

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าความรู้จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
2. ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. ศึกษาเนื้อหาเรื่องการนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ และการประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หนังสือคู่มือครู และหนังสืออ่านประกอบอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีวิจัย การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาทฤษฎี หลักการ วิธีสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Study) โดยมีการเก็บข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (One group pretest-posttest time series design) ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวและมีการวัดซ้ำ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนโดยมีรูปแบบของการทดลอง แสดงได้ดังนี้

$$O_1 \text{ X X X } O_2 \text{ X X X } O_3 O_4 \text{ X X X } O_5 \text{ X X X } O_6 O_7$$

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

X	แทน	การจัดกระทำ (treatment) ประกอบด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
O ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
O ₂	แทน	วัดระหว่างเรียนครั้งที่ 1
O ₃	แทน	วัดระหว่างเรียนครั้งที่ 2
O ₄	แทน	การทดสอบระหว่างเรียน
O ₅	แทน	วัดระหว่างเรียนครั้งที่ 3
O ₆	แทน	วัดระหว่างเรียนครั้งที่ 4
O ₇	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนดอนจานวิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 37 คน ซึ่งมีลักษณะและความสามารถในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่ครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 9 แผนรวมทั้งสิ้น 17 คาบ ใช้เวลาในการสอน 5 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยมีการดำเนินงาน ดังนี้

4.1.1 ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราต่างๆ

4.1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนคอนจันวิทยาคม ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล แล้วแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

4.1.4 เขียนแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จำนวน 9 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยหัวข้อดังนี้ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นสรุปและสะท้อนความคิด สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ได้จัดอยู่ในขั้นจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละแผนแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ เรื่อง การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1-3	การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	5
4-5	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน	4
6-7	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	4
8-9	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว	4
รวม		17

4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 9 แผน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะดังนี้

ก. แผนการจัดการเรียนรู้ยังไม่เห็นลักษณะของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ชัดเจน ให้ปรับ ปัญหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่ใช้เพื่อให้เห็นลักษณะของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไขพัฒนาให้ดีขึ้นตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
<p>1. <u>ขั้นเตรียมความพร้อม</u></p> <p>ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยการใช้คำถาม จากนั้นครูเร้าความสนใจนักเรียนโดยการสนทนาเกี่ยวกับประเด็นเนื้อหาที่เรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้</p> <p>2. <u>ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้</u></p> <p>จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้</p> <p>1. <u>ขั้นเสนอปัญหาในชีวิตจริง</u></p> <p>ครูนำเสนอปัญหาในชีวิตจริง จากนั้นให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจกับปัญหา แล้วครูใช้แนวคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่สอดคล้องเหมาะสมกับปัญหา รวมทั้งให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการแสดงปัญหาในรูปแบบที่ต่างออกไป</p> <p>2. <u>ขั้นมองปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์</u></p> <p>เป็นการจัดการข้อมูลของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดของคณิตศาสตร์โดยครูใช้แนวคำถามเพื่อให้นักเรียนชี้ถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา จากการให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในโลกจริงกับภาษา สัญลักษณ์ สูตร กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์</p>

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นแปลงปัญหาโลกจริงเป็นปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นนี้เป็นการค่อยๆ ตัดข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหาในโลกจริงออกไปก่อน โดยครูใช้แนวคำถามเพื่อนักเรียนนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงกับปัญหา เช่น การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น การทำให้เป็นโจทย์คณิตศาสตร์ การลงข้อสรุป แปลงปัญหาให้เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการให้นักเรียนมองปัญหาในรูปคณิตศาสตร์ล้วน เพื่อนักเรียนสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

4. แก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ครูให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาจากตัวแบบคณิตศาสตร์แล้วเลือกนักเรียนออกมาแก้ปัญหาหน้าชั้น จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการกระบวนการแก้ปัญหา การใช้และการแสดงแทนเปลี่ยนกลับไปมาการใช้สัญลักษณ์ กฎ ภาษาเฉพาะทาง และการปรับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ผสมผสานและบูรณาการตัวแบบให้ความเห็น สนับสนุน โต้แย้ง และสรุปการแก้โจทย์

5. ขั้นสะท้อนคิด

เป็นการแปลผลจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กลับเป็นปัญหาในชีวิตจริง ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบในบริบททางคณิตศาสตร์และปัญหาในสถานการณ์ของชีวิตจริง รวมทั้งให้นักเรียนวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของตัวแบบที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นสรุปและสะท้อนความคิด

ครูใช้การถามตอบเพื่อนักเรียนสรุปความรู้ที่ได้ และให้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเป็นการบ้าน

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือสำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรม และแบบสัมภาษณ์ รายละเอียดมีดังนี้

4.2.1 แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 3 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วยแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ก่อนเรียนแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน และแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหาเรื่อง การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหลักสูตร

2) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด

3) สาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4) กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ ตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งสรุปได้ว่าการคิดเชิงคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

(1) การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร สิ่งที่เป็นปัญหาคำหนดให้คืออะไร (P1) สามารถเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เช่น การสร้างรายการ ตาราง สมการ การวาดภาพ การลองผิดลองถูก (P2) รวมทั้งสรุปคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา (P3)

(2) การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ (R1) สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์หรือตัวแทนความคิดในวิธีการแก้ปัญหา(R2) และอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ (R3)

(3) การนำเสนอตัวแทนความคิด เป็นความสามารถในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา(C1) สามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหา (C2) และสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา (C3) โดยอาจใช้การเขียนข้อความ วาดภาพหรือสัญลักษณ์ ใช้การขีดเขียนหรือวงกลมข้อความในโจทย์ กำหนดตัวแปร เขียนแผนภาพ ตาราง กราฟ หรือตัวแทนทางเรขาคณิต

5) สร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ โดยในแบบทดสอบได้ให้โจทย์ปัญหาแล้วให้นักเรียนเขียนตอบ

6) สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ ตามกรอบการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งสังเคราะห์ตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย โดยยึดตามแนวคิดของครีกเลอร์ (Kriegler, 2004: Online) การให้คะแนนแต่ละข้อคะแนนเต็ม 18 คะแนน ตามเกณฑ์ดังนี้

ตารางที่ 3 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
P1 วิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถ (1)ระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร (2) ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้คืออะไร	
(1) สามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร	
1	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วน
0.5	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
0	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้
(2) สามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหากำหนดให้คืออะไร	
1	ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วน
0.5	ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
0	ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ
P2 เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา	
2	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหา นำไปสู่การแก้ปัญหาที่เร็วรวดเข้าใจง่าย
1	เลือกใช้กลยุทธ์ไม่เหมาะสมกับปัญหา นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือยุ่งยากเกินความจำเป็น
0	ไม่มีการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
P3 สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา	
2	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบและสอดคล้องกับปัญหา
1	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง ไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบและสอดคล้องกับปัญหา
0	สรุปคำตอบผิด หรือไม่สรุปคำตอบ

ตารางที่ 4 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
R1 ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์	
2	ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหา เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหาได้ถูกต้อง
1	ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหา เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
0	ไม่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหา เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหา หรือไม่มีการเขียน
R2 อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	
2	อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัญหา
1	อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัญหาได้เพียงบางส่วนหรือไม่ชัดเจน
0	ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาได้หรือไม่เขียนอธิบายเหตุผล

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
R3 อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	
2	อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา
1	อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา
0	ไม่สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือไม่ให้เหตุผล

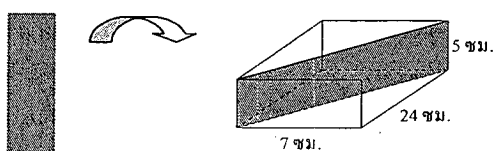
ตารางที่ 5 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
C1 การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจใช้ข้อความ วาดภาพหรือสัญลักษณ์ ใช้การขีดเขียน (วงกลม)ข้อความในโจทย์ เขียนแผนภาพความคิด	
2	ใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้ เพื่อสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสมกับปัญหา
1	ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้ แต่สื่อความหมายได้บางส่วน
0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้ หรือไม่แสดงการใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา
C2 การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญห โดยอาจใช้การวาดภาพ สัญลักษณ์ หรือตัวแปร ข้อความ ตาราง หรือกราฟ ตัวแบบทางเรขาคณิต	
2	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหได้เหมาะสมกับปัญหา และสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสม
1	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหได้เหมาะสมกับปัญหา แต่ไม่สื่อความหมายในกระบวนการแก้ปัญห หรือ ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหไม่เหมาะสมกับปัญหา แต่สื่อความหมายในกระบวนการแก้ปัญหได้
0	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหไม่เหมาะสมกับปัญหา และไม่สื่อความหมายในการแสดงกระบวนการแก้ปัญห หรือ ไม่แสดงการใช้การนำเสนอตัวแทนความคิด

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
C3 การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา โดยอาจใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์	
2	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้ชัดเจน
1	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้ชัดเจน
0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาและสื่อความหมายได้ หรือไม่เขียน

7) ผู้วิจัยนำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทั้งสามฉบับและเกณฑ์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

- ก. ปรับปรุงหรือเปลี่ยนปัญหาให้เป็นปัญหาในชีวิตจริง เช่น
- ปัญหาเดิม “รูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีด้านประกอบมุมฉากยาว 18 และ 24 เซนติเมตรเส้นรอบรูปยาวกี่เซนติเมตร”
- แก้ไขเป็น “บีโบ้ต้องการนำแผ่นไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า นำไปวางในกล่องอันหนึ่งตามเส้นทแยงมุมของกล่องดังรูป บีโบ้ต้องตัดแผ่นไม้ขนาดเท่าใดถึงจะวางในกล่องได้พอดี”



- ข. แยกคำถามย่อยในปัญหา ให้ละเอียดชัดเจน เข้าใจง่าย เช่น
- คำถามย่อยเดิม “1. จากปัญหานักเรียนรู้อะไรบ้าง และนักเรียนต้องการรู้อะไรจากปัญหาถ้าจะแก้ปัญหานี้นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดเพราะอะไร”
- แก้ไขเป็น “1.1 จากปัญหานักเรียนรู้อะไรบ้าง

1.2 จากปัญหาอะไรที่นักเรียนยังไม่รู้

1.3 ถ้าจะแก้ปัญหานี้ นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดเพราะอะไร”

8) หลังจากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะความตรงตามเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา ความเหมาะสมของปัญหาในชีวิตจริงและข้อคำถาม ซึ่งผลการตรวจพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ความสอดคล้องของภาษา ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในปัญหาให้มีความถูกต้องชัดเจน เช่น

ปัญหาเดิม “เอียงฝาไก่เกิดซื้อบัตรเข้าชมคอนเสิร์ต เดอะสตาร์ 5678 อยู่ 3 ราคา คือบัตรราคา 500 บาท บัตรราคา 800 บาท และบัตรราคา 1,000 บาท โดยให้ซื้อบัตรราคา 800 บาท มากกว่าบัตรราคา 1,000 บาทอยู่ 4 ใบ และบัตรราคา 500 บาทมากกว่าบัตรราคา 800 บาทอยู่ 6 ใบ โดยเอียงได้โอนเงินให้เกิดจ่ายค่าบัตรคอนเสิร์ตเป็นเงินทั้งหมด 10,500 บาท จงหาว่าเอียงฝาไก่เกิดซื้อบัตรคอนเสิร์ตแต่ละราคา อย่างละกี่ใบ”

แก้ไขเป็น “เอียงฝาไก่เกิดซื้อบัตรเข้าชมคอนเสิร์ต เดอะสตาร์ 5678 อยู่ 3 ราคา คือบัตรราคา 500 บาท บัตรราคา 800 บาท และบัตรราคา 1,000 บาท โดยให้ซื้อบัตรราคา 500 บาท มากกว่าบัตรราคา 800 บาทอยู่ 6 ใบ และบัตรราคา 800 บาทมากกว่าบัตรราคา 1,000 บาทอยู่ 4 ใบ โดยเอียงได้โอนเงินให้เกิดจ่ายค่าบัตรคอนเสิร์ตเป็นเงินทั้งหมด 10,500 บาท จงหาว่าเอียงฝาไก่เกิดซื้อบัตรคอนเสิร์ตแต่ละราคาอย่างละกี่ใบ”

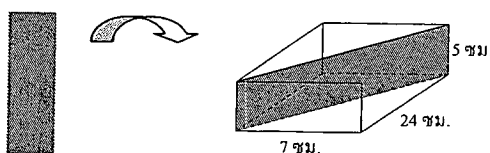
ปัญหาเดิม “ในการเดินทางไกลของลูกเสือโรงเรียนคอนจันวิทยาคม หัวหน้าหมู่ได้รับแผนที่ในการเดินทาง ดังรายละเอียดต่อไปนี้ จากจุดเริ่มต้นเดินทางไปที่ศเหนือ 1 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 500 เมตร จากนั้นมุ่งขึ้นทิศเหนือ 200 เมตร แล้วเดินไปทิศตะวันออกอีก 3 กิโลเมตร แล้วจะถึงค่ายพักแรม จากแผนที่เดินทางข้างต้น นักเรียนคิดว่าค่ายพักแรมอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่กิโลเมตร”

แก้ไขเป็น “ในการเดินทางไกลของลูกเสือโรงเรียนคอนจันวิทยาคม นายหมู่ได้รับแผนที่ในการเดินทาง ดังรายละเอียดต่อไปนี้ จากจุดเริ่มต้นเดินทางไปที่ศเหนือ 1,000 เมตร แล้วเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 500 เมตร จากนั้นมุ่งขึ้นทิศเหนือ 200 เมตร และเดินไปทิศตะวันออกอีก 3,000 เมตร แล้วถึงค่ายพักแรมพอดี จากแผนที่เดินทางข้างต้น นักเรียนคิดว่าค่ายพักแรมอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่กิโลเมตร”

ข. ปรับแก้ปัญหาเพื่อให้สอดคล้องกับกรอบพฤติกรรมกรคิดเชิงคณิตศาสตร์

เช่น

ปัญหาเดิม “บีโบ้ต้องการนำแผ่นไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า นำไปวางในกล่องอันหนึ่งตามเส้นทแยงมุมของกล่องดังรูป บีโบ้ต้องตัดแผ่นไม้ขนาดเท่าใดถึงจะวางในกล่องได้พอดี”



แก้ไขเป็น “บีโบ้ต้องการนำแผ่นไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า นำไปวางในกล่องอันหนึ่งตามเส้นทแยงมุมของกล่อง โดยขนาดของก้นกล่องมีความกว้าง 7 ซม. ความยาว 24 ซม. และความสูง 5 ซม. บีโบ้ต้องตัดแผ่นไม้ขนาดเท่าใดถึงจะวางในกล่องได้พอดี”

9) ผู้วิจัยนำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสามฉบับๆ ละ 5 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคอนจันวิทยาคม จำนวน 30 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

10) นำคะแนนที่ได้จากข้อ 5) มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยง ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.2 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดดังนี้

คุณภาพแบบวัด การคิดเชิงคณิตศาสตร์	ฉบับก่อนเรียน	ฉบับระหว่างเรียน	ฉบับหลังเรียน
ค่าความเที่ยง	0.723	0.713	0.758
ค่าความยากง่าย (p)	0.15 – 0.52	0.11-0.50	0.16 – 0.42
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.07 – 0.36	0.06 – 0.33	0.21 – 0.47

11) เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ข้อ 7) จำนวน 3 ข้อมาสร้างเป็นแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งมีค่าความเที่ยง ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

คุณภาพแบบวัด การคิดเชิงคณิตศาสตร์	ฉบับก่อนเรียน	ฉบับระหว่างเรียน	ฉบับหลังเรียน
ค่าความเที่ยง	0.767	0.798	0.644
ค่าความยากง่าย (p)	0.41 – 0.45	0.26-0.51	0.28 – 0.44
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.32 – 0.38	0.23 – 0.34	0.32 – 0.39

12) นำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้งสามฉบับที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2 ไบกิจกรรม

ไบกิจกรรมที่สร้างจะมีความสอดคล้องกับขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในระหว่างเรียนมีทั้งหมด 9 ไบกิจกรรม โดยสำหรับแนวการประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน จะประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์

ไบกิจกรรม มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

- 1) ศึกษาวิธีสร้างไบกิจกรรม จากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างแล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบไบกิจกรรม
- 2) สร้างไบกิจกรรม เรื่อง การนำไปใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ในขั้นการจัดการเรียนรู้
- 3) นำไบกิจกรรม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้
 - ก. ปรับปรุงไบกิจกรรมให้สอดคล้องกับขั้นในกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
 - ข. สถานการณ์ปัญหาไม่ควรยากเกินไป
- 4) นำไบกิจกรรม ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.3 แบบสัมภาษณ์

เป็นแนวคำถามที่ใช้ประกอบการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) ซึ่งแนวคำถามจะกำหนดไว้เพียงกรอบหรือประเด็นที่จะสัมภาษณ์เท่านั้น โดยอาศัยกรอบและแนวคิดเป็นปัจจัยสำคัญในการตั้งประเด็นคำถาม และจะไม่เรียงลำดับคำถามก่อนหลังเหมือนที่กำหนดเอาไว้ คำถามจะมีลักษณะเจาะลึกถึงการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการคิดแก้ปัญหาจากการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และหากว่าในขณะที่สัมภาษณ์พบประเด็นปัญหาใดก็จะทำการสัมภาษณ์โดยละเอียด เพื่อให้ได้คำตอบอย่างชัดเจน ซึ่งแบบสัมภาษณ์นี้ใช้หลังจากที่นักเรียนทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์แล้ว โดยผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนจากการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามลักษณะต่าง ๆ เช่น แบ่งกลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน แบ่งตามลักษณะงานที่ทำ แบ่งตามกลยุทธ์ที่เลือกใช้ เป็นต้น โดยการสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเทปเสียงด้วย

แบบสัมภาษณ์ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

- 1) วิเคราะห์องค์ประกอบการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อสร้างประเด็นหรือข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์
- 2) สร้างแบบสัมภาษณ์ กำหนดกรอบหรือประเด็นที่จะถาม (แนวคำถาม) เพื่อให้ทราบถึงการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการแก้ปัญหาในแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์
- 3) นำแนวคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะดังนี้
- 4) หลังแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสมแล้วนำแบบสัมภาษณ์ไปใช้สัมภาษณ์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มเดียวกันกับการทดลองหาคุณภาพแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นก่อนเรียนขั้นดำเนินการทดลอง และขั้นเก็บข้อมูลดังนี้

5.1 ขั้นก่อนการทดลอง

5.1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนดอนจานวิทยาคม อำเภอดอนจาน จังหวัดกาฬสินธุ์

5.2 ขั้นตอนการทดลอง

5.2.1 ศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการทดลองโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1) ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเรื่อง การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส และโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2) เมื่อนักเรียนทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ผู้วิจัยจะตรวจให้คะแนนและทำการสัมภาษณ์ศึกษาข้อมูลเชิงลึกจากการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามลักษณะต่างๆ เช่น แบ่งกลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน แบ่งตามลักษณะงานที่ทำ แบ่งตามกลยุทธ์ที่เลือกใช้ เป็นต้น โดยในการสัมภาษณ์ผู้วิจัยจะทำการบันทึกเทปเสียงด้วย

5.2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนสาระการเรียนรู้ที่ใช้สอนคือ การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวนทั้งสิ้น 17 คาบ

5.2.3 ศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างการทดลองโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1) ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการทดสอบระหว่างเรียนโดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างการทดลอง หลังคาบที่ 9 ภายหลังจากที่สอนเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน

2) เมื่อนักเรียนทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนผู้วิจัยจะตรวจให้คะแนน และทำการสัมภาษณ์ศึกษาข้อมูลเชิงลึกจากการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามลักษณะต่างๆ เช่น แบ่งกลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน แบ่งตามลักษณะงานที่ทำ แบ่งตามกลยุทธ์ที่เลือกใช้ เป็นต้น โดยในการสัมภาษณ์ผู้วิจัยจะทำการบันทึกเทปเสียงด้วย

5.2.4 ศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังการทดลองโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

- 1) ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังการทดลอง โดยให้นักเรียนทำหลังสิ้นสุดการทดลอง
- 2) เมื่อนักเรียนทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ผู้วิจัยจะตรวจให้คะแนนและทำการสัมภาษณ์ศึกษาข้อมูลเชิงลึกจากการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามลักษณะต่างๆ เช่น แบ่งกลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน แบ่งตามลักษณะงานที่ทำ แบ่งตามกลยุทธ์ที่เลือกใช้ เป็นต้น โดยในการสัมภาษณ์ผู้วิจัยจะทำการบันทึกเทปเสียงด้วย

5.3 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมจากข้อมูล 2 ลักษณะ คือ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลคุณภาพ โดยข้อมูลทั้ง 2 ดังกล่าว จะทำการเก็บทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์จำแนกรายด้าน โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ โดยฉบับก่อนเรียนเก็บในระยะก่อนทดลอง ฉบับระหว่างเรียนดำเนินการเก็บในคาบที่ 9 และฉบับหลังเรียนดำเนินการเมื่อหลังสิ้นสุดการทดลอง

5.3.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์จำแนกรายด้านจากการทำใบกิจกรรม และการบันทึกเทปเสียงสัมภาษณ์ รายละเอียดมีดังนี้

5.3.2.1 การทำใบกิจกรรมกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ในทุกคาบที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง และสามารถปรึกษากับเพื่อนที่นั่งข้างๆ ได้ รวมทั้งสามารถสอบถามผู้สอนในประเด็นที่มีข้อสงสัยและไม่เข้าใจได้

5.3.2.2 การสัมภาษณ์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการสัมภาษณ์กระทำในช่วง 3 เวลา คือ ก่อนเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียน โดยทั้ง 3 ช่วงจะทำการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากตรวจให้คะแนนการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งกลุ่มนักเรียนที่จะทำการสัมภาษณ์เป็นการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามลักษณะต่างๆ เช่น แบ่งกลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน แบ่งตามลักษณะงานที่ทำ แบ่งตามกลยุทธ์ที่เลือกใช้ เป็นต้น

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้ของนักเรียนจากการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเวลาก่อนเรียน ระยะเวลาระหว่างเรียนและระยะหลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ส่วนการวิเคราะห์เชิงคุณภาพผู้วิจัยนำข้อมูลจากการทำใบกิจกรรม และการสัมภาษณ์ของนักเรียนซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

6.1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

6.1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงระยะก่อนเรียน ระยะเวลาระหว่างเรียนและระยะหลังเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.1.2 เปรียบเทียบความแตกต่างการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายด้านของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงระยะก่อนเรียน ระยะเวลาระหว่างเรียนและระยะหลังเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.1.3 ศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยคำนวณหาค่าร้อยละของนักเรียนเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ 4 ระยะ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงระยะการวิเคราะห์ข้อมูลพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์

ระยะการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งที่	ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล (คาบที่)	เนื้อหาสาระการเรียนรู้
1	1-5	การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส
2	9-11	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน
3	12-14	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
4	15-17	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

6.2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการทำใบกิจกรรม แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และการสัมภาษณ์ รายละเอียดมีดังนี้

6.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำใบกิจกรรม ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมจากใบกิจกรรม มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลง 4 ระยะ

6.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนำผลจากการถอดเทปบทสัมภาษณ์ของนักเรียนที่แบ่งกลุ่มตามลักษณะต่างๆ มาวิเคราะห์ลักษณะและพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ รวมทั้งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Objective Congruence) การหาค่าความเที่ยง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index 700 ซึ่งผู้วิจัยดาวน์โหลดมาจาก <http://www.watpon.com> [2012, October 12]

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ของคะแนนแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS)