญหาการหาร

การใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาการหาร

(ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 2-4 หลัก ตัวหารมีจำนวน 2 หลัก)

แผนการสอนที่ 16 โจทย์ปัญหาการคูณ หาร ระคน

การใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาการคูณ หาร

ระคน (ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 2 หลัก ตัวคูณและตัวหาร มีจำนวน 1 หลัก)

แผนการสอนที่ 17 โจทย์ปัญหาการคูณ หาร ระคน

การใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาการคูณ หาร

ระคน (ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 3 หลัก ตัวคูณและตัวหาร มีจำนวน 1 หลัก)

แผนการสอนที่ 18 โจทย์ปัญหาการคูณ หาร ระคน

การใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาการคูณ หาร

ระคน (ตัวตั้งมีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก ตัวคูณและตัวหาร มีจำนวน ตั้งแต่ 1-2 หลัก)

แผนการสอนที่ 19 โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน

การใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ

คูณ หาร ระคน (การบวกและการลบ ตัวตั้ง ตัวบวก และตัวลบ มีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก การคูณและการหาร ตัวตั้งมีจำนวน 2 หลัก ตัวคูณและตัวหารมีจำนวน 1 หลัก)

แผนการสอนที่ 20 โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน

การใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ

คูณ หาร ระคน (การบวกและการลบ ตัวตั้ง ตัวบวก และตัวลบมีจำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก การคูณและการหาร ตัวตั้งมี จำนวนตั้งแต่ 2-3 หลัก ตัวคูณและตัวหารมี จำนวน 1 หลัก)

แผนการสอนที่ 21 โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ ทหาร ระคน

การใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก่โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ ทหาร ระคน (การบวกและการลบ ตัวตั้ง ตัวบวก และตัวลบมี จำนวนตั้งแต่ 2-4 หลัก การคูณและการหาร ตัวตั้งมีจำนวน ตั้งแต่ 2-3 หลัก ตัวคูณและตัวหารมี จำนวนตั้งแต่ 1-2 หลัก)

6) นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ และพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดรวบยอด วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม การเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และประเมินผลการเรียนการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่อง

7) นำแผนการสอนดังกล่าว จำนวน 2 แผน ไปทดลองกับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 30 คน โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง สังกัด สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยทำแบบสอบความสามารถพื้นฐาน ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มาแล้ว เพื่อศึกษาความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรม และเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมก่อนนำไปใช้กับตัวอย่างประชากร

## 2.2.2 แบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

มีลักษณะและขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

ก. ลักษณะของแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 2 คำถามให้นักเรียนรายงานกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 3 แสดงวิธีทำและหาคำตอบ

ข. ขั้นตอนในการสร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1) ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา

ศึกษาปีที่ 4

2) กำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ ทหารให้สอดคล้อง

กับแผนการสอนที่สร้างขึ้น

3) สร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

- 4) นำแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปให้ ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและพิจารณา
- 5) นำแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มา ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 6) นำแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปทดลอง ใช้ร่วมกับแผนการสอน
- 7) นำแบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มา ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

### 2.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

มีลักษณะและขั้นตอนในการสร้างดังนี้

ก. ลักษณะของแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย ชื่อ โปรแกรมที่ วัน เดือน ปี และ คำชี้แจงในการสังเกตพฤติกรรม

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย รายชื่อ และพฤติกรรมของนักเรียนที่ สังเกต

ข. ขั้นตอนในการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1) ศึกษาเอกสาร ที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสังเกต

2) กำหนดรูปแบบหรือลักษณะของแบบสังเกต

3) กำหนดรายการพฤติกรรมของนักเรียนที่จะสังเกตให้ครอบคลุม

กิจกรรมและเทคนิคที่ใช้ทั้ง 6 เทคนิค

4) สร้างแบบสังเกตตามรูปแบบและรายการพฤติกรรมที่กำหนด

แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจพิจารณา ความเหมาะสม การใช้ภาษา รูปแบบ รายการพฤติกรรม ที่สังเกต แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

5) นำแบบสังเกตดังกล่าว ไปทดลองใช้ร่วมกับแผนการสอน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ต่ำ และประเมินผลโปรแกรม เครื่องมือที่ใช้มีดังนี้

#### 2.3.1 แบบทดสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3.2 แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3.3 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3.1 แบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ลักษณะและขั้นตอนในการสร้างมีดังนี้

ก. ลักษณะของแบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1) เป็นแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

2) เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องการบวก ลบ คูณ ทหาร ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3) เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบสอบ คือ เลือกคำตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน เลือกคำตอบผิด หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

ข. ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1) ศึกษาหลักเกณฑ์ในการสร้างแบบสอบ เทคนิคการเขียนข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบจากหนังสือ และเอกสารต่าง ๆ

2) สร้างตารางพิจารณากำหนดหน้าหนักของข้อสอบจากจุดประสงค์ และเนื้อหา เพื่อกำหนดอัตราส่วนของข้อสอบที่เหมาะสม

3) สร้างแบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากอัตราส่วนที่ได้ เป็นแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาเรื่องการบวก ลบ คูณ ทหาร

4) นำแบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจในด้านความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์ ความเหมาะสมของตัวเลือก ตัวลวง เวลา และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

5) นำแบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับโรงเรียนวัดควนวิเศษ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ

6) นำผลสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาระดับความยาก และอำนาจจำแนกของแบบสอบ ได้ข้อสอบจำนวน 25 ข้อ โดยคัดเลือกข้อที่มีความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 เนื่องจากเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นแบบสอบที่มีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และถ้ามีค่าตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไปถือว่าเป็นอำนาจจำแนกดีมาก (วรรณปริญญ์, 2528)

7) นำแบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน ซึ่งไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มเดิม

8) นำคะแนนของแบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้มาหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรของ กูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson reliability) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบฉบับดังกล่าวเท่ากับ 0.70 ค่าความยากระหว่าง 0.23 - 0.73 และอำนาจจำแนกระหว่าง 0.25 - 0.75 ซึ่งเป็นแบบสอบที่มีความยาก และอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ และมีค่าความเที่ยงสูงพอที่จะเชื่อได้ว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบแทนระดับความสามารถของผู้ถูกวัดได้

### 2.3.2 แบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ลักษณะและขั้นตอนในการสร้างมีดังนี้

ก. ลักษณะของแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

มี 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบสอบการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

ฉบับที่ 2 แบบสอบการหาค่าตอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

ฉบับที่ 3 แบบสอบการแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ เกณฑ์ในการให้คะแนนคือ คะแนนเต็มข้อละ 6 คะแนน โดยกำหนดสัดส่วนของคะแนนไว้ดังนี้ เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบถูกต้องให้ 1 คะแนน เขียนข้อมูลที่จำเป็นถูกต้องให้ 1 คะแนน เขียนวิธีที่ใช้ในการคำนวณและประโยคสัญลักษณ์ถูกต้องให้ 1 คะแนน แสดงวิธีทำถูกต้องให้ 2 คะแนน หากผลลัพธ์ถูกต้องและเขียนความเป็นไปได้ของคำตอบได้เหมาะสม

ให้ 1 คะแนน ไม่ทำให้อะไร 0 คะแนน

ข. ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
คณิตศาสตร์ มีดังนี้

1) ศึกษาหลักเกณฑ์ในการสร้างแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ  
และแบบสอบอัตนัย แสดงวิธีทำ

2) ศึกษาลักษณะโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องการบวก ลบ คูณ ทหาร

3) สร้างตารางในการพิจารณากำหนดหน้าหนึ่งของแบบสอบจาก  
เนื้อหา และจุดประสงค์ในแต่ละแผน

4) สร้างแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์  
ให้ครอบคลุมเนื้อหา การบวก ลบ คูณ ทหาร โดยออกแบบสอบฉบับที่ 1 จำนวน 25 ข้อ ฉบับที่ 2  
จำนวน 30 ข้อ และฉบับที่ 3 จำนวน 10 ข้อ

5) นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่  
สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจพิจารณา ด้านความตรงตามเนื้อหา จุดประสงค์ เวลาและภาษาที่ใช้  
จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

6) นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์  
ทั้ง 3 ฉบับ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง ซึ่งเป็น  
นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 30 คน และผ่านการเรียนโจทย์ปัญหา  
คณิตศาสตร์เรื่องการบวก ลบ คูณ มาแล้ว เพื่อประเมินความยาก ยานาจจำแนก ความเหมาะสมกับ  
เวลาและภาษาที่ใช้

7) นำผลการสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
คณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาความยาก และอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของจอห์นสัน  
(Johnson) คัดเลือกแบบสอบเอาไว้ตามเกณฑ์ คือ มีความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และ  
อำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้แบบสอบฉบับที่ 1,2 จำนวนฉบับละ 15 ข้อ และฉบับที่ 3  
จำนวน 5 ข้อ

8) นำแบบสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์  
ทั้ง 3 ฉบับ ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนคณิตศาสตร์ต่ำอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งได้คะแนนจากการทำแบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้  
โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกับนักเรียนกลุ่มแรก จำนวน 30 คน โดยที่แบบสอบฉบับที่ 1 และ  
2 หาความเที่ยงโดยใช้สูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson reliability) ส่วนฉบับที่ 3

คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - coefficient) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง ความยาก และ ยานาจจำแนกของแบบสอบฉบับที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับดังนี้ ฉบับที่ 1 มีสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.63 ความยากระหว่าง 0.23 - 0.67 และยานาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.47 ฉบับที่ 2 มีสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.70 ความยากระหว่าง 0.30 - 0.73 และยานาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.53 ฉบับที่ 3 มีสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.93 ความยากระหว่าง 35.74 - 46.37 และยานาจจำแนกระหว่าง 28.33 - 41.61

2.3.3 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีลักษณะและขั้นตอนในการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาหลักเกณฑ์ในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากหนังสือเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล
- 2) กำหนดและสร้างแบบวัดความพึงพอใจ โดยมี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบปลายปิดชนิดมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ส่วนตอนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิด เกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะอื่น ๆ
- 3) นำแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบพิจารณา และให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อคำถาม ความเหมาะสม ภาษาที่ใช้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปใช้จริง

### ขั้นที่ 3 การทดลองใช้โปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

#### 3.1 ประชากรและตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 63 คน ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนวัดควนวิเศษ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตรัง

โรงเรียนนี้มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 198 คน ผู้วิจัยวัดความสามารถพื้นฐานของนักเรียนทั้งหมด โดยวัดเฉพาะด้านความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร ซึ่งใช้แบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในช่วง Z score -0.5 ถึง -1.5 ปรากฏว่ามีนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 63 คน คือได้คะแนนอยู่ในช่วง 5-8 คะแนน

จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกนักเรียนจำนวนดังกล่าว โดยสอบถามความสนใจของนักเรียนและการสนับสนุนของผู้ปกครอง มีนักเรียนสมัครใจเรียนสมัครใจเรียน 45 คน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการจับสลาก ได้ตัวอย่างประชากรที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 32 คน

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

3.2.1 แบบสอบถามความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.2.2 แบบสอบถามความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีจำนวน 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 แบบสอบถามวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามหาคำตอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.2.3 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

### 3.3 เอกสารการสอน ประกอบด้วย

3.3.1 แผนการสอน

3.3.2 แบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

### 3.4 วิธีดำเนินการ

3.4.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนวัดควนวิเศษ ตั้งกักสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ

3.4.2 คัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 32 คน เป็นตัวอย่างประชากร

3.4.3 วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของตัวอย่างประชากร ก่อนเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลยุทธ์เชควอร์คิวซีคิว (Pre-test) โดยใช้แบบสอบถามความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับ ปรากฏว่า ได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน ฉบับที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับดังนี้ 5.50, 5.07 และ 7.80 รวมค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้ง 3 ฉบับเท่ากับ 18.37 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน ผู้วิจัยนำคะแนนดังกล่าวมากำหนดเป็นเกณฑ์



โดยกำหนดคะแนนให้สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน ร้อยละ 50 จึงได้คะแนนเกณฑ์เท่ากับ 27.56 คะแนน

3.4.4 ดำเนินการสอนตัวอย่างประชากร จำนวน 32 คน ตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาทดลอง 5 สัปดาห์ ๆ ละ 5 วัน ๆ ละ 3 คาบ ๆ ละ 20 นาที รวมเป็น 63 คาบ (21 ชั่วโมง) โดยจัดเป็นกิจกรรมอิสระนอกเวลาเรียน คือช่วงเวลา 15.30-16.30 น. ตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ รวมการสอนก่อนเรียนและหลังเรียนอีกประมาณ 18 คาบ (8 ชั่วโมง) รวมเวลาดำเนินการทดลองทั้งสิ้น 81 คาบ (27 ชั่วโมง) โดยทำการทดลองในปีการศึกษา 2539 ตั้งแต่วันที่ 17 มกราคม 2540 ถึงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2540

ในระหว่างดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลอื่น ๆ เพิ่มเติม โดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้อื่นไปใช้ประกอบการอภิปรายผลต่อไป

3.4.5 หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว ผู้วิจัยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์ของตัวอย่างประชากรหลังเรียนการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์ทีวซีทีว (Post-test) โดยใช้แบบสอบถามความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์ชุดเดิมรวมทั้งวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์

3.4.6 เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างประชากร จำนวน 32 คน แต่นำข้อมูลของตัวอย่างประชากรมาวิเคราะห์เพียง 30 คน เนื่องจากตัวอย่างประชากร จำนวน 2 คน ขาดเรียนหลายครั้ง

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 คำนวณค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์ทีวซีทีว

3.5.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนการแก้ปัญหาของนักศึกษาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์ทีวซีทีวกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

3.5.3 หาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความพึงพอใจต่อโปรแกรมในระดับปานกลางขึ้นไป

ตอนที่ 1 เป็นแบบปลายเปิดชนิดมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำค่าเฉลี่ยมาหาระดับความพึงพอใจ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

4.50 - 5.00	พึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.50 - 4.49	พึงพอใจในระดับมาก
2.50 - 3.49	พึงพอใจในระดับปานกลาง
1.50 - 2.49	พึงพอใจในระดับน้อย
1.00 - 1.49	พึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

จากนั้นหาค่าร้อยละของนักเรียนที่มีระดับความพึงพอใจต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาปัญหาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหา และข้อเสนอแนะ นำเสนอโดยใช้ความเรียง และนำไปประกอบการอภิปรายผลและปรับปรุงโปรแกรมให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

#### 4. การปรับปรุงโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ดำเนินการตามลำดับขั้นต่อไปนี้

4.1 การนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการพิจารณาจากข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1 ผลการทดลอง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ คือ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์ทีวซีคิวสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

4.1.2 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาว่านักเรียนร้อยละ 80 มีความพึงพอใจต่อโปรแกรมอยู่ในระดับปานกลางขึ้นไปหรือไม่

4.1.3 ข้อมูลอื่น ๆ เพิ่มเติมในระหว่างดำเนินการทดลอง ได้แก่ ข้อมูลจาก การสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และข้อมูลจากการตรวจแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

4.2 การเสนอโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ สมบูรณ์ไว้ใช้ต่อไป