

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และ เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคมที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ใช้สำหรับการทดลอง เพื่อปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 15 คน และใช้สำหรับประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียนและหาประสิทธิภาพของบทเรียน 30 คน ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมนี้ ให้สามารถแสดงผลได้ทั้ง ข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ประกอบกัน โดยใช้ระบบช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีชื่อว่า ออร์เธอแวร์โปรเฟสชันนอล (authorware professional) แล้วนำไปหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กับกลุ่มตัวอย่าง บทเรียนมีเนื้อหา ประกอบ ในรายวิชา ค 012 บทที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีจำนวนคาบเรียน 16 คาบ ซึ่งเป็นเรื่องที่ใช้อย่างมากที่สุดในรายวิชา แบ่งเป็น 4 หัวข้อ คือ พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม

ในการพัฒนาบทเรียน ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาบทเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- 1.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มี CPU Pentium 133 หรือสูงกว่า
- 1.2 ฮาร์ดดิสก์ขนาดความจุ 5 กิกะไบต์ (GB) ขึ้นไป
- 1.3 หน่วยความจำหลัก (ram) 126 เม็กกะไบต์
- 1.4 จอสี Super VGA ที่มีความละเอียด 640X480 จจ สามารถแสดงสีได้ 256 สี
- 1.5 ให้ระบบ windows แสดงภาษาไทย และสามารถใช้เมาส์ได้
- 1.6 มีการ์ดเสียง และอุปกรณ์ติดตั้งใช้เสียงได้

2. โปรแกรมระบบช่วยสร้างบทเรียน (authoring system) โปรแกรม authorware version 6.0 และ โปรแกรมอื่น ๆ ได้แก่

2.1 โปรแกรม photoshop 6.0 สำหรับสร้างภาพกราฟฟิก

2.2 โปรแกรม sound forge สำหรับบันทึกเสียง

2.3 โปรแกรม flash 5

2.3 โปรแกรม iCaitchers สำหรับสร้างปุ่มต่าง ๆ

โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วยกระบวนการดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์

1.1 วิเคราะห์ความจำเป็น พบว่า

เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ เรียนรู้และเข้าใจยาก ต้องการสื่อช่วยในการสอนซ่อมเสริมเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรนั้น เป็นเรื่องที่ได้รับการสำรวจจากศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา (ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา, 2542, หน้า 100) แล้วว่าเป็นเรื่อง que ผู้เรียนต้องการให้มีการผลิตสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับแรก ๆ จึงวิเคราะห์ได้ว่า ควรสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพราะในปัจจุบัน โรงเรียนต่าง ๆ ในระดับมัธยมศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา มี คอมพิวเตอร์ใช้ทุกโรงเรียน จะได้นำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ค่อนักเรียนให้มากขึ้น

1.2 วิเคราะห์ลักษณะผู้เรียน

ผู้ที่จะใช้บทเรียนคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาแล้วในห้องเรียน ผู้เรียนกลุ่มดังกล่าวทุกคนมีความรู้พื้นฐานในการใช้ คอมพิวเตอร์อยู่แล้ว แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังไม่เคยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมมาก่อน จึงยังไม่คุ้นเคยกับการใช้บทเรียน จึงต้องออกแบบให้มีส่วนของการแนะนำการใช้บทเรียนด้วย

1.3 กำหนดเป้าหมาย/ จุดมุ่งหมายในการเรียน

กำหนดตามคู่มือครู วิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กระทรวงศึกษาธิการ

1.4 วิเคราะห์เนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นเรื่อง ที่ได้รับการสำรวจแล้วว่าเป็นเรื่องที่มีผู้เรียนต้องการให้สร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ แรก ๆ โดยมีจำนวนคาบเรียน 16 คาบ ซึ่งเป็นเรื่องที่ใช้จำนวนคาบเรียนมากที่สุดในรายวิชา แบ่งเป็น 4 หัวข้อ คือ พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก พื้นที่ผิวและ ปริมาตรของกรวย พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม ซึ่งเกี่ยวเนื่องและจำเป็นต้องมีเนื้อหาเพิ่มเติม

ในส่วนของพื้นฐานความรู้เดิมที่ต้องทบทวนให้ผู้เรียน 5 หัวข้อ คือ การหาคำถึงสองของจำนวนใด ๆ การหารากที่สอง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส การหาพื้นที่ของรูปเหลี่ยมต่าง ๆ เส้นรอบวงและพื้นที่ของวงกลม

2. ขั้นตอนออกแบบ (design phase)

2.1 กำหนดวิธีการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม เสนอเนื้อหา และฝึกทักษะ โดยออกแบบให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมมีลักษณะดังที่กล่าวไว้ในส่วนของคุณสมบัติของบทเรียน

2.2 กำหนดวิธีการสอบ โดยแบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก ซึ่งแบ่งเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขปรับปรุง แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่านเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พร้อมทั้งวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกไว้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้งหมด 120 ข้อ ซึ่งจะแบ่งตามเนื้อหาในบทเรียนย่อยทั้ง 4 บทเรียน บทเรียนละ 30 ข้อ และคัดเลือกไว้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 30 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่น KR-21 การทดสอบระหว่างเรียนจะทำการสอบหลังจากเรียนจบแต่ละบทเรียนย่อย ทำการสอบทั้งหมด 4 ครั้ง ตามเนื้อหาที่ผู้เรียนได้ไป ในแต่ละครั้ง ส่วนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว หลังจากเรียนเนื้อหาในบทเรียนทั้งหมดเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 สรุปแล้วจะมีแบบทดสอบทั้งหมด 5 ชุด เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน 4 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ชุด แบ่งเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนในบทเรียนย่อยเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบระหว่างเรียนในบทเรียนย่อยเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบระหว่างเรียนในบทเรียนย่อยเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบระหว่างเรียนในบทเรียนย่อย พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลมจำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรจำนวน 30 ข้อ

2.3 การหาเอกสารสนับสนุน

โดยการหาข้อมูล เนื้อหา และรายละเอียดของเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรจากหนังสือเรียน และคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ของกระทรวงศึกษาธิการ และหนังสือเสริมทักษะ

ทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ โดยเน้นเนื้อหาหลักเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ศึกษาหนังสือและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม ศึกษาการใช้โปรแกรม authorware version 6.0 จากหนังสือคู่มือ ภาพภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบ และบันทึกเสียงบรรยาย เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียน หลังจากนั้นจัดทำผังโฟว์ชาร์ต และสตอรี่บอร์ด

2.4 ตรวจสอบและปรับปรุงการออกแบบ โดยทำการตรวจสอบผังงานและสตอรี่บอร์ดจากรายละเอียดที่เขียนไว้ โดยนำผังงานที่เขียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอกรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ เพื่อพิจารณาและนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม

3. ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1 กำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากได้ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาที่เป็นปัญหาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดจุดประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับรู้และเกิดความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียน และให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้

3.2 กำหนดเนื้อหาและขอบข่าย เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร” ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูล จากแหล่งต่าง ๆ เช่น วารสาร หนังสือ งานวิจัย และเอกสารประกอบการสอนต่าง ๆ มาจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.3 กำหนดวิธีการนำเสนอ ผู้วิจัยศึกษาถึงวิธีการนำเสนอเนื้อหาโดยอาศัยหลักการเรียนการสอนของ โรเบิร์ต เอ็ม กาล์พ หลักการเรียนรู้แบบรอบรู้ของบลูม (Bloom) และทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ (Skinner) ซึ่งสามารถนำไปใช้กำหนดวิธีการสอนและรูปแบบของโปรแกรม

3.4 ออกแบบทดสอบ ผู้วิจัยทำการศึกษาและกำหนดแบบทดสอบที่ใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แก่ แบบทดสอบระหว่างเรียน ใช้วัดความรู้ผู้เรียนหลังจากที่ศึกษาบทเรียนจบในเนื้อหาแต่ละบท แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วัดความรู้ผู้เรียนหลังจากเรียนจนครบทุกเนื้อหาแล้ว

3.5 นำเนื้อหา แบบทดสอบ และกิจกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ออกแบบไว้แล้ว ไปเขียนเป็นลำดับการทำงานในรูปของสตอรี่บอร์ด ทำการตรวจสอบผังงานและสตอรี่บอร์ดจากรายละเอียดที่เขียนไว้ โดยนำผังงานที่เขียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ เพื่อพิจารณาและนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม

3.6 นำสตอรี่บอร์ดไปพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสร้างบทเรียนในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม authorware version 6.0 ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมนั้น ยึดตามผังงาน และสตอรี่บอร์ด ที่กำหนดโดยใช้โปรแกรมออร์เทอร์แวร์ และตรวจสอบแก้ไข การทำงานให้เป็นไปตามที่ต้องการ

3.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อพิจารณาตรวจสอบและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะ

3.8 สร้างแบบประเมินการออกแบบบทเรียนและแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียน โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้านคือ ด้านเนื้อหา และคุณภาพการสอน ด้านเทคนิคและการจัดองค์ประกอบ ด้านการจัดการ และด้านเอกสารประกอบการใช้

3.9 จัดทำเอกสารประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.10 นำบทเรียนไปทดลองใช้รายบุคคลเพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.11 นำบทเรียนไปทดลองใช้กลุ่มย่อย และปรับปรุงแก้ไข

3.12 นำบทเรียนไปทดลองใช้กลุ่มใหญ่ หรือทดลองภาคสนามเพื่อนำผลที่ได้

มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน และประเมินความเหมาะสมของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน ในขั้นตอนการทดลองใช้เพื่อปรับปรุง หาประสิทธิภาพ และการประเมินบทเรียน ผู้วิจัย มีขั้นตอนดังนี้

1. การทดลองใช้เพื่อปรับปรุง มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ทดลองใช้รายบุคคล นำไปทดลองใช้ในครั้งต่อไป นำบทเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคมที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบหนึ่งต่อหนึ่งจำนวน 1 คน ให้นักเรียนได้ศึกษาบทเรียนที่สร้างขึ้น เพื่อดูปฏิกิริยาของผู้เรียน ระหว่างเรียนซ่อมเสริมจากบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

1.2 ตรวจสอบประสิทธิภาพของบทเรียนกับกลุ่มเล็ก โดยนำสื่อที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคมที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพื่อหาความ-ยากง่าย โดยมีการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. การหาประสิทธิภาพบทเรียน

2.1 นำบทเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปทำการทดลองภาคสนามครั้งสุดท้ายกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้งหมดได้ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซนต์

80 ตัวหลัง หมายถึง คำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซนต์

3. การประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียน หลังจากผู้เรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจบแล้ว นำแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียน ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นแล้วนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติที่ใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2525, หน้า 491-492) และประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียน โดยใช้การหาค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมที่ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมแบบเสนอเนื้อหาและฝึกทักษะ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรสรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการทดลองใช้และปรับปรุง หลังจากที่ได้ทำการศึกษาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับรายบุคคล และแบบกลุ่มเล็กพบว่า การนำเสนอด้วยภาพบางภาพยังมีความหมายไม่ชัดเจนการเชื่อมหรือ การ ลิงค์ ไปยังจุดต่าง ๆ ยังผิดพลาดเนื้อหาที่มีจำนวนมากทำให้บทเรียนมีความล่าช้าลง ปุ่มที่ใช้ยังไม่คงที่ ทำให้ยากแก่การใช้งาน

2. ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากทำการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.53/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (80/80)

3. ผลการแสดงความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากทำการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปให้ผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างใช้แล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามหาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้บทเรียน สรุปผลได้ดังนี้

3.1 พิจารณาความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 4 ด้านพบว่า ด้านเนื้อหาและคุณภาพการสอน เทคนิคและการจัดองค์ประกอบ การจัดการ และเอกสารประกอบการใช้บทเรียน พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ทุกด้าน โดยด้านเนื้อหา

และคุณภาพการสอน มีระดับความเหมาะสม เป็นลำดับแรก ($\bar{x} = 3.85$) รองลงมาได้แก่ด้านเทคนิค และการออกแบบ ด้านเอกสารประกอบการใช้ และด้านการจัดการ ตามลำดับ

3.2 พิจารณาความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละด้าน จำแนกเป็นรายข้อพบว่า

3.2.1 ด้านเนื้อหาของบทเรียนที่มีคุณค่าต่อการเรียนรู้มีระดับความเหมาะสม เป็นลำดับแรก ($\bar{x} = 4.06$) รองลงมาได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ต่อการเรียนรู้ ตัวอย่างที่ใช้ ในบทเรียนมีความชัดเจน และ เข้าใจง่าย การนำเสนอเนื้อหา มีความหลากหลาย รูปแบบการนำเสนอ เนื้อหาน่าสนใจ เนื้อหาบทเรียนมีความต่อเนื่องและชัดเจน ลำดับเนื้อหาบทเรียน ทำให้เข้าใจง่าย การใช้บทเรียนกระทำได้ง่าย คำอธิบายกระชับ เข้าใจง่าย มีรูปแบบการเสริมแรงให้น่าติดตามภาพ และเสียงที่ใช้ในบทเรียนน่าสนใจ มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด และมาก เรียงตามลำดับ

3.2.2 ด้านเทคนิค และการจัดองค์ประกอบ โดยภาพรวมแล้วพบว่า มีค่าเฉลี่ย ความเหมาะสมในระดับ มาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อแล้วพบว่า ทุกข้อมีความเหมาะสม ในระดับดี โดยมี จัดเนื้อหาในการแสดงเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม มีการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ ชัดเจน สวยงาม น่าใช้ มีความเหมาะสม เป็นลำดับแรก ($\bar{x} = 3.96$) รองลงมาได้แก่ รองลงมา ได้แก่ ใช้พื้นที่บนจอภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อแนะนำการเรียนรู้แต่ละตอนมีความชัดเจน สีสัน ที่ใช้ในบทเรียนเหมาะสมกับผู้เรียน การเปลี่ยนเนื้อหาแต่ละจอภาพมีความเหมาะสม ใช้ภาพและ เสียงเพื่อการเรียนรู้ วิธีการเรียนน่าติดตาม ปริมาณเนื้อหาในแต่ละจอภาพมีความเหมาะสม ตามลำดับ

3.2.3 ด้านการจัดการ โดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมในระดับ มาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ทุกข้อมีค่าความคิดเห็นในระดับมาก โดยมี ส่วน บทเรียนสามารถ ตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ มีค่าความเหมาะสมเป็นลำดับแรก ($\bar{x} = 3.93$) รองลงมาได้แก่ การทำงาน ของบทเรียนมีความเป็นระบบ และชัดเจน มีส่วนฝึกการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนหลังการเรียนรู้ คิดตั้งและ เรียกใช้บทเรียนทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากบทเรียนสามารถรายงานผลการเรียนรู้ บทเรียนมีความกะทัดรัด และสะดวกต่อการใช้งาน เวลาที่ใช้ในการเรียนมีความเหมาะสม เรียงตามลำดับ

3.2.4 ด้านเอกสารประกอบการใช้ โดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ในระดับ มาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อแล้วพบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมในระดับ มาก และเมื่อ พิจารณาเป็นรายข้อแล้วพบว่า ทุกข้อมีระดับความเหมาะสมในระดับมาก โดยมี คำอธิบายขั้นตอน การคิดตั้งเข้าใจง่าย เป็นลำดับแรก ($\bar{x} = 3.96$) รองลงมาได้แก่ ให้รายละเอียดบทเรียนครบถ้วน รูปเล่มมีความเหมาะสม มีข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาและการนำบทเรียนไปใช้ และภาพประกอบ มีความชัดเจนสวยงาม

จากการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนต่อบทเรียน จากความคิดเห็นของผู้เรียนพบว่า บทเรียนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่อง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อยู่ในระดับรอบรู้ (mastery) คือ 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป นอกจากนั้นผู้เรียน ยังเห็นว่า บทเรียนมีคุณสมบัติทั้ง 4 ด้านคือ คุณลักษณะของบทเรียนด้านเนื้อหาและคุณภาพการสอน ด้านเทคนิคและการออกแบบองค์ประกอบด้านการจัดการใช้บทเรียน ด้านเอกสารประกอบการใช้ มีความเหมาะสมในระดับ มาก ซึ่งเป็นไปตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยข้างต้น สามารถสรุปอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การดำเนินการออกแบบและการวิจัยเชิงพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้ยึดกระบวนการพัฒนาบทเรียน 4 ขั้นตอนคือ ขั้นการวางแผน ขั้นการออกแบบบทเรียน ขั้นการพัฒนาและปรับปรุง และขั้นการประเมินและการนำไปใช้ โดยอาศัยหลักจิตวิทยาในการพัฒนาบทเรียน ได้แก่ ออกแบบการเรียนการสอน การนำเสนอเนื้อหา โดยอาศัยแนวคิดของ การเรียนเพื่อรอบรู้ (mastery learning) (Bloom, 1976, p. 162) ได้เสนอองค์ประกอบที่ทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ 4 ประการดังนี้ การชี้แนะ (cue) คือ คำอธิบายที่ทำให้ผู้เรียนได้เห็นชัดเจน เสียก่อนตอนแรกว่า เรียนแล้วจะมีความสามารถอย่างไรบ้าง การจะเรียนเพื่อให้มีความสามารถจะเรียนอย่างไร นักเรียนต้องทำอะไรบ้าง และทำอย่างไร การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (participation) การสอนที่มีคุณภาพจะต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดและต้องรู้จักตอบสนองในกิจกรรมการเรียน การเสริมแรง (reinforcement) การสอนที่มีคุณภาพต้องให้สิ่งเสริมแรง การรู้จักเลือกให้รางวัลและการลงโทษให้เหมาะสมกับผู้เรียนและให้เหมาะสมกับโอกาส การให้สิ่งเสริมแรงนั้น บลูมเสนอว่า ควรจะให้ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน ส่วนจะให้ในลักษณะใดและปริมาณเท่าใดก็ต้องคำนึงถึง ความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะสิ่งเสริมแรงที่ผู้เรียนบางคนได้รับอาจเป็นผลดีต่อการเรียน และในขณะเดียวกันนี้อาจส่งผลให้การเรียนค่อยลงไปสำหรับบางคน การแก้ไขข้อบกพร่อง (feedback/ correction) การสอนที่มีคุณภาพจะต้องให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน กล่าวคือ จะต้องแจ้งผลการสอบและข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทราบทันทีว่าเขามีความสามารถในการเรียนมากน้อยเพียงใด และจะต้องแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนของผู้เรียน (correction) ความรู้คู่กันไปกับการเสนอบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอในการเรียนบทต่อไป โดยตัวบทเรียนจะทำการประมวลผลการทำกิจกรรมหรือแบบทดสอบแล้วรายงานผล ให้ผู้เรียนทราบผลทันที

ในการดำเนินการพัฒนาบทเรียนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาในลักษณะสื่อหลายมิติ (hypertext or hypermedia) คือผู้เรียนสามารถเรียนเนื้อหาโดยการเดินหน้า หรือถอยหลังตลอดทั้งบทเรียนได้ และยังสามารถข้ามบทเรียนไปเรียนเนื้อหาใดก็ได้ในบทเรียน โดยแต่ละหน้าของบทเรียนมีปุ่มกลับไปเมนูหลักเพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนเนื้อหาได้ตามต้องการ และลักษณะใยแมงมุม

2. การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กับซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 คน พบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ 83.53 / 82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ย 83.53 และสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 82.33 ดังนั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมแบบเสนอเนื้อหาและฝึกทักษะ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถนำไปใช้ป็นสื่อเพื่อการเรียนตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ้าข้อมูลที่ต้องการใช้มีจำนวนมากจะทำให้บทเรียนมีความล่าช้าในการอ่านข้อมูลและได้ตอบกับผู้เรียน ควรมีการจัดแบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ เพื่อสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูล และทำให้บทเรียนทำงานได้เร็วขึ้น
2. หน่วยงานต่าง ๆ ที่มีหน้าที่ในการจัดการศึกษาไม่ว่าภาครัฐหรือเอกชน ควรส่งเสริมให้มีการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตร โดยเฉพาะวิชาที่เป็นนามธรรม เข้าใจยาก เพื่อเพิ่มความรู้ความสามารถให้ผู้เรียน และทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เกี่ยวกับผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ โดยศึกษาตัวแปรด้าน
 - 1.1 เวลาที่ใช้เรียน
 - 1.2 ความคงทนในการเรียนรู้
 - 1.3 ขนาดของกลุ่มการเรียนรู้
2. ควรศึกษาวิจัยในแนวเดียวกันกับเนื้อหาอื่น ๆ ในระดับชั้นอื่น ๆ ให้กว้างขวางขึ้น