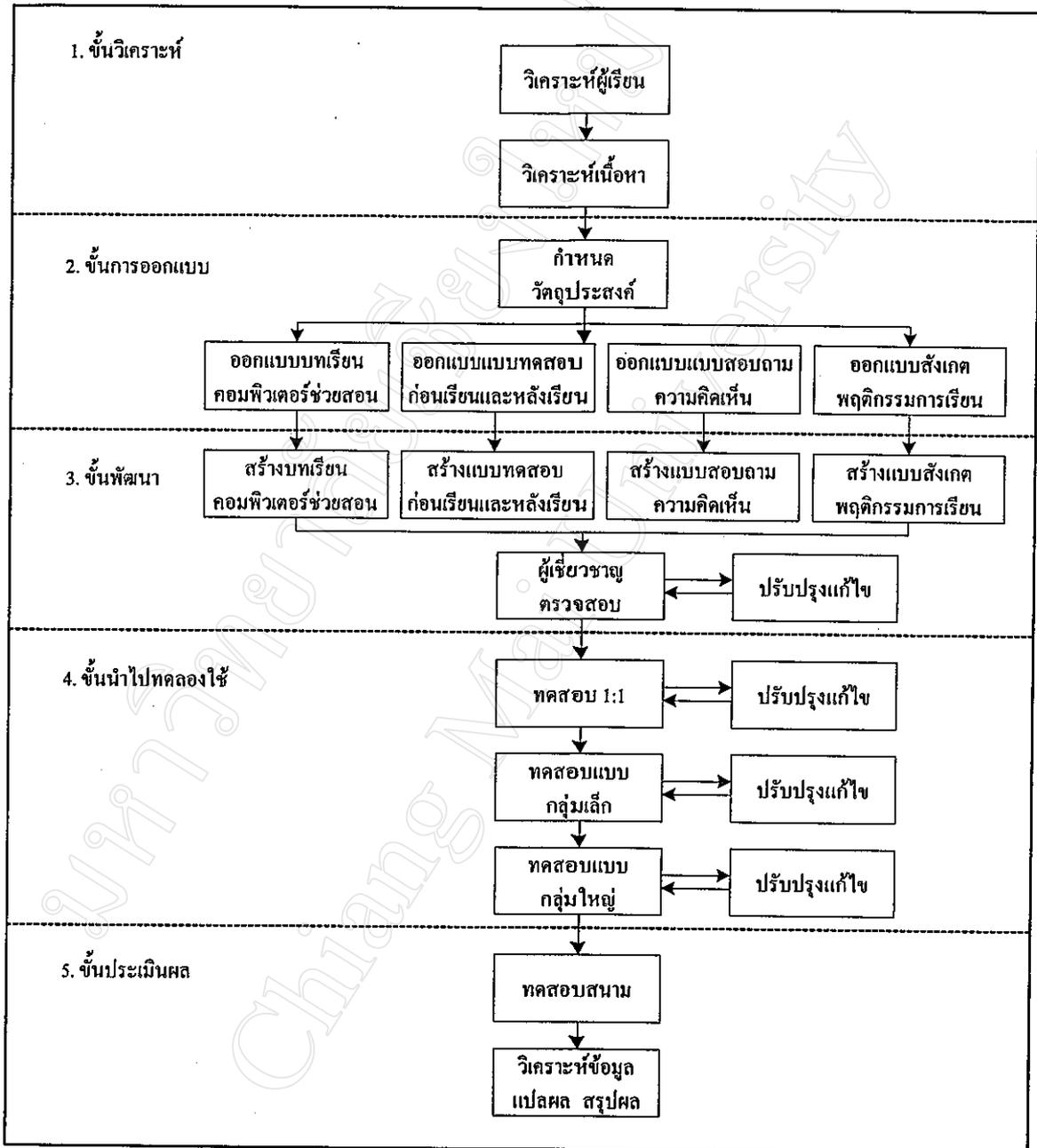


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเรียนซ่อมเสริมจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำในวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามรูปแบบที่ ประจักษ์ สดประเสริฐ (2540) ได้พัฒนา มาจากวิธีการออกแบบเชิงระบบของซีลและกลาสโก (Seels & Glasgow, 1991, p.8) ซึ่งมีขั้นตอน ดังแผนภูมิ 1

แผนภูมิ 1 วิธีระบบที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย



ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ชั้นวิเคราะห์ (Analysis)

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ตาก อำเภอเมือง จังหวัดตาก จำนวน 120 คน เป็นชาย 50 คน เป็นหญิง 70 คน มีอายุอยู่ระหว่าง 13 – 19 ปี สถานภาพทางครอบครัวส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรกรรม

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 และได้ผ่านการประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในเรื่อง สมการ และมีผลการเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์การวัดผลตามจุดประสงค์ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 58 คน และทำการสุ่มตัวอย่างโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำคะแนนการทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง สมการ ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดมาจัดเรียงลำดับตามคะแนนจากมากไปหาน้อย

2. คัดนักเรียนที่ได้คะแนนในลำดับต่ำสุดขึ้นไปจำนวน 40 คน แบ่งนักเรียนตามความสามารถพอ ๆ กันเป็นคู่ ๆ (Matched pairs) แล้วสุ่มแยกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน

- 2.1 กลุ่มที่ 1 เรียนซ่อมเสริมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคล

- 2.2 กลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีเพื่อน

ช่วยสอน โดยทำการคัดเลือกนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูงสุดจากการสอบวัดผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อทำหน้าที่ช่วยสอน

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียน เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) เรื่อง สมการ โดยยึดตามวัตถุประสงค์และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาของบทเรียน ดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) เรื่อง สมการ

1. แก้สมการ และตรวจสอบคำตอบได้
2. ใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค102) เรื่อง สมการ

1. ปัญหาและคำตอบของสมการ
2. สมบัติของการเท่ากัน
3. การแก้สมการ
4. โจทย์สมการ

2. ชั้นออกแบบ (Design)

2.1 กำหนดวัตถุประสงค์

หลังจากกำหนดขอบเขตและจัดลำดับเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นำเนื้อหาทั้งหมดมาเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างละเอียดตามลำดับขั้นการเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ได้ดังนี้

เรื่อง ปัญหาและคำตอบของสมการ

1. ระบุประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เขียนในรูปของสมการได้
2. บอกได้ว่า สมการไหนเป็นจริงและสมการไหนเป็นเท็จ
3. ระบุตัวแปรในสมการ
4. หาคำตอบของสมการได้
5. เขียนปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการได้

เรื่อง คุณสมบัติของการเท่ากัน

1. ระบุคุณสมบัติการบวกได้
2. ระบุคุณสมบัติการลบได้
3. ระบุคุณสมบัติการคูณได้
4. ระบุคุณสมบัติการหารได้

เรื่อง การแก้สมการ

1. ใช้คุณสมบัติการบวกแก้สมการได้
2. ใช้คุณสมบัติการลบแก้สมการได้
3. ใช้คุณสมบัติการคูณแก้สมการได้
4. ใช้คุณสมบัติการหารแก้สมการได้
5. ตรวจสอบคำตอบได้

เรื่อง โจทย์สมการ

1. เขียนความสัมพันธ์ของโจทย์สมการให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ได้
2. แก้สมการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสมการได้

2.2 ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์

2.2.1 ศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทฤษฎีของการสร้างและออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเสนอเนื้อหา (Tutorials) โดยมีแนวทางในการนำเสนอบทเรียนดังนี้

- เสนอเนื้อหาความรู้
- เสนอคำถามและมีตัวเลือกให้ตอบ
- เฉลยคำตอบและชี้แจงว่า ถูก หรือ ผิด
- เสนอเนื้อหาต่อไป
- ทำแบบฝึกหัดก่อนเริ่มเนื้อหาใหม่
- สรุปเนื้อหาบทเรียน
- หลักการ เทคนิค และวิธีการใช้โปรแกรมที่จะใช้สร้างบทเรียน
- คุณสมบัติและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่จะใช้นำเสนอบทเรียน
- คอมพิวเตอร์ในสถานที่ที่จะทำการทดลองจริง

2. ศึกษาเทคนิคและวิธีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- Macromedia Authorware 5 Attain เป็น โปรแกรมหลักในการสร้าง
- Adobe Photoshop 5.5 สำหรับตกแต่งภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบ

บทเรียน

บทเรียน

3. ศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติและประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ ณ สถานที่ทำการทดลองจริง ดังนี้

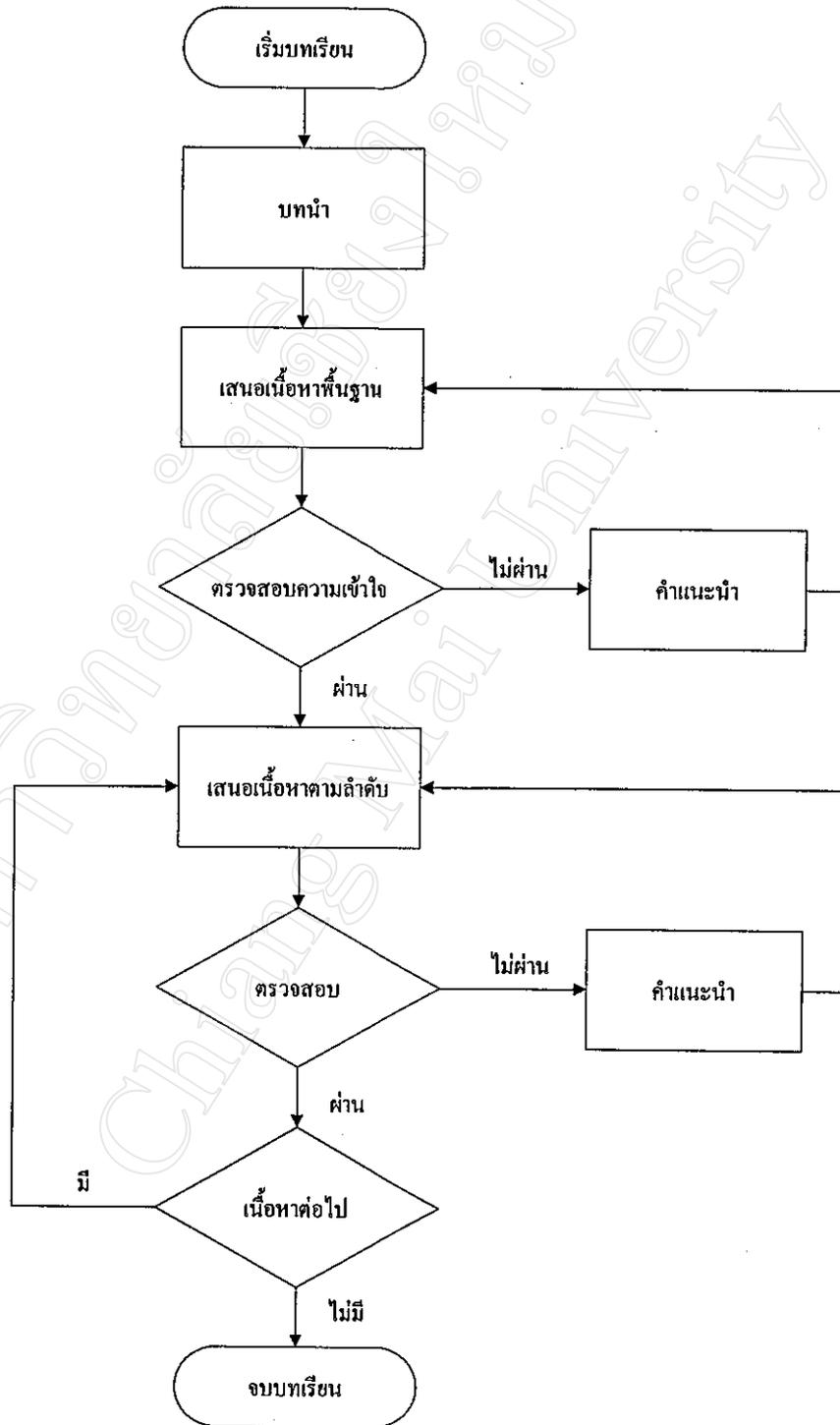
คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

- ซีพียู รุ่น Pentium 100 MHz
- หน่วยความจำ 32 MB
- ฮาร์ดดิสก์ 1.2 GB
- แสดงผลในความละเอียด 800x600 DPI
- แสดงจำนวนสี True Color (32 bit) 16.7 ล้านสี

2.2.2 เขียนผังงาน (Flowchart) เพื่อวาง โครงสร้างของบทเรียนแบบเสนอเนื้อหา

ผังแผนภูมิ 2

แผนภูมิ 2 แสดงผังงาน (Flowchart) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเสนอเนื้อหา (Tutorials)



2.2.3 จัดวางรูปแบบและลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำเสนอบนจอภาพลงใน Storyboard

2.3 ออกแบบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2.3.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. กำหนดจำนวนข้อของข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ดังนี้

เรื่อง ปัญหาและคำตอบของสมการ จำนวน 7 ข้อ

- นักเรียนสามารถบอกความหมายของสมการได้ (2 ข้อ)
- นักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการอย่างง่ายได้โดยการลองแทนค่าตัวแปรในสมการ (2 ข้อ)
- นักเรียนสามารถบอกได้ว่า จำนวนที่กำหนดให้เป็นคำตอบของสมการหรือไม่ (3 ข้อ)

เรื่อง คุณสมบัติของการเท่ากัน จำนวน 6 ข้อ

- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันบวกหรือลบด้วยจำนวนที่เท่ากันผลย่อมเท่ากัน (3 ข้อ)
- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันคูณหรือหารด้วยจำนวนที่เท่ากันผลย่อมเท่ากัน (ตัวหารไม่เท่ากับศูนย์) (3 ข้อ)

เรื่อง การแก้สมการ จำนวน 7 ข้อ

- นักเรียนสามารถแก้สมการ โดยนำคุณสมบัติของการเท่ากันมาใช้ในการหาคำตอบและตรวจคำตอบของสมการได้ (7 ข้อ)

เรื่อง โจทย์สมการ จำนวน 10 ข้อ

- นักเรียนสามารถเขียนสมการแทนข้อความที่กำหนดให้ได้ (5 ข้อ)
- นักเรียนสามารถใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว (5 ข้อ)

2. เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้ว ทำการพิจารณาว่า จะต้องออกข้อสอบเกินไว้หัวข้อละกี่ข้อ ซึ่งต้องออกเกินไว้ไม่ต่ำกว่า 25% เนื่องจากหลังจากที่นำไปทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้ว จะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก

ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการจริง ในที่นี้ได้ออกข้อสอบให้เกินไว้จำนวนทั้งหมด 90 ข้อ

2.3.2 กำหนดรูปแบบของข้อสอบและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

รูปแบบของข้อสอบ เป็นข้อสอบแบบปรนัยที่มีตัวเลือกแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก ทำการศึกษาหลักการและวิธีการเขียนข้อสอบเพื่อวัตถุประสงค์ประเภทต่าง ๆ

2.4 การออกแบบแบบสอบถามความคิดเห็น

2.4.1 กำหนดข้อความคำถามและจำนวนข้อของคำถาม

เมื่อได้ข้อคิดเห็นที่ต้องการทราบจากผู้เรียนแล้วจึงทำการกำหนดเป็นข้อความคำถามที่ต้องการถาม และจำนวนข้อของคำถามที่ต้องการใช้

2.4.2 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม

ทำการออกแบบแบบสอบถาม โดยเป็นแบบสอบถามที่มีระดับความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยในระดับมากที่สุด เห็นด้วยในระดับมาก เห็นด้วยในระดับปานกลาง เห็นด้วยในระดับน้อย และเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด (นุจรี สุภิสุทธิ, 2541, หน้า 43) โดยมีเกณฑ์ในการนำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ให้คะแนน ดังนี้

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายในเชิงนิมิต (Positive)

เห็นด้วยในระดับมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เห็นด้วยในระดับมาก	ให้	4	คะแนน
เห็นด้วยในระดับปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เห็นด้วยในระดับน้อย	ให้	2	คะแนน
เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายในเชิงนิเสธ (Negative)

เห็นด้วยในระดับมากที่สุด	ให้	1	คะแนน
เห็นด้วยในระดับมาก	ให้	2	คะแนน
เห็นด้วยในระดับปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เห็นด้วยในระดับน้อย	ให้	4	คะแนน
เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด	ให้	5	คะแนน

2.5 ออกแบบแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน

2.5.1 กำหนดพฤติกรรมและจำนวนข้อของแบบสังเกต

เมื่อได้ศึกษาพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตแล้วจึงทำการกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต และจำนวนข้อของพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต

2.5.2 กำหนดรูปแบบของแบบสังเกต

ทำการออกแบบแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน โดยเป็นแบบสังเกตที่ให้ระดับพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกเป็น 3 ระดับคือ มาก ปานกลาง และน้อย (นัทธีรัตน์ วุฒิเจริญ, 2538) โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

มาก	หมายถึง	ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมประมาณเศษสามส่วนสี่ของเวลาที่สังเกต
ปานกลาง	หมายถึง	ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมประมาณกึ่งหนึ่งของเวลาที่สังเกต
น้อย	หมายถึง	ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมประมาณเศษหนึ่งส่วนสี่ของเวลาที่สังเกต หรือไม่แสดงออกตลอดระยะเวลาที่สังเกต

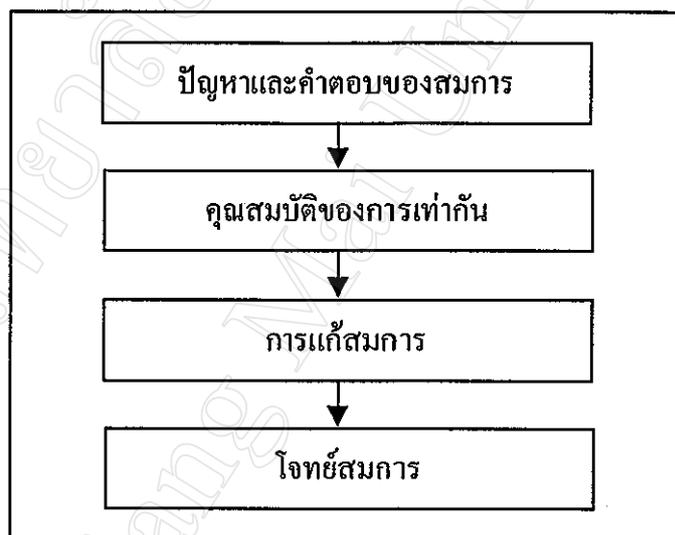
3. ขั้นพัฒนา (Development)

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์

3.1.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามผังงาน (Flowchart) และต้นฉบับที่ออกแบบไว้ ส่วนที่เป็นเนื้อหาบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ประกอบไปด้วยเนื้อหาที่ต้องเรียนตาม ลำดับขั้น ดังแผนภูมิ 3

แผนภูมิ 3 แสดงผังงาน (Flowchart) ของเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ



3.1.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

ครั้งที่ 1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ครั้งที่ 2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่แก้ไข ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แล้วจึงทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง

3.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3.2.1 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

เนื่องจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นวิธีการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจึงมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างเดียวกัน ดังนี้

1. เขียนข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและใช้รูปแบบการเขียนข้อสอบที่ศึกษามา
2. ตรวจสอบข้อสอบ โดยนำข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชา แต่ละข้อวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจน เข้าใจง่ายหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ แล้วทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.2.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

โดยใช้วิธีของของโรวินेलลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) ที่พัฒนามาจากวิธีของแฮมฟิลและเวสต์ไทล์ (Hamphill and Westie) วิธีการนี้จะนำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละวัตถุประสงค์นั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเนื้อหา จำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้นั้นหรือไม่ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาลงความเห็นและให้คะแนน (โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สินธุรเวชญ์, 2523, หน้า 226-227; กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, 2530, หน้า 194-198; บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 60-62) ดังนี้

- +1 ถ้าแน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
- 1 ถ้าแน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

หลังจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเสร็จแล้ว นำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 117)

โดยแทนค่าในสูตร ดังนี้

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
 R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าค่าดัชนี IC ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นเป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพราะวัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจริง

ถ้าค่าดัชนี IC น้อยกว่า 0.5 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นเป็นข้อสอบที่ยังใช้ไม่ได้ จะต้องทำการคัดออกหรือนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น เพราะไม่ได้วัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ (ภาคผนวก ก การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

หลังจากนั้น พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองโดยนำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

3.3 แบบสอบถามความคิดเห็น

3.3.1 เขียนแบบสอบถาม

เขียนแบบสอบถามตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้

3.3.2 ตรวจสอบแบบสอบถาม

นำแบบสอบถามที่เขียนไว้แล้วมาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องของภาษาที่ใช้ มีความชัดเจน เข้าใจง่ายหรือไม่ ได้ข้อคำถามครอบคลุมสิ่งที่ต้องการทราบหรือไม่ แล้วทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.3.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ

นำแบบสอบถามที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.3.4 พิมพ์แบบสอบถาม

นำแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาว่า เหมาะสมเข้าเกณฑ์มาจัดพิมพ์ มีคำชี้แจงสำหรับกรอกแบบสอบถาม จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

3.4 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

3.4.1 เขียนแบบสังเกตพฤติกรรม

เขียนแบบสังเกตพฤติกรรมตามรูปแบบพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตตามที่ได้กำหนดไว้

3.4.2 ตรวจสอบแบบสังเกตพฤติกรรม

นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่เขียนไว้แล้ว มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องของภาษาที่ใช้ มีความชัดเจน เข้าใจง่ายหรือไม่ ได้ข้อสังเกตครอบคลุมตามแบบพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตหรือไม่ แล้วทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.4.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ

นำแบบสังเกตที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.4.4 พิมพ์แบบสังเกตพฤติกรรม

นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ผ่านการพิจารณาว่า เหมาะสมเข้าเกณฑ์มาพิมพ์เป็นแบบสังเกต มีคำชี้แจงสำหรับผู้ทำการสังเกต จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

4. ขั้นนำไปทดลองใช้ (Implementation)

4.1 ทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง โดยมีขั้นตอนในการทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้กับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยเลือกผู้เรียนที่จะนำมาทดสอบจำนวน 3 คน เป็นผู้เรียนที่มีผลการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง ซึ่งการทดลองในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบการสื่อความหมาย เพื่อที่จะศึกษาถึงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน สอบถามข้อมูลจากผู้เรียนเกี่ยวกับบทเรียน หลังจากนั้นจึงทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบ

2. ทดสอบแบบกลุ่ม

เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 10 คน โดยเป็นการคละกันระหว่างผู้เรียนที่เรียนเก่งกับผู้เรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งมีผู้ที่เรียนเก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และเรียนอ่อน 4 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบการใช้งาน และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ไปพร้อมกับการทำแบบทดสอบ โดยให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนก่อน แล้วจึงทดลองเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ และเมื่อเรียนเสร็จก็จะทำแบบทดสอบหลังเรียน

3. ทดสอบสนาม

เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริงในการทดลอง

4.2 ทดสอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

นำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มผู้เรียนที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจริง โดยใช้กลุ่มผู้เรียนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 99 คน หลังจากทำแบบทดสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

1. การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

จะใช้วิธีหาค่าดัชนีบี (B-Index) ของเบรนนัน (Brennan) ซึ่งการหาค่าอำนาจจำแนกด้วยวิธีนี้ จะเป็นการนำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว แล้วแบ่งผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้สอบที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (สอบผ่าน) กับกลุ่มผู้สอบที่ได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (สอบไม่ผ่าน) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2534, หน้า 90-91; บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 87) จากนั้นนำผลไปหาค่าดัชนีบีตามสูตร ดังนี้

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ดัชนีบี ซึ่งเป็นค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนคนในกลุ่มที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่ตอบข้อนั้นถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มที่ได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบข้อนั้นถูก
	n ₁	แทน	จำนวนคนที่สอบผ่านเกณฑ์
	n ₂	แทน	จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

ถ้าข้อใดมีค่าดัชนีบี ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่า ข้อนั้นมีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ได้รับการคัดเข้าเป็นแบบทดสอบ

ถ้าข้อใดมีค่าดัชนีบี ต่ำกว่า 0.20 ถือว่า ข้อนั้นมีค่าอำนาจจำแนกไม่เข้าเกณฑ์จะต้องทำการคัดออก หรือทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

หมายเหตุ เกณฑ์ที่ใช้ในการสอบผ่าน คือ ผู้สอบสามารถทำคะแนนได้ 50 % ของคะแนนทั้งหมด

2. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นนี้จะใช้สูตร KR-20 (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 85-86; เกียรติสุภา ศุภเวทย์เวหน, 2539, หน้า 153-157) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k-1}{k} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น
			$= \frac{R}{N}$ เมื่อ R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น
			N แทน จำนวนผู้สอบ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ ($1 - p$)
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

วิธีการวิเคราะห์ หลังจากที่น่าแบบทดสอบไปทดลองใช้ และตรวจหาค่าอำนาจจำแนกแล้ว คัดเลือกข้อสอบไว้เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ ทำการนำผลการทดลองเดิมไปใช้วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่อไปด้วยวิธีนี้เลย โดยทำการตรวจให้คะแนนข้อสอบแต่ละข้อ ดังนี้

ข้อใดตอบถูกให้	1	คะแนน
ข้อใดตอบผิดให้	0	คะแนน

หลังจากนั้น นำผลการให้คะแนนมาแทนค่าในสูตร KR-20 แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ในการพิจารณาความเชื่อมั่นของกาเรต (Garett) ตามที่เสนอไว้ ดังนี้

ถ้ามีค่าตั้งแต่ .00 - .20	แสดงว่า	มีความเชื่อมั่นต่ำมาก
ถ้ามีค่าตั้งแต่ .21 - .40	แสดงว่า	มีความเชื่อมั่นต่ำ
ถ้ามีค่าตั้งแต่ .41 - .70	แสดงว่า	มีความเชื่อมั่นปานกลาง
ถ้ามีค่าตั้งแต่ .71 - 1.00	แสดงว่า	มีความเชื่อมั่นต่ำสูง

3. ทำการปรับปรุงแก้ไขเป็นครั้งสุดท้ายและพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์จากผลการวิเคราะห์มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง มีคำชี้แจงที่ละเอียดแจ่มชัด ผู้อ่านเข้าใจง่าย (ภาคผนวก ข แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

4.3 ทดสอบแบบสอบถามความคิดเห็น

นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปให้ผู้เรียนที่เรียนซ่อมเสริมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบรายบุคคล และแบบมีเพื่อนช่วยสอนกรอกข้อมูล หลังจากนั้นจึงนำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่และค่าเฉลี่ยต่อไป (ภาคผนวก จ แสดงแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน)

4.4 ทดสอบแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน

ผู้วิจัยจะทำการสุ่มสังเกตทุกกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 เรียนซ่อมเสริมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคล จำนวน 20 คน และ กลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีเพื่อนช่วยสอน จำนวน 20 คน (10 คู่) โดยในการสังเกตพฤติกรรมนั้นผู้สังเกตจะเข้าไปสังเกตผู้เรียนในขณะที่เรียนเป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วบันทึกผลที่ได้ออกเป็นมาก ปานกลาง และน้อย

หลังจากนั้น นำผลการสังเกตไปคำนวณหาค่าร้อยละของพฤติกรรมที่แสดงออกจากการเรียนซ่อมเสริมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคล และแบบมีเพื่อนช่วยสอน แล้วจึงสรุปผลเป็นค่าร้อยละในแต่ละพฤติกรรมที่แสดงออก (ภาคผนวก ช แสดงแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน)

5. ขั้นตอนประเมินผล (Evaluation)

5.1 ทดสอบสนาม

5.1.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบสองกลุ่มทดลอง โดยมีรูปแบบดังนี้

MR	O ₁	X ₁	O ₂
MR	O ₃	X ₂	O ₄

MR คือ การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มโดยการสุ่ม โดยเรียงอันดับคะแนน

O₁, O₃ คือ ผลคะแนนก่อนการเรียน (Pretest)

O₂, O₄ คือ ผลคะแนนหลังเรียน (Posttest)

X₁ คือ การเรียนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

X₂ คือ การเรียนซ่อมเสริมจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีเพื่อนช่วยสอน

การทดลองใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำจำนวน 2 กลุ่ม โดยจัดแบ่งตามความสามารถพอ ๆ กันเป็นคู่ ๆ (Matched pairs) แล้วสุ่มแยกเข้ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 นักเรียนกลุ่มที่ 1 เรียนซ่อมเสริมจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคล และกลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีเพื่อนช่วยสอน นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีการทดสอบวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน

5.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปถึงผู้บริหารโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง และดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ประสานงานและขอความร่วมมือจากอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการจัดกลุ่มผู้เรียนที่ใช้ในการทดลอง
2. จัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้
 - เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความพร้อมสามารถใช้งานได้
 - เตรียมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมทั้งคู่มือประกอบ
 - เตรียมแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบสอบถามความคิดเห็น และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน
3. จัดทำตารางเวลาในการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดย
 - จัดตารางเวลาสำหรับการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พร้อมกัน
 - จัดตารางเวลาศึกษาการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - จัดตารางเวลาเรียนสำหรับผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้เวลาเรียนในวันเสาร์ และวันอาทิตย์ของสัปดาห์ ทดลองได้สัปดาห์ละ 6 คน ใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 7 สัปดาห์
 - จัดตารางเวลาสำหรับผู้ทำหน้าที่ช่วยสอน
4. เตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนและเพื่อนที่ทำหน้าที่ช่วยสอน ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 4 คน เป็นชาย 2 คน หญิง 2 คน โดยอธิบายให้เข้าใจถึงหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติ วิธีการเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิธีใช้เครื่องมือ อุปกรณ์การเรียน และบทบาทของการทำหน้าที่ช่วยสอน
5. ทำการทดลองโดยเริ่มจากให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นทำการเรียนซ่อมเสริมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามตารางเวลาที่กำหนดไว้ เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียน และตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียน และในระหว่างการทดลองผู้วิจัยจะทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนตามแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน

5.2 วิเคราะห์ผล สรุปผล แปลผล

5.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1. นำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม มาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. นำข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนและแบบสังเกต พฤติกรรมการเรียนมาหาค่าความถี่ และค่าเฉลี่ย
3. นำผลที่ได้จากข้อ 1 และข้อ 2 มารวบรวมวิเคราะห์และบรรยายสรุป เป็นผลการวิจัย

5.2.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน
 - 1.1 ค่าความถี่
 - 1.2 ค่าเฉลี่ย
 - 1.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่าง (t-test)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินี้ ใช้โปรแกรม SPSS For Windows 9.01