

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1) เปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
- 2) ศึกษาพัฒนาการการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนดอนจานวิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 37 คน ซึ่งมีลักษณะความสามารถทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่ครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 9 แผน โดยใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 17 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรม และแบบสัมภาษณ์ รายละเอียดมีดังนี้

2.1 แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์

แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำไปใช้ของทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 3 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วย

- 2.1.1 แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.767 ค่าความยากง่าย มีค่าตั้งแต่ 0.42 – 0.45 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.22 – 0.36

0.42 – 0.45 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.22 – 0.36

2.1.2 แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนเป็นแบบทดสอบชนิด
อัตนัย จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.798 ค่าความยากง่าย มีค่าตั้งแต่
0.26 – 0.51 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.23 – 0.34

2.1.3 แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังเรียนเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย
จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.644 ค่าความยากง่าย มีค่าตั้งแต่
0.28 – 0.44 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.32 – 0.39

2.2 ใบกิจกรรม ใบกิจกรรมที่สร้างจะมีความสอดคล้องกับชั้นการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในระหว่างเรียน
มีทั้งหมด 9 ใบกิจกรรม โดยใช้สำหรับการประเมินการทำกิจกรรมของนักเรียน จะประเมินโดยใช้
เกณฑ์การประเมินการคิดเชิงคณิตศาสตร์

2.3 แบบสัมภาษณ์ เป็นแนวคำถามที่ใช้ประกอบการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก
(In-depth Interview) ซึ่งแนวคำถามจะกำหนดไว้เพียงกรอบหรือประเด็นที่จะสัมภาษณ์เท่านั้น
โดยอาศัยกรอบและแนวคิดเป็นปัจจัยสำคัญในการตั้งประเด็นคำถาม และจะไม่เรียงลำดับคำถาม
ก่อนหลังเหมือนที่กำหนดเอาไว้ คำถามจะมีลักษณะเจาะลึกถึงการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการคิด
แก้ปัญหาจากการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และหากว่าในขณะที่สัมภาษณ์พบประเด็น
ปัญหาใดก็จะทำการสัมภาษณ์โดยละเอียด เพื่อให้ได้คำตอบอย่างชัดเจน ซึ่งแบบสัมภาษณ์นี้ใช้
หลังจากที่นักเรียนทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์แล้ว โดยผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนจากการ
แบ่งกลุ่มนักเรียนตามลักษณะต่าง ๆ เช่น แบ่งกลุ่มตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกลุ่ม
เก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน แบ่งตามลักษณะงานที่ทำ แบ่งตามกลยุทธ์ที่เลือกใช้ เป็นต้น
โดยการสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเทปเสียงด้วย

ในขั้นดำเนินการทดลองผู้วิจัยทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
ด้วยแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม จากผู้วิจัยทำการทดลอง
สอนด้วยตนเอง และเมื่อทดลองสอนครบจำนวน 9 คาบผู้วิจัยทำการวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์
ระหว่างการทดลองด้วยแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนและทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม
เมื่อสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังทดลองด้วยแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์
หลังเรียนและทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม นอกจากนี้ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการ
ทดลองจากใบกิจกรรม ในทุกคาบที่ทำการทดลอง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุป
ผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ในภาพรวมของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยพบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน หลังเรียนดีกว่าระหว่างเรียน และระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นรายด้านพบว่า

1.1 นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนแตกต่างกัน โดยในช่วงหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน ระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนไม่แตกต่างกับระหว่างเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนแตกต่างกัน โดยในช่วงหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน หลังเรียนดีกว่าระหว่างเรียน และระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ รายละเอียดสรุปได้ดังนี้

2.1 ด้านการแก้ปัญหา

2.1.1 พฤติกรรมการวิเคราะห์ปัญหา พบว่า ในช่วงก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ แต่ไม่ครบถ้วน ใช้การลอกข้อความจากปัญหา ซึ่งมีทั้งข้อความที่เป็นข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญและไม่สำคัญของปัญหา สำหรับในช่วงระหว่างเรียนจากระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 4 นักเรียนค่อยๆ มีพัฒนาการในการวิเคราะห์ปัญหาจากการลอกข้อความในปัญหา ซึ่งมีทั้งข้อความที่เป็นข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญและไม่สำคัญของปัญหา เป็นการแยกแยะข้อมูลด้วยการระบุข้อความสั้นๆ ตามความเข้าใจของตนเอง สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและปัญหา

กำหนดให้ได้ครบถ้วน แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ใช้การลอกข้อความในปัญหาระบุเป็นสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและปัญหากำหนดให้ และในช่วงหลังเรียน นักเรียนเกือบทั้งหมดสามารถวิเคราะห์ปัญหาโดยระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและปัญหากำหนดให้ได้ครบถ้วน โดยข้อความที่ระบุเป็นข้อความที่เป็นข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญของปัญหา

2.1.2 พฤติกรรมการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา พบว่า ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน นักเรียนทั้งหมดสามารถเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้ โดยกลยุทธ์ที่นักเรียนเลือก คือ กลยุทธ์การกำหนดตัวแปรและการสร้างสมการ และกลยุทธ์การคาดเดา และตรวจสอบในการแก้ปัญหา ซึ่งในการเลือกกลยุทธ์นั้นนักเรียนจะเลือกจากการที่นักเรียนระบุความรู้และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เชื่อมโยงกับข้อมูลที่วิเคราะห์ นำมาสู่การใช้กลยุทธ์

2.1.3 พฤติกรรมการสรุปคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา พบว่า ในช่วงก่อนเรียนนักเรียนที่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหามีจำนวนไม่มากนัก ต่อมาในช่วงระหว่างเรียนจำนวนนักเรียนที่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหามีจำนวนเพิ่มขึ้นจากระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 4 และในช่วงหลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับจากการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

2.2 ด้านการให้เหตุผล

2.2.1 พฤติกรรมการใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ พบว่า ในช่วงก่อนเรียนนักเรียนที่สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์สถานการณ์ได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลประกอบความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนมีจำนวนไม่มากนัก ต่อมาในช่วงระหว่างเรียน ในระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 นักเรียนสามารถระบุความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์สถานการณ์ได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลประกอบความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้แต่ยังไม่ชัดเจน และในระยะที่ 4 นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์สถานการณ์ได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลประกอบความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน สำหรับในช่วงหลังเรียนนักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์สถานการณ์ได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลประกอบความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาได้แต่ยังไม่ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับจากการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน นักเรียนค่อย ๆ มีพัฒนาการจากไม่สามารถให้เหตุผลประกอบความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ปัญหา จนสามารถให้เหตุผลประกอบความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ปัญหาได้แต่ยังไม่ชัดเจน

2.2.2 พฤติกรรมการอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์ พบว่า ในช่วงก่อนเรียนนักเรียนเกือบทั้งหมด (จำนวน 34 คน) ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เขียนแสดงกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาจึงไม่เขียนเหตุผลประกอบ ช่วงระหว่างเรียนจากระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 4 นักเรียนมีพฤติกรรมการอธิบายเหตุผล การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาไม่เปลี่ยนแปลง โดยนักเรียนไม่แสดงการอธิบายเหตุผล การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และจากผลการวิเคราะห์งานเขียนแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลการเลือกใช้กลยุทธ์ได้ แต่มีจำนวนนักเรียนที่สามารถ อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างไรก็ตามในช่วง หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลการเลือกใช้กลยุทธ์ได้ แต่มีนักเรียนจำนวน 4 คนสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

2.2.3 พฤติกรรมการอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ พบว่า ในช่วงก่อนเรียนนักเรียนไม่สามารถอธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยในการอธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ต่อมา ในช่วงระหว่างเรียน ในระยะที่ 1 นักเรียนยังคงไม่สามารถอธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลได้ ในระยะที่ 2 และระยะที่ 3 นักเรียนสามารถอธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลได้แต่ยังไม่ สมบูรณ์ ซึ่งเหตุผลที่นักเรียนอธิบายเป็นการเขียนอธิบายความสมเหตุสมผลอย่างคร่าว ๆ ไม่มีการ แสดงให้เห็นถึงกระบวนการของการคำนวณเพื่อตรวจสอบ ยืนยันความถูกต้องของคำตอบ และ ในระยะที่ 4 นักเรียนสามารถอธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลได้สมบูรณ์ชัดเจนด้วยการ นำคำตอบที่ค้นพบไปแทนในเงื่อนไขในปัญหา เพื่อตรวจสอบว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ ในช่วงหลังเรียนไม่สามารถอธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลได้

2.3 ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด

2.3.1 พฤติกรรมการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา พบว่า ในช่วงก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ใช้ข้อความในการทำความเข้าใจปัญหา มีนักเรียนบางส่วนที่ ใช้การวาดภาพ ในช่วงระหว่างเรียนจากระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ใช้การเขียน ข้อความเพื่อทำความเข้าใจปัญหาสื่อความหมายได้พอเข้าใจแต่ไม่ชัดเจน และในระยะที่ 4 นักเรียน ส่วนใหญ่ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหาสื่อความหมายได้ชัดเจน โดยตัวแทนความคิดที่ นักเรียนนิยมใช้ คือ ข้อความ การวาดภาพและการขีดเส้นใต้ ช่วงหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ใช้ ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหาสื่อความหมายได้ชัดเจน โดยตัวแทนความคิดที่นักเรียน นิยมใช้ คือ ข้อความ การวาดภาพและการขีดเส้นใต้ข้อความ

2.3.2 พฤติกรรมการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหา

พบว่า ในช่วงก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ตัวแปรและตัวเลขในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน ขาดการเขียนอธิบายในการกำหนดตัวแปร การใช้สัญลักษณ์ ตัวแปรแสดงแทนความคิดผิดพลาด ต่อมาในช่วงระหว่างเรียน ระยะเวลาที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ใช้สัญลักษณ์ ตัวแปรเพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหาสื่อความหมายพอเข้าใจ ขาดความรอบคอบในการเขียนสัญลักษณ์หรือตัวแปร ในระยะเวลาที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ตัวแปรและตัวแบบทางคณิตศาสตร์แสดงกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจได้ชัดเจน มีความรอบคอบในการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปรมากขึ้น มีการเขียนอธิบายในการกำหนดตัวแปรสื่อความหมายได้พอเข้าใจ ในระยะเวลาที่ 3 และระยะเวลาที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแปรและตัวแบบทางคณิตศาสตร์แสดงกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจได้ชัดเจน มีการเขียนอธิบายในการกำหนดตัวแปร และในช่วงหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ใช้สัญลักษณ์ ตัวแปรในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาสื่อความหมาย ชัดเจนเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบจากการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ ตัวแปรในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาสื่อความหมาย ชัดเจนเพิ่มขึ้น

2.3.3 ด้านใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา พบว่า

ในช่วงก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบของปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถค้นหาคำตอบของปัญหาได้ สำหรับในช่วงระหว่างเรียน ระยะเวลาที่ 1 ถึงระยะเวลาที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ตัวเลขเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาอย่างเดียว หรือใช้ทั้งตัวเลขและข้อความสั้น ๆ เพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา แต่ในการใช้ตัวเลขและข้อความสั้น ๆ สื่อความหมายได้พอเข้าใจแต่ไม่ชัดเจน และในระยะเวลาที่ 4 ใช้ข้อความและตัวเลขแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาได้เหมาะสม สื่อความหมายได้ชัดเจน ในช่วงหลังเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ตัวเลขและข้อความแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาเหมาะสม สื่อความหมายได้ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบจากการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน นักเรียนค่อย ๆ มีพัฒนาการจากไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการสรุปคำตอบของปัญหาได้ เริ่มสามารถใช้ตัวแทนความคิดได้เหมาะสม สื่อความหมายไม่ชัดเจน จนสามารถใช้ตัวแทนความคิดได้เหมาะสม สื่อความหมายได้ชัดเจน

อภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียนและระหว่างเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้านพบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน ระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนไม่แตกต่างกับระหว่างเรียน การคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนไม่แตกต่างกัน การคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน หลังเรียนดีกว่าระหว่างเรียน และระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหาในชีวิตจริง เป็นการนำเสนอปัญหาในชีวิตจริงที่นักเรียนอาจเคยประสบกับปัญหาเหล่านี้ในชีวิตจริง ซึ่งในขั้นนี้เน้นฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ทำความเข้าใจปัญหา โดยการให้นักเรียนได้อธิบายถึงความเข้าใจปัญหาจากที่นักเรียนอ่าน ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อฝึกให้นักเรียนแยกแยะได้ว่าอะไรคือสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบหรืออะไรคือสิ่งที่ปัญหาคำหนดให้ รวมทั้งฝึกการใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาจากการให้นักเรียนฝึกใช้การวาดภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหา และใช้การเขียนสัญลักษณ์หรือตัวแทนข้อความในปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นมองปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการฝึกให้นักเรียนระบุนความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการให้นักเรียนมีโอกาสมืออิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้ และให้เหตุผลของตนเอง (สสวท, 2545: 195) ทำให้นักเรียนมองเห็นการเชื่อมโยงความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญเพื่อเป็นเหตุผลในการเลือกใช้ความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการฝึกให้นักเรียนนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงกับปัญหา จึงเป็นการฝึกให้นักเรียนใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม จากความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกมาคิดสร้างเป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนอธิบายให้เหตุผลประกอบการได้มาซึ่งตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถเลือกกลยุทธ์หรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ยูน (Yoon, 2011: Abstracts) ที่กล่าวว่าการสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์จากกระบวนการ 2 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง

และการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริงที่กำหนดให้เป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาในด้านการแสดงออกทางความคิด ขั้นที่ 4 ขั้นแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการให้นักเรียนฝึกการนำเสนอตัวแทนความคิดจากการใช้สัญลักษณ์ กฎเกณฑ์ ภาษาและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตัดสินถึงความเหมาะสมในการใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการแก้ปัญหามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ส่งผลให้นักเรียนมีความรอบคอบในการใช้สัญลักษณ์ กฎเกณฑ์ ภาษาและวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิด เป็นการฝึกให้นักเรียนแปลผลจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงการระบุข้อจำกัดของการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายวิเคราะห์ถึงคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และให้นักเรียนอธิบายถึงข้อจำกัดจากการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหารวมทั้งมีการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งการจัดกิจกรรมทั้ง 5 ขั้นนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในระดับที่ดีขึ้น

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนตรงกับสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้ปัญหาในชีวิตจริงซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนอาจเคยประสบกับปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะคิดแก้ปัญหา และการที่ผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนอธิบายว่านักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างไร เป็นการให้นักเรียนได้สื่อสารแนวความคิดของตัวเองให้ผู้อื่นได้เข้าใจและเป็นการย้ำความเข้าใจของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ดีขึ้น และยังส่งเสริมให้นักเรียนเขียนภาพจากปัญหาเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจปัญหา ใช้การขีดเส้นใต้ในข้อความที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และใช้ตัวแปรแทนในข้อความในปัญหา ส่งผลให้นักเรียนมีการใช้การวาดภาพ ขีดเส้นใต้ข้อความ ใช้ตัวแปรแทนข้อความในการทำความเข้าใจปัญหาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนโดยการเสริมแรงในการตอบคำถามของนักเรียนทุกครั้ง เน้นย้ำให้นักเรียนแสดงผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดและคำตอบของตนเอง ตรวจสอบคำตอบที่ค้นพบ ส่งเสริมการอภิปรายให้นักเรียนแสดงการโต้แย้ง หรือสนับสนุนทางความคิด ซึ่งเหตุผลดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดเชิงคณิตศาสตร์เปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ในระยะแรกๆ นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการสอนในลักษณะนี้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถคิดหรือตอบคำถามได้ ครูต้องให้เวลานักเรียนได้คิด และไม่รีบร้อนในการสรุปคำตอบให้นักเรียน ครูต้องอดทนและพยายามใช้กระบวนการอย่างต่อเนื่อง
2. การสร้างปัญหาในชีวิตจริง ครูควรสร้างตัวละครในปัญหาให้สอดคล้องใกล้เคียงกับความใจของนักเรียน เพื่อสร้างปัญหาให้มีความน่าสนใจ เราความสนใจให้นักเรียนมีความอยากแก้ปัญหามากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว จึงควรมีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อมีการเปรียบเทียบว่าผลที่ได้เกิดจากการจัดกระทำเพียงอย่างเดียวหรือไม่
2. ควรมีการวิจัยการใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในการพัฒนาต่อตัวแปรอื่นๆ เช่น มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความตระหนักในคุณค่าทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น