



สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีสาระสำคัญของการวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เนื่องมาจากการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติระหว่างนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์



สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง หรือต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ
2. ขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เ็นองมาจาก การสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำใหญ่กว่าในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง
3. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงหรือปานกลาง ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ
4. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง หรือต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสร้างกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
 - 1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
 - 1.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
 - 1.1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามความมุ่งหวังของหลักสูตร

1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 ศึกษาแนวคิด ข้อตกลงเบื้องต้นทางการเรียนรู้ และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

1.2.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญา

1.3 สร้างกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2. การเตรียมการทดลองใช้กระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.1 การสร้างแผนการสอน

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ แล้วพิจารณาเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการทดลองสอน ได้เนื้อหาในรายวิชา ค 102 คณิตศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ เรื่องคู่อันดับและกราฟ อัตราส่วนและร้อยละ และ จำนวนเต็มลบ

2.1.2 เขียนแผนการสอนซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย ชื่อแผนการสอน จำนวนคาบ จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำระสำคัญ ความรู้พื้นฐาน กิจกรรมการเรียนการสอน การประเมินผล และภาคผนวก (ใบงานและแบบฝึกหัด) โดยกำหนดขั้นตอนหลักของกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอนในกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.1.3 นำแผนการสอนเรื่องจำนวนเต็มลบ ไปทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง แล้วนำข้อค้นพบมาทำการปรับปรุงแผนการสอนที่สร้างไว้ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ได้แผนการสอนจำนวน 8 แผน สำหรับสอนเรื่องคู่อันดับและกราฟ อัตราส่วนและร้อยละ และ จำนวนเต็มลบ เป็นเวลา 30 คาบ คาบละ 50 นาที

2.2 การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง คณิตศาสตร์เบื้องต้นและกราฟ อัตราส่วนและร้อยละ และเรื่องจำนวนเต็มลงในรายวิชา ค 102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้แบบสอบถามสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามดังกล่าวในภาคผนวก ข

2.2.2 สร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความสามารถในการ ถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แบบสอบถามความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทาง คณิตศาสตร์และผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามดังกล่าวในภาคผนวก ข

2.2.3 ขอความอนุเคราะห์จากภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการนำแบบสอบถามที่ชื่อว่าชุดมาตรฐานของเรเวน (Raven's Standard Progressive Matrices Test) ไปทำการสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนทำ การสอน เพื่อนำคะแนนที่ได้มาเป็นตัวแปรร่วมในการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโอน การเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังทำการสอน

2.3 การสร้างคู่มือการใช้กระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ เพื่อใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลตามขั้น ตอนที่กำหนดไว้ และเพื่อให้ครูคณิตศาสตร์ที่ต้องการนำกระบวนการสอนนี้ไปใช้มีความเข้าใจใน ความเป็นมา สัพพัญญูเฉพาะ องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบของกระบวนการสอนนี้ และสามารถ ดำเนินการสอนตามกระบวนการสอนได้ คู่มือดังกล่าวได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

3. การศึกษาผลการทดลองใช้กระบวนการสอน

3.1 การจัดกลุ่มตัวอย่างเพื่อทดลองใช้กระบวนการสอน จากประชากรซึ่งเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนพุทธจักรวิทยา เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 470 คน ได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม. 1/1, ม. 1/2, ม. 1/9 และ ม. 1/12 รวม 145 คน สุ่ม แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 2 ห้องเรียน ได้นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 75 คน ประกอบด้วยนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง 18 คน ปานกลาง 33 คน และต่ำ 24 คน นักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 70 คน ประกอบด้วยนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง 21 คน ปานกลาง 18 คน และต่ำ 31 คน ดังรายละเอียดขั้นตอนการจัดกลุ่มตัวอย่างที่แสดงไว้ในหน้า 103-106

3.2 การดำเนินการทดลองใช้กระบวนการสอน ใช้แบบแผนการทดลองแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) ที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และมีการสอบก่อนและหลังการทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.2.1 ก่อนการทดลอง ทำการสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบสอบเมทริซที่ก้าวหน้าชุดมาตรฐานของเรเวน (Raven's Standard Progressive Matrices Test)

3.2.2 ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแนวคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เป็นเวลาดังกล่าวละ 30 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2.3 หลังการทดลอง ทำการสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังนี้

3.2.3.1 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยทำการสอบทันทีหลังการเรียนการสอนแต่ละเรื่อง

3.2.3.2 วัดความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกับที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยทำการสอบหลังการเรียนการสอนแต่ละเรื่องไปแล้ว 3 สัปดาห์

3.2.3.3 วัดความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ด้วยแบบสอบความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance)

3.3.2 เปรียบเทียบขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เนื่องมาจากการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ ระหว่างนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ด้วยการประมาณค่าความแปรปรวนในตัวแปรตามที่เนื่องมาจากการแปรค่าในตัวแปรต้น (estimating omega squared)

3.3.3 เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยการทดสอบค่าสถิติ t ในรูป difference-scores

3.3.4 เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการนำกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนจริงด้วยวิธีวิจัยแบบกึ่งทดลอง ที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ

2. ขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เนื่องมาจากการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ ในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ ใหญ่กว่าขนาดของความ

แตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

3. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติมีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05, .001, และ .05 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประเด็นจากผลการวิจัยที่นำมาอภิปราย ดังต่อไปนี้

1. การอภิปรายผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 การที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางเท่านั้น และพบว่าขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เนื่องมาจากการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและและต่ำใหญ่กว่าขนาดของความแตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง นั้น น่าจะเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1.1.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์คือข้อสรุปเชิงนามธรรมที่เกิดขึ้นจากการที่มนุษย์สังเกตเห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ที่เหมือนกันจากประสบการณ์เฉพาะต่าง ๆ แล้วสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในสถานการณ์เฉพาะอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกัน (Bell, 1945) ดังนั้น นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงจึงเป็นผู้ที่มีความสามารถในการสังเกตเห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ที่เหมือนกันจากปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีบริบทต่างกัน ดังข้อค้นพบจากการทดลองของซิลเวอร์ (Silver, 1981) เกี่ยวกับความสามารถในการจัดกลุ่มปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถสูงจัดกลุ่มปัญหาตามโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถต่ำจัดกลุ่มปัญหาตามบริบทของเรื่อง และข้อค้นพบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถทางสมองของเด็กไทยวัยรุ่นด้วยแบบสอบซึ่งวัดความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์เชิงนามธรรม (abstract relation) ว่า เซวาร์ปัญหาซึ่งวัดด้วยแบบสอบแมทริซส์ก้าวน้ำชูมาตรฐานของเรเวน (Raven's Standard Progressive Matrices Test เป็นตัวอย่างหนึ่งของแบบสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์เชิงนามธรรม) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (จารุวรรณ สิงห์ม่วง, 2529) และค่าสัมประสิทธิ์ความตรงระหว่างคะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบสอบดังกล่าวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ นั้น ค่าสัมประสิทธิ์ความตรงระหว่างคะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบสอบดังกล่าวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าสูงที่สุด (พจนาน แสงรุ่งโรจน์, 2521; อัมพร ลิขิตปัญญารัตน์, 2521) ด้วยเหตุนี้ นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงจึงมีความสามารถในการสังเกตเห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ที่เหมือนกันจากปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีบริบทต่างกันอยู่แล้วจากการสอนตามปกติ เป็นเหตุให้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ ในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

1.1.2 จากข้อค้นพบที่ว่าเซวาร์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (จารุวรรณ สิงห์ม่วง, 2529; Knief and Stroud, 1959; Duffy, and others, 1972) และใช้เป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ (Douglass, 1964) และจากความหมายของเซวาร์ปัญหาซึ่งนักจิตวิทยาได้ให้คำจำกัดความไว้แตกต่างกันเป็น 4 กลุ่มนั้น มีอยู่กลุ่มหนึ่งให้คำจำกัดความไว้ว่า เซวาร์ปัญหาคือความสามารถใน

การเรียนรู้ คนที่มีเข่ามีปัญหาสูงกว่าจะสามารถเรียนรู้ได้เร็วกว่าคนที่มีเข่ามีปัญหาต่ำกว่า (สุรางค์ ไล้วตระกูล, 2533) ดังนั้น ระยะเวลาในการทดลองสอน 10 สัปดาห์ซึ่งสามารถทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง จึงยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติขึ้นในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ถ้ามีการสอนต่อไปอีกในระยะเวลา อาจพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำด้วยก็ได้ ดังจะเห็นแนวโน้มได้จากคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และที่ได้รับการสอนตามปกติมีคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วเท่ากับ 30.957 และ 27.541 ตามลำดับ

1.1.3 ถึงแม้ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ แต่ขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เนื่องมาจากการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำก็ยังใหญ่กว่าขนาดของความแตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง โดยที่ความแตกต่างดังกล่าวมีขนาดใหญ่ที่สุดในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ข้อค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่ากระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงกว่าปกติได้มากที่สุดในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง รองลงมาในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ และน้อยที่สุดในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ข้อค้นพบนี้เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ยิ่งสำหรับใช้ในการพิจารณากิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ให้เหมาะกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 การที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติมีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และไม่เป็นไปตามข้อค้นพบของเบล (Bell, 1983 a) ซึ่งได้ศึกษาพบว่าการสอนแบบให้เผชิญความขัดแย้ง (conflict teaching) ให้ผลในระยะยาวสูงกว่าการสอนแบบชี้แนะ (direct instruction) ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากมีตัวแปรเกินเกิดขึ้นในระหว่างเวลาที่ทิ้งช่วงไว้สำหรับวัดความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือ มีนักเรียนจำนวนหนึ่งต้องเรียนซ่อมเสริมและสอบแก้ตัวหลังการประเมินผลกลางภาคของโรงเรียนตามระเบียบการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตร เพื่อเป็นการกำจัดตัวแปรเกินดังกล่าว ผู้วิจัยจึงไม่วิเคราะห์ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องเรียนซ่อมเสริมและสอบแก้ตัว ดังนั้น ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการวิจัยนี้ จึงเป็นข้อมูลที่ได้มาจากนักเรียนในระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและปานกลางซึ่งไม่ต้องเรียนซ่อมเสริมและสอบแก้ตัวเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ คะแนนที่ใช้ในการวิเคราะห์ความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการวิจัยนี้ จึงมีระดับใกล้เคียงกัน เป็นเหตุให้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและปานกลาง

1.3 การที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำนั้น สอดคล้องกับข้อค้นพบของเบล (Bell, 1983 a) ซึ่งได้ศึกษาพบว่าการสอนแบบให้เผชิญความขัดแย้ง (conflict teaching) ให้ผลในการถ่ายโอนการเรียนรู้สูงกว่าการสอนแบบชี้แนะ (direct instruction) นอกจากนี้ การให้นักเรียนแก้ปัญหาที่นำไปสู่การตระหนักรู้มโนทัศน์และวิธีดำเนินการ แล้วนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ทันที

โดยการสรุปสิ่งที่ตระหนักรู้ให้เป็นข้อความเชิงนามธรรมจะทำหลังจากที่นักเรียนได้มีโอกาสแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่ตั้งขึ้นจากการนำประสบการณ์ส่วนตัวทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยตรงมาสร้างโจทย์ที่แตกต่างกันแต่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกับโจทย์ที่ครูกำหนดให้จนเข้าใจแล้ว ตามขั้นตอนการสอนในกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการสอนตามขั้นตอนดังกล่าวมีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกตินั้น ยังสอดคล้องกับข้อค้นพบจากการทดลองของเฮนดริกซ์ (Hendrix, quoted in Bigge, 1982) ซึ่งได้รับการยืนยันจากการทดลองซ้ำถึง 3 ครั้งว่า ความสามารถในการถ่ายโอนที่แท้จริงเกิดจากการตระหนักรู้ทันทีที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลัน โดยไม่ต้องใช้ภาษา (unverbalized awareness)

อาจกล่าวได้ว่า ข้อค้นพบที่เด่นที่สุดของการวิจัยนี้คือ นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติในทุกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. การอภิปรายผลจากการประเมินผลการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.1 การประเมินผลในระหว่างการเรียนการสอน มีข้อสังเกตดังนี้

2.1.1 ข้อสังเกตจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งประเมินจากกิจกรรมต่อไปนี้

2.1.1.1 การรายงานผลงานของกลุ่มย่อย จากการสังเกตของผู่วิจัย พบว่า นักเรียนที่ครูสุ่มให้เป็นตัวแทนกลุ่มสามารถรายงานผลงานของกลุ่มได้ตรงตามข้อตกลงของกลุ่มเสมอ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนในกลุ่มได้มีการช่วยเหลือกันในการทำให้สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความเข้าใจในวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่กลุ่มได้ร่วมกันสร้างขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการสอนนี้ไม่ถือว่าการแสดงผลงานของเพื่อนเป็นความผิดจนเป็นเหตุให้นักเรียนต้องแอบลอกคำตอบกันโดยไม่มีความเข้าใจ แต่ถือว่าเป็นกิจกรรมของการตรวจสอบความสอดคล้องตามเกณฑ์การตรวจสอบความเชื่อระหว่างบุคคลของโคโนลด์ (Konold, 1991) ซึ่งผู่วิจัยนำมากำหนดเป็น

เรียนรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ แต่มีความสามารถในการถ่ายโอนเชิงอุปมาอุปไมยไม่แตกต่างกับนักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของเจนท์เนอร์และทูปิน (Gentner and Toupin, 1986) รอส (Ross, 1984) และรีด (Reed, 1987) ซึ่งพบว่า ความคล้ายกันของสิ่งที่นำมาจับคู่กันเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการถ่ายโอนโครงสร้างความสัมพันธ์

เมื่อพิจารณาโดยสรุป จะเห็นผลที่แตกต่างอย่างเด่นชัดระหว่างการสอนคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และตามปกติ กล่าวคือ การสอนคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้นักเรียนทุกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสามารถในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองสูงกว่าการสอนตามปกติ นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาความสามารถทางการใช้สมองโดยทั่วไปของนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงให้สูงขึ้นตามศักยภาพของนักเรียนได้มากกว่าการสอนตามปกติ

2. การอภิปรายผลจากการประเมินผลการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.1 การประเมินผลในระหว่างการเรียนการสอน มีข้อสังเกตดังนี้

2.1.1 ข้อสังเกตจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งประเมินจากกิจกรรมต่อไปนี้

2.1.1.1 การรายงานผลงานของกลุ่มย่อย จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนที่ครูสุ่มให้เป็นตัวแทนกลุ่มสามารถรายงานผลงานของกลุ่มได้ตรงตามข้อตกลงของกลุ่มเสมอ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนในกลุ่มได้มีการช่วยเหลือกันในการทำให้สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความเข้าใจในวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่กลุ่มได้ร่วมกันสร้างขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการสอนนี้ไม่ถือว่าการดูแลของเพื่อนเป็นความผิดจนเป็นเหตุให้นักเรียนต้องแอบลอกคำตอบกันโดยไม่มีความเข้าใจ แต่ถือว่าเป็นกิจกรรมของการตรวจสอบความสอดคล้องตามเกณฑ์การตรวจสอบความเชื่อระหว่างบุคคลของโคโนลด์ (Konold, 1991) ซึ่งผู้วิจัยนำมากำหนดเป็น

กิจกรรมให้นักเรียนต้องตรวจสอบผลงานของกันและกันอย่างเปิดเผยและชอบธรรม โดยผู้ที่ไม่เข้าใจต้องซักถามให้เจ้าของผลงานอธิบายชี้แจงต่อตนเองเข้าใจ จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ในการอธิบายต่อกันและกันของนักเรียนนั้น นักเรียนสามารถยกตัวอย่างซึ่งเป็นประสบการณ์ที่นักเรียนมีส่วนร่วม อีกทั้งมีลีลาท่าทาง น้ำเสียงและภาษาที่ครูอาจไม่สามารถทำได้ด้วยวัยที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ชอบคิดออกเสียง ผู้วิจัยสังเกตเห็นพฤติกรรมการคิดออกเสียงของนักเรียนตั้งแต่ตอนทดสอบนักเรียนก่อนสอนด้วยแบบสอบถามวิธีสีก้าวหน้าชุดมาตรฐานของเรเวน (Raven's Standard Progressive Matrices Test) โดยในตอนที่คิดหาคำตอบนั้น นักเรียนจะชี้ไปที่รูปต่าง ๆ ในแบบสอบถามพร้อมกับพูดพิมพ์คำคนเดียว แม้จะได้รับคำสั่งห้ามพูดเพื่อไม่ให้เสียงของนักเรียนไปรบกวนผู้สอบคนอื่น นักเรียนก็ยังอดไม่ได้ที่จะทำปากขมุบขมิบประกอบการคิดต่อไป ดังนั้นการให้นักเรียนได้พูดคุยซักถามกันในเวลาเรียนจึงเป็นสิ่งที่มีผลคล้องกับพฤติกรรมการคิดออกเสียงของนักเรียน และช่วยให้ครูผู้สอนมั่นใจได้ว่านักเรียนกำลังคิดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ซึ่งแตกต่างกับการให้นักเรียนนั่งเรียนคนเดียวเงียบ ๆ โดยครูไม่สามารถทราบได้ว่า ในความเงียบนั้น นักเรียนกำลังคิดถึงเรื่องอะไรอยู่

จากการพิจารณาผลงานของกลุ่มย่อย พบว่า วิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่กลุ่มสร้างขึ้นนั้นได้รับอิทธิพลจากมโนทัศน์และวิธีการดำเนินการเดิมของนักเรียนเป็นอย่างมาก เช่น ในการเขียนกราฟแทนจุดของคู่อันดับที่มีสมาชิกเป็นจำนวนนับนั้น ครั้งแรก กลุ่มเสนอกาแฟมาในลักษณะของกราฟเส้นบ้าง แผนภูมิแท่งบ้าง ตามที่นักเรียนเคยเรียนมาในชั้นประถมศึกษา แต่หลังจากได้เห็นกราฟที่เสนอโดยครูซึ่งมีลักษณะเป็นจุดที่ไม่ต่อเนื่องกันเป็นเส้น และได้มีการอภิปรายจนเกิดความเข้าใจในความแตกต่างระหว่างกราฟที่มีลักษณะเป็นจุดกับกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นแล้ว นักเรียนก็สามารถเขียนกราฟของคู่อันดับที่มีสมาชิกเป็นจำนวนนับ และกราฟของคู่อันดับที่มีสมาชิกไม่เป็นจำนวนนับได้อย่างถูกต้อง และเมื่อมีนักเรียนคนหนึ่งในกลุ่มทำได้ถูกต้อง นักเรียนคนอื่น ๆ ในกลุ่มก็ทำได้ด้วยโดยอาศัยกิจกรรมของการสร้างความรู้ร่วมกันดังกล่าวข้างต้น

2.1.1.2 การแก้ปัญหาที่สร้างเองและปัญหาที่เพื่อนสร้าง

จากการตรวจสอบผลงานและการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาที่สร้างเองและปัญหาที่เพื่อนสร้างได้ถูกต้อง โดยนักเรียนที่จับคู่แลกเปลี่ยนกันแก้ปัญหาที่ตนเองแก้ปัญหาที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงทั้งคู่ ปานกลางทั้งคู่ หรือที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างระดับกันในคู่ เมื่อมีวิธีทำต่างกันหรือได้คำตอบไม่ตรง

กัน มักจะสามารถจัดข้อขัดแย้งกันเองได้ ด้วยการอธิบายต่อกันจนเข้าใจและฝ่ายที่ทำผิดหรือสร้างโจทย์ไม่ตรงตามโครงสร้างความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ยอมรับในความผิดพลาดของตน มีเพียงบางครั้งที่คู่แก้ปัญหาเป็นนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงทั้งคู่ แต่คนหนึ่งในคู่นั้นมีวิธีทำที่แตกต่างไปจากที่ได้มีการอภิปรายในกลุ่มใหญ่ โดยที่อีกฝ่ายหนึ่งยังไม่มีความรู้มากพอที่จะประเมินความถูกต้องของฝ่ายที่มีวิธีทำแตกต่างไปจากที่ได้มีการอภิปรายในกลุ่มใหญ่ได้ ซึ่งครูต้องเข้าไปช่วยจัดความขัดแย้งให้ แต่คู่แก้ปัญหาที่ครูต้องเข้าไปช่วยเหลือที่สุดคือคู่ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำทั้งคู่ ซึ่งบางครั้งทำผิดทั้งคู่ บางครั้งฝ่ายหนึ่งทำถูก แต่ก็ไม่สามารถอธิบายให้ฝ่ายที่ทำผิดเข้าใจและยอมรับความผิดได้ ดังนั้น ในการเรียนการสอนคาบต่อ ๆ มา ผู้วิจัยจึงต้องช่วยจัดคู่ให้นักเรียนบางคู่ โดยพยายามแยกคู่ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำทั้งคู่ออกจากกัน เพื่อให้มีคู่แก้ปัญหาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำทั้งคู่เป็นจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ผู้วิจัยจึงสามารถเข้าไปช่วยจัดข้อขัดแย้งในคู่ที่มีปัญหาได้อย่างทั่วถึง

2.1.1.3 การทำแบบฝึกหัด ภาระที่หนักยิ่งของครูคณิตศาสตร์

โดยทั่วไปคือการเคี่ยวเข็ญให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดและเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดมาส่งสมตามความมุ่งหมาย ก็จะมีภาระหนักยิ่งขึ้นตามมาก็คือการตรวจแบบฝึกหัด ซึ่งครูคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาทำได้อย่างมากคือ การตรวจสอบว่านักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดมาส่งครบตามที่กำหนดให้ทำหรือไม่ แต่ในการตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่ทำมานั้น มักจะใช้วิธีเฉลยคำตอบให้นักเรียนตรวจเองพร้อม ๆ กันบนกระดาน หรือมีบัตรเฉลยให้นักเรียนตรวจเอง ซึ่งไม่สามารถประเมินวิธีการดำเนินการที่แตกต่างของนักเรียนได้ แต่รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ช่วยลดข้อจำกัดในการตรวจแบบฝึกหัดของครูได้มาก กล่าวคือ นักเรียนจะถูกตรวจสอบโดยกลุ่ม นักเรียนอาจรอดพ้นจากการตรวจสอบของครูได้บ้าง แต่นักเรียนจะไม่สามารถรอดพ้นจากการตรวจสอบของกลุ่มได้เลย และจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความกังวลต่อความรู้สึกที่เพื่อนมีต่อตนมากกว่าต่อความรู้สึกที่ครูมีต่อตน โดยเฉพาะนักเรียนซึ่งมีนิสัยทางการเรียนที่ไม่ดีมาก่อน ได้พยายามปรับตัวให้เป็นที่ยอมรับของกลุ่ม เพราะกลัวจะไม่มีใครยอมรับร่วมกลุ่มด้วย ข้อสังเกตนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาด้านพัฒนาการทางบุคลิกภาพและสังคมของเด็กวัยรุ่นที่ว่า เพื่อนมีอิทธิพลต่อเด็กวัยรุ่นมากทั้งในด้านทัศนคติ ค่านิยม และพฤติกรรมโดยทั่วไป (โยธิน สันสนธิุทธ และคณะ, 2533) ในการทดลองใช้รูปแบบการสอนนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาจากแบบฝึกหัดของนักเรียนอย่างละเอียดทุกครั้ง โดยการ

ผู้เข้าร่วมที่จะได้รับการตรวจอย่างละเอียดกลุ่มละ 1 คน ได้ผู้ที่ได้รับการตรวจอย่างละเอียดครั้งละ 9-10 คน และมีการผู้ที่จะได้รับการตรวจอย่างละเอียดใหม่ทุกครั้งของการตรวจ ผลงานของผู้ที่ถูกผู้มารับการตรวจอย่างละเอียดในแต่ละครั้งใช้เป็นตัวแทนของผลงานของนักเรียนทั้งชั้นได้ เนื่องจากนักเรียนในกลุ่มย่อยเดียวกันมักจะใช้วิธีการดำเนินการแก้ปัญหาแบบเดียวกันจากการที่ได้ปรึกษาหารือกัน ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดของนักเรียนอย่างละเอียดพบว่า นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้องทั้งในด้านวิธีการดำเนินการและคำตอบที่ได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนข้อที่กำหนดให้ทำในแต่ละครั้ง

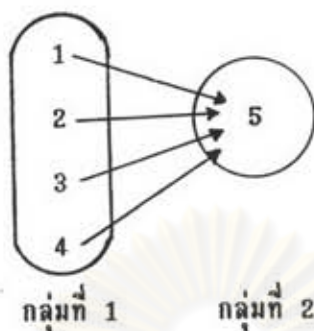
ข้อสังเกตในระหว่างเรียนการสอน ซึ่งประเมินจากกิจกรรมการรายงานผลงานของกลุ่มย่อย การแก้ปัญหาที่สร้างเองและปัญหาที่เพื่อนสร้าง และการทำแบบฝึกหัด ตามที่อภิปรายมาข้างต้นนี้ สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นได้และทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนข้อที่กำหนดให้ทำ

2.1.2 ข้อสังเกตจากการประเมินความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งประเมินจากความสามารถในการสร้างมโนทัศน์และการดำเนินการเกี่ยวกับการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องใหม่ โดยอาศัยมโนทัศน์และการดำเนินการที่มีอยู่เดิมเป็นฐาน จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า ในขั้นตอนแรกของรูปแบบการสอนคือขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งกำหนดให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลนั้น นักเรียนส่วนใหญ่จะนำมโนทัศน์และวิธีการดำเนินการที่มีอยู่เดิมมาใช้ เช่น ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละหลังจากที่ได้มีการเรียนการสอนเรื่องสัดส่วนไปแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ก็ยังคงแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละด้วยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางค์ หรือเปลี่ยนร้อยละเป็นเศษส่วนแล้วใช้เครื่องหมายคูณ (x) แทนคำว่า "ของ" ตามวิธีที่เคยทำมา แต่มีนักเรียนบางคนสามารถริเริ่มการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละด้วยวิธีการใหม่ โดยถ่ายโยงวิธีการดำเนินการในเรื่องสัดส่วนมาใช้ เมื่อนักเรียนเหล่านั้นเข้ากลุ่มย่อย ได้ทำให้นักเรียนที่ร่วมกลุ่มกับนักเรียนเหล่านั้นเรียนรู้วิธีแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละโดยใช้สัดส่วนด้วย และเมื่ออภิปรายกลุ่มใหญ่ นักเรียนทั้งชั้นก็ได้เรียนรู้วิธีทั้งสามวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้ ตัวอย่างที่ขกมานี้ ได้แสดงให้เห็นว่า การสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีการฝึกให้นักเรียนสร้างปัญหาที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือน

กับปัญหาที่ครูกำหนดให้ ได้ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการห้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ที่เหมือนกันจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนได้ และขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการสอนนี้ ซึ่งมีทั้งกิจกรรมรายบุคคล การอภิปรายกลุ่มย่อย และการอภิปรายกลุ่มใหญ่ เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการถ้อยแถลงการเรี้นรู้ทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนทุกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรี้นวิชาคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ได้เริ่มต้นจากมโนทัศน์และวิธีการเดิมของตนเองก่อน แล้วปรับขยายตามความแตกต่างที่ได้รับจากเพื่อนร่วมกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่ตามลำดับ ซึ่งทำให้มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์และวิธีการเดิมเข้ากับมโนทัศน์และวิธีการใหม่อย่างค่อยเป็นค่อยไป ทำให้นักเรี้นในทุกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรี้นวิชาคณิตศาสตร์สามารถเรี้นรู้มโนทัศน์และวิธีการดำเนินการใหม่ทางคณิตศาสตร์ได้ในที่สุด ซึ่งตรงกับผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยนี้ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความสามารถในการถ้อยแถลงการเรี้นรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติในทุกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรี้นวิชาคณิตศาสตร์

2.1.3 ข้อสังเกตจากการประเมินความสามารถในการถ้อยแถลงเชิงอุปมาอุปไมยในระหว่างการเรี้นการสอน ซึ่งประเมินจากการพิจารณาสถานการณ์ตัวอย่างที่นักเรียนสร้างขึ้นมาตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนและจากการพิจารณาปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง พบว่า นักเรียนสามารถสร้างสถานการณ์ตัวอย่างหรือปัญหาที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกับปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยสร้างจากเรื่องราวในชีวิตประจำวันของนักเรียนเองได้อย่างน่าสนใจ เช่น ในการให้นักเรี้นสร้างโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกับโครงสร้างความสัมพันธ์ของแผนภาพจากหนังสือเรี้นที่ไม่มีโจทย์ปัญหาในลักษณะนั้นปรากฏอยู่ในหนังสือเรี้นของนักเรียนเลข นักเรียนก็ยังสามารถสร้างโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกับแผนภาพดังกล่าวที่ตนเองได้อย่างน่าสนใจ ดังตัวอย่างที่ยกมาแสดงไว้ในหน้าต่อไป

ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกับแผนภาพ ต่อไปนี้

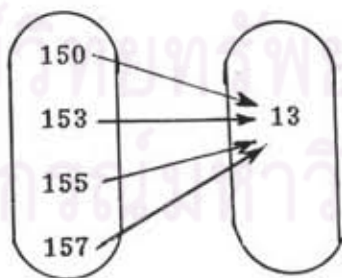


โครงสร้างความสัมพันธ์ของแผนภาพข้างบนนี้คือ การจับคู่ระหว่างสมาชิกของกลุ่มที่ 1 กับสมาชิกของกลุ่มที่ 2 โดยที่สมาชิกแต่ละตัวในกลุ่มที่ 1 จับคู่กับสมาชิกตัวเดียวกันในกลุ่มที่ 2

ตัวอย่างของโจทย์ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้น มีดังนี้

ตัวอย่างที่ 1: อ้อฮ ผน ปลา หนึ่ง เป็นเพื่อนกัน ทั้งสี่คนมีอายุเท่ากันคือ 13 ปี แต่มีส่วนสูงไม่เท่ากัน คือ อ้อฮสูง 153 ซม. ผนสูง 150 ซม. ปลาสูง 155 ซม. หนึ่งสูง 157 ซม.

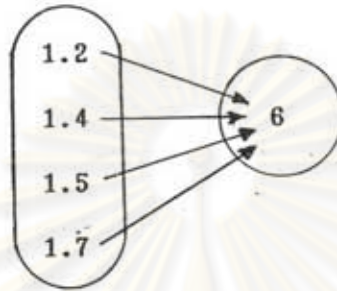
เขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ความสูง (ซม.) อายุ (ปี)

ตัวอย่างที่ 2: มีส้มอยู่ 4 จาน แต่ละจานมี 6 ผล แต่มีน้ำหนักไม่เท่ากัน จานแรกหนัก 1.2 กก. จานที่ 2 หนัก 1.4 กก. จานที่ 3 หนัก 1.5 กก. จานสุดท้ายหนัก 1.7 กก.

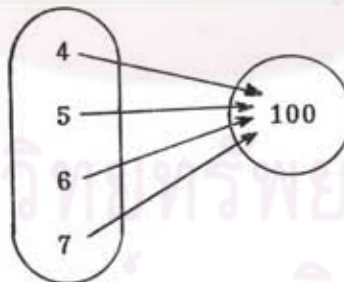
เขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



น้ำหนัก (กก.) จำนวนส้ม (ผล)

ตัวอย่างที่ 3: บัณฑิตเข้าสวนสราญ ราคาใบละ 100 บาท เข้าไปเที่ยวเล่นได้ทั้งวัน

เขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



เวลาที่เข้าไป (ชั่วโมง) ราคา (บาท)

นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่า ในการสร้างโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนกับ โจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ นั้น นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสามารถ สร้างโจทย์ปัญหาซึ่งประกอบด้วยสิ่งที่มีความแตกต่างกับสิ่งที่อยู่ในโจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้เป็น อย่างมาก ในขณะที่นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำสร้างโจทย์ปัญหาซึ่ง

ประกอบด้วยสิ่งทีคล้าย ๆ กับสิ่งที่อยู่ในโจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้

ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโอนเชิงอุปมาอุปไมยในระหว่างการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังที่อภิปรายมาข้างต้นนี้ สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนการสอนของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้ และสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนข้อที่กำหนดให้ทำในแต่ละครั้ง

2.2 การประเมินผลหลังการเรียนการสอน ได้ผลการประเมินดังนี้

2.2.1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลจากการทดสอบด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องคู่อันดับและกราฟ อัตราส่วนและร้อยละ และเรื่องจำนวนเต็ม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 63.22 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มเป็นจำนวนร้อยละ 77.03 ของจำนวนนักเรียนที่ได้รับการทดสอบ

2.2.2 ด้านความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลจากการทดสอบด้วยแบบสอบความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65.77 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนร้อยละ 82.09 ของจำนวนนักเรียนที่ได้รับการทดสอบ

2.2.3 ด้านความสามารถในการถ่ายโอนเชิงอุปมาอุปไมย ผลจากการทดสอบด้วยแบบสอบความสามารถในการถ่ายโอนเชิงอุปมาอุปไมย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 48.56 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มเป็นจำนวนร้อยละ 50.68 ของจำนวนนักเรียนที่ได้รับการทดสอบ

เมื่อพิจารณาผลการประเมินหลังการเรียนการสอน พบว่า การสอนคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายทอดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับที่นำ
พอใจ

อย่างไรก็ตาม เมื่อประเมินโดยรวมทั้งในระหว่างการเรียนการสอนและภายหลังการ
เรียนการสอน สรุปได้ว่า ในการนำรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ขึ้นคอน
การสอนหลัก 3 ชั้นของรูปแบบการสอน อันได้แก่ ชั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ชั้นดำเนิน
กิจกรรมไตร่ตรอง และชั้นสรุปโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมย่อยต่าง ๆ ทั้ง
ที่เป็นกิจกรรมรายบุคคล กิจกรรมกลุ่มย่อย และกิจกรรมกลุ่มใหญ่ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายทอดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน
ระดับที่พึงประสงค์ ส่วนในด้านความสามารถในการถ่ายทอดเชิงอุปมาอุปไมยนั้น ความสามารถ
ในการรับรู้โครงสร้างความสัมพันธ์ที่เหมือนกันจากสถานการณ์ที่นำมาใช้ทดสอบนั้นขึ้นอยู่กับความรู้
ความเข้าใจในมโนทัศน์เฉพาะเรื่องของสิ่งที่นำมาสร้างเป็นสถานการณ์ทดสอบด้วย ดังนั้น
นักเรียนจึงสามารถรับรู้โครงสร้างความสัมพันธ์ที่เหมือนกันจากสถานการณ์ที่นักเรียนมีความเข้าใจ
เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม ประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับจากการสร้างโจทย์ปัญหาใหม่ให้มีโครง
สร้างความสัมพันธ์เหมือนกับโจทย์ปัญหาเดิม จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสามารถรับ
รู้โครงสร้างความสัมพันธ์ที่เหมือนกันจากสถานการณ์ต่าง ๆ และนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อย่าง
กว้างขวางในอนาคตเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องต่าง ๆ มากขึ้น

อนึ่ง กิจกรรมไตร่ตรองในรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
นั้น ถ้านักเรียนได้มีโอกาสกระทำอย่างต่อเนื่องและถ่ายทอดไปใช้ในสาขาวิชาอื่น ๆ และในชีวิต
ประจำวันด้วย นอกจากจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้ว
ยังอาจช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาอื่น ๆ และการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน
และอนาคตซึ่งเป็นสังคมข้อมูลที่นักเรียนต้องเผชิญกับข้อมูลต่าง ๆ รอบด้าน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่
นักเรียนจะต้องรู้จักพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่ปรากฏ ก่อนที่จะลงข้อสรุปซึ่ง
สามารถขจัดความขัดแย้งระหว่างบุคคล ภายในบุคคลและระหว่างความเชื่อกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถนำรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างและตรวจสอบโมเดล การคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองโดยอาศัยประสบการณ์เดิมและการแลกเปลี่ยนทางสังคมเป็นเครื่องมือ และมีความสามารถในการนำความรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในสถานการณ์อื่น หรือนำความรู้จากบริบทความรู้หนึ่งไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในบริบทความรู้อื่นได้

1.2 รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เหมาะสำหรับใช้ในการ

1.2.1 พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง

1.2.2 พัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

1.2.3 พัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนเชิงอุปมาอุปไมยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง

1.3 ครูผู้สอนอาจจะนำรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นในระดับชั้นอื่น หรือปรับใช้กับเนื้อหาวิชาอื่นได้ตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกรอบกว้าง ๆ ที่ผู้ประสงค์จะสร้างรูปแบบการสอนสามารถนำกรอบแนวคิดนี้ไปสร้างรูปแบบการสอนใหม่ที่มีรายละเอียดขั้นตอนเฉพาะแตกต่างจากรูปแบบการสอนในการวิจัยนี้

2.2 จากผลการทดลองใช้รูปแบบการสอนนี้เป็นเวลา 10 สัปดาห์ รวม 30 คาบ พบว่าในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ผลดีที่สุดต่อนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง ดังนั้น จึงน่าจะได้มีการนำรูปแบบการสอนนี้ไปทดลองสอนเป็นระยะเวลานานขึ้น เพื่อศึกษาว่าจะมีผลในด้านต่าง ๆ ต่อนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำอย่างไรบ้าง

2.3 น่าจะได้มีการนำรูปแบบการสอนนี้ไปทดลองใช้เพื่อศึกษาตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ

2.4 แบบการวิจัยที่ใช้มากในกลุ่มนักวิจัยในแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มักจะเป็นการวิจัยในเชิงคุณภาพ เช่น การสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา การถาม-ตอบในชั้นเรียน การสังเกตพฤติกรรมการสร้างมโนทัศน์ การคำนวณ หรือการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉพาะเรื่อง การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน เป็นต้น จึงน่าจะได้มีการศึกษาและตรวจสอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในเชิงคุณภาพด้วย

2.5 น่าจะได้มีการนำรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ไปใช้ซ้ำ โดยให้ผู้วิจัยกับผู้สอนเป็นคนละคนกัน ผู้วิจัยทำการสังเกตเพื่อศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในระหว่างที่ผู้สอนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอนในรูปแบบการสอน ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการสอนอย่างเป็นระบบระเบียบและอย่างมีนิจนิเคราะห์อาจนำมาใช้พัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้บรรลุผลได้ในระดับที่พึงประสงค์ยิ่งขึ้น