

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดกับกลุ่มปกติ
3. เปรียบเทียบความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด
4. เปรียบเทียบความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดกับกลุ่มปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครศรีธรรมราช กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนท่านครญาติวิโรฒวิทยาสังเกตสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดกลาง มีสภาพที่เหมาะสมกับการเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากการตรวจสอบพบว่ามีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เลือกเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ได้แบ่งเป็น 2 ห้อง คือห้อง

ม.2/2 และห้อง ม.2/4 แต่ละห้องมีนักเรียน 40 คน โดยผู้วิจัยนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2550 ของทั้ง 2 ห้อง มาวิเคราะห์หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของนักเรียนห้อง ม.2/2 แต่ละห้องมีนักเรียน 44 และ 42 คนตามลำดับ โดยผู้วิจัยนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2550 ของทั้ง 2 ห้องมาวิเคราะห์ เพื่อมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลดังนี้ นักเรียนห้อง ม.2/2 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 70.39 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 12.48 และ นักเรียนห้อง ม.2/4 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 62.14 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 14.48 แล้วจึงนำมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการกระจายของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยค่าที (t-independent) ผลการทดสอบพบว่านักเรียนทั้งสองห้อง มีค่ามัชฌิมเลขคณิตแตกต่างกัน แสดงว่า โดยเฉลี่ยนักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน แต่เนื่องจากภายหลังผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลองพบว่ามีจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างที่ผิดปกติ (outlier) ไม่เกาะกลุ่มอยู่ 6 คน ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ จึงได้ตัดจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผิดปกติออก คงเหลือจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ นักเรียนห้อง ม. 2/2 และ ห้อง ม. 2/4 จำนวนห้องละ 40 คน แล้วมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลดังนี้ นักเรียนห้อง ม.2/2 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 68.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 11.62 และ นักเรียนห้อง ม.2/4 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 63.60 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 13.22 แล้วนำมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการกระจายของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยค่าที (t-independent) ผลการทดสอบพบว่านักเรียนทั้งสองห้องเรียน มีค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกัน แสดงว่า โดยเฉลี่ยนักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แล้วไม่แตกต่างกัน (แสดงในภาคผนวก จ หน้า 194)

หลังจากนั้นผู้วิจัยจับฉลากเพื่อจัดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งสองห้อง โดยให้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด และ

อีกห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนห้อง ม.2/2 เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนห้อง ม.2/4 เป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด และแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งได้แยกแผนไว้ มีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 15 แผน ใช้เวลาในการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแผนละ 1 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุง และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.71 ค่าความยากเป็น 0.40 - 0.66 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.20 - 0.45 (ในภาคผนวก ง หน้า 183)

3. แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบประเมินค่า 4 ระดับ ตามแบบ Likert จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 30 นาที มีค่าความเที่ยงเป็น 0.90 และอำนาจจำแนกรายข้อ ซึ่งทดสอบด้วยค่าที (t-test แสดงไว้ในภาคผนวก ง หน้า 191-192) ผ่านเกณฑ์ทั้ง 30 ข้อ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แล้วดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ก่อนที่จะนำผลจากการทดสอบทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

## 1. สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น ปรากฏผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดย

ใช้กลวิธีการรู้คิดมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำคือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด มีความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดมีความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## 2. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยมีประเด็นที่สามารถนำมาอภิปรายผลได้ใน 2 ประเด็น ดังนี้

2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.2 การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

### 2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 22.75 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.83 และยังมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานในข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ที่ได้กำหนดไว้

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด มีหลักการสอนที่เน้นการฝึกฝนควบคุมและตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองในขณะที่ทำการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการรู้คิด ซึ่งจะมีการทำความเข้าใจปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กลวิธีที่หลากหลายในการวิเคราะห์ข้อมูลและทำความเข้าใจปัญหา เช่น การอ่านโจทย์ซ้ำ การถามตนเองเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่เป็นเป้าหมายของโจทย์

การนำความรู้เดิมด้านคณิตศาสตร์มากำหนดวิธีการแก้ปัญหา การทำร่องรอยในสิ่งที่เป็นเป้าหมายของปัญหาและสิ่งที่เป็นข้อมูลสำคัญ การสร้างตัวแทนของปัญหาเพื่อสะดวกในการจดจำและนำไปใช้ รวมทั้งการประเมินความเข้าใจของตนเอง นักเรียนได้ฝึกการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาโดยมีการไตร่ตรองอย่างรอบคอบหลังจากที่ได้ทำความเข้าใจปัญหา ทราบเป้าหมาย ทราบข้อมูลและเงื่อนไขอย่างเพียงพอ แล้วจึงนำมาสู่การเขียนลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา โดยในระหว่างที่นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหามาตามขั้นตอนที่วางไว้ นักเรียนได้มีการตรวจสอบความก้าวหน้าในการหาคำตอบของตนเองอยู่เป็นระยะ ซึ่งหากพบข้อบกพร่องหรือไม่เป็นไปตามที่ได้วางแผนไว้ นักเรียนจะมีการตัดสินใจเปลี่ยนหรือเลือกใช้วิธีการอื่นในการแก้ปัญหานั้นๆ เพื่อทำให้ง่ายต่อการแก้โจทย์ปัญหา นอกจากนี้นักเรียนยังได้ประเมินความถูกต้องในส่วนของการทำงานทำความเข้าใจปัญหา นั่นคือการตรวจสอบความสอดคล้องของการทำงานทำความเข้าใจปัญหากับแผนที่กำหนดไว้ และรวมถึงการประเมินการดำเนินการแก้ปัญหานั้นๆ นักเรียนได้มีการไตร่ตรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ และวิธีที่ใช้คิดคำนวณหาคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ทำให้นักเรียนมีความคิดรอบคอบ ทราบจุดบกพร่องหรือจุดดีของตนเอง รวมทั้งได้มีการย้อนกลับไปแก้ไขหรือพัฒนาให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Baker และ Brown (1984: 501-503) ได้ทำการศึกษาพบว่า กลวิธีการรู้คิดสามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นได้ในตัวบุคคล ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาการด้านการคิดทั้งหลายโดยเฉพาะความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและจากการศึกษาวิจัยของ Swanson (1990: 306-314) ทำให้ทราบว่าความรู้ด้านการรู้คิดเป็นตัวทำนายความสามารถในการแก้ปัญหานั้นได้

นอกจากนี้ในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้น ได้มีส่วนในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้นแก่นักเรียนดังรายละเอียดในแต่ละขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาอย่างถี่ถ้วน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตัดสินใจเลือกใช้กลวิธีการที่เหมาะสมที่ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ การวงกลมหรือการทำเครื่องหมายในส่วนที่เป็นข้อมูลสำคัญ การทำตาราง การวาดภาพ การแยกโจทย์ออกเป็นส่วนๆ การสร้างรายการ ฯลฯ ในขั้นนี้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกการถามตนเอง เช่น "โจทย์ต้องการอะไรหรือโจทย์ถามหาอะไร" "โจทย์บอกอะไรมาบ้างหรือทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากโจทย์อะไรบ้าง" "มีสิ่งที่ต้องการทราบเพิ่มเติมอะไรบ้าง" "ส่วนไหนไม่เกี่ยวข้องควรตัดออกไป" เมื่อผู้เรียนทราบเงื่อนไขจากโจทย์ก็พยายามระลึกถึงรูปแบบโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายกันจากที่ตนเคยมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเริ่มต้นเรียบเรียงโจทย์ใหม่โดยใช้ถ้อยคำตามความเข้าใจของตนเอง ซึ่งอาจจะเขียนเป็นสูตร สมการ ตัวแปรหรือ



สิ่งที่แทนความเข้าใจของตัวเอง หลังจากนั้นก็ประเมินความยากของโจทย์และโอกาสที่ตัวเองจะแก้ไขปัญหานั้นได้สำเร็จ ในขณะที่เดียวกันผู้เรียนก็จะกำกับตนเองต่อไปว่าควรแก้ไขหรือทำต่อไปอย่างไร เช่น โจทย์ข้อนี้กำหนดให้หาพื้นที่ของที่ดิน โดยกำหนดหน่วยเป็นตารางเมตร แต่ต้องการคำตอบหน่วยเป็นไร่ ซึ่งถ้าผู้เรียนไม่ทราบเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนหน่วยก็ไม่สามารถแก้ไขโจทย์ข้อนี้ได้สำเร็จ นักเรียนก็จะคิดต่อไปว่าจะแก้ปัญหายังไงและควรทำอย่างไรถึงจะทราบการเปลี่ยนหน่วยนี้ได้ เช่น ค้นหาค่าจากปกหลังสมุด หรือค้นในหนังสือแบบเรียน เป็นต้น

ขั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนมีการคิดเพื่อการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา กรณีโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนก็จะแยกเป็นเป้าหมายย่อย และเป้าหมายสุดท้ายตามที่โจทย์ต้องการ หลังจากนั้นก็จะวางแผนเป้าหมายย่อยที่ละส่วนจนไปสู่เป้าหมายสุดท้ายที่โจทย์ต้องการ พร้อมกันนี้ก็กำหนดวิธีการคิดคำนวณไว้ด้วย เช่น การทำให้อยู่ในรูปสมการ หรือประโยคสัญลักษณ์ การสร้างตาราง การสร้างรายการ ฯลฯ เช่น ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนมากกว่าสองจำนวนของปุ๋ยชนิดหนึ่งมีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและส่วนผสมอื่นเป็น 1:2:1:6 ตามลำดับ แล้วให้นักเรียนหาน้ำหนักของส่วนผสมของแต่ละอย่าง ถ้าปุ๋ยชนิดนี้หนัก 1,000 กิโลกรัม ซึ่งในขั้นนี้ นักเรียนจะทราบเป้าหมายของโจทย์แล้วคือ ต้องหาน้ำหนักของส่วนผสมแต่ละอย่างของปุ๋ยชนิดนี้ นักเรียนจะนำมาวางแผน โดยการสร้างรายการ ดังนี้ 1) นำส่วนผสมแต่ละชนิดมารวมกันเป็นส่วนผสมทั้งหมด 2) กำหนดตัวแปรแทนส่วนผสมที่ต้องการทราบ 3) เขียนอัตราส่วนของส่วนผสมนั้นต่อส่วนผสมทั้งหมด 4) เขียนสัดส่วนของส่วนผสมนั้น 5) แก้สมการหาค่าตัวแปรของส่วนผสมนั้น 6) หาส่วนผสมที่เหลือต่อไป แต่จากการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะสร้างรายการแบบสั้นๆ 4 รายการ คือ 1) หาส่วนผสมรวม 2) กำหนดตัวแปร 3) เขียนสัดส่วน 4) แก้สมการหาค่าตัวแปร อีกตัวอย่างหนึ่งในเรื่องของมาตราส่วนในแผนผัง โดยให้นักเรียนหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจริง ซึ่งมีมาตราส่วนในแผนผังเป็น 1 ซม. : 100 ม. แผนผังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 10 ซม. และยาว 12 ซม. พบว่านักเรียนมีการวางแผน โดยการเขียนรายการ ดังนี้

1. หาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

สูตร กว้าง x ยาว

2. หาความกว้าง โดย  $\rightarrow$  1 ซม. คูณ 10: 100 ม. คูณ 10

หาความยาว โดย  $\rightarrow$  1 ซม. คูณ 12: 100 ม. คูณ 12

3. หาผลคูณ

นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างการวางแผนโดยการเขียนสูตร พบในเรื่องของการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ เช่น  $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$

ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่านักเรียนใช้เวลาในขั้นนี้มากซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของStillman and Galbraith (1998) ที่พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีแนวโน้มที่จะหมกมุ่นต่อการแก้ปัญหาในขั้นวางแผนมากที่สุด

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำกับตนเองให้แก้ปัญหาเป็นไปตามแผนที่ได้วางไว้ ได้เตือนตนเองหรือถามตนเอง(self-talk)ตลอดการคิดแก้ปัญหาว่าดำเนินไปตามขั้นตอนของแผนหรือไม่ รวมทั้งตัดสินใจว่าจะยังคงคิดวิธีเดิมหรือเปลี่ยนแนวทางใหม่ในกรณีที่ยังหาคำตอบไม่ได้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดทางด้านเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาว่ายังมีเหลือเพียงพอที่จะเริ่มใช้วิธีอื่นหรือไม่ เนื่องจากขั้นนี้เป็นกระบวนการภายในที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล และขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของแต่ละคนด้วย จึงวิเคราะห์ผลที่ได้จากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการสังเกตพฤติกรรมจะเห็นว่านักเรียนครุ่นคิด ใช้เวลาในการคิดแก้ปัญหา มากน้อยแตกต่างกันตามความสามารถของแต่ละคน (ตั้งแผนภาพในภาคผนวก จ หน้า 201) และจากการสัมภาษณ์พบว่า ในขั้นนี้นักเรียนจะระลึกถึงสูตรต่างๆ รวมทั้งสูตรคุณกฎเกณฑ์การบวก ลบ คูณ หาร ของจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม ที่จำเป็นต้องใช้ในการคิดคำนวณ นักเรียนตรวจสอบตนเองโดยถามตนเองเป็นระยะว่าเป็นเป้าหมายที่โจทย์ต้องการหรือไม่ สอดคล้องกับแผนที่วางไว้หรือไม่ หรือใช้เวลานานเกินไปสำหรับข้อนี้หรือไม่ เช่น ในการหาอัตราส่วนของกรอบหน้าต่างบานหนึ่งมีความกว้าง 90 ซม. สิ่งที่นักเรียนต้องระลึกถึงคือ อัตราส่วนของโดยประมาณ(ความยาวต่อความกว้าง เป็น 1.618:1) สูตรคูณแม่9 เพื่อนำมาใช้ในการคูณกับ 1.618 แล้วคูณต่อด้วย 10 หรือ ความรู้เรื่องการคูณทศนิยม เมื่อได้ผลคูณแล้วก็จะถามตัวเองว่า ไซ้คำตอบที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ถึงขั้นตอนไหนของแผนแล้วต้องทำอะไรต่อไป เป็นการควบคุมวิธีการคิดหาคำตอบให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ (keep track)

ขั้นที่ 4 การประเมินความถูกต้อง เป็นขั้นที่นักเรียนทบทวนความถูกต้องของการทำความเข้าใจปัญหาและการกำหนดโครงสร้าง กับความถูกต้องของการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนต้องถามตนเองถึงสิ่งต่อไปนี้ 1) การประเมินความถูกต้องของการทำความเข้าใจและการกำหนดโครงสร้างของปัญหา ได้แก่ สิ่งแทนความเข้าใจโจทย์มีเพียงพอหรือไม่ เช่น การเขียนโจทย์ใหม่ได้ใจความครบถ้วนถูกต้องหรือไม่ การเขียนภาพแทนโจทย์มีรายละเอียดที่ต้องการเพียงพอหรือไม่ วางแผนได้ครอบคลุมสอดคล้องกับเป้าหมายตามที่โจทย์ต้องการหรือไม่

2) การประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนตรวจสอบดูวิธีการทำ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคิดคำนวณ ความสอดคล้องตามแผนที่วางไว้หรือไม่ หากนักเรียนค้นพบข้อผิดพลาดที่ขั้นตอนใดก็จะย้อนกลับไปเพื่อแก้ไขปรับปรุง ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง จากการวิเคราะห์แบบฝึกกลวิธีการรู้คิดพบว่านักเรียนได้ทำเครื่องหมายแสดงถึงการได้ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนและคำตอบที่ได้ของตนเอง ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนกับเป้าหมายของโจทย์ และจากการการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนมีการตรวจสอบคำตอบของขั้นตอนย่อยๆ โดยการนำเครื่องคิดเลขมาตรวจสอบคำตอบ หรือการนำผลลัพธ์ที่ได้แทนค่าลงในตัวแปรแล้วพบว่าเป็นจริง เป็นต้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเกตและสัมภาษณ์พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองขณะทำแบบทดสอบย่อยส่วนใหญ่ทำเสร็จแล้วแต่ไม่ยอมส่ง เพราะต้องการใช้เวลาที่เหลือในการตรวจสอบคำตอบทั้งหมด

สำหรับนักเรียนในกลุ่มควบคุมนั้นมีการสอนการแก้ปัญหาตามแนวการจัดการเรียนรู้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กล่าวคือ การทำความเข้าใจปัญหา โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ทำความเข้าใจเพื่อหาได้ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์มีอะไรบ้าง โดยให้นักเรียนขีดเน้นหรือทำเครื่องหมายในส่วนต่างๆ ของโจทย์ เป็นการตัดข้อมูลที่ไมเกี่ยวข้องออกไป จากนั้นจึงวางแผนการแก้ปัญหาโดยเลือกกลวิธีที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหาต่อเนื่องกัน การประเมินคำตอบกระทำโดยแทนค่าผลลัพธ์ในตัวแปร ถ้าตรงกันก็ถือว่าเป็นคำตอบได้เลย แต่ถ้าไม่ก็ไม่ต้องตรวจสอบย้อนกลับไปจนพบจุดบกพร่อง หรือไม่ก็ตรวจสอบจากขั้นตอนแรกไปเรื่อยๆ จนพบจุดบกพร่อง จะเห็นได้ว่ากระบวนการดังกล่าวเป็นไปตามลำดับ(sequence) ซึ่งโจทย์ปัญหาขั้นตอนเดียว นักเรียนในกลุ่มควบคุมสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ แต่เมื่อเผชิญกับโจทย์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นเป็นสถานการณ์ที่สมมติขึ้นในชีวิตจริงจากหนังสือสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็น การเสริมความรู้จากสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ การตรวจสอบความคิดเป็นระยะ (cyclic) หรือการรู้คิดนั้นเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องคิดให้รอบคอบ และสามารถทำได้ดีในนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงอยู่แล้ว แต่จากที่ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมนั้นน่าจะเป็นเพราะนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางหรือต่ำได้มีโอกาสฝึกใช้ขั้นตอนของกลวิธีการรู้คิดหรือกลวิธีที่ช่วยในการกำกับความคิดของตนเอง ทำให้ความคิดของตนเองเป็นระบบและมีทิศทางมากขึ้น อีกทั้งเป็นการเพิ่มศักยภาพของการติดตามความคิดของตนเองทำให้นักเรียนรับรู้ความสามารถของตนเองอยู่เป็นระยะ ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหานั้นได้ดีขึ้น ซึ่งในการฝึกใช้กลวิธีการรู้คิดนั้นเน้นการฝึกรายบุคคล เพื่อเปิดโอกาสให้ทุกคนได้เพิ่มศักยภาพของความคิดของตนเองได้ สอดคล้องกับ Bundura และ Schunk (1981: 586-598) กล่าวไว้ว่า



การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่กำหนดการกระทำกิจกรรมของบุคคล ผู้ที่มีการรับรู้ในความสามารถของตนเองเมื่อเผชิญกับอุปสรรคต่างๆ จะมีความกระตือรือร้นและใช้ความพยายามมุ่งมั่นในการทำงานมากขึ้น

การที่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกตินั้น ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดของงานวิจัยของ Guernon (1989: 2768) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนกลวิธี (Heuristic) ในการแก้ปัญหาภายใต้ระบบการควบคุมด้านการรู้คิดที่มีต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วย Heuristics ในการแก้โจทย์ปัญหา ภายใต้ระบบการควบคุมด้านการรู้คิด กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลายๆ อย่าง แต่ไม่ได้รับการสอนกลวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เหมือนอย่างกลุ่มแรก กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงสุด รองลงมา เป็นนักเรียนในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ตามลำดับ ผลการวิจัยนี้แสดงว่า การฝึกนักเรียนโดยเน้นการควบคุมการคิดของตนเองหรือเน้นการควบคุมด้านการรู้คิดมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนและงานวิจัยของสมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย (2540) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognitionชั้นที่มีต่อเมตาคognitionชั้น และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการศึกษานำร่องเพื่อปรับปรุงรูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognitionชั้น ส่วนระยะสองเป็นการทดลองใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคognitionชั้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน กลุ่มทดลองฝึกด้วยรูปแบบเพื่อพัฒนา เมตาคognitionชั้น และทำแบบฝึกหัดวันละ 45-50 นาทีทุกวัน เป็นเวลา 16 วัน กลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง แต่ไม่ได้ฝึกเมตาคognitionชั้น และไม่ได้รับผลป้อนกลับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นมาตรวัดเมตาคognitionชั้น การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง และการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเมตาคognitionชั้นทั้งในงานด้านการอ่านตำรา และในงานด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งในระยะหลังการทดลองและในระยะติดตามผล และกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล จากข้อสรุปผลการวิจัย สนับสนุนดังกล่าวกว่าข้างต้น จึงอาจสรุปได้ว่าการที่นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีกลวิธีการรู้คิด มีผลทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการรู้คิดนั้นสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ และยังสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## 2.2 การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดมีความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ได้กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังพบอีกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดยังมีความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ที่ได้กำหนดไว้

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ความสามารถในการกำกับตนเองที่นักเรียนพัฒนาขึ้นนั้นเกิดจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด โดยที่นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนการคิด ได้รับการกระตุ้นให้เกิดความสนใจต่อสิ่งที่เรียนรู้และเชื่อมโยงกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์ เกิดแรงจูงใจและใส่ใจ มุ่งหวังอยากจะทำประสบความสำเร็จในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zimmerman (1989: 329) ที่ได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้มีการนำขั้นตอนกลวิธีที่ได้รับการฝึก ได้แก่ การประเมินตนเอง การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้ การตั้งเป้าหมายและการวางแผน การค้นหาข้อมูล การจดบันทึกและการเตือนความจำ การจัดสภาพแวดล้อม การให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง การท้อแท้และการจดจำ การขอความช่วยเหลือทางสังคมและการทบทวนบันทึกต่างๆ มาใช้ในการทำงานของตนเองซึ่งถือว่าการกำกับและควบคุมตนเองนั้นส่งผลต่อการเรียนรู้ของตัวผู้เรียนซึ่งนักเรียนได้ดำเนินการกำกับเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และทักษะต่างๆ โดยมีกรู้คิด มีแรงจูงใจที่จะกระทำด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พบลักษณะการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ในขณะที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดเป็นดังนี้

1) ด้านการประเมินตนเอง ด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จของตนเอง และลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง และด้านการท้อแท้และการจดจำ

หลังจากที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เสร็จสิ้นแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้สั่ง

แบบฝึกหัดเรื่องการประยุกต์อัตราส่วนและร้อยละเป็นการบ้าน พบว่าในคาบว่างมีนักเรียนจากกลุ่มทดลองจำนวนหนึ่งได้ทำแบบฝึกหัดที่ห้องหมวดคณิตศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยได้ประจำอยู่และได้ถามถึงเหตุผล นักเรียนให้เหตุผลว่า

“เห็นว่าครูอยู่ในห้องจึงสะดวกที่จะถามเมื่อมีข้อสงสัย” (จากผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก ข หน้า 199)

แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการกำกับตนเองในด้านการประเมินตนเอง คือการตรวจสอบความเข้าใจของตนเองหลังจากได้เรียนเนื้อหาที่จับโดยรีบทำแบบฝึกหัดเพื่อจะได้พบจุดที่ตนเองไม่เข้าใจและกำกับตนเองในด้านการขอความช่วยเหลือทางสังคมต่อไป จากการวิเคราะห์จากแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดของนักเรียนพบว่า ในขั้นการประเมินความถูกต้อง นักเรียนได้ตรวจสอบดูว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือไม่ และพิจารณาว่าเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์นั้นโดยการคิดทบทวนตามขั้นตอนที่ได้วางแผนอีกครั้งหนึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล (2533) ที่ว่าวิธีการทบทวนคำตอบและแผนของนักเรียนคือการคิดทบทวนตั้งแต่ต้นใหม่ นักเรียนอีกคนให้เหตุผลว่า

“เพื่อจะได้มีเวลาเหลือไปเล่น ดูทีวี หรือเล่นเน็ต” (จากผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก ข หน้า 199)

แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการกำกับตนเองในด้านการให้รางวัลต่อความสำเร็จของตนเองและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเอง นักเรียนอีกคนให้เหตุผลว่า

“กลัวลืมเนื้อหาจึงรีบทำแบบฝึกหัด” (จากผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก ข หน้า 199)

แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการกำกับตนเองในด้านการท่องซ้ำและการจดจำ

## 2) ด้านการจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้

จากวิเคราะห์จากแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดของนักเรียนในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา พบว่า

- นักเรียนส่วนใหญ่จะเขียนข้อความเดิมที่โจทย์ให้มาอย่างสั้นๆ ตามความเข้าใจของตนเองเพราะเห็นว่าสะดวกรวดเร็ว มีส่วนน้อยที่จะเขียนตามข้อความที่โจทย์ให้มาทั้งหมด

- นักเรียนจะใช้ปากกาหรือดินสอขีดเส้นใต้หรือวงกลมข้อความสำคัญของโจทย์ปัญหานั้นๆ ทุกครั้ง

## 3) ด้านการตั้งเป้าหมายและการวางแผน และด้านการค้นหาข้อมูล

ในการทำแบบฝึกหัดนักเรียนจากกลุ่มทดลองหลายคนจะเลือกทำข้อที่

ง่ายหรือข้อที่ทำได้ก่อน ก่อนที่จะกลับไปทำข้อยากที่เหลือทั้งนี้เห็นได้จาก สมุดแบบฝึกหัดของนักเรียนไม่ได้ทำเรียงข้อซึ่งผู้วิจัยได้สอบถาม สาเหตุที่เลือกทำบางข้อก่อนนั้น เนื่องจากนักเรียนจะเลือกทำข้อที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่าง ทำให้มีกำลังใจในการทำข้อต่อๆ ไป ส่วนข้อที่แปลกออกไปจะกลับไปทำที่บ้านเพื่อจะได้มีเวลาคิดไตร่ตรองหรืออาจให้พี่หรือผู้ปกครองที่บ้านแนะนำให้หรือจะไปค้นคว้าจากที่อื่นต่อไป

ก่อนดำเนินการสอนแต่ละครั้ง ผู้วิจัยได้สอบถามนักเรียนกลุ่มทดลองถึงจุดประสงค์ของการเรียนในคาบนี้ ซึ่งเป็นการกำหนดเป้าหมายในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แต่ละคาบเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้วางแผนการกำกับตนเองในเรียนรู้

จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกกลวิธีการรู้คิดของนักเรียนในชั้นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะเลือกและตัดสินใจเลือกกกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่ตรงกับลักษณะของปัญหาหรือเป้าหมายและมีนักเรียนบางส่วนเลือกใช้กกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ตรงกับลักษณะของโจทย์ปัญหาแต่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้

#### 4) ด้านการจัดบันทึกและการเตือนความจำ

จากการวิเคราะห์แบบบันทึกกกลวิธีการรู้คิดของนักเรียนในชั้นการดำเนินการแก้ปัญหา จากการสอบถามนักเรียนพบว่านักเรียนจะควบคุมความคิดของตนเองในขณะที่แก้โจทย์ปัญหา ซึ่งส่วนใหญ่ได้ปฏิบัติแต่ไม่ได้บันทึกลงในแบบบันทึกกกลวิธีการรู้คิด เนื่องจากนักเรียนจะตอบคำถามตนเองในใจเสมอในขณะที่แก้โจทย์ปัญหา

#### 5) ด้านการจัดสภาพแวดล้อม

เนื่องจากห้องเรียนเป็นห้องปฏิบัติการ ซึ่งอยู่ริมสุดของอาคาร มีหน้าต่าง 2 ด้าน โปร่งและมีแสงสว่างทั่วห้องเรียน การเรียนการสอนบางคาบต้องใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ พบว่าในคาบแรกที่ใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ มีนักเรียนแจ้งว่าไม่สามารถมองเห็นตัวอักษรที่เป็นโจทย์ปัญหาได้ ผู้วิจัยตั้งปัญหาโดยถามนักเรียนว่าต้องทำอะไรถึงจะมองดูชัดขึ้น มีนักเรียนหลายคนเสนอว่า เป็นเพราะห้องสว่างจ้าเกินไปต้องปิดไฟ และปิดหน้าต่างทุกบาน เพื่อให้ห้องมืดสนิท เป็นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา เมื่อได้คำตอบแล้วก็ให้นักเรียนตรวจสอบโดยการไปปิดไฟและหน้าต่างทุกบาน แต่ก็มีนักเรียนค้านว่า ทำให้ร้อนและอึดอัดควรปิดหน้าต่างและประตูที่ใกล้จอก็เพียงพอแล้ว เป็นการประเมินความถูกต้องของการแก้ปัญหา หลังจากนั้นในคาบหลังผู้วิจัยพบว่า เมื่อมีการเรียนการสอนที่ต้องใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะอีก นักเรียนจะช่วยกันปิดไฟและปิดประตูและหน้าต่างบางบานโดยครูไม่ต้องบอก สิ่งเหล่านี้สามารถแทรกโดยใช้ขั้นตอนของกกลวิธีการรู้คิดเพราะมีส่วนส่งเสริมการจัดสภาพแวดล้อมซึ่งอาจไม่ใช่โดยตรงแต่เป็นโดยอ้อมก็ได้

6) ด้านขอความช่วยเหลือทางสังคมและด้านการทบทวนบันทึกต่างๆ

นักเรียนจากกลุ่มทดลองบางกลุ่มมีการทบทวนเนื้อหาคณิตศาสตร์ก่อนมีการสอบ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนได้จับกลุ่มกันทำแบบฝึกหัดนอกเหนือจากที่ผู้วิจัยสั่ง บางครั้งเมื่อมีปัญหาที่ไม่เข้าใจก็จะมาถามผู้วิจัยหรือครูผู้สอนคนอื่นๆ (ดังภาพในภาคผนวก จ หน้า 202)

สำหรับนักเรียนในกลุ่มควบคุมการกำกับตนเองในด้านต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น จะพบในกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนดี จากการสังเกต จะมีเพียงกลุ่มเดียวเป็นกลุ่มเล็กประมาณ 4 – 5 คนที่จับกลุ่มกันเรียน และหาเวลาว่างมาถามสิ่งที่สงสัยจากผู้วิจัยหรือจากครูผู้สอนคนอื่นๆ ช่วยกันทบทวนบทเรียน และทำแบบฝึกหัดเสริม จากการตรวจแบบฝึกหัด ผู้วิจัยพบว่า มีนักเรียนที่ไม่เข้าใจเลยอยู่ 5 - 6 คน จึงได้สั่งให้นักเรียน 5 - 6 คนที่ไม่เข้าใจนั้นมาทบทวนและสอนให้ในเวลาว่าง ปรากฏว่า มาเพียงคนเดียว ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนคนนั้นถึงสาเหตุที่มาคนเดียว

*“เพราะผมอยู่ที่บ้านกับยายไม่มีพี่น้อง เวลาทำการบ้านผมไม่ทราบจะไปถามใครได้ เห็นจะมีครูเท่านั้นที่พอจะสอบถามได้ครับ ส่วนเพื่อนเขาค่อยมา ให้ผมล่วงหน้ามาก่อน”* (จากผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ในภาคผนวก จ หน้า 200)

ซึ่งภายหลังจากผู้วิจัยได้ทราบว่า สาเหตุที่นักเรียนที่เหลือไม่มานั้นเป็นเพราะรีบไปจองเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เปิดให้บริการในห้องสมุดที่มีอยู่ประมาณ 30 เครื่อง เพื่อจะเล่นอินเทอร์เน็ต ฟังเพลง ดูหนังหรือคุยกัน แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เหลือเหล่านี้มีการกำกับตนเองในการให้รางวัลต่อความสำเร็จและลงโทษต่อความล้มเหลวของตนเองน้อยมาก ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนเหล่านั้นว่า

*“ถึงไม่มาเพราะไม่ว่างก็ไม่ใช่ไร แต่งานที่ครูสั่งเธอทำผิดหมดเลยแสดงว่าไม่เข้าใจเลย อยู่ที่บ้านเธอพอจะถามพี่ พ่อหรือแม่ให้สอนให้ได้บ้างไหม”* (จากผล

การสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก จ หน้า 200)

ได้คำตอบจากนักเรียนมาว่า

*“พ่อกับแม่ผมแค่ให้ผมทำการบ้านให้เสร็จครับ ให้สอนไม่ได้ครับ”* (จากผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก จ หน้า 200)

และ

*“ผมค่อยมาลอกเพื่อนในตอนเช้าครับ”* (จากผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก จ หน้า 200)

และ



"ผมมีคีย์(เฉลยคำตอบ)จากสมุดรุ่นที่ครับ" (จากผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก ข หน้า 200)

และจากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตคือเด็กเหล่านี้ห้องสุตรคุณไม่ได้เลย เมื่อจำเป็นต้องคุณตัวเลขใดๆ ก็จะมีพลิกสมุดเพื่อดูสุตรคุณทุกครั้ง ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนทั้งสองห้อง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) ปรากฏว่าเกือบทั้งหมดที่ห้องสุตรคุณไม่ได้ทำให้ใช้เวลาในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละช้อนานมาก ผู้วิจัยได้นัดสอบห้องสุตรคุณทั้งสองห้องโดยให้หาเวลาว่างมาสอบ ปรากฏว่านักเรียนห้องกลุ่มทดลองมี 1 คนที่ไม่ยอมมาสอบและจากห้องกลุ่มควบคุมมีถึง 11 คนที่ไม่ยอมมาสอบซึ่งผู้วิจัยจะให้โอกาสผู้ที่มาสอบให้ท่องผ่านทุกคนแสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมมีการกำกับตนเองในด้านการท่องซ้ำและการจดจำน้อยกว่ากลุ่มทดลอง (จากผลการสัมภาษณ์การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก ข หน้า 199) ส่วนในด้านการจัดสภาพแวดล้อม ซึ่งใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะเหมือนกันนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีการกำกับตนเองโดยการลุกไปปิดไฟและปิดหน้าต่างเหมือนกลุ่มทดลอง แต่ไม่ได้นำวิธีการนั้นเข้าสู่กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแบบปกติ แต่มองแยกเป็นปัญหาอีกปัญหาหนึ่ง

สิ่งที่แตกต่างที่ผู้วิจัยเห็นได้ชัดระหว่างนักเรียนในกลุ่มควบคุมและทดลองคือการกำกับตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เนื่องจากนักเรียนในกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกการใช้กลวิธีการรู้คิด ทำให้ในการแก้โจทย์ปัญหาละเลยการตรวจสอบความเข้าใจของตนเองตลอดการแก้โจทย์ปัญหา ส่วนใหญ่ทำความเข้าใจปัญหา เพียงแค่อ่านโจทย์ให้เข้าใจ และจดจำสิ่งที่เป็นเป้าหมายของโจทย์และเงื่อนไขของโจทย์ ไม่ได้จัดรูปแบบและเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโจทย์เพื่อช่วยให้เข้าใจโจทย์ได้ดีขึ้น เนื่องจากไม่มีการกำกับตนเองเหมือนกับกลุ่มทดลองซึ่งจะมีแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดช่วยในการควบคุมการกำกับความคิดของตนเอง (ดังแผนภาพที่ 9 หน้า 202) จากนั้นนักเรียนในกลุ่มควบคุมจะวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาต่อเนื่องกันไป การใช้เวลาส่วนใหญ่จะหมกมุ่นในการทำความเข้าใจปัญหานั้นคืออ่านโจทย์ให้เข้าใจ ในด้านการทำแบบฝึกหัด ถ้าข้อไหนทำไม่ได้จะเว้นไว้ เมื่อทำเสร็จแล้วก็ไม่มีตรวจสอบงานเห็นได้จากการทดสอบแต่ละครั้งเมื่อทำเสร็จก่อนเวลา นักเรียนในกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่จะไม่นั่งทบทวนต่อ โดยจะส่งทันทีเมื่อเสร็จ จึงทำให้ขาดการตรวจงาน ขาดการประเมินตนเองอยู่เป็นระยะ เมื่อไม่มีการประเมินตนเองก็ไม่สามารถรับรู้ความสามารถของตนเอง ไม่มีแรงจูงใจในการกำกับตนเองหรือลงโทษตัวเองจึงเป็นการทำงานอย่างไม่ค่อยมีเป้าหมายเท่าที่ควร ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น จึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นที่แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สอดคล้องกับ Pape และ Smith (2002) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า การสอนการแก้ปัญหาโดยทั่วไปนั้น ครูผู้สอนมักคิดว่าผู้ที่แก้ปัญหาได้ดีคือผู้ที่แก้ปัญหาได้เร็ว และมักสอนให้ผู้เรียนได้ใช้กลวิธีหรือเทคนิคต่างๆ ช่วยแก้ปัญหานั้นได้อย่างง่ายดาย ดังนั้นเมื่อมีการทดสอบหรือทำแบบฝึกหัดแต่ละครั้ง นักเรียนจะคาดหวังว่าแก้ปัญหานั้นได้เพียง 2-3 นาที โดยคิดว่าข้อสอบหรือแบบฝึกหัดในข้อนั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับที่ครูสอน และมักจะล้มเหลวในการแก้ปัญหาเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาที่มีลักษณะแตกต่างออกไป ทำให้นักเรียนขาดทักษะการกำกับตนเองในการแก้ปัญหาได้อย่างแท้จริง ซึ่ง Schoenfeld (1987 cited in Pape and Smith, 2002) ได้กล่าวไว้ว่า การกำกับตนเองอยู่เป็นระยะ และเฝ้าดูกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองเป็นการรับประกันความถูกต้อง และเป็นการช่วยนักเรียนหลีกเลี่ยงที่จะแก้ปัญหาอย่างไม่มีเป้าหมายได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schraw และ Brooks (2000) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการช่วยให้นักเรียนกำกับตนเองเพื่อพัฒนาความตั้งใจและทักษะในการเรียนในหลักสูตรคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การรู้คิดมีส่วนช่วยในการกำกับตนเองเพราะการรู้คิดมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจและการคิดกับความรู้ที่เกี่ยวกับการกำกับตนเอง โดยเฉพาะความรู้ที่เกี่ยวกับการกำกับตนเองนั้นเกี่ยวข้องกับวางแผน การตรวจสอบและการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองซึ่งถ้าหากนักเรียนได้รับพัฒนาการรู้คิดจะส่งผลต่อการพัฒนาการกำกับตนเอง ถ้าหากนักเรียนมีความเข้าใจบทบาทการรู้คิดในการกำกับตนเอง จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการกำกับตนเอง ดังนั้นในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการตรวจสอบการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Peterson(1996 อ้างถึงใน สมบัติ โพธิ์ทอง, 2539) ที่ได้ศึกษาการใช้กลวิธีการวางแผน การทบทวน และการจดจำ การตรวจสอบตนเองและการประเมินในการกำกับตนเอง ซึ่งพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนการกำกับตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

### 3. ข้อสังเกตที่ได้จากการทดลอง

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิด ผู้วิจัยพบข้อสังเกตว่า

3.1 นักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ใช้เวลาในชั้นการทำความเข้าใจปัญหาน้อยกว่าชั้นอื่นๆ ซึ่งในชั้นนี้เป็นชั้นที่ใช้การรู้คติน้อยมากเพราะนักเรียนเริ่มเข้าใจกลวิธีการรู้คิดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อมีความชำนาญมากขึ้นก็จะรับผ่านชั้นตอนนี้เพื่อที่จะไปสู่ชั้นตอนต่อไป แต่

ใช้เวลาในชั้นการกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหาวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหามากกว่าในชั้นอื่นๆ

3.2 นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองใช้กลวิธีการทำเครื่องหมายเน้นสิ่งที่เป็เป้าหมายโจทย์ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ (ดังแผนภาพที่ 9 ในภาคผนวก ข หน้า 201)

3.3 นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความกระตือรือร้นที่จะกำกับตนเองในการท่องจำสูตรมากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม

3.4 นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความอยากรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมเพราะหลังมีการทดสอบย่อยทุกครั้ง มักจะรีบถามคะแนนและถามถึงคำตอบในข้อนั้นๆ

#### 4. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะจากการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

##### 1. ข้อเสนอแนะจากการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ควรฝึกโดยใช้ขั้นตอนกลวิธีการรู้คิดที่ไม่ซับซ้อนกับโจทย์ปัญหาต่างๆ สำหรับนักเรียนเพิ่งเริ่มต้นแล้วค่อยๆ เพิ่มความซับซ้อนขึ้นสำหรับนักเรียนผู้ชำนาญ

1.2 การฝึกการรู้คิดโดยใช้แบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดเพื่อให้นักเรียนมีการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้นนั้นถือว่ายังไม่เพียงพอ เพราะแบบบันทึกกลวิธีการรู้คิดมุ่งใช้กลวิธีการรู้คิดในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการกำกับตนเองทางด้านการรู้คิดหรือเป็นการกำกับความคิดของตนเองในขณะที่แก้ปัญหาเท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมการกำกับตนเองในการเรียนได้ครบทุกด้าน เช่นการกำกับตนเองด้านการจัดสภาพแวดล้อม การให้รางวัลและการลงโทษตนเอง ต้องอาศัยเวลา และการจัดบริบทการเรียนรู้เพื่อจะได้สังเกตการกำกับตนเองของนักเรียนอย่างได้ชัดเจน และบางครั้งจำเป็นต้องแนะวิธีการกำกับตนเองไปด้วย ประกอบไปกับการวางแผนการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้แก่นักเรียน

1.3 ก่อนสอนกลวิธีการรู้คิดควรสร้างความเชื่อให้เกิดขึ้นกับนักเรียนโดยชี้ให้เห็นถึงประโยชน์และคุณค่าของกลวิธีการรู้คิดในว่าช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาและการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างไรบ้างหลังจากนั้นควรแยกคาบสอนการนำกลวิธีการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนก่อนเพื่อ

ฝึกหัดให้นักเรียนเข้าใจขั้นต่างๆ อย่างชัดเจน เมื่อนักเรียนเริ่มเข้าใจแล้วก็สอนผสมผสานกับเนื้อหาการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นเนื้อหาที่กำลังเรียนในขณะนั้น

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงกับโลกจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

2.2 ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้การรู้คิดกับงานหรือกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนการสอนที่มีอยู่เป็นประจำว่า ลักษณะงานหรือกิจกรรมอย่างไรบ้างที่ส่งเสริมการรู้คิดของนักเรียน เช่น การทำแบบฝึกหัด การตั้งคำถาม การอภิปราย การสมมติสถานการณ์ การทำรายงาน เป็นต้น เพื่อนำผลที่ได้ไปวางแผนการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป