

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาผลการใช้กิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสันปูเลย ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตาม
รายละเอียดดังต่อไปนี้

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสันปูเลย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาลำพูน เขต 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 20 คน

เครื่องมือในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย
กิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดใน
ชั้นเรียน

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแต่ละประเภท ได้ดำเนินการดังนี้

แผนการจัดกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ผู้ศึกษาได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมี
วิจารณญาณของนักเรียนชั้นตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วกำหนดกิจกรรม
ในการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา 4 ขั้นตอน โดยใช้เนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ ในแต่ละขั้นตอนประกอบด้วยกิจกรรม การเรียนการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 กิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่	กิจกรรมการเรียนการสอน
1. การทำความเข้าใจปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. สร้างความคิดรวบยอดในการดำเนินการเกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาในลักษณะต่าง ๆ 2. วิเคราะห์ส่วนประกอบของ โจทย์ปัญหา 3. จำแนกลักษณะของ โจทย์ปัญหาโดยเชื่อมโยงหลักการหรือความคิดรวบยอดอย่างมีเหตุมีผล 4. สร้าง โจทย์ปัญหาเพื่อทบทวนความเข้าใจความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะของ โจทย์ปัญหาแบบต่าง ๆ
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเสนอยุทธวิธีเพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา 2. วิเคราะห์สรุปปัญหาและหาความสัมพันธ์ของข้อมูล 3. ตัดสินใจเลือกและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ 4. แปลความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยเขียนสรุปเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์หรือประโยคสัญลักษณ์
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. วิเคราะห์ปัญหาและเชื่อมโยงความรู้และหลักการเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา 2. อธิบายลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา 3. แสดงวิธีทำและหาคำตอบของปัญหาตามลำดับขั้นตอนที่วางไว้
4. การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเสนอแนวทางการประเมินความถูกต้องของคำตอบและตัดสินความน่าจะเป็นของคำตอบ 2. ประเมินความถูกต้องของข้อมูล/วิธีที่ใช้แก้ปัญหา/คำตอบที่ได้และเลือกนำเสนอวิธีการตรวจสอบปัญหาอย่างเหมาะสม 3. ลงข้อสรุปในการประเมินผลการแก้ปัญหา

2. กำหนดโครงสร้างของแผนการจัดกิจกรรมตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนับ ได้แก่ โจทย์ปัญหาการบวก โจทย์ปัญหาการลบ โจทย์ปัญหาการคูณ โจทย์ปัญหาการหาร และ โจทย์ปัญหาระคน จำนวน 5 แผนกิจกรรม แผนกิจกรรมละ 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวม 20 ชั่วโมง ดังนี้

ตาราง 2 โครงสร้างแผนการจัดกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ

แผนกิจกรรมที่	ขั้นตอนของกิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
1. โจทย์ปัญหาการบวก	1. การทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาการบวก	1
	2. การวางแผนการแก้ โจทย์ปัญหาการบวก	1
	3. การดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาการบวก	1
	4. การตรวจสอบผลการแก้ โจทย์ปัญหาการบวก	1
2. โจทย์ปัญหาการลบ	1. การทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาการลบ	1
	2. การวางแผนการแก้ โจทย์ปัญหาการลบ	1
	3. การดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาการลบ	1
	4. การตรวจสอบผลการแก้ โจทย์ปัญหาการลบ	1
3. โจทย์ปัญหาการคูณ	1. การทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาการคูณ	1
	2. การวางแผนการแก้ โจทย์ปัญหาการคูณ	1
	3. การดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาการคูณ	1
	4. การตรวจสอบผลการแก้ โจทย์ปัญหาการคูณ	1
4. โจทย์ปัญหาการหาร	1. การทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาการหาร	1
	2. การวางแผนการแก้ โจทย์ปัญหาการหาร	1
	3. การดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาการหาร	1
	4. การตรวจสอบผลการแก้ โจทย์ปัญหาการหาร	1
5. โจทย์ปัญหาระคน	1. การทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาระคน	1
	2. การวางแผนการแก้ โจทย์ปัญหาระคน	1
	3. การดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาระคน	1
	4. การตรวจสอบผลการแก้ โจทย์ปัญหาระคน	1
	รวม	20

3. กำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมที่แสดงถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงตามขั้นตอนของกิจกรรมแก้ปัญหาในแต่ละแผนกิจกรรม ดังนี้

ตาราง 3 พฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามขั้นตอนของกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่	พฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
1. การทำความเข้าใจปัญหา	1. วิเคราะห์ส่วนประกอบของโจทย์ปัญหา 2. จำแนกและบอกลักษณะของโจทย์ปัญหา 3. สร้างโจทย์ปัญหาตามเงื่อนไข
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	1. วิเคราะห์และสรุปประเด็นปัญหา 2. หาความสัมพันธ์และเลือกวิธีการแก้ปัญหา 3. สรุปเป็นประโยคสัญลักษณ์
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	1. วิเคราะห์และสรุปวิธีแก้ปัญหา 2. อธิบายลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา 3. แสดงวิธีทำและหาคำตอบของปัญหา
4. การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	1. ตรวจสอบข้อมูลในโจทย์ปัญหา 2. ตรวจสอบแนวคิดและวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา 3. ตรวจสอบคำตอบของปัญหา

4. ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมทั้ง 5 แผน ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน โดยสร้างเอกสารและสื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ใบงาน แบบฝึกหัด อุปกรณ์เกมการแข่งขัน และแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนตามขั้นตอนในแต่ละแผนกิจกรรม

5. นำแผนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบเพื่อหาความเที่ยงตรงและความเหมาะสมสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้วให้ความเห็นสอดคล้องกันในทุกประเด็นการประเมินตามภาคผนวก ค โดยได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00 สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ตรงตามวัตถุประสงค์

6. นำแผนการจัดกิจกรรมไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เนื้อหาที่เป็น
โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้ศึกษาได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหาเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนนับ การ
วัดทักษะและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ
2. สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เนื้อหาโจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนนับ เพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการ
ดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบตามขั้นตอนของ
กระบวนการแก้ปัญหา โดยให้น้ำหนักของข้อสอบในขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาและการ
ดำเนินการแก้ปัญหามากกว่าในขั้นตอนอื่น เนื่องจากเป็นขั้นที่มีความสำคัญมากในกระบวนการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่การหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 โครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน

เนื้อหา	โครงสร้างของข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
โจทย์ปัญหาการบวก การลบ	1. การทำความเข้าใจปัญหา	6
การคูณ การหารและโจทย์	2. การวางแผนการแก้ปัญหา	10
ปัญหาของคนเกี่ยวกับจำนวนนับ	3. การดำเนินการแก้ปัญหา	10
	4. การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	4
	รวม	30

3. นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระพิจารณา และให้ผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า เหมาะสมสอดคล้องกับการวัด
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามโครงสร้างของกระบวนการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ โดยได้แนะนำเรื่องการใช้ภาษาให้ถูกต้องตามหลักวิชาทางคณิตศาสตร์

4. ปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอื่น จำนวน 30 คน ที่เคยเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับ
มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็น
รายข้อ โดยใช้สูตรอย่างง่ายและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก
ง่ายอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ รายละเอียดดัง

ภาคผนวก จ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้ค่าความเชื่อมั่น KR-20 $r_{tt} = .84$

5. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องหลังจากการเรียนตามแผนกิจกรรม ใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยผู้ศึกษาได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ เอกสารเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบ และการวัดผลประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา

2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ตามน้ำหนักของเนื้อหา โดยแบ่งเป็น โจทย์ปัญหาขั้นตอนเดียว ได้แก่ โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ และการหาร จำนวน 8 ข้อ และ โจทย์ปัญหาระคนหรือ โจทย์ปัญหาหลายขั้นตอนจำนวน 12 ข้อ ตามโครงสร้างดังต่อไปนี้

ตาราง 5 โครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

เนื้อหา	โครงสร้างของข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
โจทย์ปัญหาการบวก การลบ	1. โจทย์ปัญหาการบวก	2
การคูณ การหารและโจทย์	2. โจทย์ปัญหาการลบ	2
ปัญหาระคนเกี่ยวกับจำนวนนับ	3. โจทย์ปัญหาการคูณ	2
	4. โจทย์ปัญหาการหาร	2
	5. โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ	2
	6. โจทย์ปัญหาการบวกและการคูณ	2
	7. โจทย์ปัญหาการบวกและการหาร	2
	8. โจทย์ปัญหาการลบและการคูณ	2
	9. โจทย์ปัญหาการลบและการหาร	2
	10. โจทย์ปัญหาการคูณและการหาร	2
	รวม	20

3. นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระพิจารณา และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบแล้วเห็นว่า มีความสอดคล้องกันตามเนื้อหา โครงสร้างของแบบทดสอบ

4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอื่น จำนวน 30 คน ที่เคยเรียนเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อ โดยใช้สูตรอย่างง่ายวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ รายละเอียดดังภาคผนวก ข และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้ค่าความเชื่อมั่น KR-20 $r_{tt} = .88$

5. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน

ผู้ศึกษาได้สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อวัดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ระหว่างการดำเนินการตามกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน ในทุกแผนกิจกรรม โดยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์และกำหนดกรอบของพฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ต้องการวัด ในแต่ละขั้นตอนจากแผนการจัดกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอน จะได้ดังนี้

 การทำความเข้าใจปัญหา โดยการวิเคราะห์ส่วนประกอบของโจทย์ปัญหา การจำแนกและบอกลักษณะของโจทย์ปัญหา และการสร้างโจทย์ปัญหาตามเงื่อนไข

 การวางแผนการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์สรุปประเด็นปัญหา การหาความสัมพันธ์และเลือกวิธีการแก้ปัญหา และการสรุปเป็นประโยคสัญลักษณ์

 การดำเนินการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์และสรุปวิธีการแก้ปัญหา การอธิบายลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และการแสดงวิธีทำและหาคำตอบ

 การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา โดยการตรวจสอบข้อมูลในโจทย์ปัญหา การตรวจสอบแนวคิดและวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา และการตรวจสอบคำตอบ

3. กำหนดเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมในแต่ละขั้นตอนในทุกเนื้อหา ดังนี้

ตาราง 6 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมในการร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนตาม
ขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหา

ระดับ คุณภาพ	วิเคราะห์ส่วนประกอบ ของโจทย์ปัญหา	จำแนกและบอกลักษณะ ของโจทย์ปัญหา	สร้างโจทย์ปัญหาตามเงื่อนไข
4 (ดีมาก)	ระบุส่วนประกอบของ โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจน	จำแนก/บอกลักษณะ ของโจทย์ได้ถูกต้อง ชัดเจนครบถ้วน สมเหตุสมผล	สร้างโจทย์ได้ครบถ้วนถูกต้อง ตามองค์ประกอบ สื่อ ความหมายได้เหมาะสมชัดเจน ตรงประเด็น แปลกใหม่ น่าสนใจ
3 (ดี)	ระบุส่วนประกอบของ โจทย์ปัญหาได้ครบ ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่/ มีความผิดพลาดใน ข้อมูลเพียงเล็กน้อย	จำแนก/บอกลักษณะ ของโจทย์ครบถ้วน ถูกต้องสมเหตุสมผล เป็นส่วนใหญ่	สร้างโจทย์ได้ครบถ้วนถูกต้อง ตามองค์ประกอบ สื่อ ความหมายได้เหมาะสมชัดเจน เป็นส่วนใหญ่/ผิดพลาดบ้าง เล็กน้อย
2 (พอใช้)	ระบุส่วนประกอบของ โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง บางส่วน/ขาดไป บางส่วน	จำแนก/บอกลักษณะ ของโจทย์ได้ถูกต้อง สมเหตุสมผลเป็น บางส่วน	สร้างโจทย์ได้ถูกต้องแต่ขาด บางองค์ประกอบ /ใช้ภาษาไม่ เหมาะสมหรือไม่ชัดเจนไม่สื่อ ความหมายที่ดีเป็นบางส่วน
1 (ควร ปรับปรุง)	ระบุส่วนประกอบของ โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง เป็นส่วนน้อย/ขาดไป หลายส่วน	จำแนก/บอกลักษณะ ของโจทย์ได้ถูกต้อง สมเหตุสมผลเป็นส่วน น้อย	สร้างโจทย์ปัญหาได้แต่ขาด หลายองค์ประกอบ /ใช้ภาษา ไม่เหมาะสมหรือไม่ชัดเจนไม่ สื่อความหมายที่ดีเป็นส่วน ใหญ่
0 (ต้อง ปรับปรุง)	ระบุส่วนประกอบของ โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง/ ระบุไม่ได้เลย	จำแนก/บอกลักษณะ ของโจทย์ไม่ถูกต้องไม่ สมเหตุสมผล/ทำไม่ได้	สร้างโจทย์ปัญหาได้ไม่ ถูกต้อง/ไม่สื่อความ/ใช้ภาษา ไม่ถูกต้องไม่เหมาะสมหรือไม่ ตรงประเด็น/สร้างไม่ได้



ตาราง 7 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมในการร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนตามขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหา

ระดับ คุณภาพ	วิเคราะห์สรุป ประเด็นปัญหา	หาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเลือกวิธีแก้ปัญหา	สรุปเป็นประโยคสัญลักษณ์
4 (ดีมาก)	สรุปประเด็นได้ ถูกต้องครบถ้วน ชัดเจนสมบูรณ์	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และเลือกวิธีแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้องชัดเจน สมเหตุสมผล	บอก/เขียนประโยค สัญลักษณ์ได้ครบถ้วน ถูกต้องสมเหตุสมผล
3 (ดี)	สรุปประเด็นได้ ถูกต้องเป็นส่วน ใหญ่/ขาดข้อมูล หรือผิดพลาดเพียง เล็กน้อย	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และเลือกใช้วิธีแก้ปัญหายู่ ในแนวทางที่ถูกต้องเป็น ส่วนใหญ่หรือผิดพลาด เล็กน้อย	บอก/เขียนประโยค สัญลักษณ์แสดง เครื่องหมายได้ถูกต้อง ครบถ้วนแต่ตัวเลขผิดพลาด เล็กน้อย
2 (พอใช้)	สรุปประเด็นได้ ถูกต้องเป็น บางส่วน/ขาดไป บางประเด็น	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และเลือกใช้วิธีแก้ปัญหายู่ ในแนวทางที่ถูกต้อง แต่ ผิดพลาดบางส่วน	บอก/เขียนประโยค สัญลักษณ์แสดง เครื่องหมายได้ถูกต้อง ครบถ้วนแต่สลับจำนวนกับ ตัวดำเนินการบางตัว
1 (ควร ปรับปรุง)	สรุปประเด็นได้ ถูกต้องเป็นส่วน น้อย/ขาดไปหลาย ประเด็น	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และเลือกวิธีแก้ปัญหายู่ใน แนวทางที่ถูกต้องเป็น บางส่วน/ไม่เหมาะสม/ ผิดพลาดหลายส่วน	บอก/เขียนประโยค สัญลักษณ์แสดง เครื่องหมายถูกต้อง บางส่วน/สลับจำนวน/ ตัวเลขไม่ถูกต้อง ไม่สื่อ ความหมายในการคิด คำนวณ
0 (ต้อง ปรับปรุง)	สรุปประเด็นไม่ ครบและไม่ถูกต้อง	วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และเลือกวิธีแก้ปัญหามี ถูกต้องไม่เหมาะสม ไม่ ชัดเจน	บอก/เขียนประโยค สัญลักษณ์ไม่ถูกต้องไม่ ครบถ้วน

ตาราง 8 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมในการร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนตาม
ขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหา

ระดับ คุณภาพ	วิเคราะห์และสรุปวิธี แก้ปัญหา	อธิบายลำดับขั้นตอนใน การแก้ปัญหา	แสดงวิธีทำและหาคำตอบ
4 (ดีมาก)	วิเคราะห์สรุปประเด็น ปัญหาและวิธีคิด แก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนชัดเจน สมเหตุสมผล	เรียงลำดับขั้นตอนใน การวางแผนแก้ปัญหา ได้อย่างละเอียดถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ชัดเจน เหมาะสม	แสดงวิธีทำตามลำดับ ขั้นตอนครบถ้วนชัดเจน เหมาะสม วิธีคิดคำนวณ ถูกต้องทุกขั้นตอน คำตอบ ถูกต้อง
3 (ดี)	วิเคราะห์สรุปประเด็น ปัญหาและวิธีคิดได้ ถูกต้องแต่ผิดพลาดใน การเขียนสื่อความ เล็กน้อย	เรียงลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้องครบถ้วน เหมาะสม แต่สื่อความ ผิดพลาด/สลับขั้นตอน เพียงเล็กน้อย	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนครบ และถูกต้องเหมาะสมแต่สลับ ขั้นตอน/สื่อความผิดพลาด เล็กน้อย วิธีคิดคำนวณและ คำตอบถูกต้อง
2 (พอใช้)	วิเคราะห์สรุปประเด็น ปัญหาและวิธีคิดอยู่ใน แนวทางที่ถูกต้องแต่ ขาดประเด็นสำคัญ/ไม่ เหมาะสมบางส่วน	เรียงลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ค่อนข้างสับสน/สลับ ขั้นตอนไปบางส่วน	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนอยู่ใน แนวทางที่ถูกต้องแต่สลับ/ เรียงลำดับไม่ถูกต้องเป็น บางส่วน วิธีคิดคำนวณและ คำตอบถูกต้อง
1 (ควร ปรับปรุง)	วิเคราะห์สรุปประเด็น ปัญหาและวิธีคิด บางส่วนอยู่ในแนวทาง ที่ถูกต้อง/ขาดประเด็น สำคัญ/ไม่เหมาะสมใน หลายส่วน	เรียงลำดับขั้นตอน บางส่วนยังอยู่ใน แนวทางถูกต้องแต่ไม่ ชัดเจน/สลับขั้นตอน/ สับสนในหลายส่วน	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนไม่ ครบ สลับขั้นตอน/เรียงลำดับ ไม่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังมีส่วนสัมพันธ์กับโจทย์ คำตอบไม่ถูกต้อง
0 (ต้อง ปรับปรุง)	สรุปประเด็นปัญหา และวิธีคิดไม่ถูกต้อง/ ไม่ครบ/ไม่เหมาะสม	เรียงลำดับขั้นตอนไม่ ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง และไม่เหมาะสม	ลำดับขั้นตอนของการแสดง วิธีทำไม่สัมพันธ์กับโจทย์/ไม่ ถูกต้อง วิธีคิดคำนวณและ คำตอบไม่ถูกต้อง

ตาราง 9 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมในการร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนตาม
ขั้นตอนการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา

ระดับ คุณภาพ	ตรวจสอบข้อมูลใน โจทย์ปัญหา	ตรวจสอบแนวคิดและวิธีการ ที่ใช้แก้ปัญหา	ตรวจสอบคำตอบของ ปัญหา
4 (ดีมาก)	ตรวจสอบ/สรุปผลการ ตรวจสอบข้อมูลได้ อย่างเหมาะสมถูกต้อง ครบถ้วนชัดเจน สมเหตุสมผล	เลือก/ตรวจสอบแนวคิดและ แสดงวิธีทำตามแนวคิดได้ อย่างละเอียดรอบคอบถูกต้อง ครบถ้วนชัดเจนเหมาะสม สอดคล้องสัมพันธ์กัน	แสดงวิธีการตรวจสอบ คำตอบได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องสมเหตุสมผล มีการอ้างอิงเหตุผลอย่าง เหมาะสม
3 (ดี)	ตรวจสอบ/สรุปผลได้ ถูกต้องเหมาะสมแต่สื่อ ความผิดพลาดเล็กน้อย	เลือก/ตรวจสอบแนวคิดใน การแก้ปัญหาและแสดงวิธีทำ อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง เหมาะสม แต่สลับขั้นตอน/ ผิดพลาดบ้างเล็กน้อย	แสดงวิธีการตรวจสอบ คำตอบสัมพันธ์กับข้อมูล ได้ถูกต้องเหมาะสมแต่สื่อ ความ/คิดคำนวณผิดพลาด เพียงเล็กน้อย
2 (พอใช้)	ตรวจสอบ/สรุปผลได้ ถูกต้องแต่ขาดประเด็น สำคัญ/การอ้างอิง เหตุผลไม่ชัดเจน บางส่วน	เลือก/ตรวจสอบแนวคิดและ แสดงวิธีทำอยู่ในแนวทางที่ ถูกต้อง แต่ไม่ครบ/ไม่ ชัดเจน/สลับขั้นตอนบางส่วน	แสดงวิธีการตรวจสอบ คำตอบสัมพันธ์กับข้อมูล ได้เหมาะสมแต่สื่อความ ไม่ชัดเจน/คำนวณผิด บางส่วน
1 (ควร ปรับปรุง)	ตรวจสอบ/สรุปผลได้ ถูกต้องบางส่วนและ ขาดประเด็นสำคัญ/ การอ้างอิงเหตุผลไม่ ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่	เลือก/ตรวจสอบแนวคิดและ แสดงวิธีทำอยู่ในแนวทางที่ ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่ไม่ สัมพันธ์กันหลายส่วน	แสดงวิธีการตรวจสอบ คำตอบสัมพันธ์กับข้อมูล ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน มี หลายส่วนที่คลุมเครือ/ไม่ เหมาะสม
0 (ต้อง ปรับปรุง)	ตรวจสอบ/สรุปผลไม่ ถูกต้อง/ไม่เหมาะสม ขาดการให้เหตุผล อ้างอิง/ไม่แสดงการ ตรวจสอบ	เลือก/ตรวจสอบแนวคิดไม่ เหมาะสมไม่ถูกต้อง สอดคล้องสัมพันธ์กัน ขาด ความรอบคอบ/ไม่แสดงการ ตรวจสอบ	แสดงวิธีตรวจสอบไม่ ถูกต้อง ไม่สมเหตุสมผล/ ไม่สมบูรณ์/ไม่แสดงการ ตรวจสอบ

4. สร้างแบบสังเกตและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระและผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมในเรื่องการเรียบเรียงประเด็นและเกณฑ์การประเมินให้ถูกต้องเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น

5. ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตตามคำแนะนำ แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ (ตามแบบสังเกตพฤติกรรมในภาคผนวก ง)

6. นำแบบสังเกตไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

การรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

2. นำแผนการจัดกิจกรรมที่สร้างขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในชั่วโมงเรียนปกติ ใช้เวลาในการสอน 20 ชั่วโมง สังเกตและประเมินพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการสอนแต่ละชั่วโมง ในทุกขั้นตอนของกิจกรรมตามแบบสังเกตพฤติกรรมในการร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน

3. ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน หลังจากดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จนครบ 20 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์ ตามเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้

1. คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียน นำมาวิเคราะห์ดังนี้

1.1 หากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนเปรียบเทียบกับหลังเรียนด้วยกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 หากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเปรียบเทียบกับหลังเรียนด้วยกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการร่วมกิจกรรมและทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน แยกวิเคราะห์เป็นดังนี้

2.1 หากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมแต่ละชั้นตอนและแยกตามรายพฤติกรรมในแต่ละชั้นตอนของกิจกรรมจากทุกเนื้อหา

2.2 หากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมตามรายเนื้อหาและแยกตามรายชั้นตอนในแต่ละเนื้อหา

นำค่าเฉลี่ยจากข้อ 2.1 และ 2.2 มาเทียบกับเกณฑ์ในการแปลผลดังนี้

คะแนน 3.50 – 4.00 แสดงพฤติกรรมนั้นได้ระดับดีมาก

3.00 – 3.49 แสดงพฤติกรรมนั้นได้ระดับดี

2.50 – 2.99 แสดงพฤติกรรมนั้นได้ระดับพอใช้

1.50 – 2.49 แสดงพฤติกรรมนั้นได้ระดับควรปรับปรุง

0 – 1.49 แสดงพฤติกรรมนั้นได้ระดับต้องปรับปรุงหรือไม่มีความพยายาม

2.3 หากค่าความถี่เป็นร้อยละของจำนวนนักเรียนแยกตามระดับคุณภาพของการประเมินพฤติกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามชั้นตอนในแต่ละชั้นตอนแยกตามแผนการจัดกิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 แผนกิจกรรม