



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สุ่มตัวอย่างประชากร
3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าความรู้จากส่วนที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู และเอกสารประกอบการสอน เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ค 204) เรื่อง “เส้นขนานและความคล้าย” ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ และเป็นแนวทางในการสร้างแผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์
2. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการฝึกความสามารถทางสมอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย และสร้างแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์
3. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีวัดและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และวิธีสร้างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การสุ่มตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างประชากรแบบเฉพาะเจาะจง โดยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนวัดราชบพิตร เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร มาเป็นตัวอย่างประชากรสำหรับการวิจัย และเพื่อเป็นการควบคุมผลกระทบจากตัวแปรแทรกซ้อนที่เกิดจากพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยจึงดำเนินการสุ่มตัวอย่างประชากรเพื่อจัดเข้ากลุ่มทดลองตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ค 203) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ที่โรงเรียนได้จัดสอบนักเรียนไปแล้วมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S_x) ของแต่ละห้องเรียน ซึ่งมีทั้งหมด 12 ห้อง

2. สุ่มห้องเรียนที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S_x) ใกล้เคียงกันมากที่สุดมา 3 ห้อง แล้วสุ่มนักเรียนจาก 3 ห้อง ๆ ละ 40 คน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม แล้วหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S_x) ของแต่ละกลุ่ม

3. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ค 203) ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ที่สุ่มได้จากข้อ 2 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการทดลอง ผลปรากฏว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของประชากรทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (ดูผลการวิเคราะห์ข้อมูลในภาคผนวก ข) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เดิมก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

4. สุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นระยะสั้น ๆ หลายช่วง

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นระยะยาว 3 ช่วง

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบระยะยาวช่วงเดียว

ดังนั้น ตัวอย่างประชากรของการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนวัดราชบพิตร เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 120 คน และแบ่งนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ๆ ละ 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชุด คือ แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ แบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์

แผนการสอนที่ผู้วิจัยใช้เป็นคู่มือประกอบการสอนในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ค 204) ปีการศึกษา 2537 เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และจุดประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

1.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน และรายละเอียดของเนื้อหาวิชา โดยศึกษาจากแบบเรียน คู่มือครู และเอกสารประกอบการสอนวิชาคณิตศาสตร์

1.3 แบ่งเนื้อหาวิชาทั้งหมดให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน ซึ่งแบ่งได้ทั้งหมด 15 คาบ (คาบละ 40 นาที)

1.4 เขียนแผนการสอนรายคาบทั้งหมด 15 คาบ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง เส้นขนานและความคล้าย โดยแผนการสอนแต่ละคาบจะประกอบด้วย หัวข้อเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล รวมทั้งเอกสารแนะนำแนวทาง และวิธีการสร้างสื่อการเรียนการสอน

1.5 นำแผนการสอนรายคาบทั้งหมด 15 คาบ ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ผลจากการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา พบว่า ส่วนใหญ่ให้ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้เพิ่มเติมรายละเอียดมากขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหา และปรับปรุงแก้ไขการใช้สำนวนภาษาเขียนเล็กน้อย มีแผนการสอนบางคาบให้ปรับปรุงแก้ไขในส่วนของสื่อการเรียนการสอน โดยให้เขียนวิธีการสร้างและวิธีการใช้สื่อในกิจกรรมการเรียนการสอนให้ชัดเจนมากขึ้น สำหรับในส่วนอื่น ๆ เช่น จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และการวัดและประเมินผล ในแผนการสอนแต่ละคาบนั้น อาจารย์ที่ปรึกษาให้ความเห็นว่า เหมาะสมดีแล้ว

1.6 นำแผนการสอนรายคาบทั้งหมด 15 คาบ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจพิจารณาความเหมาะสมอีกครั้ง

(ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ผลจากการตรวจพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แผนการสอนรายคาบทั้งหมด 15 คาบ มีความถูกต้องเหมาะสมดีแล้ว และได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเขียนสื่อการเรียนการสอนก่อนกิจกรรมการเรียนการสอน และถ้ามีวิธีการสร้างสื่อการเรียนการสอนด้วย ก็ให้เขียนไว้ในส่วนท้ายสุดของแผนการสอนแต่ละคาบ ผู้วิจัยจึงนำแผนการสอนทั้งหมดไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนที่จะนำมาเป็นคู่มือการสอนในการวิจัยครั้งนี้

2. แบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์

แบบฝึกความสามารถทางสมองที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปฝึกเสริมให้นักเรียนควบคู่ไปกับการเรียนการสอนตามปกติในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบฝึกความสามารถทางสมอง 3 ด้าน คือ ความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาความหมาย ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางสมองตามแนวความคิดหรือทัศนะของกลุ่มนักการศึกษาและนักจิตวิทยากลุ่มต่าง ๆ

2.2 ศึกษาองค์ประกอบที่เป็นพื้นฐานของความสามารถทางสมอง โดยผู้วิจัยยึดเอาความสามารถทางสมอง 3 ด้าน คือ ความสามารถด้านจำนวน ความสามารถด้านเหตุผล และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นหลักในการวิจัยครั้งนี้ เพราะความสามารถทั้ง 3 ด้านนี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ โดยอาศัยหลักการและความเชื่อพื้นฐานที่ว่า ความสามารถทางสมองในแต่ละด้านที่มีอยู่ในตัวบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาได้ ถ้าความสามารถเหล่านั้นได้รับการฝึกฝนจากการกำหนดงานหรือวิธีการที่เฉพาะ ตลอดจนเวลาที่เหมาะสม ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ดังนี้

1) แบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เป็นแบบฝึกที่มุ่งให้ผู้รับการฝึกมีความสามารถในการที่จะเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน รวมทั้งสามารถบวก ลบ คูณ และหาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว แบบฝึกด้านนี้มีทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้

แบบฝึกชุดที่ 1 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมชาติ (การบวก) เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขถัดไป ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีระบบโดยอาศัยการบวกเป็นหลัก

แบบฝึกชุดที่ 2 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมชาติ (การลบ) เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขถัดไป ซึ่งลดลงอย่างมีระบบโดยอาศัยการลบเป็นหลัก

แบบฝึกชุดที่ 3 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมชาติ (การคูณ) เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขถัดไป ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีระบบโดยอาศัยการคูณเป็นหลัก

แบบฝึกชุดที่ 4 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมชาติ (การหาร) เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขถัดไป ซึ่งลดลงอย่างมีระบบโดยอาศัยการหารเป็นหลัก

แบบฝึกชุดที่ 5 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมสัมพันธ์ เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวเลขที่กำหนดให้เป็นชุด ๆ เพื่อหาระบบการเรียงที่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน โดยอาศัยการบวก การลบ การคูณ และการหาร วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือผสมผสานกันระหว่างสองวิธี แล้วพิจารณาหาตัวเลขที่ขาดหายไปของชุดใดชุดหนึ่ง

2) แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล เป็นแบบฝึกที่มุ่งให้ผู้รับการฝึกมีความสามารถในการเปรียบเทียบของหลายสิ่งพร้อม ๆ กัน และสามารถคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณแล้ววินิจฉัยลงสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล แบบฝึกด้านนี้มีทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้

แบบฝึกชุดที่ 1 : การจำแนกประเภทชนิดไม่เข้าพวก เป็นแบบฝึกการจำแนกประเภทของภาพทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ให้ แล้ววินิจฉัยลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล เพราะภาพที่กำหนดให้ นั้นจะมีลักษณะโครงสร้างหรือมโนภาพบางอย่างร่วมกัน แต่จะมีภาพหนึ่งที่แตกต่างออกไป ดังนั้น จะต้องทำการเปรียบเทียบแล้วแยกแยะให้ดีจึงจะมองเห็นความแตกต่างได้ แล้วพิจารณาหาภาพที่ไม่เข้าพวกนั้น

แบบฝึกชุดที่ 2 : การจำแนกชนิดเข้าพวก เป็นแบบฝึกการจำแนกประเภทของภาพทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ให้ แล้ววินิจฉัยลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล เช่นเดียวกับการจำแนกประเภทไม่เข้าพวก แต่จะแตกต่างกันที่การจำแนกประเภทชนิดเข้าพวกจะกำหนดภาพทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ชุดหนึ่งมาให้ ซึ่งจัดอยู่ในจำพวกเดียวกัน แล้วให้พิจารณาหาภาพอื่นอีกหนึ่งภาพมาเข้าพวก

แบบฝึกชุดที่ 3 : การอุปมาอุปไมย เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของภาพทรงเรขาคณิตที่กำหนดไว้ให้ แล้ววินิจฉัยลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งความสัมพันธ์นั้น อาจจะเป็นลักษณะโครงสร้างหรือมโนภาพที่สำคัญของภาพที่คู่กัน รูปแบบของการอุปมาอุปไมย จะเป็นการหาความสัมพันธ์ของภาพคู่ที่กำหนดให้ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับภาพคู่อื่น ๆ ที่มีลักษณะความสัมพันธ์ในแนวเดียวกัน

แบบฝึกชุดที่ 4 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมภาพ (มิติเดียว) เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์แนวโน้มของการเรียงลำดับภาพทรงเรขาคณิต แล้ววินิจฉัยลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยให้พิจารณาหาภาพถัดไป ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับภาพที่กำหนดให้

แบบฝึกชุดที่ 5: การเรียงลำดับแบบอนุกรมภาพ (หลายมิติ) เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์แนวโน้มของการเรียงลำดับภาพทรงเรขาคณิตที่กำหนดให้ทั้งแนวดิ่ง และแนวนอน แล้ววินิจฉัยลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยภาพที่กำหนดให้ชุดหนึ่งอาจจะมี 4 ภาพ หรือ 6 ภาพ แต่จะขาดหายไป 1 ภาพ แล้วให้พิจารณาหาภาพที่ขาดหายไปนั้น

3) แบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นแบบฝึกที่มุ่งให้ผู้รับการฝึกมีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์กันของรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ และสามารถสร้างจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวอดทรงที่มีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ แบบฝึกด้านนี้มีทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้

แบบฝึกชุดที่ 1: การซ้อนภาพ เป็นแบบฝึกการสร้างจินตนาการ ถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนรูปร่างของภาพทรงเรขาคณิตที่อยู่ในระนาบเดียว และให้ค้นหาภาพที่กำหนดให้ว่า ภาพนั้นซ้อนอยู่ในภาพของข้อใด โดยที่ขนาดและทิศทางของภาพที่ซ้อนจะเหมือนเดิมทุกประการ

แบบฝึกชุดที่ 2: การซ้อนภาพ เป็นแบบฝึกการสร้างจินตนาการ ถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนรูปร่างของภาพทรงเรขาคณิตที่อยู่ในระนาบเดียว โดยให้พิจารณาว่า ถ้าเอาภาพ 2 ภาพ ที่กำหนดให้มาซ้อนทับกันแบบตรงไปตรงมาตามตำแหน่งเดิม แล้วจะเกิดเป็นภาพในข้อใด

แบบฝึกชุดที่ 3: การต่อภาพ เป็นแบบฝึกการสร้างจินตนาการ ถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนรูปร่างของภาพทรงเรขาคณิตที่อยู่ในระนาบเดียว โดยกำหนดภาพที่ไม่สมบูรณ์แบบมาให้ และสร้างเงื่อนไขว่าจะให้ประกอบเป็นภาพอะไร แล้วให้พิจารณาว่าส่วนที่จะนำมาต่อภาพให้เป็นรูปสมบูรณ์แบบคือภาพในข้อใด

แบบฝึกชุดที่ 4: การค้นหาด้านตรงกันข้ามของลูกบาศก์ เป็นแบบฝึกการสร้างจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนรูปร่างของภาพทรงเรขาคณิตที่อยู่ในหลายระนาบ โดยกำหนดภาพลูกบาศก์มาให้ 3 ภาพ แล้วให้พิจารณาว่าด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่กำหนดมาให้ควรเป็นด้านใด

แบบฝึกชุดที่ 5: การนับลูกบาศก์ แบบฝึกการสร้างจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนรูปร่างของภาพทรงเรขาคณิตที่อยู่ในหลายระนาบ โดยกำหนดภาพสามมิติที่เกิดจากการนำเอาลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้จินตนาการนับลูกบาศก์ว่ามีจำนวนเท่าใด

2.4 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึก เพื่อยึดเป็นหลักในการสร้างแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์

2.5 สร้างแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วยแบบฝึกทั้งหมด 15 ชุด โดยกำหนดให้แบบฝึกแต่ละชุดใช้เวลาในการฝึกประมาณ 10 นาที และเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จึงต้องสร้างแบบฝึกให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบฝึกแต่ละชุดประกอบด้วยสองส่วน คือส่วนแรกเป็นคำชี้แจงซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของแบบฝึก และตัวอย่างการทำแบบฝึก 2 ข้อ ส่วนที่สองเป็นปัญหา 10 ข้อคำถาม เป็นแบบปรนัยเลือกคำตอบ 5 ตัวเลือก โดยที่ 5 ข้อแรก จะมีส่วนชี้แนะแนวการคิดไว้ส่วนท้ายของแต่ละข้อ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนหาคำตอบได้ง่ายขึ้น สำหรับ 5 ข้อหลังจะไม่มีส่วนชี้แนะแนวการคิดไว้ส่วนท้ายของแต่ละข้อ เพราะต้องการให้นักเรียนได้มีโอกาสวัดความสามารถที่แท้จริงของตน ดังนั้นแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ จึงประกอบด้วยแบบฝึกทั้งหมด 15 ชุด แต่ละชุดมี 10 ข้อคำถาม รวมทั้งหมดมี 150 ข้อคำถาม และได้กำหนดการดำเนินการฝึกตามแบบฝึกแต่ละชุด ดังนี้

- 1) ครูแจกแบบฝึกและกระดาษคำตอบให้นักเรียนเป็นรายบุคคล และอธิบายวิธีทำแบบฝึกประกอบการยกตัวอย่างตามคำชี้แจงของแบบฝึก พร้อมให้นักเรียนอ่านตามในใจ (ใช้เวลาประมาณ 2 นาที)
- 2) เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจวิธีการแล้วครูให้นักเรียนลงมือทำแบบฝึกได้ ซึ่งในแบบฝึกจะมี 10 ข้อคำถาม เป็นแบบปรนัยเลือกคำตอบ 5 ตัวเลือก นักเรียนจะต้องหาคำตอบของแต่ละข้อคำถาม แล้วเขียนลงในกระดาษคำตอบ (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)
- 3) เมื่อนักเรียนทุกคนทำเสร็จภายในเวลาที่กำหนดแล้ว ครูดำเนินการให้นักเรียนได้ตรวจสอบคำตอบของตนเองกับเฉลยของครู โดยการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้นักเรียนหาแนวทางในการหาคำตอบที่ถูกต้องหรือวิธีการคิดที่ดีที่สุด และให้นักเรียนบันทึกคะแนนของตนเองลงในกระดาษคำตอบไว้ด้วย แล้วครูเก็บแบบฝึกและกระดาษคำตอบทั้งหมดกลับคืน (ใช้เวลาประมาณ 3 นาที)

2.6 นำแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ที่สร้างขึ้นทั้งหมด 15 ชุด ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ผลจากการตรวจสอบพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แบบฝึกที่สร้างขึ้นมีส่วนที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขดังนี้ คือ ปรับปรุงแก้ไขสัญลักษณ์เครื่องหมายคำถาม (?) ซึ่งมีขนาดเล็กเกินไป โดยเพิ่มขนาดของเครื่องหมายให้ใหญ่กว่าเดิม เพื่อให้นักเรียนมองเห็นได้ชัดเจนมากขึ้น ให้พิมพ์ส่วนที่เป็นคำถาม คำตอบ และแนวการคิดของแต่ละข้อคำถามอยู่ในหน้ากระดาษเดียวกัน และให้ขีดเส้นใต้คั่นแต่ละข้อคำถาม

เพื่อความสะดวกในการอ่านและไม่เกิดความสับสนในการฝึกทำแต่ละข้อคำถาม นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิบางท่านได้ให้ความเห็นว่า แบบฝึกแต่ละชุดมีการเรียงลำดับความยากง่ายของข้อคำถามแต่ละข้อจากง่ายไปหายากได้เหมาะสมดีแล้ว แต่มีข้อคำถามบางข้อง่ายจนเกินไป ซึ่งอาจจะไม่สามารถกระตุ้นความคิดของนักเรียนได้เท่าที่ควร จึงปรับปรุงแก้ไขให้มีความยากมากขึ้นตามข้อเสนอแนะดังกล่าว เพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับส่วนอื่น ๆ เช่น จุดมุ่งหมายของแบบฝึก เนื้อหา และรูปแบบของแบบฝึกแต่ละชุดนั้นผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ให้ความเห็นว่า เหมาะสมดีแล้ว

2.7 นำแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ทั้งหมด 15 ชุด ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่ในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบว่าการกำหนดเวลาในการฝึก ความชัดเจนของคำชี้แจงและข้อคำถามแต่ละข้อ ในแบบฝึกแต่ละชุดจะเหมาะสมหรือไม่ โดยนำแบบฝึกทั้งหมด 15 ชุด ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 36 คน ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง (ครั้งละ 50 นาที) ครั้งที่ 1 ให้นักเรียนทำแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน โดยเริ่มจากแบบฝึกชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 ครั้งที่ 2 ให้นักเรียนทำแบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล โดยเริ่มจากแบบฝึกชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 และครั้งที่ 3 ให้นักเรียนทำแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยเริ่มจากแบบฝึกชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 ในการทดลองผู้วิจัยได้จับเวลาที่นักเรียนใช้ในการทำแบบฝึกแต่ละชุด และสังเกตว่าจะมีคำถามของนักเรียนเกี่ยวกับความชัดเจนของคำชี้แจงและข้อคำถามแต่ละข้อ ในแบบฝึกแต่ละชุดที่ให้ทำหรือไม่ ผลปรากฏว่า การดำเนินการฝึกใช้เวลาประมาณชุดละ 8–10 นาที และสังเกตพบว่า เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระดับความยากง่ายของแบบฝึกแต่ละชุด ถ้าเป็นแบบฝึกที่ค่อนข้างง่ายจะใช้เวลาในการดำเนินการฝึกน้อย แต่ไม่น้อยกว่า 8 นาที ซึ่งได้แก่ แบบฝึกความสามารถด้านจำนวน ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 ชุดที่ 3 และชุดที่ 4 แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผลชุดที่ 1 และชุดที่ 2 แบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 5 และถ้าเป็นแบบฝึกที่ค่อนข้างยากจะใช้เวลาในการดำเนินการฝึกมาก แต่ไม่มากกว่า 10 นาที ซึ่งได้แก่ แบบฝึกความสามารถด้านจำนวน ชุดที่ 5 แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผลชุดที่ 3 ชุดที่ 4 และชุดที่ 5 แบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ดังนั้น การที่ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาที่ใช้ในการดำเนินการฝึกแบบฝึกชุดละ 10 นาที นั้น จึงเป็นเวลาที่เหมาะสมดีแล้ว สำหรับคำชี้แจงและข้อคำถามในแต่ละแบบฝึกถือว่า มีความชัดเจนดีแล้ว เพราะไม่มีคำถามใด ๆ จากนักเรียนที่บ่งบอกว่าไม่เข้าใจ

คำชี้แจงและข้อคำถามแต่ละข้อ ผู้วิจัยจึงนำแบบฝึกทั้งหมด 15 ชุด ที่สร้างขึ้นมาเป็นแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมีติสัมพันธ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ค 204) เรื่องเส้นขนานและความคล้าย ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากคู่มือการประเมินผลการเรียน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน ตลอดจนศึกษาเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ค 204) ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง เส้นขนานและความคล้าย โดยสร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างไว้ทั้งหมด 52 ข้อ

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีส่วนที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขดังนี้ คือ ข้อสอบบางข้อดูซับซ้อนและยากจนเกินไป ควรปรับปรุงแก้ไขให้มีความซับซ้อนน้อยลง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การใช้สัญลักษณ์ควรใช้ให้เป็นรูปแบบเดียวกันตลอดทั้งฉบับ และไม่ควรรู้คำย่อในส่วนที่เป็นหน่วยของความยาว และพื้นที่ ยกเว้นหน่วยที่กำหนดในรูปภาพประกอบคำถาม ซึ่งอาจจะใช้คำย่อได้ บางข้อให้ปรับปรุงแก้ไขการใช้สำนวนภาษาเขียนใหม่เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้น สำหรับในส่วนอื่น ๆ เช่น การกำหนดคำชี้แจง ความชัดเจนของรูปภาพประกอบคำถาม และรูปแบบของแบบทดสอบ ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ให้ความเห็นว่าเหมาะสมดีแล้ว เมื่อนำแบบทดสอบไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ก็จะได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีความตรงตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ค 204) เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาความเที่ยง

ของแบบทดสอบ โดยตั้งเกณฑ์ไว้ว่า ความเที่ยงควรมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้ววิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยตั้งเกณฑ์ไว้ว่า ค่าความยากง่ายควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถ้าหากผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยง ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าว จะต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างไว้ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 52 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้ง 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนวัดดุสิตาราม กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.8361 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.23–0.88 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ –0.05–0.50 จากข้อสอบทั้งหมด 52 ข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ 45 ข้อ และได้นำแบบทดสอบที่มีข้อสอบ 45 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.8795 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.38–0.95 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.10–0.50 จากข้อสอบทั้งหมด 45 ข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ 41 ข้อ และผู้วิจัยได้คัดเลือก ข้อสอบที่ดีที่สุดมา 40 ข้อ ไปทดลองใช้เป็นครั้งที่ 3 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 34 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.9026 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.38–0.76 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.24–0.53 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งหมด (ดูข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลในภาคผนวก ข) ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบที่มีข้อสอบ 40 ข้อ หลังจากทดลองใช้ครั้งที่ 3 แล้วมาเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยตนเอง โดยจัดให้สภาพของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีการเรียนการสอนตามหลักสูตรปกติ ซึ่งผู้วิจัยใช้แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเอง และผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาเป็นคู่มือประกอบการสอน มีทั้งหมด 15 คาบ (คาบละ 40 นาที) สำหรับการฝึกความสามารถด้านจำนวน

เหตุผล และมิติสัมพันธ์นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการฝึกเสริมควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาตามปกติให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นระยะสั้น ๆ หลายช่วง

นักเรียนกลุ่มนี้จะได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ด้วยแบบฝึกทั้งหมด 15 ชุด โดยแบ่งเวลาของการฝึกเป็นระยะสั้น ๆ 15 ช่วง ในแต่ละช่วงจะได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก 1 ชุด โดยจะเริ่มจากแบบฝึกความสามารถด้านจำนวนชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผลชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 และแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาในการฝึกช่วงละประมาณ 10 นาที ก่อนการเรียนเนื้อหาปกติตามแผนการสอนทุกคาบจนครบเนื้อหาทั้งหมด 15 คาบ ดังนั้น นักเรียนกลุ่มนี้จะได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ด้วยแบบฝึกครบทั้งหมด 15 ชุด เพียงแต่แบ่งเวลาของการฝึกเป็นระยะสั้น ๆ หลายช่วงเท่านั้น

กลุ่มที่ 2 : เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นระยะยาว 3 ช่วง

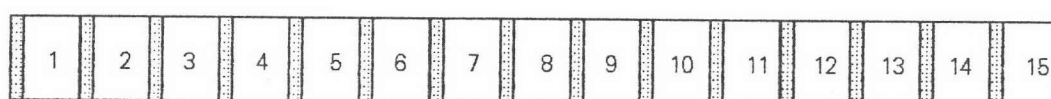
นักเรียนกลุ่มนี้จะได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ด้วยแบบฝึกทั้งหมด 15 ชุด โดยแบ่งเวลาของการฝึกออกเป็นระยะยาว 3 ช่วง ในช่วงแรกจะได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก 5 ชุด ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากแบบฝึกความสามารถด้านจำนวนชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาในการฝึกประมาณ 50 นาที ก่อนการเรียนเนื้อหาปกติตามแผนการสอน 5 คาบ (คาบที่ 1— คาบที่ 5) หลังจากนั้นก็จะได้รับการฝึกในช่วงที่ 2 ด้วยแบบฝึกอีก 5 ชุด ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากแบบฝึกความสามารถด้านเหตุผลชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาในการฝึก 50 นาที ก่อนการเรียนเนื้อหาปกติตามแผนการสอนต่อไปอีก 5 คาบ (คาบที่ 6—คาบที่ 10) หลังจากนั้นก็จะได้รับการฝึกในช่วงที่ 3 ด้วยแบบฝึกอีก 5 ชุด ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาในการฝึกประมาณ 50 นาที ก่อนการเรียนเนื้อหาปกติตามแผนการสอนต่อไปอีก 5 คาบ (คาบที่ 11—คาบที่ 15) ดังนั้น นักเรียนกลุ่มนี้จะได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ครบทั้งหมด 15 ชุด เพียงแต่แบ่งเวลาของการฝึกเป็นระยะยาว 3 ช่วงเท่านั้น

กลุ่มที่ 3 : เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบระยะยาวช่วงเดียว

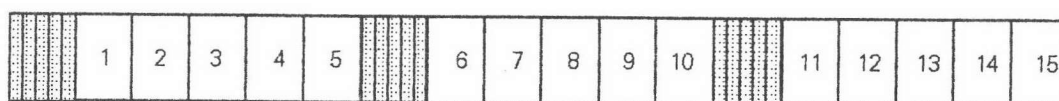
นักเรียนกลุ่มนี้จะได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ด้วยแบบฝึกทั้งหมด 15 ชุด โดยทำการฝึกเป็นระยะยาวช่วงเดียวด้วยแบบฝึก 15 ชุด ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากแบบฝึกความสามารถด้านจำนวนชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผลชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 และแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาในการฝึกประมาณ 150 นาที (3 คาบ) ก่อนการเรียนเนื้อหาปกติตามแผนการสอน

15 คาบ (คาบที่ 1—คาบที่ 15) ดังนั้น นักเรียนกลุ่มนี้จะได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ครบทั้งหมด 15 ชุด โดยทำการฝึกเป็นระยะยาวช่วงเดียวก่อนการเรียน เนื้อหาทั้งหมด

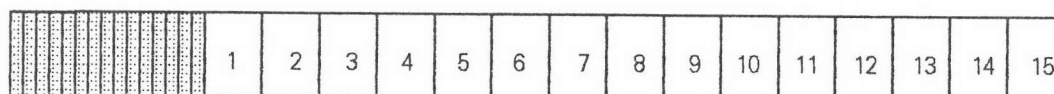
ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ที่เสริมควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาตามปกติให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งสามารถนำเสนอด้วยแผนภาพได้ ดังนี้




กลุ่มที่ 1 : เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นระยะสั้น ๆ หลายช่วง




กลุ่มที่ 2 : เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นระยะยาว 3 ช่วง



กลุ่มที่ 3 : เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบระยะยาวช่วงเดียว

หมายเหตุ  หมายถึง ช่วงเวลาที่นักเรียนทำแบบฝึก 1 ชุด (10 นาที)

 หมายถึง ช่วงเวลาที่นักเรียนเรียนเนื้อหาปกติตามแผนการสอน 1 คาบ (40 นาที)

2. เมื่อดำเนินการสอนและฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ครบตามที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม แล้วนำคะแนนจากแบบทดสอบมาวิเคราะห์ ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน แล้วรวมคะแนนจากแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคน

2. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มาคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S_x) และค่าความแปรปรวน (S_x^2) ของแต่ละกลุ่ม

3. ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน จึงได้นำค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมาคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม เพื่อแปรผลตามเกณฑ์การประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2533 : 23–24) ซึ่งกำหนดให้มีการตัดสินผลการเรียน ดังนี้

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ความหมาย
80 — 100	ผลการเรียนดีมาก
70 — 79	ผลการเรียนดี
60 — 69	ผลการเรียนปานกลาง
50 — 59	ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
0 — 49	ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

4. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (F—test) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ถ้าผลปรากฏว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม โดยวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffé method)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีสถิติที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1.1 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

$$r_{xx} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ r_{xx} แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 k แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ
 S_x^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนของผู้ทดสอบทั้งหมด

(Mehrens and Lehmann 1975 : 47)

1.2 หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R_U + R_L}{2N}$$

$$r = \frac{R_U - R_L}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก
 r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_U แทน จำนวนคนที่ตอบข้อสอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนคนที่ตอบข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ ซึ่งต้องมีจำนวนเท่ากัน

(Beggs and Lewis 1975 : 195-197)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 หาค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic mean) โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน มัชฌิมเลขคณิต
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

(Freund 1981 : 61)

2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าความแปรปรวน (Variance) โดยใช้สูตร

$$S_x = \sqrt{\frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

$$S_x^2 = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ S_x แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

(Freund 1981 : 61)

2.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance)
เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตร

แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ df	ผลบวกของ $(X - \bar{X})^2$ SS	ความแปรปรวน MS = SS/df	F
ระหว่างกลุ่ม (among groups)	k-1	SS _a	MS _a = SS _a / (k-1)	
ภายในกลุ่ม (Within groups)	(N-1)-(k-1) = (N-k)	SS _w = SS _t - SS _a	MS _w = SS _w / (N-k)	MS _a / MS _w
ทั้งหมด (total)	(N - 1)	SS _t		

$$T = \sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \dots$$

$$SS_t = \sum X_1^2 + \sum X_2^2 + \sum X_3^2 + \dots - (T^2/N)$$

$$SS_a = (\sum X_1^2/n_1) + (\sum X_2^2/n_2) + (\sum X_3^2/n_3) + \dots - (T^2/N)$$

$$SS_w = SS_t - SS_a$$

เมื่อ $\sum X_1, \sum X_2, \sum X_3, \dots$ แทน คะแนนรวมของกลุ่ม 1, 2, 3, ...
 n_1, n_2, n_3, \dots แทน จำนวนตัวอย่างประชากรในกลุ่ม 1, 2, 3, ...
 T แทน คะแนนรวมของทุกกลุ่มที่นำมาเปรียบเทียบ
 X แทน คะแนนดิบ
 k แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
 N แทน จำนวนตัวอย่างประชากรทั้งหมด

(Mcguigan 1990 : 143-149)

2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ (paired comparison) ระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีของเซฟเฟ (Scheffe method) ซึ่งมีสูตร ดังนี้

$$F = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{MS_w [(1/n_1) + (1/n_2)] (k - 1)}$$

เมื่อ F แทน ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของสองกลุ่ม
 \bar{X}_1, \bar{X}_2 แทน มัชฌิมเลขคณิตของ 2 กลุ่ม
 n_1, n_2 แทน จำนวนตัวอย่างประชากรของ 2 กลุ่ม
 k แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

(Mcguigan 1990 : 149—151)