



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาในทัศนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ
2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการกับกลุ่มปกติ
3. ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ
4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ
5. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการกับกลุ่มปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนโยธินบำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่

มีสภาพที่เหมาะสมกับการเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากการตรวจสอบพบว่า ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนนี้มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14 ห้องเรียน แบ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 1/1 - 1/14 แต่ละห้องมีนักเรียนประมาณ 50 คน โดยผู้วิจัยนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2549 ของทั้ง 14 ห้องมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) แล้วผู้วิจัยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้อง ที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ใกล้เคียงกัน ได้แก่ นักเรียนห้อง ม.1/1 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 8.67 และ นักเรียนห้อง ม. 1/14 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 9.33 มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องเรียนด้วยค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่านักเรียนทั้งสองห้องเรียน มีค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

หลังจากนั้นผู้วิจัยจับฉลากเพื่อจัดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งสองห้อง โดยให้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ และอีกห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนห้อง ม.1/1 เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนห้อง ม.1/14 เป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ และแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งเขียนไว้ในแผนเดียวกัน เนื่องจากมีองค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนเหมือนกัน แต่มีเพียงกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นสอนนั้นที่มีขั้นตอนแตกต่างกัน ดังนั้นมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 20 แผน โดยใช้เวลาในการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแผนละ 1 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องทศนิยมและเศษส่วน สารการเรียนรู้พื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุง และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.79 ค่าความยากเป็น 0.22 - 0.69 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.21 - 0.70

3. แบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที ซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 มีค่าความเที่ยงเป็น 0.84 ค่าความยากเป็น 0.21 - 0.72 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.22 - 0.72 และ แบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 มีค่าความเที่ยงเป็น 0.78 ค่าความยากเป็น 0.21-0.77 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.21-0.64

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนทดลอง แล้วดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วผู้วิจัยได้วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วย แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง ตามลำดับ ก่อนที่จะนำผลจากการทดสอบทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

## 1. สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น ปรากฏผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ

2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ

4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

## 2. อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ มีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 18.17 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60.57 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ มีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ มีหลักการสอนที่เน้นการเปรียบเทียบระหว่างขั้นตอนของการกระทำกับวัตถุรูปธรรมและขั้นตอนที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ โดยในขั้นตอนของทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการนี้ จะเห็นว่าขั้นที่ 1 มีการให้นักเรียนได้เขียนลำดับขั้นตอนในการที่จะดำเนินการกับวัตถุรูปธรรม ในขณะที่เดียวกันในขั้นที่ 2 นักเรียนได้ขยายเส้นทางโดยใช้ขั้นตอนที่เขียนกับปัญหาหรือวัตถุรูปธรรม รวมทั้งในขั้นที่ 3 นักเรียนก็ได้มีการดำเนินการเกี่ยวกับสัญลักษณ์ด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าการสอนในลักษณะนี้เป็นการพัฒนาความคิดรวบยอด เนื่องจากเริ่มจากการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น คน สัตว์ หรือวัตถุสิ่งของที่นักเรียนคุ้นเคย ไปสู่สิ่งที่เป็นกึ่งรูปธรรมหรือรูปธรรม และท้ายสุดไปสู่ระดับของการใช้สัญลักษณ์ และสิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้และประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ความคิดรวบยอด (สิริพร ทิพย์คง, 2541: 22) และในขั้นที่ 2 นักเรียนได้เขียนอธิบายการกระทำหรือการดำเนินการ

ที่เกิดขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการที่จะหาคำตอบของปัญหา ซึ่งการที่นักเรียนใช้วัตถุประสงค์สำหรับการดำเนินการเกี่ยวกับปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบนั้น เป็นการช่วยขยายความคิดให้นักเรียนมองเห็นภาพอย่างชัดเจนไม่ต้องจินตนาการมาก ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเร็วขึ้น และสิ่งที่ตามมาคือนักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น (Hall, 1998: 38) อีกทั้งการใช้วัตถุประสงค์ในการสอนจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าการสอนเพียงเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างเดียว (อัมพร ม้าคนอง, 2546: 68) ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมีการเรียนรู้ในการดำเนินการทางสัญลักษณ์เพียงอย่างเดียวและไม่มีโอกาสได้คิดเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ไปสู่สัญลักษณ์จึงมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไม่แม่นยำเท่ากับกลุ่มทดลอง และสำหรับในขั้นที่ 4 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ ได้มีการให้นักเรียนจับคู่การดำเนินการระหว่างวัตถุประสงค์และการดำเนินการกับสัญลักษณ์ แล้วนักเรียนช่วยกันสรุปหลักเกณฑ์ กฎ หลักการ ซึ่งนักเรียนจะต้องรู้จักสังเกต พิจารณา และรู้จักเปรียบเทียบความแตกต่าง และความคล้ายของทั้งสองขั้นตอนการดำเนินการ ซึ่งสอดคล้องกับ วิไลวรรณ ตรีศรี ชะนะมา (2537: 49) ที่ได้กล่าวไว้ว่า หากต้องการให้นักเรียนมีมโนทัศน์ครูต้องสอนให้นักเรียนได้เกิดการฝึกทักษะต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือการรู้จักสังเกต พิจารณา รู้จักเปรียบเทียบความแตกต่าง และความคล้าย

จากที่กล่าวมาจะพบว่ามิงงานวิจัยที่มีส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้วัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการแล้วส่งผลต่อการพัฒนามโนทัศน์ เช่น งานวิจัยเกี่ยวกับโมเดลการแปลงของเลขที่แสดงว่าผู้เรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น จากความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรม (Manipulative Aids) สามารถแสดงความรู้ในรูปของรูปภาพ (Picture) ภาษาเขียน (Written Symbol) ภาษาพูด (Spoken Symbol) และสถานการณ์จริง (Real World Situation) จากโมเดลนี้จะเห็นได้ว่าจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้เริ่มจากสื่อรูปธรรมหรือวัตถุประสงค์และได้ฝึกให้นักเรียนได้เขียนอธิบายในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งจะเห็นได้จากงานวิจัยของ Hail(2000: abstract) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้การนำเสนอหลาย ๆ แบบที่มีต่อความรู้ของนักเรียนและมโนทัศน์พีชคณิตขั้นพื้นฐาน ซึ่งการนำเสนอหลาย ๆ แบบประกอบด้วย การเขียนบนพื้นฐานประสบการณ์ ภาษาพูด การใช้สื่อจริงสัมผัสได้ กราฟ ตาราง และสัญลักษณ์ทางการเขียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนใช้กราฟและสื่อจริงที่สัมผัสได้ในการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางสัญลักษณ์ และการใช้สื่อดังกล่าวยังช่วยให้นักเรียนแก้สมการได้ และงานวิจัยของธีรนาถ ธงงาม (2548) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแปลงของเลข ที่มีต่อมโนทัศน์และความคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดร้อยเอ็ด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแปลงของเลขมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ และมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจะเห็นได้จากงานวิจัย Fuson and Briars (1990: 34 - 35) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ MAB materials ในการบวกและลบของเลข 4 หลัก กับนักเรียนเกรด 1 และ เกรด 2 โดยมีแนวดำเนินการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างการทำกับบล็อก และการดำเนินการที่เป็นสัญลักษณ์ โดยที่การดำเนินการกับบล็อกและการดำเนินการกับสัญลักษณ์ได้กระทำไปพร้อม ๆ กัน ผลปรากฏว่านักเรียนมีทักษะในการคำนวณอยู่ในระดับดีขึ้น และงานวิจัยของ Ohlsson and Hall(1990 อ้างถึงใน Hall, 1998: 37) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างขั้นตอนของการกระทำกับสี่เหลี่ยมมุมฉากในการบวกเศษส่วน และขั้นตอนที่ดำเนินการกับสัญลักษณ์ในการบวกเศษส่วน เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ ในการบวกเศษส่วน ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบระหว่างการทำกับวัตถุรูปธรรมและขั้นตอนที่ดำเนินการกับสัญลักษณ์ ผลปรากฏว่าการใช้วัตถุรูปธรรมทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการอธิบายจากวัตถุรูปธรรมจะง่ายกว่าการอธิบายจากการดำเนินการทางสัญลักษณ์ เพียงอย่างเดียว

2. จากการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 19.50 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.00 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ ได้มีโอกาสเรียนรู้ในการที่หาคำตอบของปัญหาได้ 2 วิธี คือ การดำเนินการกับวัตถุรูปธรรม และ การดำเนินการกับสัญลักษณ์ ซึ่งการดำเนินการของทั้งสองขั้นตอนนี้ จะมีลักษณะของการดำเนินการที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ดังนั้นนักเรียนอาจจะได้ฝึกความสามารถในการให้เหตุผลจากการที่หาความสัมพันธ์ของทั้งสองแนวคิดนี้ ซึ่งสอดคล้องกับ สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 144) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือการแสดง

แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ และหาความสัมพันธ์ของแนวคิดนั้น รวมทั้งในขั้นตอนของการดำเนินการกับวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินการกับสัญลักษณ์นั้นจะมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งได้คำตอบโดยที่ทั้งสองขั้นตอนจะได้คำตอบที่เท่ากัน ซึ่งเป็นลักษณะของการฝึกให้นักเรียนได้ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยเฉพาะขั้นที่ 2 การขยายเส้นทางที่เขียนไว้กับวัตถุประสงค์นั้น นักเรียนได้เขียนอธิบายการดำเนินการที่เกิดขึ้นกับวัตถุประสงค์หรือเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ชี้แจงเหตุผลอย่างเป็นลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Lappan and Schram (1989: 18-19) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล เป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึก และฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการชี้แจงเหตุผล อาจจะเป็นการชี้แจงเหตุผลของแนวคิดโดยแสดงด้วยภาพ นอกจากนี้การที่นักเรียนมีโอกาสได้มีการเปรียบเทียบระหว่างการดำเนินการกับวัตถุประสงค์และการดำเนินการกับสัญลักษณ์ โดยการที่ในขั้นที่ 4 นักเรียนได้จับคู่ระหว่างขั้นตอนการกระทำกับวัตถุประสงค์และขั้นตอนการกระทำกับสัญลักษณ์ เพื่อที่นักเรียนจะได้สรุปหลักเกณฑ์ กฎ หรือขั้นตอนในการดำเนินการนั้น นักเรียนจะต้องใช้ทักษะในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ไตร่ตรอง ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการให้เหตุผลที่ผู้เรียนต้องใช้การคิดในหลายทักษะ เช่น การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง (อัมพร ม้าคนอง, 2546: 97 - 98)

3. จากการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติได้เรียนรู้เนื้อหาขั้นตอนการดำเนินการกับสัญลักษณ์ ซึ่งในการเรียนรู้เนื้อหาในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้จากการที่ครูอธิบาย แล้วครูอาจจะใช้คำถามเหล่านี้สอดแทรกไปในขณะที่อธิบาย เช่น ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด ถ้า.....แล้ว ผู้เรียนคิดว่า.....จะเป็นอย่างไร ซึ่งคำถามที่กล่าวมาข้างต้นเป็นคำถามที่ครูใช้ในการอธิบายในการสอนปกติอยู่แล้ว ซึ่งสอดคล้องกับ Guiford and Hoepfner (1971: 28 - 32) ได้กล่าวไว้ว่าการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้นเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม ซึ่งในขณะที่ครูดำเนินการสอนหรืออธิบายครูอาจจะใช้คำถามดังต่อไปนี้ เช่น ทำไม อย่างไร เพราะเหตุใด ถ้า...แล้ว ผู้เรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร ในการกระตุ้นหรือชี้แนะแนวทางให้กับนักเรียน ซึ่งคำถามเหล่านี้สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้

นอกจากนี้ในขั้นที่ 3 ของการดำเนินกับสัญลักษณ์นั้น จะเห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติก็ได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดจากการดำเนินการในรูปของสัญลักษณ์ ดังนั้นจึงมีโอกาที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้เช่นเดียวกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ ซึ่งจะเห็นว่าสอดคล้องกับ Rowan and Morrow (1993: 16-18) ได้กล่าวไว้ว่าความสามารถในการให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้จาก บรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ อีกทั้งการให้เหตุผลในขั้นการคิดวิเคราะห์ (Critical) เป็นการคิดระดับสูง (Higher - order thing) นักเรียนจะพัฒนาได้ต้องใช้เวลาหรือประสบการณ์ที่หลากหลาย (NCTM, 1989: 29 - 81) แต่จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการสำหรับกลุ่มทดลองเป็นการทดลองในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ และการที่จัดประสบการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้เพียงแต่การสอนที่เน้นการเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการในการกระทำกับวัตถุรูปธรรม และกระบวนการในการเขียนเป็นสัญลักษณ์ ให้กับนักเรียนยังไม่หลากหลายเท่าที่ควร จึงทำให้การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ยังไม่เห็นผลที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งจะเห็นว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Drickey (2000) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความเหมือนกันของการสอนสิ่งที่เป็นกายภาพกับสิ่งที่เสมือนจริงในการสอนเรื่องการมองเห็นและการให้เหตุผลเชิงปริภูมิของนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ใช้สิ่งที่จับต้องได้ทางกายภาพ และนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ใช้สิ่งที่จับต้องได้เชิงปริภูมิ เปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยครูคอยอธิบายเป็นแนวทางไม่ใช้การจับต้องหรือสัมผัส ผลปรากฏว่านักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีคะแนนสอบหลังการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 3. ข้อสังเกตที่ได้จากการทดลอง

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการ ผู้วิจัยพบข้อสังเกตว่า

1 การเขียนลำดับขั้นตอนสำหรับการดำเนินการกับวัตถุรูปธรรม ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนลำดับขั้นตอนได้ทันที ครูต้องคอยชี้แนะและใช้คำถามนำ



2 ในขั้นตอนการดำเนินการกับวัตถุประสงค์ที่นักเรียนจะมีความสนใจและอยากรู้ว่าการดำเนินการกับวัตถุประสงค์สามารถหาคำตอบได้เช่นเดียวกับการดำเนินการกับสัญลักษณ์หรือไม่

#### 4. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะจากการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

##### 1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการมีความรู้ความเข้าใจให้เหมาะสมกับขั้นตอนของทฤษฎีก่อนที่จะนำไปใช้ เนื่องจากในขั้นตอนของการดำเนินการกับวัตถุประสงค์จะเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้บางเนื้อหาเท่านั้น เช่น การคูณและการหารทศนิยมไม่สามารถใช้วัตถุประสงค์มาอธิบายการดำเนินการได้

1.2 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการจะเห็นได้ว่าการดำเนินการทั้งกับวัตถุประสงค์และสัญลักษณ์จึงต้องใช้เวลาในการให้นักเรียนได้ปฏิบัติ ดังนั้นควรเป็นคาบเรียน 2 คาบติดต่อกัน เพื่อให้นักเรียนจะได้ฝึกตัวอย่างในหลายรูปแบบ

##### 2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการในเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ ทั้งในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา

2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบกระบวนการที่มีต่อทักษะกระบวนการด้านอื่น ๆ