

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ" มีสาระโดยสรุปดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

สมมติฐานของการวิจัย

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว จะสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นที่ 2 การสร้างโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้โปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มจากการศึกษาโปรแกรม การสอน รูปแบบการพัฒนาโปรแกรม แบบจำลองของไทเลอร์ ทฤษฎี แนวคิด การแก้ปัญหา ภัยพิบัติ คณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ตลอดจนหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และคู่มือครูคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นพื้นฐาน ความรู้ความคิดในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาภัยพิบัติคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 การสร้างโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาภัยพิบัติคณิตศาสตร์

2.1 สร้างกรอบความคิดในการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการ แก้ปัญหาภัยพิบัติคณิตศาสตร์

2.1.1 ดังเคราะห์แบบจำลองของไทเลอร์ (Tyler, 1930 อ้างถึงใน สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2535) ดังแสดงรายละเอียดในแผนภูมิที่ 3 ได้เป็นกรอบความคิดในการพัฒนา โปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาภัยพิบัติคณิตศาสตร์ ดังแสดงรายละเอียดในแผนภูมิที่ 4

2.1.2 กำหนดส่วนประกอบของโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาภัย พิบัติคณิตศาสตร์ จากกรอบความคิดในการพัฒนาโปรแกรม จึงได้กำหนดส่วนประกอบของ โปรแกรมดังนี้ ชื่อโปรแกรม หลักการและเหตุผล เป้าหมาย จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ลักษณะ โปรแกรม เนื้อหา วิธีสอน สื่อการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนการสอน และการ ประเมินผลโปรแกรม

2.2 สร้างเอกสารการสอน

เอกสารการสอนที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

2.2.1 แผนการสอน

ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนโดยการศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาภัยพิบัติคณิตศาสตร์ และอาศัยกรอบความคิดในการพัฒนาโปรแกรม ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาภัยพิบัติคณิตศาสตร์ สร้างแผนการสอน จำนวน 21 แผน ซึ่ง ประกอบด้วย ความคิดรวบยอด วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอน และการประเมินผลการเรียนการสอน จากนั้นนำแผนการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและพิจารณา แล้วนำแผนการสอนดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม นำแผนการสอนจำนวน 2 แผนไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 30 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ก่อนนำแผนการสอนไป ทดลองกับตัวอย่างประชากร

2.2.2 แบบบันทึกกระบวนการแก้ไขข้อผิดพลาด

สร้างแบบบันทึกกระบวนการแก้ไขข้อผิดพลาด แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา ตรวจสอบความเหมาะสม การใช้ภาษา รูปแบบ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วจึงนำไปทดลองใช้ร่วมกับแผนการสอน

2.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ไขข้อผิดพลาด

สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ไขข้อผิดพลาด แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเหมาะสม การใช้ภาษา รูปแบบ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วจึงนำไปใช้ร่วมกับแผนการสอน

2.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.3.1 แบบสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้ไขข้อผิดพลาด

ศึกษาหลักเกณฑ์การสร้างแบบสอบ สร้างตารางพิจารณาน้ำหนัก และสร้างแบบสอบจำนวน 35 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ การใช้ภาษา ตัวเลข และเวลาที่ใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน เพื่อหาความยาก และอำนาจจำแนก ได้ข้อสอบจำนวน 25 ข้อ หลังจากนั้นนำแบบสอบที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.70 ความยากระหว่าง 0.23 - 0.70 และอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.25 - 0.75

2.3.2 แบบสอบความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาด

ศึกษาหลักเกณฑ์ในการสร้าง สร้างตารางพิจารณาน้ำหนัก และสร้างแบบสอบ ฉบับที่ 1 จำนวน 25 ข้อ ฉบับที่ 2 จำนวน 30 ข้อ และฉบับที่ 3 จำนวน 10 ข้อ จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ การใช้ภาษา ตัวเลข และเวลาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 30 คน เพื่อหาความยาก และอำนาจจำแนก และคัดเลือกข้อสอบไว้ ฉบับที่ 1, 2 ฉบับละ 15 ข้อ และฉบับที่ 3 จำนวน 5 ข้อ จากนั้นนำแบบสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 30 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกของแบบสอบตามลำดับดังนี้ฉบับที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.83 ความยากระหว่าง 0.23 - 0.67 และอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.47 ฉบับที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.70 ความยากระหว่าง 0.30 - 0.73 และอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.53 ฉบับที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.93 ความยากระหว่าง 35.74 - 46.39 และอำนาจจำแนกระหว่าง 28.33 - 41.61

2.3.3 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ศึกษาหลักเกณฑ์ในการสร้าง กำหนดและสร้างแบบสอบถามเป็น 2 ตอน โดยที่ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามปลายปิด ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ส่วนตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามปลายเปิด เกี่ยวกับปัญหาและข้อเสนอแนะ จากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจพิจารณาความเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้โปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.1. ประชากรและตัวอย่างประชากร

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนวัดควนวิเศษ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดตรัง จำนวน 63 คน การกำหนดประชากรทำได้โดยการวัดความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกนักเรียนที่ได้คะแนนจากการทำแบบสอบดังกล่าวอยู่ในช่วง Z score - 0.5 ถึง -1.5 และมีนักเรียนที่สมัครใจเรียน จำนวน 45 คน ไม่สมัครใจเรียน จำนวน 18 คน

3.1.2 ตัวอย่างประชากร จำนวน 32 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการจับสลากจากจำนวนนักเรียนที่สมัครใจเรียนทั้งหมด 45 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ เป็นโจทย์ปัญหาเรื่องการบวก ลบ คูณ หาร

3.2.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ใช้สำหรับประเมินผลโปรแกรม เป็นโจทย์ปัญหาเรื่องการบวก ลบ คูณ หาร มีจำนวน 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบสอบการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบสอบการหาคำตอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบสอบการแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3.2.3 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.3 เอกสารการสอน ประกอบด้วย

3.3.1 แผนการสอน

3.3.2 แบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.4 วิธีดำเนินการ

3.4.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย ส่งให้ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดควนวิเศษ สปอ. เมือง สปจ. ตรัง

3.4.2 คัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 32 คน เป็นตัวอย่างประชากร

3.4.3 วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตัวอย่างประชากรก่อนเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อนำมากำหนดเป็นคะแนนเกณฑ์

3.4.4 ดำเนินการสอนตัวอย่างประชากร จำนวน 32 คน ตามแผนการสอนที่สร้างขึ้น 21 แผน ใช้เวลาทดลอง 5 สัปดาห์ ๆ ละ 5 วัน ๆ ละ 3 คาบ ๆ ละ 20 นาที ในวันจันทร์-วันศุกร์ โดยจัดเป็นกิจกรรมอิสระนอกเวลาเรียน เวลาที่ใช้สอน 63 คาบ และใช้เวลาประเมินโปรแกรม 18 คาบ รวมเวลาที่ใช้ทั้งสิ้น 81 คาบ โดยทำการทดลองในปีการศึกษา 2539

3.4.5 วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตัวอย่างประชากร หลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดเดิม รวมทั้งวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.4.6 เก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างประชากร จำนวน 32 คน แต่นำข้อมูลของตัวอย่างประชากร 30 คนมาวิเคราะห์ เนื่องจากตัวอย่างประชากร 2 คน ขาดเรียนหลายครั้ง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 จำนวนค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว

3.5.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิว-ซีคิว กับเกณฑ์ที่กำหนด โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

3.5.3 ทาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีความพึงพอใจต่อโปรแกรมในระดับปานกลางขึ้นไป

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

4.1 การนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการทดลอง

4.1.2 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

4.1.3 ข้อมูลอื่น ๆ เพิ่มเติมจากการสังเกตในระหว่างดำเนินการทดลอง

4.2 การเสนอโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ไว้ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

สรุปผลการวิจัย

1. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

2. นักเรียนทุกคนมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลางขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 70 มีความพึงพอใจในระดับมาก และร้อยละ 16.67 มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

3. ได้โปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



หลักการและเหตุผล

หลักสูตรประถมศึกษา พุทธราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้กำหนดเป้าหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ มุ่งให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ เพื่อนักเรียนจะได้นำความรู้จากการเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากในชีวิตประจำวันนักเรียนจะต้องประสบกับปัญหาคณิตศาสตร์อยู่เสมอ ๆ แต่เนื่องจากแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนทักษะหลายอย่างประกอบกัน จึงทำให้มีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ โดยเฉพาะนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว เป็นกลวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ดังนั้นโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว จึงเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

เป้าหมาย

เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ ทหาร โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวได้

ลักษณะโปรแกรม

จัดเป็นโปรแกรมอิสระนอกเวลาเรียนที่ใช้แผนการสอน จำนวน 21 แผน ใช้เวลาแผนละ 3 คาบ ๆ ละ 20 นาที สัปดาห์ละ 5 วัน ตั้งแต่วันจันทร์ - วันศุกร์ โดยใช้เวลาในการสอนทั้งสิ้น 63 คาบ (21 ชั่วโมง) และเวลาที่ใช้ในการประเมินผลโปรแกรม 18 คาบ (8 ชั่วโมง) นักเรียนที่เข้าเรียนในโปรแกรมนี้คัดเลือกจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ทำแบบทดสอบความสามารถพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้คะแนนความสามารถอยู่ในช่วง Z score - 0.5 ถึง -1.5

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในแผนการสอน 21 แผน เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ ทหาร จำนวนไม่เกิน 10,000 โดยแบ่งเนื้อหา ดังนี้

การแนะนำและสาธิตวิธีการเรียน	1 แผน
การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	4 แผน
โจทย์ปัญหาการบวก	2 แผน
โจทย์ปัญหาการลบ	2 แผน
โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ระคน	2 แผน
โจทย์ปัญหาการคูณ	2 แผน
โจทย์ปัญหาการหาร	2 แผน
โจทย์ปัญหาการคูณ หาร ระคน	3 แผน
โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน	3 แผน

วิธีสอน

สอนโดยใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีคิว ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน และสอดแทรกเทคนิค 6 เทคนิค ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจปัญหา (Survey) เทคนิคที่ใช้คือ การใช้คำถาม อ่านออกเสียง คิดออกเสียง จดบันทึก และเรียนเป็นคู่

ขั้นที่ 2 การตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (Question) เทคนิคที่ใช้คือ การใช้คำถาม อ่านออกเสียง คิดออกเสียง จดบันทึก และเรียนเป็นคู่

ขั้นที่ 3 การอ่าน แยกแยะข้อมูล (Read) เทคนิคที่ใช้คือ การใช้คำถาม อ่านออกเสียง คิดออกเสียง จดบันทึก และเรียนเป็นคู่

ขั้นที่ 4 การตั้งคำถามเกี่ยวกับวิธีคิดคำนวณ (Question) เทคนิคที่ใช้คือ การใช้คำถาม คิดออกเสียง วาดภาพ จดบันทึก และเรียนเป็นคู่

ขั้นที่ 5 การคำนวณ (Compute) เทคนิคที่ใช้คือ การใช้คำถาม คิดออกเสียง จดบันทึก และเรียนเป็นคู่

ขั้นที่ 6 การตั้งคำถามเกี่ยวกับการตรวจสอบคำตอบ (Question) เทคนิคที่ใช้คือ การใช้คำถาม คิดออกเสียง จดบันทึก และเรียนเป็นคู่

สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการสอน ได้แก่

1. แอปพลิเคชันโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร
3. รูปภาพประกอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่น ภาพผลไม้ สัตว์ ฯลฯ
4. บัตรประโยคสัญลักษณ์
5. บัตรจำนวน
6. สลากข้อความ
7. แถบข้อความ
8. เกม
9. บทบาทสมมติ
10. แบบฟอร์มบันทึก
11. แบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การประเมินผลการเรียนการสอน

ประเมินผลการเรียนการสอน โดยการพิจารณาจาก

1. การตรวจแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์ต่อไปนี้
 - เขียนเครื่องหมายค้นคว้าตอนของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง 1 คะแนน
 - เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง 2 คะแนน
 - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถูกต้อง 1 คะแนน
 - เขียนข้อมูลที่จำเป็นได้ถูกต้อง 2 คะแนน
 - เขียนข้อมูลที่ไม่จำเป็นได้ถูกต้อง 2 คะแนน
 - เขียนวิธีการที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกต้อง 2 คะแนน
 - เขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง 3 คะแนน
 - แสดงวิธีทำและคำนวณได้ถูกต้อง 5 คะแนน
 - เขียนความเป็นไปได้ของคำตอบได้เหมาะสม 2 คะแนน
 รวมคะแนนข้อละ 20 คะแนน ได้คะแนนร้อยละ 65 ขึ้นไปจึงจะผ่านเกณฑ์
2. การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและการมีส่วนร่วมในกิจกรรม

การประเมินผลโปรแกรม

คำชี้แจงในการประเมินผลโปรแกรม มีดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลโปรแกรม
 - 1.1 แบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 3 ฉบับคือ
 - ฉบับที่ 1 แบบสอบการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
 - ฉบับที่ 2 แบบสอบการหาคำตอบในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
 - ฉบับที่ 3 แบบสอบการแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์
 - 1.2 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

2. วิธีการประเมินผลโปรแกรม

2.1 ประเมินผลจากแบบสอบถามความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์

จำนวน 3 ฉบับ

2.2 ประเมินผลจากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์

2.3 ประเมินจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในระหว่างดำเนินการใช้โปรแกรม

3. ขั้นตอนในการประเมินผลโปรแกรม

3.1 ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว

3.2 นำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมา กำหนดเป็นคะแนนเกณฑ์

3.3 ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว ด้วยแบบสอบชุดเดิม

3.4 วัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์

3.5 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยการทดสอบค่าที (t-test)

ถ้าผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดทั้ง 2 เกณฑ์ แสดงว่าโปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งบรรลุตามเป้าหมายของโปรแกรม แต่ในกรณีที่คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาภาคคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้ใช้โปรแกรมต้องพยายามค้นหาข้อบกพร่องในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ให้นำเทคนิคต่าง ๆ มาใช้ครบทั้ง ๖ เทคนิคหรือไม่ ใช้สื่อการเรียนการสอนที่มีโปรแกรมหรือไม่ บรรยายภาคในชั้นเรียนเป็นอย่างไร เมื่อได้ค้นพบข้อบกพร่องแล้วให้นำมาพิจารณาปรับปรุงให้ดีขึ้น แล้วนำโปรแกรมไปใช้ใหม่อีกครั้ง

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่าผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งการอภิปรายผลการวิจัยสามารถอภิปรายในประเด็น ดังนี้

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้มีเป้าหมายเพื่อมุ่งส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ โดยจัดให้นักเรียนเรียนอย่างต่อเนื่องทุกสัปดาห์ ๆ ละ 5 วัน ตั้งแต่วันจันทร์ - วันศุกร์ หลังเลิกเรียน วันละ 1 แผน ๆ ละ 3 คาบ (1 ชั่วโมง) รวม 21 แผน ทดสอบก่อนและหลังเรียนอีก 18 คาบ (8 ชั่วโมง) รวมการดำเนินการทดลองใช้โปรแกรมทั้งสิ้นประมาณ 81 คาบ (27 ชั่วโมง) ด้วยเหตุผลดังกล่าวอาจส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเหตุผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวความคิดของ เรียส (Reis, 1990 อ้างถึงใน Davis and Rimm, 1994) ที่ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนทักษะอย่างต่อเนื่อง และได้รับการฝึกทักษะนั้นซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้งจนเกิดความมั่นใจ จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในทักษะนั้นได้ดีกว่า อีกทั้งยังสอดคล้องกับความคิดเห็นของ บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529) ที่กล่าวว่า การสอนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำนั้นควรสอนเนื้อหาไปทีละน้อยอย่างต่อเนื่อง และมีระบบ ควรจัดบทเรียนสั้น ๆ เป็นตอนๆ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และต้องสอนให้เป็นขั้นตอน

2. ผู้วิจัยนำกลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เรียนช้า และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ สตรีชาร์ท และ แมนกรัม (Strichart and Mangrum, 1993) ที่กล่าวว่า กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว เหมาะสำหรับนำ

ไปใช้กับนักเรียนที่เรียนช้า และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ เพราะสาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่แก้โจทย์ปัญหาไม่ได้นั้น เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจคำ และภาษาในโจทย์ อ่านโจทย์แล้วไม่ทราบว่า จะใช้วิธีใดคำนวณ ทั้งยังขาดยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา จึงจำเป็นต้องสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการตีความ หรือเข้าใจภาษาในโจทย์ นอกจากจะเป็นวิธีที่เหมาะสมแล้ว กลวิธีนี้ยังมีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน 6 ขั้นตอน เริ่มตั้งแต่ขั้นการสำรวจปัญหา ขั้นการตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขั้นการอ่านแยกแยะข้อมูล ขั้นการตั้งคำถามเกี่ยวกับวิธีคิดคำนวณ ขั้นการคำนวณ และขั้นการตั้งคำถามเกี่ยวกับการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 6 ขั้นตอนจะเน้นที่การวิเคราะห์โจทย์ และการใช้คำถามถามตัวเองอยู่ตลอดเวลาในขณะที่แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จึงมีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน นอกจากกลวิธีนี้จะอาศัยหลักการพื้นฐาน และทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่เรียนช้า และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำแล้ว ยังสอดคล้องกับเทคนิคต่าง ๆ รวมถึง 6 เทคนิค คือ เทคนิคการคิดออกเสียง เทคนิคการอ่านออกเสียง เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคการวาดภาพ เทคนิคการจดบันทึก และเทคนิคการเรียนเป็นคู่ ซึ่งเทคนิคดังกล่าวนี้มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ดังนี้

2.1 การนำเทคนิคการคิดออกเสียงมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับ

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และจากการสังเกตในขณะดำเนินการทดลองใช้โปรแกรม ผู้วิจัยพบว่า ในระยะแรก ๆ นักเรียนไม่ค่อยกล้าคิดออกเสียง นักเรียนจะนั่งเงียบ และพูดเสียงเบามาก เนื่องจากความเคยชินของนักเรียนที่ถูกฝึกให้คิดอย่างเงียบ ๆ มาโดยตลอด ดังนั้นเมื่อนักเรียนนั่งหรือเงียบ ผู้วิจัยจะใช้คำถามถามนำนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดออกเสียง จนนักเรียนกล้าแสดงออกในการคิดออกเสียงมากยิ่งขึ้น ขณะที่นักเรียนคิดออกเสียงผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้องตามขั้นตอนของกลวิธีเฮสติวอาร์คิวซีคิว หรือไม่ครบขั้นตอน จึงชี้แนะให้นักเรียนคิดออกเสียงได้ถูกต้องตามขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริมาส สิริพิหล่อ (2535) ที่วิจัยเรื่องการพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีคิดออกเสียงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มอ่อนมีพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาไม่ครบขั้นตอน นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ บราวด์บอร์ด (Broadbord, 1990; อ้างถึงใน อัจฉรา สุภาพร, 2535) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการเขียนวรรณคดี สำหรับนักเรียนระดับ 4 และระดับ 8 พบว่า การใช้วิธีอ่านดัง ๆ คิดดัง ๆ เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เฟลเซอร์ตี (Flaherty, 1974;

อ้างถึงใน สิริมาศ สิทธิพล, 2534) ที่ศึกษาผลของการใช้วิธีการคิดออกเสียงในการแก้โจทย์ปัญหา กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การฝึกให้นักเรียนคิดออกเสียงสามารถแก้ไขการทำผิดในขั้นตอนคำนวณของการแก้โจทย์ปัญหาได้มากกว่าไม่ได้ฝึกให้คิดออกเสียงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้น ฟูลเกอร์สัน และคณะ (Fulkerson and others, 1984) ได้กล่าวถึงเทคนิคการคิดออกเสียงไว้ว่า เป็นวิธีที่จะช่วยให้ผู้แก้ปัญหาลดการลืมสิ่งที่คิดในขณะที่แก้ปัญห ด้วยเหตุนี้การนำเทคนิคการคิดออกเสียงมาใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียน

2.2 การนำเทคนิคการอ่านออกเสียงมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สนใจและมีใจจดจ่อต่อการอ่านโจทย์ปัญหา แต่ยังไม่คล่อง อ่านตะกุกตะกัก อ่านผิด เว้นวรรคตอนไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงชี้แนะคำที่นักเรียนอ่านผิด และฝึกให้นักเรียนอ่านเว้นวรรคให้ถูกต้อง โดยการให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาเสียงดัง แล้วขีดเครื่องหมายคั่นระหว่างวรรค อันส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ สุวร กาญจนมยุร (2533) ที่กล่าวว่าในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นต้องฝึกทักษะการอ่านของนักเรียน ให้อ่านได้คล่อง ชัดเจน รู้จักแบ่งวรรคตอนให้ถูกต้อง ไม่ว่าจะอ่านในใจหรืออ่านออกเสียง และในเรื่องนี้ สมิท (Smith, 1968) ได้เสนอแนะว่าจะต้องฝึกฝนให้นักเรียนได้อ่าน ทำความเข้าใจโจทย์ก่อนตัดสินใจว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับความคิดของ ดวงเดือน อ่อนนวม (2535) ที่กล่าวถึงเทคนิคต่าง ๆ ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า ควรฝึกทักษะการอ่านที่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากลักษณะของโจทย์ปัญหาโดยทั่วไปต้องการความคิด และการเข้าใจที่ถูกต้องแน่นอน จึงต้องการทักษะการอ่านอย่างพิถีพิถัน นอกจากนั้น น้อมศรี เลท (2526) ได้เสนอแนะไว้ว่าถ้าครูได้เตรียมพร้อมในเรื่องภาษา โดยเฉพาะเรื่องการอ่านให้แก่เด็กนักเรียนก่อนที่จะสอนเรื่องโจทย์ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น

2.3 การนำเทคนิคการใช้คำถามมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และสังเกตพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พบว่า ในขณะที่นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาด้วยกันเป็นคู่ และรายบุคคล ในครั้งแรก ๆ นักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหาโดยต่างคนต่างคิด ไม่มีการใช้คำถามถามนำตนเอง หรือถามเพื่อน ผู้วิจัยจึงต้องคอยกระตุ้นและเป็นผู้ตั้งคำถามถามให้นักเรียนตอบว่าขั้นตอนต่อไปต้องทำอะไร โดยที่นักเรียนไม่ได้คิดเอง และนักเรียนจำไม่ได้ว่าจะต้องทำอะไรบ้างในการแก้โจทย์ปัญหา ตามกลวิธีเอสคิวอาร์คิวคิว เช่น ฉันท้เข้าใจคำในโจทย์ใหม่ มีคั่นวรรคตอนอย่างไร โจทย์ต้องการทราบอะไร เป็นต้น ผู้วิจัยจึงค่อย ๆ ฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้คำถามถามนำตนเอง และถามคู่ของ

นักเรียน จนกระทั่งนักเรียนมีความคุ้นเคยกับวิธีนี้มากขึ้น และสามารถใช้คำถามตามนำตนเองได้ โดยที่ครูไม่ต้องกระตุ้น หรือใช้คำถามนำนักเรียนทั้งในขณะที่แก้โจทย์ปัญหาเป็นรายบุคคลและเป็นคู่ ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น ครบชั้นตอน และได้คำตอบที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ คิง (King, 1989) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกให้นักเรียนใช้คำถามตามนำตนเองในขณะที่ฟังการบรรยายและศึกษาคำเนื้อหา กับนักเรียนระดับ 9 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกใช้คำถามตามนำตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้คำถามตามนำตนเอง นอกจากนั้น คิง (King, 1991) ได้ศึกษาถึงผลการฝึกใช้คำถามตามนำตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทดลองกับนักเรียนระดับ 5 ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกใช้คำถามตามนำตนเองแก้โจทย์ปัญหากับคู่ของตนเอง สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น และประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาที่พบใหม่มากกว่านักเรียนที่ได้รับการกระตุ้นให้ถามกับเพื่อน และนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกใช้คำถามตามนำตนเอง อีกทั้ง คิง (King, 1991) ได้พบว่าการใช้คำถามตามนำตนเองในขณะที่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนพึงเล็งความสนใจไปที่กระบวนการเรียนรู้ ในขณะที่เดียวกันก็เดือนความจำ ความเข้าใจให้มีการกำกับตนเอง ตรวจสอบ และประเมินผล โดยบอกให้ทราบว่าขณะนี้เขากำลังทำอะไรอยู่ และจะทำอะไรต่อไป ในขณะที่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

2.4 นอกจากนั้นผู้วิจัยได้นำเทคนิคการวาดภาพมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการสังเกตในครั้งแรก นักเรียนไม่ได้ใช้เทคนิคดังกล่าว เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนลองฝึกวาดภาพประกอบการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนก็วาดภาพ แต่ภาพที่วาดมิได้มีความสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยจึงค่อย ๆ ฝึกและสาธิตการวาดภาพลายเส้นง่าย ๆ ประกอบการแก้โจทย์ปัญหามากระตาค่าเป็นประจำทุกครั้ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจวาดภาพประกอบมาก และเมื่อนักเรียนเคยชินกับวิธีนี้มากขึ้น นักเรียนก็สามารถวาดภาพประกอบที่มีความสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้นตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจาก การวาดภาพประกอบเป็นการเปลี่ยนนามธรรมในโจทย์ปัญหาให้เป็นรูปธรรม เปลี่ยนเรื่องราวของโจทย์ปัญหาให้เข้าใจได้ง่าย ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ ทำให้มองเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ เลช และซาโวเจอร์สกี (Lesh and Zawojewski, 1992 อ้างถึงใน ฮากากรณ์ หวัคสูงเนิน, 2538) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนวาดภาพประกอบจะช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลที่กระจัดกระจายออกมาให้เป็นเรื่องราวที่สั้น กระชับรัด ได้ใจความจึงทำให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น ครูจึงควรใช้สถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคย และ

ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สร้างโจทย์ปัญหาให้นักเรียนวาดภาพประกอบ และสอดคล้องกับความคิดเห็นของ
 สุวรร กาญจนมยุร (2529) ที่กล่าวว่า การวาดภาพประกอบการแก้โจทย์ปัญหาทำให้ข้อความในโจทย์
 ปัญหามีความชัดเจนขึ้นเพราะมีภาพประกอบ นักเรียนหลายคนเข้าใจข้อความของโจทย์ปัญหาหลังจากวาด
 ภาพประกอบเสร็จแล้ว นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เรียบเชล (Riesel, 1969) ที่ได้
 ศึกษาพบว่า การวาดภาพประกอบการแก้โจทย์ปัญหา เป็นสิ่งที่ช่วยยกระดับความสามารถในการแก้
 โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้ง นิล (Noll, 1969; อ้างถึงใน อัจฉรา สุภาพร, 2535) ได้
 ศึกษาพบว่า การให้นักเรียนระดับ 3 วาดภาพประกอบก่อนที่จะลงมือแก้โจทย์ปัญหาทำให้มองเห็น
 ความสัมพันธ์ และมีทัศนคติที่ดีต่อการแก้โจทย์ปัญหา

2.5 การนำเทคนิคการจดบันทึกมาใช้ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนจดบันทึก
 คำตอบที่นักเรียนคิดในระหว่างฝึกแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่น บันทึกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ข้อมูล
 ที่จำเป็น และไม่จำเป็น วิธีที่ใช้ในการคำนวณ เป็นต้น โดยให้บันทึกลงในแบบฝึกทุก ๆ ครั้งที่
 นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา จากการสังเกตและตรวจแบบฝึก พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่บันทึกได้ครบ
 ขั้นตอน และให้รายละเอียดตามที่กำหนดไว้ในแบบฝึก เพียงแต่บางคนใช้คำหรือภาษาไม่ถูกต้อง คือ
 สะกดไม่ถูกต้อง ใช้ภาษากววน เนื่องจากนักเรียนดังกล่าวมีปัญหาในด้านการอ่าน การเขียน แต่
 เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ กัน นักเรียนก็สามารถบันทึกได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนแก้โจทย์ปัญหา
 ได้ดีขึ้นตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะส่วนหนึ่งมาจากการใช้เทคนิคการจดบันทึก ด้วยเหตุ
 ที่การจดบันทึกจะช่วยให้นักเรียนไม่ลืมลำดับขั้นตอน และคำตอบที่ได้ในแต่ละขั้น ช่วยให้นักเรียน
 มองเห็นความชัดเจนของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ ข้อมูลที่จำเป็น ไม่จำเป็น ตลอดจนวิธีที่ใช้ในการ
 คำนวณ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ เมอร์เซอร์ (Mercer, 1992) ที่ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนต่ำมักจะมีปัญหาในด้านความจำและมีความลำบากในการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน นักเรียน
 ที่มีปัญหาเกี่ยวกับคำ แม้ว่าจะเข้าใจระบบจำนวน แต่ก็ไม่สามารถระลึกถึงจำนวนได้อย่างรวดเร็ว
 ดังนั้นการฝึกให้นักเรียนได้บันทึกคำตอบที่ได้ในระหว่างแก้โจทย์ปัญหาจะช่วยลดการลืม และนึกถึงสิ่ง
 ที่ผ่านมาแล้วได้ดียิ่งขึ้น อันจะมีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

2.6 การนำเทคนิคการเรียนเป็นคู่มาใช้ โดยการให้นักเรียน 2 คนช่วยกันแก้โจทย์
 ปัญหาคณิตศาสตร์ในระหว่างที่ฝึกทักษะ และเปลี่ยนคู่ใหม่ทุก ๆ สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยหาวิธีการเรียน
 เป็นคู่ในแผนการสอนที่ 1 ให้นักเรียนคู่และสังเกตพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหา และจากการ
 สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแผนการสอนต่อมา พบว่า ในครั้งแรก ๆ นักเรียนไม่ค่อยช่วยกันแก้
 โจทย์ปัญหา คือ ต่างคนต่างคิด เมื่อคิดไม่ออกก็หยุดนิ่ง ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดออกเสียง
 กับคู่ของตนเอง ประมาณ 4-5 แผน หลังจากนั้นนักเรียนสามารถช่วยกันแก้โจทย์ปัญหากับคู่ของ

ของตนเอง โดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องคอยกระตุ้นอีก ในระหว่างนี้ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า บางครั้งเมื่อนักเรียนคนใดคนหนึ่งจำแนกข้อมูลไม่ได้ว่า ข้อมูลใดจำเป็น ไม่จำเป็น นักเรียนอีกคนหนึ่งที่เป็นคู่กันสามารถช่วยเพื่อนจำแนกข้อมูลดังกล่าวและอธิบายเพื่อนด้วยภาษาพูดง่าย ๆ จนเพื่อนสามารถวิเคราะห์โจทย์และคิดคำนวณได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ บัคโฮลด์ และ โวดาร์สกี (Buckholdt and Wodarski, 1978 อ้างถึงใน บังอร ขาวน้ำ, 2532) ที่ศึกษาพบว่า การเรียนเป็นคู่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีความรับผิดชอบ ตลอดจนการสื่อสารระหว่างนักเรียนด้วยกันเองจะใช้ภาษาที่ง่าย ๆ และเข้าใจตรงกัน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้ได้มากขึ้น ดังนั้นการนำเทคนิคการเรียนเป็นคู่มาใช้ในการวิจัยนี้ อาจจะเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่จะช่วยให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าเทคนิคทั้ง 8 เทคนิค ต่างก็มีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อนำเทคนิคดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกันโดยผนวกกับขั้นตอนการสอนแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 6 ขั้นตอนของกลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซี จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์เอสคิวอาร์คิวซีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดัดแปลงโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแบบฝึก ให้มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาที่มีภาพประกอบคำ เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้มักจะมีปัญหาในด้านภาษา และการอ่าน ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ วรินทรา วัชรสิงห์ (ม.ป.ป.) ที่ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ มักจะมีความด้อยในด้านอื่น ๆ เช่น ภาษา การอ่าน การเขียน การวิเคราะห์ ทำให้นักเรียนไม่ค่อยตั้งใจเรียน และมีความสนใจในช่วงสั้น ๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับความคิดเห็นของ เรสนิค และ เลอร์เนอร์ (Resnick, 1982 ; Lerner, 1985) ที่ว่านักเรียนบางคนอาจจะไม่เข้าใจความหมายของคำหรือภาษาในโจทย์ปัญหา และถ้านักเรียนไม่สามารถอ่านคำ หรือประโยคในโจทย์ปัญหาแล้วนักเรียนก็ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาที่มีภาพประกอบคำ ซึ่งมีลักษณะแปลกใหม่ นักเรียนไม่เคยพบเห็นมาก่อน ทำให้นักเรียนสนใจและตั้งใจอ่านโจทย์ปัญหามากขึ้น เมื่อเจอคำที่อ่านไม่ออกก็สามารถดูภาพประกอบคำได้ จึงทำให้นักเรียนไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับคำในโจทย์ และเมื่อนักเรียนพบคำ ๆ นั้นอีกในแบบสอนซึ่งไม่มีภาพประกอบนักเรียนอาจจะจดจำรูป

แบบของคำนั้นได้ และรู้ว่าคำ ๆ นั้นอ่านว่าอย่างไร จึงอาจจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนทุกคนมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมในระดับปานกลางขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 70 มีความพึงพอใจต่อโปรแกรมในระดับมาก และร้อยละ 16.67 มีความพึงพอใจต่อโปรแกรมในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเหตุผล ดังต่อไปนี้

1. การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละแผนการสอน ผู้วิจัยใช้เทคนิคต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ทั้ง 6 เทคนิค ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ไม่เบื่อหน่ายและจำเจอยู่กับเทคนิคใดเทคนิคหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529) ที่ได้กล่าวไว้ว่าการสอนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ควรเปลี่ยนแปลงเทคนิควิธีสอนใหม่ ๆ ให้ต่างจากที่เคยใช้มาแล้วกับนักเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และไม่เบื่อหน่ายการเรียน
2. การใช้เกม หรือเพลงเกี่ยวกับคณิตศาสตร์นำเข้าสู่บทเรียนทุกแผน เป็นการช่วยผ่อนคลายความตึงเครียดของนักเรียน หลังจากที่เรียนวิชาอื่น ๆ มาตั้งแต่เช้า ทำให้นักเรียนได้รับความสนุกสนานและความรู้ควบคู่ไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529) ที่กล่าวว่า ควรนำเกมคณิตศาสตร์หรือกิจกรรมที่สนุกสนานมาใช้ฝึกทักษะ มีให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในบทเรียน
3. ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในแบบฝึกที่มีภาพประกอบคำ ซึ่งแตกต่างไปจากโจทย์ปัญหาที่นักเรียนเคยพบเห็น ทำให้นักเรียนตั้งใจอ่านโจทย์ปัญหา และเพลิดเพลินกับภาพในโจทย์ปัญหา อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาในการอ่านของนักเรียนได้ในระดับหนึ่ง
4. เนื้อหาและจำนวนหลักเลขในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียน เพราะผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาในคู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 และตัดแปลงเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งการสอนเนื้อหาที่ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปนั้นจะทำให้นักเรียนสนใจและเรียนรู้ได้ดีกว่าเนื้อหาที่ยาก เพราะเนื้อหาที่ยากจนเกินไปจะทำให้นักเรียนเกิดความท้อถอยเมื่อไม่

สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ และถ้าเนื้อหาง่ายจนเกินไปก็จะไม่สร้างความสนใจของนักเรียน นอกจากนั้นการจัดเนื้อหาในโปรแกรมแรก ๆ มีเนื้อหาง่ายและค่อย ๆ ยากขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามหลักจิตวิทยาการสอน

จากผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัยที่กล่าวมานั้น เป็นเหตุผลที่สนับสนุนว่าโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นนี้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด นั่นคือสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำได้ในระดับหนึ่ง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการที่ผู้วิจัยใช้โปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้พบข้อบกพร่องบางประการ และเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดในการนำโปรแกรมดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการสอน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1.1 การจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ หรือนักเรียนที่เรียนอ่อน ไม่ควรมีนักเรียนเกิน 20 คน เนื่องจากนักเรียนเรียนรู้ได้ช้า และครูไม่สามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเรียนของนักเรียน

1.2 การจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ครูประถมศึกษา ควรใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนแก้โจทย์ปัญหา ใช้เกม และเพลงเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมแบบเรียนปนเล่น ให้แตกต่างจากกิจกรรมที่นักเรียนเคยประสบความล้มเหลวมาก่อน ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น และสนุกสนานไปกับการทำกิจกรรมที่ได้ความรู้ควบคู่ไปด้วย

1.3 ครูประถมศึกษา ควรนำโจทย์ปัญหาที่มีภาพประกอบคำไปใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งการนำโจทย์ปัญหาดังกล่าวมาใช้จะเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจและอยากเรียนมากขึ้น สามารถช่วยให้นักเรียนที่มีปัญหาในด้านการอ่านแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

1.4 ครูประถมศึกษา ควรนำเทคนิคการคิดออกเสียงมาใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แก่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ เพราะการนำเทคนิค

ดังกล่าวมาใช้ทำให้ครูทราบว่านักเรียนแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนหรือไม่ อย่างไร นักเรียนเข้าใจหรือไม่เข้าใจในส่วนใด จะแก้ไขได้ทันที

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ สำหรับผู้ที่สนใจหรือผู้ที่มีความประสงค์จะสานต่อกลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิว เพื่อทำการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ โดยปรับใช้กับเนื้อหาอื่น เช่น เศษส่วน ทศนิยม ร้อยละ

2.2 ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นอื่น ๆ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ โดยกำหนดเนื้อหาให้เหมาะสม หรืออาจจะเพิ่มเทคนิคบางอย่างที่คิดว่าจะช่วยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น

2.3 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำที่ใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวกับกลวิธีอื่น ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย