

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และศึกษาผลที่ได้จากการใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาแล้ว สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในครั้งนี้จะนำเสนอผลการวิจัยเป็น 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาริบท กรอบแนวคิด สักระยะที่ร่างรูปแบบการสอนและ การศึกษาความเป็นไปได้ ของร่างต้นแบบรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

ระยะที่ 2 ผลของการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และ

ระยะที่ 3 ผลของการขยายผลและประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยการนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ในบริบทการเรียนการสอนจริง

1. ผลการศึกษาระยะที่หนึ่ง: ผลการศึกษาริบท กรอบแนวคิด สักระยะที่ร่างรูปแบบการสอนและ การศึกษาความเป็นไปได้ ของร่างต้นแบบรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1.1 การศึกษาริบทและความต้องการด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

จากการศึกษาสภาพปัจจุบัน ความสำคัญความจำเป็น และความต้องการด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 3 โรงเรียนและขนาดใหญ่ 3 โรงเรียนในอำเภอเมืองจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็นสภาพปัจจุบันและความต้องการในการจัดการเรียนการสอนซึ่งมีลักษณะเป็นข้อกระทงที่สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ และแบบสำรวจสภาพการจัดการเรียนการสอนและปัญหาสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์โรงเรียนละ 15 คนจำนวน 90 คน แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสำหรับนักเรียนโรงเรียนละ 10 คน จำนวน 60 คน และรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการจำนวน 6 คน และได้สังเกตการสอนจริงโดยไม่แจ้งวัน เวลาล่วงหน้า ซึ่งมีประเด็นพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1.1.1 สภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ปัจจุบัน

จากผลของการศึกษาริบทเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในจังหวัดนครราชสีมา พบว่าครูส่วนมาก 52.1% เน้นการสอนโดยการจำสูตร หลักการและวิธีการ

ให้ความสำคัญมากเกี่ยวกับเนื้อหา ครู 72.3% มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแบ่งกลุ่มโดยความสามารถ มีครูจำนวนน้อยมาก 18% ที่เห็นด้วยกับการจัดการเรียนรู้ที่ครูนำเสนอปัญหาให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ โดยครูแทรกแซงน้อยที่สุด และให้โอกาสนักเรียนสรุปและเสนอความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวนักเรียนเอง และมีความคิดเห็น 47.9% ที่คิดว่าธรรมชาติของคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่พัฒนาการคิด 18.8% เป็นวิชาที่ไม่เน้นอภิปราย ต้องอาศัยท่องจำและพัฒนาการคิด 17.7% เห็นว่าเป็นวิชาที่ไม่เน้นอภิปราย แต่อาศัยการพัฒนาการคิด ส่วน 15.6% ยังเห็นว่าคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่เน้นการท่องจำและพัฒนาการคิด ส่วนมุมมองในการแก้ปัญหาของครูมี 55% ที่โจทย์ควรมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว มีวิธีแก้ได้หลายวิธี และนักเรียนควรสร้างขยายปัญหาจากปัญหาเดิม มี 25% ที่ไม่เห็นด้วยกับโจทย์ที่ต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

จากการสัมภาษณ์นักเรียน ครู ผู้บริหาร และสังเกตการสอน พบว่ายังมีส่วนน้อยมากที่จะเห็นการสอนที่แสดงถึงการใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยตนเองและกลุ่ม และยังไม่ปรากฏนวัตกรรมใหม่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนคิด ครูยังยึดติดกับการบรรยายแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด นักเรียนไม่ได้ฝึกการค้นพบข้อความรู้ด้วยตนเองและไม่เคยมีประสบการณ์ในการสร้างโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ และในภาพรวมบทบาทการสอนเป็นบทบาทของครูประมาณ 70% และยังไม่พบว่าโรงเรียนใดใน 6 โรงเรียนมีกลุ่มคณะครูมาวางแผน สังเกตการสอนของเพื่อนครู อภิปราย ปรับปรุงแผน แล้วนำไปใช้ใหม่ เนื่องจากกลัวสอนไม่ทันเนื้อหาและยังคิดว่าแผนการสอนหรือการสอนของตนเป็นสิทธิส่วนตัวที่จะดำเนินการปรับปรุงด้วยตนเองได้ นักเรียนได้รับการสอนโดยครูยังไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ ครูใช้วิธีการสอนแบบเดิมโดยยกตัวอย่างแล้วให้ทำแบบฝึกหัด นักเรียนยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการเรียนด้วยวิธีการใหม่ๆ มีการเรียนเป็นกลุ่มในบางครั้งแต่เป็นการช่วยกันทำแบบฝึกหัด โดยข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้บริหาร ครูและนักเรียน ใน 6 โรงเรียน ในภาคต้นปีการศึกษา 2547 มีตัวอย่างดังนี้

- “...ถ้าเอาความจริงพูด ครูที่นี้สอนโดยแบบครูเป็นศูนย์กลางถึง80% เห็นจะได้...”
- “...กลัวสอนไม่ทันเนื้อหาจึงต้องอธิบายและสรุปให้นักเรียนแล้วเสร็จ...”
- “...นักเรียนที่นี้จะใช้หนังสือแบบเรียนและคู่มือของบางสำนักพิมพ์ ซึ่งอธิบายและมีตัวอย่างละเอียดครูจะสอนตามหนังสือคู่มือ...”
- “...ไม่เคยมีความรู้เกี่ยวกับปัญหาแบบเปิดหรือการใช้ปัญหาแบบเปิดในห้องเรียน...”
- “...พวกหนู(ผม)จะค้นเคยวิธีเรียนคณิตศาสตร์แบบครูอธิบายและจดตัวอย่างบนกระดานแล้วให้นักเรียนลอกตาม จากนั้นก็จะทำแบบฝึกหัดในหนังสือ...”
- “... ยังไม่เห็นจะมีโอกาสได้คิดอะไร ครูจะบอกสูตรแต่ก็ไม่ค่อยรู้ที่มาของสูตร แล้วก็ทำการบ้าน...”
- “...เราจัดการเรียนแบบกลุ่ม โดยจัด โต๊ะเรียงเป็นกลุ่มแบบถาวร ตลอดเทอม...”
- “...ใช้สื่อการสอนสอนนักเรียน โดยครูยังมีบทบาทผู้ให้ความรู้...”
- “...เคยรู้จักแต่ขั้นการสอนแบบจំนำ จั้นสอน และจั้นสรุป...”
- “...การตรวจให้คะแนน ถ้าถูกได้ 1 ผิดได้ 0 คะแนนส่วนมากใช้ข้อสอบแบบปรนัย...”
- “...ไม่เคยใช้การตรวจให้คะแนนที่มีเกณฑ์เช่น 1,2,3หรือ 4...”
- “...คะแนนกระบวนการวัดยาก...”
- “...โรงเรียนพวกเรามีครูสมัยเก่าและสูงวัยจำนวนมาก ดังนั้นความเชื่อในเรื่องการสอนจึงยังคงยึดติดแบบเดิมที่เน้นครูเป็นผู้สอนและถ่ายทอดความรู้ จะรับและเปลี่ยนแปลงนวัตกรรมการสอนค่อนข้างยาก...”
- “...สอนตามหนังสือ สส.วท....”
- “...ครูจะสอนโดยยกตัวอย่างแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดและทำการบ้าน ในหนังสือเรียน จนตลอดเทอม...”
- “...ครูจะทำเอกสารประกอบการสอนที่ส่วนมากมีเนื้อหา สรุปสูตร ตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนทำโจทย์ในเอกสารที่แจกให้...”
- “...ยึดตามหนังสือ สสวท....”

1.2 การสังเคราะห์ร่างต้นแบบของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เอกสาร หนังสือ ตำรา ศึกษาวริบทและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จนกระทั่งสามารถสังเคราะห์ร่างต้นแบบรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังรายละเอียดตามองค์ประกอบของรูปแบบการสอน 6 ประเด็นหลักดังนี้ดังต่อไปนี้

1.2.1 กรอบแนวคิดและหลักการ

วิธีการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Approach) คือวิธีการสอนที่เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดโดยครูจะนำเสนอปัญหาคณิตศาสตร์ที่อาจมีคำตอบเดียวแต่มีวิธีการแสวงหาคำตอบได้หลากหลายวิธี หรืออาจมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบก็ได้ จากนั้นนักเรียนจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ การใช้ประสบการณ์เดิม เจตคติ ทักษะการคิด แสดงเหตุผลโดยผ่านการตีความ อธิบายความ แปลความ วิเคราะห์ ไตร่ตรอง แล้วสื่อสารและนำเสนอออกมาถึงแนวความคิดในการแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป อย่างสมเหตุสมผลและสามารถขยายปัญหาหรือสร้างปัญหาใหม่ และแสดงวิธีแก้ปัญหาใหม่ได้ โดยมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอนคือ 1) การสร้างตัวแทนปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา 4) การสรุปคำตอบ 5) การตรวจสอบคำตอบ และมีขั้นการสอน 7 ขั้น คือ 1) ขั้นการนำเสนอปัญหา 2) ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล 3) ขั้นไตร่ตรองรายกลุ่ม 4) ขั้นนำเสนอ 5) ขั้นสรุป 6) ขั้นขยายปัญหา และ 7) ขั้นประเมินและสะท้อนผล

1.2.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของรูปแบบ

รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้นมีเป้าหมาย เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ 75%

1.2.3 ขั้นการสอน

รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีลำดับขั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

1.2.3.1 ขั้นการนำเสนอปัญหา

เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างแบบหรือตัวแทนของปัญหาที่เป็นไปได้จากปัญหาปลายเปิดที่เป็นปัญหาที่มีคำตอบหลากหลาย หรือวิธีแก้ปัญหามีได้หลายวิธี อาจจะเป็นในรูปตาราง รูปภาพ แผนภูมิ แผนผังมโนคติ โดยต้องทำความเข้าใจกับปัญหาโดยระบุ

ประเด็นปัญหา สิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ต้องการ ใช้การวิเคราะห์ พิจารณาข้อมูล ตีความ อธิบายความ และสรุปความ

1.2.3.2 ชั้นไตร่ตรองรายบุคคล

เพื่อให้นักเรียนรู้จักวางแผนปฏิบัติ ตรวจสอบสร้างรูปทั่วไปของคำตอบ ความเหมาะสมของตัวแบบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของเหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหา หาวิธีแก้ปัญหาคตามความรู้ ความเข้าใจของตนเอง คิดไตร่ตรองด้วยตนเองอย่างอิสระตามลำพัง โดยห้ามปรึกษาผู้อื่น พยายามเขียนแสดงเหตุผลประกอบ และต้องมีความรับผิดชอบทำใบกิจกรรมที่เป็นการแสดงการแก้ปัญหาปลายเปิดให้สมบูรณ์ที่สุดก่อนเข้ากิจกรรมกลุ่ม เพราะจะต้องไปนำเสนอวิธีคิดของตนเองในกลุ่ม

1.2.3.3 ชั้นไตร่ตรองรายกลุ่ม

เพื่อนักเรียนนำผลงานของแต่ละคนเข้าปรึกษา ทำความเข้าใจร่วมกัน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น คำนึงถึงความเป็นเหตุเป็นผล และช่วยกันเลือกที่ใช้วิธีแก้ปัญหาแบบใดเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้เกิดกระบวนการกลุ่ม มีการฟังพาดพิงกันและกัน มีการสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น โดยในขณะที่เพื่อนนำเสนอแนวทางแก้ปัญหานั้น คนอื่นต้องติดตามและเปรียบเทียบกับวิธีแก้ปัญหของตนเอง พยายามเชื่อมโยงความรู้และแสดงเหตุผลประกอบ และช่วยกันหาแนวทางออกแบบการนำเสนอว่าควรจะต้องเลือกแนวคิดของใคร มีของใครผสมบ้าง หรือสมาชิกในกลุ่มช่วยกันเติมเต็มวิธีแก้ปัญหานั้นที่สมบูรณ์และสมเหตุสมผลที่สุด ซึ่งจะเห็นว่าเทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้เป็นการพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคม

1.2.3.4 ชั้นนำเสนอผลงาน

เพื่อให้นักเรียนประเมิน เลือกรูปแบบการแก้ปัญหากลุ่มมา นำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยการสื่อสารบนกระดานสองหน้าด้วยวิธีการที่เหมาะสม โดยใช้ข้อความ คำพูด สัทพ์ สูตร สมการ อุปกรณ์ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางการเขียน สัญลักษณ์ทางการพูด หรือแผนภูมิที่เป็นสากล เป็นการฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงออก มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความรับผิดชอบ มีการทำงานที่เป็นระบบ

1.2.3.5 ชั้นสรุป

เพื่อเป็นการสรุปสาระสำคัญของแนวคิดที่ได้จากการเรียนค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ ทำกิจกรรมร่วมกัน และผลจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูจะสรุปร่วมกับนักเรียน ใช้คำถามช่วยให้นักเรียนคิด โดยครูควรสรุปความรู้ใน 2 ด้านคือด้านความรู้เชิงมโนคติ

(Conceptual Knowledge) และความรู้เชิงวิธีการ (Procedural Knowledge) ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติจริง และนักเรียนจะต้องทำการสรุปเป็นของแต่ละบุคคลในรูปแบบที่นักเรียนคิดเอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในมโนมิตว่าถูกต้องและครบสมบูรณ์หรือไม่

1.2.3.6 ขยายปัญหา

เพื่อให้มีความคิดริเริ่ม คิดยืดหยุ่น คิดนอกกรอบ คิดคล่องแคล่ว เพื่อสามารถแก้ปัญหาปลายเปิดที่ครูเป็นผู้ขยายปัญหา และนักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใหม่เองที่เกี่ยวกับประเด็นข้อสรุป พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางหาคำตอบที่หลากหลายในปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่นั้น ครูเลือกผลงานเด่น โดยมีนักเรียนเจ้าของผลงานเป็นผู้นำเสนอหน้าชั้นเรียน จะส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆเพิ่มเติม เป็นการฝึกให้นักเรียนชวนขยายหาความรู้โดยการอ่าน คำนวณ พลิกแพลงโจทย์ สร้างความซื่อสัตย์โดยการไม่ลอกโจทย์และการแก้ปัญหา แต่ต้องมีการประยุกต์

1.2.3.7 ชั้นประเมินและสะท้อนผล

เพื่อประเมินการขยายปัญหาของกลุ่มเพื่อน และสะท้อนผลในกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เกิดขึ้น ประเมินการสอนของครู บรรยากาศ สภาพที่เกิดขึ้นในบริบทของห้องเรียนจริง ประเมินตนเองในการทำกิจกรรมต่างๆเกี่ยวกับการเรียนการสอน จะทำให้ครูทราบถึงความ เข้าใจในความรู้ของนักเรียนและข้อดี ข้อด้อย เพื่อเป็นแนวทางแก้ไขในวงจรต่อไปหรือขยายผลในห้องเรียนอื่น

1.2.4 ระบบสนับสนุน

ระบบสนับสนุนที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มีดังนี้คือ

1) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดเองและใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาและได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยสามารถสื่อสารและระบุเหตุผลในการได้มาถึงการคิดนั้น และสามารถอภิปราย ถกเถียงแนวความคิดกับกลุ่มเพื่อนได้ สามารถเป็นได้ทั้งผู้นำและผู้ตาม กล้าแสดงออก ตรงเวลาและรับผิดชอบในชิ้นงานที่ทำ

2) สร้างบรรยากาศในบริบทห้องเรียนจริงที่ไม่เคร่งเครียด ไม่เป็นการบังคับให้กำลังใจและชื่นชมในผลงานที่นักเรียนรับผิดชอบ สร้างความใกล้ชิดเป็นมิตรระหว่างนักเรียนและกลุ่มเพื่อน ระหว่างนักเรียนกับครู ส่งเสริมการทำงานที่ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในกลุ่มเพื่อน กระตุ้นให้นักเรียนไม่นั่งเฉยต้องมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น

3) ครูควรให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาปลายเปิดทั้งในชั้นเสนอปัญหาและขยายปัญหา จะทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่จะคิดเพื่อแก้ปัญหา และสนับสนุนและแนะนำแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และควรมีสื่อการสอนประเภทอุปกรณ์เพื่อใช้สรุปความรู้ร่วมกับนักเรียนหลังจากผ่านการ

แก้ปัญหาทั้งแบบเดี่ยว กลุ่มและนำเสนอผลการคิด ครูควรเตรียมกระดานสองหน้า กระดาษสีชนิดอ่อนและแข็ง กรรไกร กาวสองหน้าเพื่อให้นักเรียนใช้สร้างชิ้นงานที่จะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

1.2.5 ระบบทางสังคม

การที่นักเรียนได้เรียนโดยเข้ากลุ่มเพื่อให้เกิดการปรึกษา นำเสนอความคิดที่หลากหลาย และแก้ปัญหาร่วมกันอาจมีการคิดเพิ่มเติม ช่วยกันวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อให้เกิดข้อสรุปที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จุดประสงค์ที่เรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้เกิดการพึ่งพาช่วยเหลือซึ่งกัน สร้างลักษณะนิสัยที่ไม่เห็นแก่ตัว ไม่เอาเปรียบ และมีความรับผิดชอบ ผู้เรียนจะเกิดกระบวนการกลุ่มรู้หน้าที่ของแต่ละคนไม่ว่าจะเป็นประธาน เลขานุการ รองประธาน ผู้ประสานงาน หรือช่วยกันประเมินงานเพื่อน ความสำเร็จของกลุ่มได้มาเพราะความร่วมมือร่วมใจและความสามารถของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

1.2.6 หลักการตอบสนอง

ครูจะไม่เป็นผู้บรรยายหรือสรุปความรู้ในเริ่มแรกของการสอนในเรื่องต่างๆแต่จะมีปัญหาปลายเปิดเป็นตัวนำกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ ส่งเสริมให้เกิดการทำงาน คิด ปรึกษา และประเมินร่วมกัน ผู้เรียนจะต้องสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ครูจะไม่ใช้ผู้บอกแต่จะใช้คำถามย่อยเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเป็นการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ บรรยากาศในการเรียนควรทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขในการเรียนรู้ ครูต้องมีการสังเกตและมีการตอบสนองต่อกิจกรรมต่างๆของผู้เรียนด้วยความจริงใจเป็นมิตรและอบอุ่น ควรใช้คำพูดที่ไพเราะและกล่าวชื่นชมและให้กำลังใจ และปล่อยให้มีความหวังกรณีที่บางคนอาจเกิดความเหนื่อยและท้อแท้ในการเรียน ชิ้นงานที่มีความโดดเด่นควรติดบอร์ดโชว์หรือครูควรนำเสนองานนั้นที่หน้าชั้นเรียนเช่นนำมาประกอบการสรุปความรู้ร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน และน่าจะกล่าวถึงจุดเด่นของงานของแต่ละกลุ่ม

1.3 การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility) ของร่างต้นแบบรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

โดยผู้วิจัยได้เป็นผู้ทำการทดลองสอนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 จำนวน 58 คนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่สังเคราะห์ขึ้นในบริบทของห้องเรียนจริง เพื่อดูความเป็นไปได้ของการใช้ปัญหาปลายเปิด ขั้นการสอนและการเกิดกระบวนการทางคณิตศาสตร์และปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น โดยมีหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นครูผู้ช่วยวิจัย ซึ่งได้แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยความสามารถและนักเรียนได้ตั้งชื่อกลุ่มตั้งแต่กลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 14 เป็นสีต่างๆเรียงลำดับดังนี้ 1) กลุ่มสีเทา 2) กลุ่มสีขาว 3) กลุ่มสีแสด 4) กลุ่มสีน้ำตาล 5) กลุ่มสีฟ้า 6) กลุ่มสีเหลือง 7) กลุ่ม

สีม่วง 8) กลุ่มสีน้ำเงิน 9) กลุ่มสีแดง 10) กลุ่มสีเขียว 11) กลุ่มสีชมพู 12) กลุ่มสีทอง 13) กลุ่มสีดำ และ 14) กลุ่มสีคราม และหลังจากนั้นจึงได้นำรูปแบบการสอน การเรียงเนื้อหาในการสอน การให้คะแนนแบบรูบริกในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรง และได้นำผลงานนักเรียน 30 คน ให้คณะกรรมการพิจารณาความเที่ยง ตรวจสอบโดยใช้เกณฑ์คะแนนรูบริกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว นำไปหาความสัมพันธ์ ผลการปรับปรุงจากการทดลองสอนมีดังนี้

1.3.1 การปรับปรุงปัญหาปลายเปิด การเรียงเนื้อหาที่จะสอน อุปกรณ์ในการนำเสนอผลของการแก้ปัญหา

- ใช้ปัญหาปลายเปิด 3 ข้อใน 3 เนื้อหาเป็นตัวนำกิจกรรมการเรียนการสอน ในเรื่องพีทาโกรัส สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และเส้นขนานตามลำดับ

นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในเรื่องต่างๆ ได้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้านคือด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ และการเชื่อมโยง สามารถเกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

และได้ข้อสรุปสิ่งที่ต้องปรับปรุงคือ

1.3.1.1 ปัญหาปลายเปิดที่ควรมีการปรับปรุงมีดังนี้ เรื่องพีทาโกรัส

ปัญหาปลายเปิดที่ทดลองใช้	ปัญหาปลายเปิดที่ปรับปรุงขึ้น
<p>ในชั้นเสนอปัญหาของชั้นการสอน</p> <p>1. กำหนดให้ ACB เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก มีมุมACB กาง 90 องศา โดยมี a , b และ c เป็นความยาวของด้านที่อยู่ตรงข้ามมุม A มุม B และ มุม C ตามลำดับ โดยกำหนดให้ a= 3, b=4 , c= 5</p> <p>ให้แต่ละกลุ่มสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉากดังกล่าว</p> <p>2. ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้ง3รูป พร้อมแสดงเหตุผลประกอบ</p> <p>3. ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉาก พร้อมแสดงเหตุผลประกอบ</p> <p>4. สุ่มกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนใช้อุปกรณ์นำเสนอแล้วแต่การตกลงของกลุ่ม โดยมีกลุ่มเพื่อนเป็นผู้ประเมิน</p> <p>จากการตรวจการแสดงผลการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่านักเรียนแก้ปัญหาได้ดี แต่โจทย์กำหนด a= 3, b =4 , c= 5 มีเพียงเงื่อนไขเดียว จึงเพิ่มเงื่อนไขอีก 2 เงื่อนไข ที่เกิดจากการทวิคูณของด้านของความยาวของสามเหลี่ยมมุมฉากเดิมเป็น a= 6, b =8 , c= 10 และ a= 9, b =12 , c= 15 และเพิ่มความยาวชุดใหม่ที่ไม่ใช่ทวิคูณเป็น a=5, b =12 , c= 13 เพื่อการสรุปมโนมติร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนจะได้เห็นภาพที่หลากหลาย</p>	<p>ในชั้นเสนอปัญหาของชั้นการสอน</p> <p>1. กำหนดให้ ACB เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก มีมุมACB กาง 90 องศา โดยมี a, b และ c เป็นความยาวของด้านที่อยู่ตรงข้ามมุม A มุม B และ มุม C ตามลำดับ</p> <p>ให้แต่ละกลุ่มสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉากดังนี้</p> <p>กลุ่มที่1, 5 และ 9</p> <p>ใช้ข้อมูลชุดที่ 1 a= 3, b =4 , c= 5</p> <p>กลุ่มที่2, 6 และ 10</p> <p>ใช้ข้อมูลชุดที่ 2 a= 6, b =8 , c= 10</p> <p>กลุ่มที่3, 7,11 และ 13</p> <p>ใช้ข้อมูลชุดที่ 3 a= 9, b =12 , c= 15</p> <p>กลุ่มที่4, 8 ,12 และ 14</p> <p>ใช้ข้อมูลชุดที่ 4 a= 5, b =12 , c= 13</p> <p>2. ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้ง3รูป พร้อมแสดงเหตุผลประกอบ</p> <p>3. ให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉาก พร้อมแสดงเหตุผลประกอบ</p> <p>4. ให้ทุกกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนกลุ่มละไม่เกิน 3 นาที</p>

เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ปัญหาปลายเปิดที่ทดลองใช้	ปัญหาปลายเปิดที่ปรับปรุงขึ้น
<p data-bbox="188 427 587 472">ในชั้นเสนอปัญหาของชั้นการสอน</p> <p data-bbox="188 488 742 813">1. ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยมีคำว่า “น้อยกว่า” “เศษสองส่วนสาม” และ “สามเท่า” แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ แล้วผู้สมการแก้ปัญหา พร้อมทั้งระบุเหตุผลและตรวจคำตอบ</p> <p data-bbox="188 835 742 1046">พบว่านักเรียนยังไม่สามารถสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ตามโจทย์กำหนดได้ จึงปรับปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ตามความรู้ความสามารถและแตกต่างระหว่างบุคคล</p>	<p data-bbox="762 427 1161 472">ในชั้นเสนอปัญหาของชั้นการสอน</p> <p data-bbox="762 488 1311 813">1. ในสวนสัตว์นครราชสีมา มีสัตว์สวยงามคือนกยูงและกวาง อยู่รวมกัน ปรากฏว่า ณ.ที่แห่งนี้มีสัตว์แพทย์ได้นับขาของสัตว์ 2 ประเภทได้ 84 ขา นับหัวของสัตว์ทั้งหมดได้ 30 หัวจงแสดงวิธีหาจำนวนของสัตว์แต่ละประเภทนี้ให้ได้อย่างหลากหลายวิธี</p>

เรื่องเส้นขนาน

ปัญหาปลายเปิดที่ทดลองใช้	ปัญหาปลายเปิดที่ปรับปรุงขึ้น
<div data-bbox="304 450 810 728" style="text-align: center;"> </div> <p>1. จากรูปจงหาความสัมพันธ์ของส่วนของเส้นตรง AB กับส่วนของเส้นตรงอื่น ให้ได้มากที่สุด</p> <p>2. จงหามุมที่สัมพันธ์กับมุม AFE ให้ได้มากที่สุด</p> <p>จากการตรวจการแสดงผลการแก้ปัญหาในปัญหานี้ พบว่านักเรียนยังไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของเส้นตรง ที่ขนานกัน หรือระบุเส้นตัดได้ การหามุมที่เท่ากันยังไม่หลากหลายพอ อาจเป็นเพราะการกำหนดมุมในลักษณะที่เท่ากันตั้งแต่เริ่มแรก</p> <p>จึงปรับปรุงใหม่โดยกำหนดสามเหลี่ยมแม่แบบเป็นกระดาษโปรสเตอร์แข็ง ที่นักเรียนเลือกชนิดและขนาดเอง และวาดเส้นรอบรูปล้อมรอบสามเหลี่ยม และให้วางสามเหลี่ยมเดิมไปให้มีด้านทับกันสนิทหนึ่งด้านกับรูปเดิมที่วาดก่อนนั้น แล้ววาดรูปสามเหลี่ยม แล้วทำเช่นเดิมให้มีสามเหลี่ยมทั้งหมด 3 รูป โดยมีด้านร่วมของแต่ละรูป หนึ่งด้าน และห้ามวางรูปทับกัน</p>	<p>ในชั้นเสนอปัญหาของชั้นการสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> กำหนดแผ่นสามเหลี่ยมรูปหนึ่ง โดยให้นักเรียนแสดงขนาดของมุมเป็นสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันของทั้งสามมุม เช่น อาจเป็นเครื่องหมายถูก เครื่องหมายผิด หรือจุดดำทึบ หรือเป็นหมายเลข แล้วแต่การตัดสินใจของนักเรียน ให้นักเรียนวางทาบรูปสามเหลี่ยมแล้ววาดเส้นรอบรูปให้เกิดเป็นสามเหลี่ยมรูปที่ 1 จากนั้นสร้างรูปสามเหลี่ยมรูปที่สอง โดยหมุนแผ่นสามเหลี่ยม โดยไม่คำนึงถึงจุดหมุนจน ด้านด้านหนึ่งทับกันสนิทแล้ววาดวาดเส้นรอบรูปเกิดเป็นสามเหลี่ยมรูปที่ 2 และทำในทำนองเดียวกันจะเกิดสามเหลี่ยมรูปที่ 3 ให้นักเรียนหาเส้นขนานหนึ่งคู่พร้อมทั้งเส้นตัด 1 เส้น ให้ได้มากที่สุดที่จะหาได้ บอกเหตุผลประกอบว่าทำไมจึงขนานกัน ในสถานการณ์เส้นขนาน 1 คู่ และมีเส้นตัด 1 เส้น ให้นักเรียนหามุมอะไรบ้างที่เท่ากันเพราะเหตุใด จากรูปที่นักเรียนวาดนั้นสังเกตเห็นมุมอะไรบ้างที่รวมกันได้ 180 องศา ให้บอกมามากที่สุดเท่าที่จะบอกได้ พร้อมเหตุผลประกอบ

1.3.1.2 การเรียงเนื้อหา ควรเรียงเนื้อหาในการสอนตามลำดับดังนี้

การเรียงเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอน	การเรียงเนื้อหาที่ปรับปรุงแล้ว
1. พืทาโกรัส 2. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 3. เส้นขนาน พบว่าเรื่องที่นักเรียนต้องใช้การเชื่อมโยง ความรู้มากในการแก้ปัญหาคือเรื่องสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียว โดยสามารถใช้ความรู้การแก้ สมการที่จะปรากฏในเรื่องเส้นขนาน และพืทา โกรัส มาประยุกต์ใช้ในการแก้สมการเชิงเส้นตัว แปรเดียวได้ สำหรับเส้นขนานควรสอนก่อน เพราะนักเรียนจะได้เกิดความรู้เรื่องการนำเส้น ขนานไปประยุกต์ใช้ในเรื่องพืทาโกรัสได้	1. เส้นขนาน 2. พืทาโกรัส และ 3. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1.3.1.3 อุปกรณ์นำเสนอหน้าชั้นเรียน

อุปกรณ์นำเสนอที่ใช้ทดลองสอน	อุปกรณ์นำเสนอที่ปรับปรุงขึ้น
-บางกลุ่มใช้บานพับสี่หน้าเสริมความรู้เรื่องสิ่งที่ จะนำเสนอ -บางกลุ่มใช้สิ่งที่นำเสนอติดบนกระดาน พบว่าไม่เป็นระบบเดียวกันและนักเรียนไม่ สามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ไปทำงานในที่ต่างๆ ได้จึงสร้างอุปกรณ์เพื่อนำเสนองานกลุ่มของ นักเรียนเป็นกระดานสองหน้าขนาด 50 x 65 ตารางเซนติเมตร	- ควรนำเสนอโดยติดสิ่งต่างๆลงบนกระดาน 2หน้าขนาดเท่าพลาสติกลูกฟุตบอลขนาดเล็ก ที่มี ด้านหนึ่งเป็นกระดานแม่เหล็ก ส่วนอีกด้านหนึ่ง เป็นกระดานชานอ้อย

1.4 การตรวจสอบความตรงของรูปแบบการสอน ความตรงและความเที่ยงของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

1.4.1 การตรวจสอบความตรงของรูปแบบการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญ

หลังจากสังเคราะห์รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ในชั้นศึกษาความเป็นไปได้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 และได้ปรับปรุงแก้ไขในระดับหนึ่งแล้ว จึงได้นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงของรูปแบบการสอน ผลการตรวจสอบและข้อเสนอแนะพอสรุปได้ดังนี้

1.4.1.1 ภาพรวมของรูปแบบการสอนที่สังเคราะห์ขึ้น

เป็นรูปแบบการสอนที่น่าสนใจมาก และมีกระบวนการที่จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนคิด และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งตรงกับแนวการปฏิรูปการศึกษา และเป็นรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ไม่ซ้ำใคร น่าจะทำให้เกิดกระบวนการต่างๆทางคณิตศาสตร์ในขณะที่ใช้รูปแบบการสอนนี้

1) ชั้นการสอน

จำนวนชั้นการสอนมีพอเหมาะและการเรียงลำดับชั้นต่างๆ ลงตัวและสอดคล้องกัน ชั้นการสอนจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยชั้นแรกใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นตัวนำกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสร้างตัวแทนปัญหาจากการทำความเข้าใจกับปัญหา ชั้นต่อไปปล่อยให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาใช้ความรู้ความสามารถประสบการณ์ มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากนั้นจึงให้นักเรียนวิเคราะห์และเลือกแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานในกระดาน 2 หน้า ซึ่ง ชั้นการสอน 4 ชั้นดังกล่าวบทบาทการนำกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นบทบาทของนักเรียนเป็นส่วนใหญ่ จากนั้นเป็นชั้นสรุปซึ่งครูเริ่มมีบทบาทเข้ามาสรุปองค์ความรู้ร่วมกับนักเรียน ในส่วนชั้นการสอน 2 ชั้นสุดท้ายเป็นการขยายปัญหาโดยนักเรียนสร้างโจทย์ใหม่และแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน และชั้นสุดท้ายเป็นการประเมินงานขยายปัญหาที่สร้างขึ้นและสะท้อนผลการเรียนในเรื่องนั้นๆ

2) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะการจัดกิจกรรมคือ 1) ควรให้นักเรียนฝึกคิดและเขียนแสดงวิธีการคิด วิธีการแก้ปัญหาให้เกิดความหลากหลาย 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นเรื่องการนำไปใช้ในเรื่องเส้นขนานและสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวควรรวมเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ใหญ่แผนเดียวในแต่ละเรื่องไม่นำแยกออกเป็นเรื่องละ 2 แผนๆ เพราะการนำไปใช้กับนักเรียน

จะต้องแสดงในชั้นขยายผลอยู่แล้ว 3) การสรุปผลร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนถ้ามีอุปกรณ์สื่อการสอนประกอบในการสรุปจะทำให้การสรุปมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3) แนวทางการประเมินผล

ควรใช้การประเมินผลที่หลากหลายทั้งด้านการสังเกต สัมภาษณ์ การทดสอบ การทำใบกิจกรรมปัญหาปลายเปิด การทำกิจกรรมต่างๆในห้องเรียน น่าจะมีการบันทึกวีดิทัศน์และถ่ายภาพนิ่งในการทำกิจกรรมต่างๆในบริบทของการเรียนการสอน ซึ่งเป็น การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพควบคู่กับข้อมูลเชิงปริมาณ และควรมีข้อมูลให้ครบทั้ง 3 ด้าน ทั้งด้าน ผลสัมฤทธิ์ฯ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เพื่อนำมาประกอบการ อภิปรายผล

4) เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

มีความครอบคลุม ชัดเจน และสมบูรณ์ สามารถใช้เป็น เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนในด้านต่างๆคือด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอและการเชื่อมโยง

1.4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

1.4.2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ผู้ประเมินเป็นกรรมการประเมิน 6 คนที่มีประสบการณ์การสอน คณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 30 ปี ขึ้นไปจำนวน 3 คน 25-29 ปีจำนวน 1 คน 20-25 ปี จำนวน 1 คน 10-15ปีจำนวน 1คน และใน 6 คนนี้ดำรงตำแหน่งเป็น ครู คศ. 3 จำนวน 2 คน ครู คศ.2 ครู คศ. 2 จำนวน 3 คน และครู คศ. 1 จำนวน 1 คน โดยผู้ประเมินทำการประเมินเกณฑ์การ ให้คะแนนแบบรูบริคโดยตรวจสอบความสอดคล้องของเกณฑ์กับนิยามโดยใช้มาตราวัดประเมินค่าชนิด 4 สเกล พบว่าค่าความเหมาะสมและความถูกต้องสมบูรณ์ของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคมี พิสัยตั้งแต่ 3.83-4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00-0.41 ข้อมูลแสดงในภาคผนวก ง

1.4.2.2 ความเที่ยง (Reliability)

ผู้ประเมินที่เป็นกรรมการประเมิน 6 คน ได้ตรวจให้คะแนน ใบกิจกรรมที่นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายแสดงวิธีแก้ปัญหาปลายเปิด แล้วนำมาหาค่า ความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการให้ เหตุผล กระบวนการสื่อสาร กระบวนการนำเสนอ และกระบวนการเชื่อมโยง ผลพบว่าค่า ความสัมพันธ์ของการให้คะแนนการตรวจใบกิจกรรมที่แสดงวิธีแก้ปัญหาปลายเปิด ของกรรมการ พิจารณาความเที่ยง ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีพิสัยตั้งแต่ 0.621-0.957 และทุกคู่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกคู่ โดยมีค่า ความสัมพันธ์ (r) ในภาพรวม

มีพิสัยตั้งแต่ 0.5388-0.7841, ค่าความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟา(α) ของเครื่องมือวัดด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการให้เหตุผล กระบวนการสื่อสาร กระบวนการนำเสนอ และกระบวนการเชื่อมโยงมีค่าเท่ากับ 0.9508, 0.9508, 0.8719, 0.8802, 0.9056 และ 0.9241 ส่วนในด้านกระบวนการทุกกระบวนการมีผลคล้ายกับด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหา โดยมีความสัมพันธ์ของคะแนนในทุกคู่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ข้อมูลต่างๆ ในภาคผนวก ง

2. ผลการศึกษาระยะที่สอง: การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ในการวิจัยปฏิบัติการในวงจรถัง 3 วงจรนี้ผู้วิจัยได้นำต้นร่างที่ผ่านการทดลองสอนโดยเน้นวิธีการแก้ปัญหาใน 3 เรื่องคือเส้นขนาน พิกทาโกรัสและสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 58 คนและได้ปรับปรุงพัฒนาและผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มาจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 จำนวน 58 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 เพื่อเรียนเป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องเส้นขนานในวงจรถังที่ 1 จำนวน 6 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพิกทาโกรัสในวงจรถังที่ 2 จำนวน 6 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในวงจรถังที่ 3 จำนวน 6 ชั่วโมง และเวลาสอบท้ายบทสำหรับการทำข้อสอบอัตนัยที่เป็นปัญหาปลายเปิดเรื่องละ 5 ข้อคะแนนเต็ม 20 คะแนน ใช้เวลาสอบเรื่องละ 2 ชั่วโมง รวม 6 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง (8 สัปดาห์) ซึ่งทำการสอน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ในชั่วโมงที่ 2 ของวันจันทร์ วันอังคาร และ ชั่วโมงที่ 5 ของวันพฤหัสบดี

ผลการพัฒนารูปแบบการสอนและการปรับปรุงรูปแบบการสอนในวงจรถังที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับดังนี้คือ 1) **ขั้นเตรียมการหรือขั้นวางแผน** 2) **ขั้นปฏิบัติการและสังเกต** 3) **ขั้นการสะท้อนผล** ที่ประกอบด้วย (1) ผลการสะท้อนผลการดำเนินการตามขั้นตอนการสอนทั้ง 7 ขั้น (2) ผลการประเมินการจัดการเรียนการสอน (3) สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไข (4) สรุปสิ่งที่ค้นพบและปรากฏการณ์ที่สำคัญ และ 4) **การปรับปรุงรูปแบบการสอนรายละเอียดครั้งนี้**

2.1 ผลการพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ด้วยวงจรวิจัยปฏิบัติการ

3 วงจร

2.1.1 วงจรที่ 1 เรื่องเส้นขนาน

ก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้คือ

1) **ขั้นเตรียมการหรือขั้นวางแผน โดย (1)** ให้ความรู้กับผู้ช่วยวิจัยเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ โดยนำเสนอรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ ไปกิจกรรม แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาท้ายบท แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน (2) จัดเตรียมอุปกรณ์ที่เป็นกระดาษโปสเตอร์สีชนิดแข็งและอ่อน กรรไกร กาว สำหรับการไต่ร่องรายบุคคลและไต่ร่องรายกลุ่ม (3) จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับให้กลุ่มนักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนเป็นกระดาน 2 หน้า ด้านหนึ่งเป็นชานอ้อย อีกด้านหนึ่งเป็นกระดานแม่เหล็ก (4) แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยความสามารถยึดตามคะแนนกลางปีของรายวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547

2) **ขั้นปฏิบัติการและสังเกต** ผู้วิจัยเริ่มต้นวงจรที่ 1 โดยการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มี 7 ขั้นตอนในการวางแผนการสอนในหัวข้อเรื่อง เส้นขนาน ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วยขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาที่เป็นปัญหาปลายเปิด เพื่อให้ นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาว่ากำหนดรายละเอียดอะไร และต้องการให้ผู้เรียนทำอะไร โดยผู้เรียนต้องสร้างตัวแทนปัญหาออกมา อาจจะอยู่ในรูปของตาราง แผนภูมิ ผังมโนคติ รูปภาพ หรืออธิบายเป็นข้อความ จากนั้นนักเรียนจะเขียนถึงการวางแผนที่จะทำการแก้ปัญหาดังกล่าว จากการสังเกตพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้ตามที่โจทย์ต้องการ แต่มีนักเรียนบางคนสร้างตัวแทนปัญหาไม่ถูกต้องเช่นสร้างรูปสามเหลี่ยมสามรูปทับกัน สร้างรูปแม่แบบเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า หรือ หน้าจั่ว พลิกรูปสามเหลี่ยมแม่แบบ สำหรับการวางแผนนักเรียนจะเกิดคำถามกับครูผู้สอนว่าจะเขียนลักษณะใดเพราะไม่เคยมีประสบการณ์ในการเรียนแบบนี้มาก่อน ขั้นที่ 2 การไต่ร่องรายบุคคล เพื่อให้ นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยตัวนักเรียนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมมาสร้างความรู้ใหม่ โดยการสื่อสารที่เป็นภาษาเขียน สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ภาษาทั่วไป รูปภาพ ตาราง นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้ความรู้ทางด้านเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การไต่ร่องรายกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนรู้จักใช้กระบวนการกลุ่มและนำเสนอ อภิปรายในงานของคนที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยรายบุคคล ต่อกลุ่ม เป็นการฝึก

ทำงานร่วมกันเกิดทักษะทางสังคม พบว่านักเรียนยังเกรงใจกันเนื่องจากครูเป็นผู้จัดกลุ่มให้โดยลดความสามารถยังไม่คุ้นเคยกัน แต่เมื่อเวลาผ่านไปสัก 15 นาที บรรยากาศในห้องจะมีเสียงพูดคุยอภิปราย นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น นักเรียนโดยมากร่วมกิจกรรมด้วยความตั้งใจ ผู้วิจัยคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและเลือกแนวทางแก้ปัญหาเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน ชั้นที่ 4 การนำเสนอ เพื่อให้ นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อตกลงในกลุ่มในการเลือกวิธีแก้ปัญหา โดยประกอบสิ่งที่นำเสนอในกระดาน 2 หน้าที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ ให้เวลาการนำเสนอกลุ่มละ 3 นาที พบว่า การนำเสนอ นักเรียนยังควบคุมเวลาไม่ได้ในบางกลุ่ม และสิ่งที่นำเสนอมีหลากหลาย นักเรียนนำเสนอยังไม่ค่อยคล้องตัวนักในกลุ่มแรกแต่กลุ่มถัดไปที่เหลือ นักเรียนนำเสนอด้วยความมั่นใจ และช่วยเหลือกันในกลุ่มดี ชั้นที่ 5 การสรุป ครูและนักเรียนสรุปร่วมกันถึงสมบัติของเส้นขนาน โดยยกตัวอย่างงานที่สมบูรณ์ของกลุ่มที่ 8 และกลุ่มที่ 12 มาประกอบในการอธิบาย ชั้นที่ 6 การขยายผล ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 และ 3 ให้นักเรียนแก้ปัญหา เป็นการทำให้ นักเรียนมีความรู้ในด้านเนื้อหาดียิ่งขึ้น และฝึกทักษะในการคิด ชั้นที่ 7 การประเมินและสะท้อนผล เพื่อให้ นักเรียนในแต่ละกลุ่มประเมินการขยายปัญหาและแสดงแนวทางแก้ปัญหากลุ่มเพื่อน โดยการจับสลากกลุ่มที่จะประเมิน หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนสะท้อนผลการเรียนการสอนในเรื่องเส้นขนานว่าเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้วิจัยการปรับปรุงให้ดีขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องต่อไป

3) ชั้นการสะท้อนผล

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรที่ 1 ประกอบด้วยการจัดการเรียนสอนแผนที่ 1 เรื่อง เส้นขนานและการนำไปใช้ ใช้เวลาสอน 6 ชั่วโมง เวลาสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาท้ายบท 2 ชั่วโมง

(1) ผลการสะท้อนผลการดำเนินการตามขั้นตอนการสอนทั้ง 7 ชั้น
ในวงจรที่ 1

ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรที่ 1 ดังนี้คือ

ชั้นที่ 1 ช้่นนำเสนอปัญหา

ชั้นนำเสนอปัญหามีเป้าหมายและวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาปลายเปิด แล้วสร้างตัวแทนปัญหาจากปัญหานั้นๆ และวางแผนที่จะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

เนื่องจากเป็นชั่วโมงแรกที่สอน ครูจึงอธิบายถึงรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ว่ามี 7 ขั้นตอนและหน้าที่ของนักเรียนโดยรวมในแต่ละขั้น ต้องรับผิดชอบชิ้นงานและปริมาณงานอะไรบ้าง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันและเกิดการปฏิบัติที่ตรงกับสิ่งที่ครูวางแผนไว้ และได้แบ่งกลุ่มออกเป็น 14 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่ม

ที่ 2 มีจำนวนกลุ่มละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มตั้งชื่อกลุ่มตามการตกลงและตัดสินใจของกลุ่มได้ รายชื่อทั้ง 14 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 “แมง ~ one” กลุ่มที่ 2 “We are Za” กลุ่มที่ 3 “Twinkle Trip” กลุ่มที่ 4 “Zealot” กลุ่มที่ 5 “เอ้อเธอ” กลุ่มที่ 6 “อะไร?” กลุ่มที่ 7 “Spy” กลุ่มที่ 8 “ตัวเลขมหัศจรรย์” กลุ่มที่ 9 “N3R” กลุ่มที่ 10 “ทาโร” กลุ่มที่ 11 “ลูกโป่ง” กลุ่มที่ 12 “ฟองโซดา” กลุ่มที่ 13 “อะไรดี” และกลุ่มที่ 14 “Forget Me Not” ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละคนอ่าน และทำความเข้าใจในปัญหาให้ได้มากที่สุด ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม มาสร้างตัวแทนของปัญหา โดยเขียนตัวแทนปัญหาในข้อ 1 ในใบกิจกรรมที่ 1 และการวางแผนการแก้ปัญหาในข้อ 2 ของใบกิจกรรมที่ 1 จากการตรวจงานที่นักเรียนสร้างขึ้นผลมีดังนี้

การสร้างตัวแทนปัญหา พบว่านักเรียนสามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้ในหลายลักษณะ โดยใช้สามเหลี่ยมแม่แบบเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก มุมป้าน หรือมุมแหลม การวางรูป 3 รูป มีทั้งแนวนอน แนวตั้ง และแนวทแยง การใส่ชื่อมุมมีหลายลักษณะทั้งรูปดาว หัวใจ จุดทึบ กากบาท เครื่องหมายถูก ตัวเลข ตัวหนังสือไทย หรือพยัญชนะภาษาอังกฤษเป็นต้น

การวางแผนการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการทำงานได้ค่อนข้างดีเพราะนักเรียนทั้งห้องให้ความสนใจและตั้งใจในการเรียนแบบใหม่ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ด้านนี้มาเลย จึงตั้งใจฟังคำอธิบายของผู้วิจัยในบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นการเรียนของนักเรียน และกระตือรือร้นในการทำงาน

ขั้นที่ 2 ขั้น ไตร่ตรองรายบุคคล

ขั้น ไตร่ตรองรายบุคคลมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาโดยการเชื่อมโยงความรู้ และใช้ประสบการณ์เดิม มาสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยห้ามปรึกษาใคร ให้เกิดการคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็นจากปัญหาปลายเปิดที่ครูนำเสนอในใบกิจกรรมที่ 1 เป็นตัวนำกิจกรรมการเรียนการสอน ตามความสามารถและประสิทธิภาพของแต่ละคน และให้นักเรียนระบุเหตุผลประกอบในการคิด โดยให้นักเรียนสื่อสารในวิธีดำเนินการแก้ปัญหาในข้อ 3 ของใบกิจกรรมที่ 1 สรุปผลการคิดที่ได้เป็นข้อความรู้ในข้อ 4. และตรวจคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้ในข้อ 5 โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้คอยสังเกตและเตรียมอุปกรณ์แต่มิใช่ผู้สอนหรือบอกความรู้ ครูจะเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือแนะนำเท่านั้น ผลพบว่า

วิธีดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนได้แสดงวิธีคิดการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายโดยระบุนสาเหตุที่เส้นขนานกันเพราะมีระยะห่างเท่ากัน หรือลากต่อไปแล้วจะไม่ตัดกัน และสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่มีขนาดเท่ากันไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็จะเท่ากันด้วย ซึ่งสิ่งที่เท่ากันนี้คือมุมเดิมของสามเหลี่ยมต้นแบบทั้งสามมุม และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงโดยนำความรู้เดิมเกี่ยวกับมุมประชิดบนเส้นตรงมีค่าเท่ากับ 2 มุมฉาก มาตรวจดูว่าที่ใดมีสามมุมดังกล่าวก็จะมีผลบวกของมุม

เป็น 2 มุมฉากด้วย ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้นี้ใหม่จากการพิจารณาจากรูปที่นักเรียนสร้างขึ้นว่า มุมภายในสามเหลี่ยมจะเป็น 2 มุมฉากด้วย และผลบวกของมุมภายในที่อยู่ด้านเดียวกันของเส้นตัดก็จะเป็น 2 มุมฉากเช่นกัน และจากการที่มุมเดิมต้องเท่ากันจะทำให้นักเรียนมองเห็นมุมที่อยู่คนละข้างของเส้นตัดที่ไม่ใช่มุมประชิดเท่ากัน ซึ่งเรียกว่ามุมแย้งนั่นเอง และนักเรียนยังพบว่ามุมภายนอกเท่ากับมุมภายในที่อยู่ข้างเดียวกันของเส้นตัดอีกด้วย

การสรุปของนักเรียน มีการสรุปในประเด็นที่โจทย์ถามคือเส้นใดขนานกันมีเส้นใดตัด มุมใดบ้างที่เท่ากัน มุมใดบ้างที่รวมกันแล้วได้ 2 มุมฉาก

การตรวจสอบคำตอบหรือข้อสรุป นักเรียนได้ตรวจสอบคำตอบโดยใช้ไม้โปรแทกเตอร์ ไม้บรรทัด ครึ่งวงกลม วงเวียน หรือกระดาษลอกลาย วัดอาจจะเป็นความยาวหรือมุมแล้วแต่กรณี (ตัวอย่างการแสดงผลการตอบปัญหาในภาคผนวก จ)

ขั้นที่ 3 ขั้น ไตร่ตรองรายกลุ่ม

ขั้นไตร่ตรองรายกลุ่ม มีเป้าหมายและวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนรู้จักใช้กระบวนการกลุ่ม ในการเรียนรู้ รู้และทำหน้าที่ของผู้นำและผู้ตามได้เป็นอย่างดี มีความกล้าในทางที่ถูกต้องเช่นการกล้านำเสนอความคิดหรือความเข้าใจของตนเองต่อกลุ่ม การกล้าวิพากษ์วิจารณ์งานของกลุ่ม การรู้จักเป็นผู้ฟังที่ดีและรู้จักการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การฝึกนิสัยให้เป็นผู้ที่รับผิดชอบงาน ตรงเวลา ให้เกียรติซึ่งกันและกัน มีความพยายามและมุ่งมั่นให้งานของกลุ่มออกมาเป็นงานที่ดี และมุ่งสู่ความสำเร็จด้วยกัน รู้จักการเห็นคุณค่าและมั่นใจในตนเอง โดยต้องคิดว่าตนเองก็เป็นบุคคลที่มีความรู้ความสามารถไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง และควรอาสางานในกลุ่มเกิดความเห็นอกเห็นใจ รู้จักเอาใจเขามาใส่ใจเรา นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 โดยส่งกลุ่มละ 1 ใบ เป็นภาพรวมของการคิดในกลุ่มที่จะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

การทำงานกลุ่ม นักเรียนเข้ากลุ่มตามรายชื่อที่ครูจัดให้โดยยึดคะแนนคณิตศาสตร์ของภาคเรียนที่ผ่านมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งโดยลดความสามารถ การทำงานกลุ่มนักเรียนยังไม่ชินจะไม่ค่อยกล้าเท่าใดนัก ผู้วิจัยได้กระตุ้นให้นักเรียนทำหน้าที่ในทุกตำแหน่งให้เหมาะสม โดยผู้ที่ส่งหรือรับอุปกรณ์ ใบกิจกรรมเป็นหน้าที่ของผู้ประสานงานเท่านั้น จึงทำให้อ่างเรียนอยู่ในสภาพที่ครูคุมชั้นเรียนได้ จะมีเพียงนักเรียน 14 คน ที่ต้องเดินมารับส่งงาน สำหรับประธานต้องรู้จักถามถึงแนวคิดของเพื่อนๆ ในกลุ่ม โดยมีรองประธานช่วยถามและกระตุ้นให้ทุกคนช่วยกันคิด ที่จะหาวิธีที่จะนำเสนอให้ดีและมีความสมบูรณ์ที่สุด ส่วนเลขานุการจะเป็นผู้บันทึกในใบกิจกรรมกลุ่มที่ต้องส่งครูผู้สอนกลุ่มละ 1 ใบ และตำแหน่งหน้าที่จะหมุนเวียนกันไป โดยทุกคนจะต้องมีประสบการณ์ในการสวมบทบาทในทุกตำแหน่ง ผลพบว่านักเรียนมีการอภิปรายแนวคิดในกลุ่มได้ดี

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอ

ขั้นนำเสนอมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนใช้รูปภาพ สัญลักษณ์ทางการพูด สัญลักษณ์ทางการเขียน มานำเสนอในข้อสรุปของกลุ่มที่เลือกมาจากการระดมพลังสมองร่วมกัน มานำเสนอหน้าชั้นเรียน กลุ่มละไม่เกิน 3 นาที โดยลักษณะของอุปกรณ์ที่นำมานำเสนอขึ้นกับการเห็นชอบของกลุ่ม และมีการร่วมมือร่วมใจช่วยกันสร้าง โดยทุกกลุ่มต้องผลิตงานที่จะนำเสนอในแผ่นกระดาษ 2 หน้าที่หน้าหนึ่งเป็นกระดาษแม่เหล็ก ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นกระดาษชานอ้อย ส่วนการนำเสนอหน้าชั้นเรียนไม่จำกัดจำนวนแล้วแต่กลุ่มจะพิจารณา ครูจะปล่อยให้ นักเรียนนำเสนออย่างต่อเนื่องและจะไม่สอดแทรกคำถามหรือข้อคิดเห็นใดๆขณะที่นักเรียนนำเสนอ เพราะจะเป็นการทำให้ นักเรียนสับสน และขาดความมั่นใจ ครูจะคอยเก็บรายละเอียดในการนำเสนอที่เด่น หรือ มโนคติที่ผิดหรือความเข้าใจผิดในข้อความรู้ของแต่ละกลุ่ม ผลของการนำเสนอพบว่า

การนำเสนอ ทุกกลุ่มต่างประดิษฐ์ชิ้นงานตามแนวทางที่กลุ่มของตนเลือกบนอุปกรณ์กระดาษสองหน้า และนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยพบว่านักเรียนยังควบคุมเวลาไม่ค่อยได้เนื่องจากเป็นครั้งแรกที่ออกมาเสนองาน แต่การนำเสนอจะมีข้อแตกต่างกันอยู่บ้างเช่นมีการแสดงบทบาทสมมติ เป็นครูกับนักเรียนในกลุ่มที่ 8 สิ่งที่เหมือนกันใน 3 กลุ่มแรกที่นำเสนอคือ นักเรียนจะแนะนำตัวเองและสมาชิกในกลุ่ม หลังจากนั้นผู้วิจัยได้แจ้งให้นักเรียนไม่ต้องมีการแนะนำให้อธิบายได้เลย การอธิบายนั้นบางกลุ่มให้สมาชิกทุกคนได้พูดแต่บางกลุ่มอธิบาย 2 คน ส่วนอีก 2 คน ถืออุปกรณ์กระดาษ 2 หน้า ในกลุ่ม 7 กลุ่มหลังมีการใช้อุปกรณ์ที่ประกอบการอธิบายเพิ่มเข้ามา ทำให้เป็นการรวมจุดสนใจ การเตรียมพร้อมในการนำเสนอมี 3 กลุ่มที่ยังประกอบสิ่งที่จะนำเสนอบนกระดาษสองหน้าขณะที่กลุ่มเพื่อนกำลังดำเนินการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป

ขั้นสรุปมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนสรุปองค์ความรู้ร่วมกับครู โดยนักเรียนจะเกิดข้อความรู้จากการได้เผชิญกับปัญหาในขั้นที่ 1 เกิดการสร้างและเชื่อมโยงความรู้ในขั้นที่ 2 ด้วยตัวของตัวเอง และเกิดความรู้เพิ่มขึ้นจากการนำความรู้ วิธีแก้ปัญหาของแต่ละคนมาเข้ากลุ่มในขั้นที่ 3 จากนั้นการที่นักเรียนได้ฟังเพื่อนนำเสนอในขั้นที่ 4 ที่เป็นการแสดงวิธีคิดต่างๆที่หลากหลายจะเกิดข้อความรู้ที่นอกเหนือจากกลุ่มที่ตนคิด เป็นการทำให้เห็นข้อเด่น ข้อด้อย และข้อความรู้ที่กว้าง ครอบคลุม และมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นักเรียนจะต้องได้ตอบคำถามปากเปล่าของครู ในการหาข้อสรุปร่วมกัน ครูจะยกตัวอย่างกระดาษสองหน้าที่แสดงงานที่นักเรียนนำเสนอที่ค่อนข้างจะสมบูรณ์ ชัดเจน และครอบคลุม ประกอบในการสรุปด้วย ครูจะให้งาน โดยให้นักเรียนสรุปข้อความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่องเส้นขนานในกระดาษ เอ 4

ซึ่งการสรุปพบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเชิงมโนคติเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานเป็นอย่างดีและสื่อสารออกมาในรูปของการเท่ากันของมุมตรงข้ามมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ข้างเดียวกันของเส้นตัด และการรวมกันเป็น 2 มุมฉากในกรณีที่เป็นมุมภายในที่อยู่ข้างเดียวกันของเส้นตัด และได้ระบุประโยชน์ของสมบัติเส้นขนานคือมุมภายในของสามเหลี่ยมรวมกันได้ 2 มุมฉาก และถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของสามเหลี่ยมออกไปข้างนอกจะเกิดมุมภายนอกเท่ากับมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด

ขั้นที่ 6 ขั้นขยายผล

ขั้นขยายผลมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดในปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่โดยครูเป็นผู้นำเสนอปัญหา(ใบกิจกรรมที่ 3) สำหรับเรื่องเส้นขนาน ครูได้กำหนดปัญหาปลายเปิดเกี่ยวกับการสร้างรูปเพื่อตรวจสอบว่าสามเหลี่ยมจะเท่ากันทุกประการในกรณีใดบ้าง และนอกจากนี้เพื่อให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการขวนขวายหาความรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆเช่น ตำรา คู่มือ อินเทอร์เน็ต และห้องสมุด เพื่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้และสามารถสร้างปัญหาและแสดงวิธีการแก้ปัญหาในเรื่องเส้นขนาน ด้วยตนเองได้ โดยสร้างโจทย์ การแสดงวิธีแก้ปัญหาพร้อมระบุเหตุผล และ แสดงการตรวจคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นๆคนละ 1 ข้อ ให้นักเรียนแสดงการขยายปัญหาซึ่งในใบกิจกรรมที่ 4

ผลการทำใบกิจกรรมที่ 3 ที่ครูนำเสนอปัญหาคือนักเรียนพบว่าสามเหลี่ยมจะเท่ากันทุกประการโดย คคค (ด้าน ด้าน ด้าน), คมค (ด้าน มุม ด้าน), มคค (มุม ด้าน มุม), มมค (มุม มุม ด้าน), ส่วนที่ไม่เท่ากันทุกประการคือ มมม (มุม มุม มุม) ส่วน คคค (มุม ด้าน ด้าน) จะไม่เท่ากันทุกประการเมื่อเป็นสามเหลี่ยมมุมป้าน หรือมุมแหลม แต่จะเท่ากันทุกประการกรณีเป็นมุมฉาก ซึ่ง คคค ในกรณีนี้จะเรียกว่า คคค (ฉาก ด้าน ด้าน)

การขยายผลนั้นนักเรียนสามารถสร้างปัญหาได้หลากหลายมีทั้งเป็นการใช้สมบัติของเส้นขนานมาช่วยแก้ปัญหา และการพิสูจน์ที่ใช้สมบัติการเท่ากันทุกประการ ทำให้นักเรียนต้องมีการค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆเพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่จะขยายปัญหา

ขั้นที่ 7 ขั้นประเมินและสะท้อนผล

มีเป้าหมายและวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนรู้จักการวิพากษ์การขยายปัญหาและแสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยการให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันวิพากษ์ ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาของสมาชิกในกลุ่มอื่น และเขียนรายละเอียดสิ่งที่วิพากษ์และการแก้ปัญหากลุ่มที่ต่างจากสมาชิกของกลุ่มเพื่อนคิดในใบกิจกรรมที่ 5 และเพื่อให้ทราบปัญหา ข้อเด่นข้อด้อยในการ

จัดการเรียนการสอนในเรื่องเส้นขนาน หลังจากสิ้นสุดวงจรที่ 1 ให้นักเรียนสะท้อนผลในแบบประเมินและสะท้อนผล พบว่า

การประเมินงานเพื่อน พบว่าสิ่งที่ประเมินเป็นการออกความเห็นมีทั้งยาก ชับซ้อนไปง่ายไป หรือเห็นข้อบกพร่องในด้านการไม่ใส่ชื่อมุม การคำนวณผิด และส่วนมากจะมีแนวคิดแก้ปัญหาเหมือนหรือคล้ายเพื่อน

และหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ข้อสอบอัตนัย 5 ข้อ คะแนนข้อละ 4 คะแนน รวมเป็น 20 คะแนน โดยแต่ละข้อเป็นลักษณะปัญหาปลายเปิด ใช้เกณฑ์รูบริกเป็นเกณฑ์ในการตรวจคะแนนข้อสอบอัตนัย พบว่า

จากการที่นักเรียนทำแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายบทเรื่องเส้นขนาน นักเรียนสามารถใช้ความรู้เชิงมโนคติสัมพันธ์กับความรู้เชิงวิธีการมาใช้พิสูจน์เหตุผลที่มุมภายในสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา การเท่ากันทุกประการกรณีฉาก ด้าน ด้าน และการแสดงความสามารถในการสร้างโจทย์และเฉลยเองที่ถูกต้องตามหลักวิชา

(2) ผล การประเมินการจัดการเรียนการสอน ในวงจรที่ 1

ผู้วิจัยประเมินการจัดการเรียนการสอน ดังนี้คือ

ด้านที่ 1 โดยผู้วิจัยและครูผู้ช่วยวิจัย

ผู้วิจัยและครูผู้ช่วยวิจัยร่วมกันประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก พบว่านักเรียนมีความตื่นตัวต่อการเรียนแบบใหม่ มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และตั้งใจทำใบกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม มีการพูดคุย ปรึกษาหารืออย่างกล้าหาญมิตร ไม่ปรากฏภาพการไม่ร่วมทำงาน หรือแสดงการเอาเปรียบเพื่อน นักเรียนตั้งใจร่วมกันทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตงานนำเสนอบนกระดาน 2 หน้าอย่างเต็มความสามารถ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความรู้และความสามารถอย่างเต็มที่ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกด้านทั้งด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอและการเชื่อมโยง และนอกจากนี้ การสรุปบทเรียนมีการสรุปร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน มีความถูกต้องและครอบคลุม นักเรียนได้มีการสรุปความรู้ในกระดาษ เอ4 ส่งครูผู้สอนในช่วงโมงถัดไป และบรรยากาศในการเรียนรู้ นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน ยิ้มแย้มแจ่มใส ไม่เครียด โดยครูจะเปิดใจกว้างไม่ยึดติดคำตอบที่ถูกหรือผิด แต่อยากรวบรวมแนวคิดของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความไม่กดดัน การประเมินผลโดยผู้เรียน

ด้านที่ 2 โดยผู้เรียนแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือความคิดเห็นและความรู้สึกต่อการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

ประเด็นที่ 1 ความคิดเห็นต่อการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน (แสดงในภาคผนวก จ) ดังนี้

- 1) รู้สึกว่าครูให้อิสระในการคิด ได้คิดสิ่งใหม่ รู้สิ่งใหม่ๆ ได้รับรู้สิ่งที่เพื่อนคิดและนำเสนอ ได้ออกความคิดเห็นกันทุกคน
- 2) อาจารย์เป็นกันเองเลิกกลัวที่จะทำ กล้าที่จะคิด
- 3) ทำให้กล้าคิด ทำ พูด และรับฟังความคิดเห็นคนอื่น สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่
- 4) รู้สึกสนุกและไม่เครียด เข้าใจเรื่องที่เรียนมากกว่าเดิม และจากการหารือกันในกลุ่มยังทำให้รู้ว่าเราสามารถทำได้หลายวิธี
- 5) การเรียนแบบนี้ไม่เคยเรียนมาก่อน นี่เป็นครั้งแรก สนุกดี ได้แลกเปลี่ยนความรู้กันมากมาย มีความคิดสร้างสรรค์ดีมาก

ประเด็นที่ 2 ความรู้สึกต่อการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีตัวอย่างการแสดงความรู้สึกของนักเรียน (แสดงในภาคผนวก จ) ดังนี้

- 1) สนุกดีได้แลกเปลี่ยนความคิด มีการสนทนาสื่อสาร หลอมรวมความคิดของแต่ละคน
- 2) เป็นการสอนที่ดี ได้ให้นักเรียนคิดก่อน ไม่มีคำว่าถูกหรือผิดให้ทุกคนต่างคนต่างคิดมีวิธีคิดที่หลากหลาย สุดท้ายจะได้ข้อสรุปคล้ายกัน
- 3) เป็นวิธีการสอนที่ดีมาก สอนอย่างสบายๆ แต่สามารถสร้างความรับผิดชอบในตัวนักเรียนที่ต้องทำงานให้แล้วเสร็จทันเวลาและมีงานส่งครู
- 4) ชอบครูสอนดีแต่งานค่อนข้างจะมาก 5) รู้สึกเหมือนไม่ได้เรียนในประเทศไทย เพราะครูไม่ซีเรียส ไม่คว่านักเรียน ไม่กำหนดว่าต้องคิดแบบนี้ คิดแบบนั้น ครูมีความเข้าใจในตัวนักเรียน เปิดโอกาสให้คิด พูด ตามความเข้าใจของนักเรียน

(3) สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไข ของวงจรที่ 1 มีดังนี้คือ

สภาพปัญหา	แนวทางแก้ไข
ข้อ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใช้เวลา มากกว่าที่กำหนดเอาไว้เพราะ วางแผนให้ นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนไม่เกิน 4 –5 กลุ่ม โดยเลือกสิ่งที่คล้ายกัน มานำเสนอเพียงกลุ่ม เดียว แต่นักเรียนมีความต้องการนำเสนองาน ของตนเองในทุกกลุ่มเพราะได้ตั้งใจและร่วมกัน ทำงานเป็นอย่างดี	ข้อ 1 ครูอนุญาตให้นักเรียนนำเสนอข้อความรู้ที่ ค้นพบหน้าชั้นเรียน แต่มีการกำกับเวลาให้ นำเสนอได้ไม่เกินกลุ่มละ 3 นาที
ข้อ 2 นักเรียนบางคนยังไม่กล้าแสดงออก มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนน้อย กลัวผิด กลัวอาย เพื่อน	ข้อ 2 ครูต้องให้ความเข้าใจแก่ทุกคนว่าล้วนมี ความสำคัญและมีคุณค่าในตนเองและสามารถ ช่วยกลุ่มให้ประสบความสำเร็จได้ ไม่เน้นการ ตอบถูกผิด แต่เน้นการแสดงวิธีการแก้ปัญหาว่า เป็นอย่างไร
ข้อ 3 แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียนยังบริการให้ นักเรียนค้นคว้าได้ไม่ตรงกับเวลาว่างของ นักเรียน	ข้อ 3 ประสานกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ขออนุญาตให้นักเรียนเข้าศึกษาในช่วงคาบ อิสระและชั่วโมงชมรม เพื่อค้นคว้าในห้องสมุด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ข้อ 4 นักเรียนยังมีจุดอ่อนในด้านการแสดง แนวคิดแก้ปัญหาในชั้นประเมินและสะท้อนผล การขยายปัญหาของเพื่อน โดยส่วนมากจะ บันทึกว่า “คิดเหมือนเพื่อน” “คิดได้แบบเดียว” “คิดไม่ต่างจากเพื่อน”	ข้อ 4 กระตุ้นนักเรียนในกลุ่มให้พยายามช่วยกัน คิดแก้ปัญหาที่ต่างจากเพื่อนคิดให้ได้อย่าง หลากหลายวิธี ซึ่งเป็นการแสดงศักยภาพและ ความเข้าใจในความรู้ และแสดงซึ่งความสำเร็จ ในการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน

(4) สรุปสิ่งที่ค้นพบและปรากฏการณ์ที่สำคัญในวงจรที่ 1

จากการสะท้อนผลการปฏิบัติการได้พบปรากฏการณ์ที่สำคัญ สภาพปัญหา
และแนวทางแก้ไข ซึ่งจะนำเสนอ ดังนี้คือ

ข้อ 1 ปัญหาปลายเปิดเป็นตัวนำกิจกรรม ในการแสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยครูสามารถคุมชั้นเรียนได้ นักเรียนจะเกิดการใส่ใจในปัญหาและใช้ความพยายามในการแก้ปัญหา ปัญหาปลายเปิดเป็นตัวกระตุ้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนจะมีเสรีภาพในการทำงานโดยไม่รบกวนผู้อื่น ปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการค้นหาคำตอบที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

ข้อ 2 การสร้างตัวแทนปัญหาเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนตระหนักในการทำ ความเข้าใจในโจทย์หรือปัญหาที่กำหนดให้ เป็นการเพิ่มศักยภาพในการเรียน แสดงถึงการเป็นผู้มีความสามารถในการตีความ ขยายความหรือสรุปความได้ ก่อให้เกิดความละเอียดรอบคอบในการทำงาน

ข้อ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา วิธีดำเนินการ ข้อสรุปและการตรวจสอบ ข้อสรุปเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่เสริมให้มีระบบยิ่งขึ้น เป็นการแสดงถึงความสามารถในการแสดง วิธีการแก้ปัญหาที่ค่อนข้างสมบูรณ์ นักเรียนได้แสดงขั้นตอนการได้มาซึ่งข้อสรุปโดยการสื่อสาร และแสดงด้วยเหตุผลประกอบ

ข้อ 4 กระบวนการกลุ่มทำให้เกิดการพัฒนาด้านการคิดและทักษะทาง สังคม เป็นการแสดงความคิดเห็นร่วมกันมีการวิพากษ์ วิจารณ์ ประกอบด้วยเหตุผล เกิดบทบาท ทั้งผู้นำและผู้ตาม และเกิดทักษะทางสังคมที่มีการอธิบาย เอื้ออนุเคราะห์ช่วยเหลือ และมีโมดริจิดรที่ดี ต่อกันทั้งในด้านวิชาการและการดำรงตนเป็นนักเรียนในโรงเรียน

ข้อ 5 การนำเสนอทำให้นักเรียนรู้จักแนวทางในการเลือกทางเลือกที่ หลากหลายและเกิดประสบการณ์ในการพูดในที่ชุมชน เกิดการสร้างความคุ้นเคยในการเสนอ ผลงานต่อคนหมู่มากและกล้าตัดสินใจ เกิดการเรียนรู้ในการบริหารเวลา รู้จักการใช้รูปภาพและ อุปกรณ์ สัญลักษณ์ทางภาษาพูด และใช้สัญลักษณ์ทางภาษาเขียน

ข้อ 6 การขยายปัญหาที่เป็นการสร้างโจทย์และแสดงการแก้ปัญหาเองเป็น การทำให้นักเรียนเพิ่มเติมการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อจะได้มีแนวทางในการขยาย ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความรู้ที่จะประเมินการขยายปัญหาของกลุ่มเพื่อนได้

ข้อ 7 การประเมินการขยายปัญหาของเพื่อนก่อให้เกิดประสบการณ์การ เรียนรู้จากโจทย์และวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และคิดแก้ปัญหาตรวจสอบแนวทางแก้ปัญหา ของกลุ่มเพื่อนว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ และมีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาได้อีกหรือไม่

ข้อ 8 การสะท้อนผลทำให้เห็นข้อเด่น ข้อด้อย ข้อควรปรับปรุง ที่ตรงกับ สภาพจริง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนให้เกิดผลดีสูงสุดแก่ผู้เรียน ต่อไป

4) การปรับปรุงรูปแบบการสอนในวงจรที่ 1

ชั้นการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีทั้งหมด 7 ชั้นที่เรียงเป็นลำดับติดมาก นักเรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ในการแก้ปัญหาในแต่ละชั้น และรูปแบบการสอนนี้ทำให้นักเรียนมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในหลายๆด้านคือการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ และการเชื่อมโยงสูงกว่าเกณฑ์ 75% อีกทั้งมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การเรียนเพื่อรอบรู้คือ 75% เช่นกันจึงคงชั้นการสอน การเรียงลำดับชั้นและวิธีการต่างๆเหมือนเดิม ในส่วนของวิธีการแก้ปัญหาที่กำหนดหัวข้อให้นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องเส้นขนาน ที่เป็นปัญหาปลายเปิดนั้น เป็นกรอบให้นักเรียนมีชิ้นงานที่แสดงการแก้ปัญหา และแสดงการเกิดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสิ่งที่น่าปรับปรุงคือตัวสถานการณ์ปัญหาที่จะทำให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหานั้นควรระบุสามเหลี่ยมต้นแบบ ไม่ควรเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว หรือสามเหลี่ยมด้านเท่าเพราะจะทำให้การหามุมที่เท่ากันเกิดความสับสน และจะไม่ได้ข้อสรุปตามสมบัติของเส้นขนาน และการวางสามเหลี่ยมต้นแบบห้ามพลีกรูปเนื่องจากจะเกิดด้านที่ไม่ขนานกันและนักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้ได้ยาก สำหรับการทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนยังไม่คุ้นเคยในการทำกิจกรรมแบบนี้และยังไม่คุ้นเคยกับกลุ่มเพื่อนใหม่ที่ไม่ใช่กลุ่มเพื่อนสนิทจึงต้องใช้เวลาปรับตัวเข้าหากัน โดยต้องทำความเข้าใจกับนักเรียนในเป้าหมายของการเข้ากลุ่มและบทบาทหน้าที่ของตนเอง โดยนักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่จะสามารถแก้ปัญหาร่วมกับทุกคนได้และรู้จักให้เกียรติและช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันและเห็นความสำคัญและคุณค่าของทุกคนรวมทั้งตนเอง สำหรับการขยายปัญหานั้นมีสองส่วนคือส่วนแรกครูกำหนดเงื่อนไขในปัญหาปลายเปิด 1 ข้อเกี่ยวกับเรื่องการสร้างรูปสามเหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด และให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้จากสมบัติเส้นขนานจากชั้นการสรุปร่วมกันมาใช้ในการแก้ปัญหา ในส่วนที่สองเป็นส่วนที่นักเรียนต้องสร้างปัญหาขึ้นมา 1 ข้อและแสดงวิธีแก้ปัญหานั้นๆ จากนั้นกลุ่มเพื่อนจะประเมินผลงานของเพื่อนและแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ต่างออกไปจากที่เพื่อนคิด ซึ่งการประเมินยังมีการเกรงใจกันประเมินในลักษณะบวกเช่น เป็นโจทย์ที่ดีมาก สร้างสรรค์ แต่ปรากฏการณ์ในการแก้ปัญหาที่ต่างจากเพื่อนมีน้อยมาก ส่วนมากจะคิดคล้ายเพื่อน อาจเป็นเพราะปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นไม่มีความเปิดพอ และจากแบบสะท้อนผลนักเรียนสนุกและชอบวิธีการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักก็จริงแต่ได้สะท้อนว่างานที่ทำมีมากเพราะต้องทำการแก้ปัญหาทั้งรายเดี่ยว รายกลุ่ม การนำเสนอ การสรุป การขยายปัญหาทั้งที่เป็นเงื่อนไข และเปิดกว้างซึ่งทุกอย่างที่กล่าวมานักเรียนต้องมีชิ้นงานส่ง

2.1.2 วงจรที่ 2 เรื่องพีทาโกรัส

ก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ
ดังนี้

1) ขั้นเตรียมการหรือขั้นวางแผน

ผู้วิจัยได้นำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติการจากวงจรที่ 1 ไปปรับปรุงแก้ไข
ในทุกขั้นตอนของรูปแบบการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพีทาโกรัส ซึ่งเป็นวงจรที่ 2 ของ
การพัฒนาประสิทธิภาพรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น โดยได้ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในเรื่องพีทาโกรัส และแผนการจัดการ
เรียนรู้ที่ 3 ในเรื่องการนำไปใช้ของพีทาโกรัส ให้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้เดี่ยวคือแผนการจัดการ
เรียนรู้ที่ 2 ในเรื่องพีทาโกรัส และการนำไปใช้ โดยมีปัญหาปลายเปิดที่ระบุเงื่อนไขในขั้นขยายปัญหา
เพื่อให้ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นเป็น 2 ปัญหา

ดังนั้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรที่ 2 จึงประกอบด้วยการจัดกิจกรรมการ
เรียนการสอน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีทาโกรัสและการนำไปใช้ ใช้เวลาสอน 6 ชั่วโมง
เวลาสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาท้ายบท 2 ชั่วโมง

และได้จัดเตรียมสิ่งต่างๆเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหา
เป็นหลักดังนี้ (1) ใบกิจกรรมที่ 6-11 เพื่อให้ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหาในเรื่องพีทาโกรัสและ
การนำไปใช้ (2) กระดาน 2 หน้าเพื่อใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนในลักษณะของกลุ่ม โดยให้
นักเรียนนำสิ่งต่างๆที่ประกอบบนกระดาน 2 หน้าในการนำเสนอเรื่องเส้นขนานและการนำไปใช้ใน
วงจรที่ 1 เก็บในซองส่งผู้วิจัย (3) กระดาษโปสเตอร์ กระดาษชาร์ต กาว โฟมชนิดบาง กรรไกร มีดตัด
กระดาษ ไม้ที่ใส่กลางด้านหลังห้องเรียน (4) เครื่องมือสะท้อนผล

2) ขั้นปฏิบัติการและสังเกต

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่ได้ผ่านการตรวจสอบ
จากผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยมี 7 ขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่ประกอบด้วยขั้นที่ 1 การนำเสนอ
ปัญหาที่เป็นปัญหาปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาว่ากำหนดรายละเอียดอะไร
และต้องการให้ผู้เรียนทำอะไร โดยผู้เรียนต้องสร้างตัวแทนปัญหาออกมา อาจจะอยู่ในรูปของตาราง
แผนภูมิ ผังมโนคติ รูปภาพ หรืออธิบายเป็นข้อความ จากนั้นนักเรียนจะเขียนถึงการวางแผนที่จะทำ
การแก้ปัญหาดังกล่าว จากการสังเกตพบว่านักเรียนสามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้ตามที่โจทย์
ต้องการและสร้างได้หลากหลาย โดยใช้ทั้งการวาดรูปและระบายสีแต่ละรูปด้วยสีที่แตกต่างกันและ
บางคนใช้กระดาษสีติดในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งสามรูปที่ตั้งบนสามเหลี่ยม
มุมฉาก สำหรับภาพของสี่เหลี่ยมจัตุรัสนักเรียนบางคนตีตารางเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสย่อยตามที่

โจทย์กำหนดในใบกิจกรรมที่ 6 สำหรับการวางแผน นักเรียนเขียนเป็นขั้นตอนและกำหนดเรียงลำดับการทำงานได้รายละเอียดมากกว่าในวงจรที่ 1 ขั้นที่ 2 การไต่ตรองรายบุคคล ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 6 ต่อเพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยตัวนักเรียนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมมาสร้างความรู้ใหม่ โดยการสื่อสารที่เป็นภาษาเขียน สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ภาษาทั่วไป รูปภาพ ตาราง นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้ความรู้ทางด้านเรขาคณิตเกี่ยวกับการวัด พื้นที่มาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การไต่ตรองรายกลุ่ม ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 7 โดยแต่ละกลุ่มส่งเพียงใบเดียว เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้กระบวนการกลุ่มและนำเสนอ อภิปรายในงานของตนที่ได้จากการแสดงวิธีแก้ปัญหาในขั้นไต่ตรองรายบุคคล ต่อกลุ่ม เป็นการฝึกทำงานร่วมกันเกิดทักษะทางสังคม พบว่านักเรียนมีความกล้ามากขึ้น โดยในแต่ละกลุ่มไม่เงียบ เกิดบรรยากาศของการปรึกษาหารือข้อสงสัย และนักเรียนใช้เวลาในการปรึกษาไปพร้อมกับเลือกอุปกรณ์มาตกแต่งในกระดาน 2 หน้า เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนต่อไป ขั้นที่ 4 การนำเสนอ เพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อตกลงในกลุ่มในการเลือกวิธีแก้ปัญหา โดยประกอบสิ่งที่จะนำเสนอในกระดาน 2 หน้า ที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ โดยใช้เวลากำหนดนำเสนอกลุ่มละ 3 นาที พบว่าการนำเสนอของลุ่มนักเรียนทำได้ดีโดยอาศัยประสบการณ์จากการนำเสนอในวงจรที่ 1 เรื่องเส้นขนานมาปรับปรุงให้กิจกรรมนำเสนอของตนเองดูดีขึ้น นักเรียนเพิ่มระดับเสียงในการนำเสนอให้ดังยิ่งขึ้น พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ชี้สิ่งที่ยอธิบายทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่มที่ 6 และ 7 และพบว่านักเรียนมีความพร้อมและกระตือรือร้นที่จะนำเสนอ หลังจากกลุ่มสุดท้ายนำเสนอเสร็จครูให้นักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานของกลุ่ม รวบรวมส่งการแสดงวิธีแก้ปัญหารายบุคคลในใบกิจกรรมที่ 6 และรายกลุ่มในใบกิจกรรมที่ 7 ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปผล ผู้วิจัยและนักเรียนสรุปความรู้ร่วมกัน โดยได้สรุปโดยใช้สื่อการสอน “Math Innovation” ประกอบเพื่อให้นักเรียนได้เพิ่มความเข้าใจยิ่งขึ้น และให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนเรื่องพีทาโกรัส หลังสอบท้ายบทขั้นที่ 6 การขยายผล ครูแจกใบกิจกรรมที่ 8 -10 ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา เป็นการทำให้นักเรียนมีความรู้ในด้านเนื้อหาดีขึ้น และฝึกทักษะในการคิด ขั้นที่ 7 การประเมินและสะท้อนผล ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 11 เพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มประเมินการขยายปัญหาและแสดงแนวทางแก้ปัญหากลุ่มเพื่อน โดยการจับสลากกลุ่มที่นักเรียนจะประเมิน หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนสะท้อนผลการเรียนการสอนในเรื่องเส้นพีทาโกรัสว่าเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้วิจัยการปรับปรุงให้ดีขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องต่อไป

3) ขั้นการสะท้อนผล

(1) ผลการสะท้อนการดำเนินการตามขั้นตอนการสอนทั้ง 7 ขั้นในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรที่ 2 ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการเสนอปัญหา

1) ขั้นนำเสนอปัญหา

ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดเกี่ยวกับเรื่องทฤษฎีพีทาโกรัส ในใบกิจกรรมที่ 6 ให้นักเรียนอ่านปัญหาและตีความให้เกิดความเข้าใจให้ได้มากที่สุด แล้วใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม มาสร้างตัวแทนของปัญหานั้นๆ และวางแผนการแก้ปัญหา ครูเตรียมอุปกรณ์เช่นกรรไกร กระดาษโปสเตอร์สี กาวสองหน้า เพื่อให้นักเรียนใช้ประกอบการสร้างตัวแทนปัญหา โดยเปิดอิสระในวิธีการสร้างตัวแทนปัญหาของนักเรียนแล้วแต่นักเรียนจะตัดสินใจเลือกทำแบบใด

การสร้างตัวแทนปัญหา พบว่านักเรียนสามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้ทุกคน โดยวาดรูปเป็นสามเหลี่ยมมุมฉากและมีสี่เหลี่ยมจัตุรัสสามรูปตั้งบนด้านทั้งสาม โดยลักษณะของมุมฉากมีทั้งอยู่ด้านซ้ายและด้านขวา และได้สัญลักษณ์ของจุดมุมและความยาวด้านได้ถูกต้อง

การวางแผนการแก้ปัญหา สามารถอธิบายรายละเอียดได้มากกว่าตอนเรียนเรื่องเส้นขนาน อาจเป็นเพราะนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา

1) ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล

นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเน้นการระบุเหตุผลประกอบในการได้มาของวิธีคิด นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหา สร้างและเชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะสื่อสารการแก้ปัญหาตามแนวคิดของนักเรียน และสรุปข้อค้นพบ พร้อมทั้งตรวจคำตอบ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการแสดงการเกิดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ขณะที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งทางด้านกระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอ และการเชื่อมโยง

การดำเนินการแก้ปัญหา พบว่ามีวิธีคิดได้หลากหลายวิธีเช่น 1) การนำรูปจัตุรัสเล็กสุดไปวางบนมุมด้านหนึ่งของจัตุรัสรูปใหญ่และนำรูปจัตุรัสที่เหลือแยกส่วนวางในพื้นที่ที่เหลือจนเต็ม 2) การนำจัตุรัสเล็กสุดไปวางตรงกลางรูปใหญ่แล้วนำพื้นที่จัตุรัสอีกรูปมาตัดส่วนแล้ววางล้อมรอบ 3) การคำนวณพื้นที่จัตุรัสแล้วเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ จะพบว่าเลขมากจะเท่ากับเลขที่น้อยกว่าบวกกัน 4) ตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก 2 รูปขนาด 1ตารางหน่วย ไปติดบนรูปใหญ่ปรากฏว่าติดได้เต็มพอดี

การสรุปผลการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่าพ.ท.จัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากของสามเหลี่ยมมุมฉาก จะเท่ากับพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านอีกสองด้านรวมกัน เขียน

เป็นสัญลักษณ์ $c^2 = a^2 + b^2$ เมื่อ c เป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก ส่วนการตรวจคำตอบส่วนใหญ่ นักเรียนจะใช้การแทนค่าด้าน a b และ c ตามที่โจทย์กำหนด แล้วผลลัพธ์ทั้งสองข้างของสมการ

2) ชั้นไตร่ตรองรายกลุ่ม

นักเรียนนำผลจากการทำใบกิจกรรมที่ 6 มานำเสนอและอภิปรายในกลุ่ม เพื่อระดมสมอง หาวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ครบถ้วนและสมบูรณ์ โดยกระบวนการกลุ่มมีการสลับหน้าที่ในกลุ่มของนักเรียน โดยครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าทุกคนต้องหมุนเวียนหน้าที่ในแต่ละเรื่องที่เรียน โดยหน้าที่ในกลุ่มมีดังนี้ ประธาน รองประธาน เลขานุการ ผู้ประสานงาน และบางกลุ่มที่มี 5 คน จะมีตำแหน่ง กรรมการ อีกหนึ่งตำแหน่ง การสลับหน้าที่เป็นการเปลี่ยนบทบาทของนักเรียนในด้านผู้นำและผู้ตาม ให้นักเรียนบันทึกวิธีการแก้ปัญหาโดยสรุปของสมาชิกในกลุ่ม วิธีการแก้ปัญหาที่เลือกนำเสนอหน้าชั้นเรียน และระบุเหตุผลที่เลือกวิธีเหล่านั้น ในใบกิจกรรมที่ 7 พบว่านักเรียนได้ระดมสมองและเลือกทางเลือกในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3) ชั้นนำเสนอ

หลังจากนักเรียนทำใบกิจกรรมกลุ่มที่ 7 เสร็จแล้ว นักเรียนจะลงรายละเอียดในกระดาน 2 หน้า ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนกลุ่มละ 3 นาที ได้เห็นการนำเสนอที่หลากหลายมีทั้งการแยกรูปใหญ่ไปใส่รูปเล็ก หรือจากรูปเล็กไปวางบนรูปใหญ่ โดยพื้นที่ที่ใช้มีหลายแบบทั้งสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือสามเหลี่ยมเล็ก

การนำเสนอ นักเรียนมีความพร้อมในการนำเสนอ และมีความรับผิดชอบและตรงต่อเวลา สังเกตดูพบว่านักเรียนมาขึ้นร่อนหน้าห้องเป็นจำนวนมากเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนสามารถนำเสนอได้เสร็จภายในเวลากำหนดและสิ่งที่น่าสนใจมีสีสันสวยงาม และนักเรียนสามารถแสดงเหตุผลในข้อสรุปที่ได้อย่างสมเหตุสมผลในทุกกลุ่ม

4) ชั้นสรุป

หลังจากนักเรียนนำเสนอผลของการแก้ปัญหาปลายเปิดเกี่ยวกับเรื่องทฤษฎีพีทาโกรัสครบทั้ง 14 กลุ่ม ครูเริ่มเข้ามาบทบาทมากขึ้น โดยใช้คำถามประกอบการสรุปร่วมกับนักเรียน โดยครูใช้สื่อการสอน “Math Innovation” ที่มีลักษณะเป็นคู่ 4 หน้า โดยหน้าที่ 1 เป็นกระดานชานอ้อย หน้าที่ 2 เป็นกระดานแม่เหล็ก หน้าที่ 3 เป็น อุปกรณ์สำหรับใช้ห้อยแผ่นพลาสติก หน้าที่ 4 สำหรับฉายไฟส่องผ่านกระดาษที่เจาะทะลุและบูด้วยกระดาษแก้วสีโปร่งแสง ประกอบในการอธิบายโดยนำเอาแนวคิดต่างๆของนักเรียนและอุปกรณ์ที่นักเรียนนำเสนอมาใช้ร่วมในการสรุปกับนักเรียน และมอบหมายงานให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับพีทาโกรัสตามแบบที่นักเรียนต้องการ

การสรุปร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นเมื่อครูใช้สื่อการสอน “Math Innovation” มาประกอบการอธิบายโดยใช้คำถามย่อย เช่น “ใครมีแนวคิดในการพิสูจน์ทฤษฎีพีทาโกรัสที่ต่างจากที่เพื่อน ๆ นำเสนอ” ซึ่งพบว่านักเรียนในกลุ่มที่ 3 ยกมือและอธิบายแนวคิดซึ่งได้จากการค้นจากอินเทอร์เน็ต แต่ตัวนักเรียนเองไม่ค่อยจะเข้าใจมากนัก และได้พบว่าเหตุที่นักเรียนไม่เข้าใจเพราะการพิสูจน์ที่ว่านี้ใช้ความรู้เรื่องการคูณพหุนามมาใช้ในการพิสูจน์ ซึ่งนักเรียนยังเรียนไม่ถึง แต่ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนลองคูณพหุนาม 2 พจน์ กับ 2 พจน์ โดยใช้การแจกแจง และตั้งคูณ และการคูณที่ใช้การโยงสายคือ (หน้า x หน้า) (หลัง x หลัง) (ใกล้ x ใกล้) และ (ไกล x ไกล) พบว่าการคิดหลายแบบนั้นได้ผลลัพธ์มีค่าเท่ากัน

ขั้นที่ 3 ขั้นการขยายปัญหา

1) ขั้นขยายผล

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและประยุกต์ใช้ทฤษฎีพีทาโกรัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาปลายเปิด อีก 2 ปัญหา ในใบกิจกรรมที่ 8 และใบกิจกรรมที่ 9 ที่เป็นการขยายปัญหาโดยครู หลังจากนั้นครูมีหน้าที่ตรวจสอบคุณลักษณะแนวคิดต่างๆ และนำเสนอร่วมกับนักเรียน จากนั้นจึงให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และนักเรียนเป็นผู้ขยายปัญหาเองโดยการสร้างโจทย์ที่เกี่ยวกับพีทาโกรัสพร้อมแสดงวิธีแก้ปัญหา

การขยายผลจากการทำใบกิจกรรมที่ 8 พบว่านักเรียนสามารถพบข้อค้นพบที่ว่า มีรูปอื่นๆ อีกมากมายที่มีสมบัติเหมือนรูปจัตุรัส โดยรูปใหม่ต้องมีพื้นที่เป็น k เท่าของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสเดิม โดย k เป็นจำนวนจริงใดๆ ซึ่งนักเรียนใช้เหตุผลของการแสดงสมการการหาพื้นที่ของรูปนั้นๆ แล้วทำกลับให้เป็น $c^2 = a^2 + b^2$ ซึ่งเป็นสมบัติอันติคิม ส่วนใบกิจกรรมที่ 9 แสดงตัวอย่างในภาพที่ 24 นั้นนักเรียนสามารถสรุปได้ว่า $c^2 > a^2 + b^2$ ในกรณีสามเหลี่ยมมุมป้าน และ $c^2 < a^2 + b^2$ ในกรณีสามเหลี่ยมมุมแหลม โดยสมมติความยาวด้านที่เป็นรูปสามเหลี่ยมที่ไม่ใช่มุมฉาก แล้วตรวจสอบพื้นที่ หาความสัมพันธ์

2) ขั้นประเมินและสะท้อนผล

นักเรียนประเมินการขยายปัญหาของสมาชิกกลุ่มเพื่อน โดยลงความเห็นในการประเมินในนามกลุ่มในใบกิจกรรมที่ 11 และสะท้อนผลการเรียนการสอน ในเรื่องพีทาโกรัส

การประเมินงานเพื่อน มีการประเมินถึงพอใจหรือไม่พอใจในโจทย์ที่เพื่อนสร้าง โดยผู้ประเมินได้ลอกโจทย์และวิธีเฉลยของเพื่อนไว้ด้านซ้ายและเขียนวิธีคิดของกลุ่มตนไว้ด้านขวา เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และรู้จักการตัดสินใจ ทำให้ทราบถึงความรู้ของเพื่อนๆ อยู่ในระดับใด และฝึกคิดไปในตัว แต่ส่วนมากนักเรียนยังคิดไม่ค่อยจะแตกต่างที่เพื่อนคิด จะแตกต่าง

อย่างเห็นได้ชัดมีน้อยมาก แต่ก็มีการที่เพื่อนแสดงการแก้ปัญหาที่วิธีทำถูกแต่คำตอบที่ได้ผิด เป็นการแสดงความรอบคอบของผู้ประเมินและตรวจสอบจริง และเพื่อตรวจสอบความรู้อีกครั้งจากที่นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ให้นักเรียนสรุปความรู้เรื่องพีทาโกรัสเมื่อเรียนเสร็จ

และหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องพีทาโกรัส โดยใช้ข้อสอบอัตนัย 5 ข้อ คะแนนข้อละ 4 คะแนน รวมเป็น 20 คะแนน โดยแต่ละข้อเป็นลักษณะปัญหาปลายเปิดใช้เกณฑ์รูปรีคเป็นเกณฑ์ในการตรวจคะแนนข้อสอบอัตนัย พบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนตอบปัญหาด้วยวิธีหลากหลายมีการเชื่อมโยงความรู้ด้านจำนวนจริง เรขาคณิตและพีชคณิต มาใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพีทาโกรัสได้

(2) การประเมินผลการจัดการเรียนการสอน ในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยประเมินการจัดการเรียนการสอนใน 2 ด้าน ดังนี้คือ

ด้านที่ 1 โดยผู้วิจัยและครูผู้ช่วยวิจัย

พบว่านักเรียนมีความรับชอบในการทำงานและตั้งใจทำงานอย่างมีคุณภาพ มีความคล่องตัวในการทำใบกิจกรรมต่างๆ และเรียนรู้อย่างมีความสุข มีการแสดงออกถึงการเรียนอย่างสบายใจไม่เครียด เป็นการเรียนรู้ที่มีความสุข และนักเรียนมารอเข้าห้องเรียนซึ่งปรากฏการณ์อย่างนี้ไม่ค่อยพบบ่อยนักในบริบทการเรียนการสอนที่ผ่านมา สังเกตว่าครูดูมห้องเรียนได้เป็นอย่างดีและนักเรียนเริ่มเคยชินกับขั้นตอนต่างๆของการจัดการเรียนการสอนของครู การเรียนแบบนี้บทบาทส่วนมากอยู่ที่นักเรียนเป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และนอกจากนี้จะพบว่านักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี รู้กว้างกว่าการสอนแบบเดิม และวิธีการประเมินสอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านที่ 2 โดยผู้เรียน

จากการสัมภาษณ์ และแบบประเมินและสะท้อนผลนักเรียนพบว่า นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นสิ่งที่ทำท่ายความสามารบ และอยากทำงานให้ออกมาเป็นงานที่ดี เหมือนกับจะเรียนไม่มากแต่รู้มาก สำหรับปัญหาปลายเปิดนั้นเป็นปัญหาที่ดีมากทำให้นักเรียนสร้างความคิดได้แตกฉาน และหลากหลายทำให้เข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น และปัญหาต่างๆไม่เคยได้เห็นมาก่อน มีความภูมิใจที่ได้ความรู้มากกว่าห้องเรียนอื่น

(3) สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 2

สภาพปัญหา	แนวทางแก้ไข
ข้อ 1 เวลาในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเกิน 1 ชั่วโมงไปเล็กน้อยผู้เรียนมีรายละเอียดและยุทธวิธีที่หลากหลาย จึงมีความต้องการอยากแสดงออกของการนำเสนอให้เต็มที่ บางกลุ่มมีการบอกชื่อกลุ่มและชื่อสมาชิกพร้อมบทบาทหน้าที่	ข้อ 1 ให้นักเรียนแนะนำลำดับที่และชื่อกลุ่มก็เพียงพอแล้วจากนั้นให้นำเสนองานที่ได้ร่วมกันจัดทำของแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนคิดลำดับที่และชื่อกลุ่มบนกระดานสองหน้าที่นักเรียนจะนำเสนอ
ข้อ 2 นักเรียนในแต่ละกลุ่มต้องการอยากนำเสนอก่อน ไม่ต้องการรอคอยให้ครูเรียกตามลำดับที่ของกลุ่ม	ข้อ 2 ครูสุ่มกลุ่มในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยการจับสลาก
ข้อ 3 การทำกิจกรรมกลุ่มนั้นจะมีเศษอุปกรณ์ที่นักเรียนเก็บไม่เรียบร้อย ทำให้ห้องไม่สะอาด เป็นการรบกวนนักเรียนในห้องที่มาเรียนต่อ	ข้อ 3 ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในทุกด้าน ไม่เห็นแก่ตัวเอาแต่ประโยชน์ส่วนตน ไม่มั่งง่าย และต้องรู้จักเอาใจเขามาใส่ใจเรา และทำงานให้เป็นระบบและมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ชมเชยนักเรียนในกลุ่มที่เก็บของเรียบร้อยเพื่อให้นักเรียนคนอื่นเอาเยี่ยงอย่าง
ข้อ 4 นักเรียนส่งใบกิจกรรมรายบุคคลและรายกลุ่มที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาครบทุกกลุ่ม แต่มีบางกลุ่มไม่ครบทุกคน หลังจากที่นักเรียนในกลุ่มได้นำเสนอเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากลืมเอามาจากบ้าน	ข้อ 4 เตือนให้นักเรียนที่ส่งไม่ทันให้มีความรับผิดชอบเพิ่มขึ้นและควรตรวจสอบงานที่จะส่งหรือยืม คิน ก่อนมาโรงเรียน และฝึกหัดให้เป็นคนตรงเวลา

(4) สรุปสิ่งที่ค้นพบ และปรากฏการณ์ที่สำคัญในวงจรที่ 2

ข้อ 1 ปัญหาปลายเปิดเรื่องพีทาโกรัสเป็นตัวนำกิจกรรมและสามารถคุมชั้นเรียนได้ดี นักเรียนสามารถใช้วิธีแก้ปัญหาตามความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเอง ตั้งใจทำงานอย่างเต็มความสามารถและมีความกระตือรือร้นมีความรับผิดชอบในการทำงาน ทั้งการไต่ตรอง รายบุคคล การไต่ตรองรายกลุ่ม การนำเสนอ การขยายปัญหา และการประเมินสะท้อนผล

ข้อ 2 นักเรียนมีความเข้าใจและปฏิบัติตามแต่ละขั้นการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการสอนแนวใหม่ นักเรียนมีความเข้าใจในบทบาทของตนเอง ได้ดียิ่งขึ้นกว่าในวงจรที่ 1 และกล้าพูด กล้าคิด กล้าเขียนในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

ข้อ 3 ได้ข้อความรู้ใหม่ที่ครูส่วนมากในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่ได้นำมาใส่ในกิจกรรมการเรียนการสอนในบริบททั่วไป คือเรื่องพีทาโกรัส แต่พบในผลวิจัยนี้คือไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่านั้นที่พื้นที่บนด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของพื้นที่อีกสองรูปบวกกัน แต่สามารถเป็นรูปเรขาคณิตอื่นๆที่มีเงื่อนไขว่า รูปใหม่แต่ละรูปต้องมีพื้นที่เป็น k เท่า ของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสเดิม

ข้อ 4 สังกัดจากภายนอกนักเรียนมีความรื่นเริง และมีความสุขในการเรียน นักเรียนพูดว่าไม่ต้องเรียนมากแต่ได้ความรู้เกินเพื่อนห้องอื่น นักเรียนนำกระดาน 2 หน้าไปกับตัวเมื่อเปลี่ยนห้องเรียนและนัดเพื่อนทำประกอบสิ่งที่จะนำเสนอในเวลาว่างหรือคาบอิสระ และผลิตชิ้นงานอย่างตั้งใจและรักในงานของตนเอง และมีการซ้อมการนำเสนอและประเมินช่วยกันที่จะทำให้งานออกมา

4) การปรับปรุงรูปแบบการสอนในวงจรที่ 2

เนื่องจากรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่ได้พัฒนาขึ้นมาเป็นระยะและได้ถูกนำไปใช้ในวงจรที่ 1 ปรากฏว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ส่งเสริมและกระตุ้นการคิดและแสดงวิธีการแก้ปัญหของนักเรียน และนักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในทั้ง 7 ขั้นได้อย่างเต็มความรู้ความสามารถ มีบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกไม่เครียด นักเรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือ (facilitator) และผู้แนะนำ (guidance) แต่ไม่ใช่ผู้สอนในเนื้อหาเหมือนที่ผ่านมา รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักทั้ง 7 ขั้นสามารถนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา

(1) ขั้นนำเสนอปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา

(1) ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล

(2) ขั้นไตร่ตรองรายกลุ่ม

(3) ขั้นนำเสนอ

(4) ขั้นสรุป

ขั้นที่ 3 ขยายปัญหา

(1) ขันการขยายปัญหา

(2) ขันสะท้อนและประเมินผล

2.1.3 วงจรที่ 3 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1) ขันเตรียมการหรือขันวางแผน

ผู้วิจัยได้นำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติการจากวงจรที่ 2 ไปปรับปรุงแก้ไขในทุกขั้นตอนของรูปแบบการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้ ซึ่งเป็นวงจรที่ 3 ของการพัฒนาประสิทธิภาพรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ดังนั้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรที่ 3 จึงประกอบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้ ใช้เวลาสอน 6 ชั่วโมง เวลาสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาท้ายบท 2 ชั่วโมง

และได้จัดเตรียมสิ่งต่างๆเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้ (1) ใบกิจกรรมที่ 12-16 เพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหาในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้ (2) กระดาษ 2 หน้าเพื่อใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนในลักษณะของกลุ่ม โดยให้นักเรียนนำสิ่งต่างๆที่ประกอบบนกระดาษ 2 หน้าเพื่อให้กลุ่มเพื่อนประเมินการตั้งโจทย์และแสดงวิธีการแก้ปัญหาในเรื่องพีทาโกรัสในวงจรที่ 1 เก็บส่งผู้วิจัย (3) กระดาษโปสเตอร์ กระดาษชาร์ท กาว ดินสอสี ปากกาเมจิก กรรไกร มีดตัดกระดาษ ไม้ที่โตะกลางด้านหลังห้องเรียน (4) เครื่องมือสะท้อนผล

2) ขันปฏิบัติการและสังเกต

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้ ที่ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยมีขันใหญ่ๆ 3 ขันคือ 1) ขันเสนอปัญหา ประกอบด้วย (1) ขันนำเสนอปัญหา 2) ขันการแก้ปัญหา ประกอบด้วย (1) ขันใคร่ตรงรายบุคคล (2) ขันใคร่ตรงรายกลุ่ม (3) ขันนำเสนอ (4) ขันสรุปและ 3) ขันขยายปัญหา ประกอบด้วย (1) ขันการขยายปัญหา และ (2) ขันสะท้อนและประเมินผล

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่ประกอบด้วย 1) ขันเสนอปัญหาประกอบด้วย ขันที่ 1 การนำเสนอปัญหาที่เป็นปัญหาปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาว่ากำหนดรายละเอียดอะไร และต้องการให้ผู้เรียนทำอะไร โดยผู้เรียนต้องสร้างตัวแทนปัญหาออกมา อาจจะอยู่ในรูปของตาราง แผนภูมิ ผังมโนคติ รูปภาพ หรืออธิบายเป็นข้อความ จากนั้นนักเรียนจะเขียนถึงการวางแผนที่จะทำการแก้ปัญหาดังกล่าว จากการสังเกตพบว่านักเรียนสามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้ตามที่โจทย์

ต้องการและสร้างได้หลากหลาย โดยใช้ทั้งการวาดรูปบนกยุงและกวาง และระบายสีรูปเหล่านั้น บางคนกำหนดเป็นทั้งตัวแปรเดียวและ 2 ตัวแปรในใบกิจกรรมที่ 12 สำหรับการวางแผน นักเรียนสามารถเขียนเป็นขั้นตอนและกำหนดเรียงลำดับการทำงานได้ 2) ขั้นการแก้ปัญหาประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การไต่ร่องรายบุคคล ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 12 ต่อ เพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยตัวนักเรียนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมมาสร้างความรู้ใหม่ โดยการสื่อสารที่เป็นภาษาเขียน สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ภาษาทั่วไป รูปภาพ ตาราง นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้ความรู้ทางด้านจำนวนและการดำเนินการ พิจารณาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 การไต่ร่องรายกลุ่ม ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 13 โดยแต่ละกลุ่มส่งเพียงใบเดียว เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้กระบวนการกลุ่มและนำเสนอ อภิปรายในงานของตนที่ได้จากการแสดงวิธีแก้ปัญหาในขั้นไต่ร่องรายบุคคล ต่อกลุ่ม เป็นการฝึกทำงานร่วมกันเกิดทักษะทางสังคม พบว่านักเรียนมีความสุขสนุกสนานและทำงานได้รวดเร็ว โดยในแต่ละกลุ่มเลือกอุปกรณ์มาตกแต่งในกระดานหน้าเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนเสร็จภายในเวลา 1 ชั่วโมง ขั้นที่ 3 การนำเสนอ เพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อตกลงในกลุ่มในการเลือกวิธีแก้ปัญหา โดยประกอบสิ่งที่จะนำเสนอในกระดานหน้า ที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ โดยใช้เวลาการนำเสนอกลุ่มละ 3 นาที พบว่าการนำเสนอของกลุ่มนักเรียนทำได้ดีโดยอาศัยประสบการณ์จากการนำเสนอในวงจรที่ 1 และ 2 ในเรื่องเส้นขนานและพีทาโกรัสมาปรับปรุงให้กิจกรรมนำเสนอของตนเองดูดียิ่งขึ้น นักเรียนมีระดับเสียงในการนำเสนอที่ได้ยินทั้งห้อง พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ชี้สิ่งของที่อธิบายในทุกกลุ่ม และพบว่านักเรียนมีความพร้อมและกระตือรือร้นที่จะนำเสนอเป็นอย่างมาก สำหรับบางกลุ่มคือกลุ่มที่ 2, 4, 9, 13 และ 14 ใช้การเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหามบนกระดานประกอบการนำเสนอกับกระดาน 2 หน้า หลังจากกลุ่มสุดท้ายนำเสนอเสร็จครูให้นักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานของกลุ่มรวบรวมส่งการแสดงวิธีแก้ปัญหารายบุคคลในใบกิจกรรมที่ 12 และรายกลุ่มในใบกิจกรรมที่ 13 ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผล ผู้วิจัยและนักเรียนสรุปความรู้ร่วมกัน โดยได้สรุปวิธีการแก้ปัญหาร่วมกับนักเรียนและแสดงวิธีคิดในรูปแบบต่างๆกันของกลุ่มนักเรียนบนกระดาน 3) ขั้นขยายปัญหาประกอบด้วยขั้นที่ 1 การขยายปัญหา ครูแจกใบกิจกรรมที่ 14 -15 ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา เป็นการทำให้นักเรียนมีความรู้ในด้านเนื้อหาดียิ่งขึ้น และฝึกทักษะในการคิด ขั้นที่ 2 การประเมินและสะท้อนผล ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 16 เพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มประเมินการขยายปัญหาและแสดงแนวทางแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน โดยการจับสลากกลุ่มที่นักเรียนจะประเมิน หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนสะท้อนผลการเรียนการสอนในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้ ว่าเป็นอย่างไร เพื่อให้ผู้วิจัยการปรับปรุงให้ดีขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะที่ 3 เป็นระยะขยายผลต่อไป

3) ขั้นตอนการสะท้อนผล

ผู้วิจัยได้นำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติการจากวงจรที่ 2 ไปปรับปรุงแก้ไขในทุกขั้นตอนของรูปแบบการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้ ซึ่งเป็นวงจรที่ 3 ของการพัฒนาประสิทธิภาพรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีขั้นตอนการสอนทั้งหมด 7 ขั้น นำขั้นการสอนลำดับที่ติดกันมาจัดหมวดหมู่ได้ 3 ขั้นคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา

- (1) ขั้นนำเสนอปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา

- (1) ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล
- (2) ขั้นไตร่ตรองรายกลุ่ม
- (3) ขั้นนำเสนอ
- (4) ขั้นสรุป

ขั้นที่ 3 ขั้นขยายปัญหา

- (1) ขั้นการขยายปัญหา
- (2) ขั้นสะท้อนและประเมินผล

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรที่ 3 ประกอบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้ ใช้เวลาสอน 6 ชั่วโมง

(1) ผลการสะท้อนผลการดำเนินการตามขั้นตอนการสอน 3 ขั้นใหญ่ที่ประกอบด้วย 7 ขั้นย่อยในวงจรที่ 3 ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรที่ 3 ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอปัญหา

- 1) ขั้นนำเสนอปัญหา

ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 12 ที่เป็นการแก้ปัญหาปลายเปิดเกี่ยวกับเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนจะทำงานด้วยความรวดเร็วเนื่องจากมีประสบการณ์การทำงานเรื่องการแก้ปัญหาปลายเปิดมาแล้วในเรื่องพีทาโกรัสและเส้นขนาน สามารถสร้างตัวแทนปัญหาได้อย่างหลากหลาย มีการวางแผนการทำงานที่เป็นระบบขึ้น เป็นขั้นเป็นตอน

ขั้นที่ 2 ขั้นแก้ปัญหา

1) ขั้นไตร่ตรองรายบุคคล

นักเรียนแสดงวิธีคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ต่างคนต่างทำงานโดยไม่ปรึกษากัน นักเรียนรู้บทบาทหน้าที่ของตนเองเป็นอย่างดี เกิดความรับผิดชอบและรักที่จะแสวงหาความรู้ นักเรียนสร้างตัวแทนปัญหาในหลายรูปแบบเช่นเป็นตาราง กราฟแบบต่างๆ รูปวาด สมมติเป็นตัวแปร และอื่นๆ และดำเนินการแก้ปัญหา โดยการลองผิด ลองถูก ใช้การแทนค่าด้วยเลขต่างๆตามที่วางแผนไว้ จนกว่าจะทำให้หาทั้งหมดเป็น 84 ขา และหัวทั้งหมด 30 หัว นักเรียนเมื่อได้คำตอบแล้วจะสรุปคำตอบได้ชัดเจน และการตรวจคำตอบสามารถแสดงถึงคำตอบที่ถูกต้องได้ และพบว่านักเรียนทำงานได้เร็ว และในใบกิจกรรมนักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับศิลปะ มาวาดรูป ระบายสีประกอบ ทำให้ใบงานน่าอ่านยิ่งขึ้น แสดงถึงการชอบและรักในงานที่ทำโดยสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดจากครูเป็นผู้สั่งให้ทำแต่เป็นความคิดของนักเรียนเอง

2) ขั้นไตร่ตรองรายกลุ่ม

นักเรียนจะนำผลการแก้ปัญหาของตนเองที่บันทึกใน ใบกิจกรรมที่ 12 มาเสนอต่อกลุ่ม และนำข้อตกลงบันทึกในใบกิจกรรมที่ 13 และนำรายละเอียดไปประกอบบนกระดาน 2 หน้า เพื่อเตรียมเสนอหน้าชั้นเรียนที่ใช้เวลาเสนอกลุ่มละ 3 นาที พบว่านักเรียนจัดโต๊ะเก้าอี้ในการเข้ากลุ่มเสร็จเร็วมาก และทำงานกลุ่มด้วยสีหน้ายิ้มแย้มแจ่มใส

3) ขั้นนำเสนอ

นักเรียนมีการนำกระดาน 2 หน้าไปประกอบรายละเอียดที่จะนำเสนอ นอกเวลาเรียน โดยในกลุ่มนัดหมายกันเองว่าจะทำงานร่วมกัน ณ สถานที่อะไร เวลาใด เกิดการบริหารงาน บริหารเวลาโดยสมาชิกในกลุ่ม จึงทำให้การนำเสนอเป็นไปตามเวลาที่กำหนด เพราะทุกกลุ่มจะทำงานเสร็จก่อนที่ครูจะเข้าห้องสอน และการนำเสนอในครั้งนี้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกมากขึ้น ในหลายกลุ่มนักเรียนเขียนกระดานอธิบายเพิ่มเช่นกรณีแสดงการแก้ปัญหา โดยใช้สมการตัวเดียว 2 ตัว หรือการวาดภาพ ประกอบด้วยการอธิบายบนกระดาน 2 หน้า นักเรียนสรุปข้อความรู้ได้อย่างหลากหลายและนำเสนอในรูปแบบกระดาษ เอ 4 แผ่นพับ 3 ส่วน หนังสือเล่มเล็ก ปฏิทิน แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด และ Power Point

4) ขั้นสรุป

ครูสรุปวิธีการแก้ปัญหาโดยนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่นักเรียนคิดขึ้นมาพูด โดยรวมถึงการแก้ปัญหาต่างๆและถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในวิธีแก้ปัญหานั้น และให้นักเรียนเจ้าของความคิดที่นักเรียนคนอื่นยังไม่เข้าใจเป็นผู้อธิบายให้เพื่อนฟัง และครูช่วยเติมในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์และมโนมติที่ยังคลาดเคลื่อน หลังจากนั้นให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้ส่งครูผู้สอน

ขั้นที่ 3 การขยายปัญหา

1) ขั้ขยายปัญหา

ครูขยายปัญหาให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 14 และนักเรียนสร้างโจทย์และวิธีแก้ปัญาเองในใบกิจกรรมที่ 15 พบว่านักเรียนได้สร้างโจทย์และแนวทางแก้ปัญาตามเงื่อนไขที่ครูกำหนด และสามารถสร้างโจทย์อิสระและการแก้สมการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้อย่างหลากหลาย

2) ขั้ประเมินและสะท้อนผล

นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 16 เกี่ยวกับการประเมินการขยายปัญหา โดยเพื่อน และทำการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่านักเรียนได้ใช้ความรู้ที่มีประเมินการคิดของเพื่อนและสะท้อนผล พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนแบบใหม่นี้มากเพราะเป็นการทำให้นักเรียนมีโอกาส ในการคิด คิดโดยไม่ต้องกลัวว่าคำตอบจะถูกหรือผิด

และหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ 3 แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาท้ายบทในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้ โดยใช้ข้อสอบอัตนัย 5 ข้อ คะแนนข้อละ 4 คะแนน รวมเป็น 20 คะแนน โดยแต่ละข้อเป็นลักษณะปัญหาปลายเปิด ใช้เกณฑ์รูบริคเป็นเกณฑ์ในการตรวจคะแนนข้อสอบอัตนัย พบว่า

ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนสามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาได้อย่างหลากหลายและใช้สมบัติของการเท่ากันแก้สมการได้อย่างถูกต้อง แสดงถึงนักเรียนมีความรู้ที่สะสมในตัวมากและสามารถประยุกต์ใช้และเชื่อมโยงความรู้ที่มีกับความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นได้ ดังตัวอย่างการทำโจทย์ปลายเปิด

(2) ผล การประเมินการจัดการเรียนการสอน ในวงจรที่ 3

ผู้วิจัยประเมินการจัดการเรียนการสอน ดังนี้คือ

ด้านที่ 1 โดยผู้วิจัยและครูผู้ช่วยวิจัย

หลังจากสิ้นสุดการเรียนทั้งสามเรื่องแล้วคือเรื่องเส้นขนาน พีทาโกรัส และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมีการเรียนแนวใหม่ที่เป็นประสบการณ์ใหม่ที่ไม่เคยเรียนมาก่อนในอดีต และนักเรียนสามารถทำงานได้ดีในทุกขั้นตอนของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และก่อให้เกิดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ทั้งทางด้านการแก้ปัญา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอและการเชื่อมโยง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง นักเรียนสามารถสร้างมโนคติทั้งด้านเนื้อหาและวิธีการ

ด้านที่ 2 โดยผู้เรียน

นักเรียนพึงพอใจเป็นอย่างยิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่เปิดอิสระแต่สามารถทำให้นักเรียนมีระเบียบวินัยในการรับผิดชอบการทำงานทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่มได้เป็นอย่างดี และมีการใส่ใจและทุ่มเทในการทำงานในใบกิจกรรมหรือการนำเสนอหน้าชั้นเรียน มีการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์โดยการค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และนำคกลุ่มทำงานนอกเหนือจากเวลาในห้องเรียน นักเรียนอยากให้ครูที่สอนวิชาอื่นนำไปสอนในวิชาของตนเอง ชั้นการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าดีทุกชั้นล้วนแต่มีประโยชน์ และนักเรียนสามารถปฏิบัติได้เป็นอย่างดีในการทำงานในทุกใบกิจกรรม

(3) สภาพปัญหา และแนวทางการแก้ไขในวงจรที่ 3

สภาพปัญหา	แนวทางการแก้ไข
ข้อ 1 เนื่องจากใบกิจกรรมมีมาก และถ้านักเรียนบางคนไม่ส่งงานตรงเวลาจะเป็นภาระงานเพิ่มขึ้นและงานชิ้นหลังจะไม่มีคุณภาพเท่ากับงานชิ้นแรกๆ	ข้อ 1 ต้องเตือนการส่งงานโดยส่งผ่านผู้ประสานงานของกลุ่มและให้นักเรียนที่ทำหน้าที่นี้เป็นผู้สรุปยอดรายการผู้ที่ขาดส่งงาน โดยกำหนดเป็นตาราง
ข้อ 2 การขยายปัญหาของนักเรียนบางคน ไม่ได้เปลี่ยนแปลง โจทย์แต่ลอกทุกอย่างแม้กระทั่งเฉลย	ข้อ 2 ทำความเข้าใจกับนักเรียนถึงการให้นักเรียนสร้างและพลิกแพลงโจทย์เองเพื่อการฝึกให้มีประสบการณ์ทำให้เป็นผู้กล้าคิดกล้าแก้ปัญหา และกล้าตัดสินใจ โดยยิ่งอ่านมาก ยิ่งรู้มาก แต่นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ลอกงานคนอื่น แต่ควรมีการคิดแปลงและประยุกต์ให้มีความน่าสนใจและท้าทายให้แก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้น
ข้อ 3 นักเรียนบางคน แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เร็ว แต่จะขาดรายละเอียดของการแสดงเหตุผลว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนไม่ได้สื่อสารออกมาให้เด่นชัด	ข้อ 3 ครูหมั่นเดินดูการทำงานในใบกิจกรรมรอบๆห้องเรียน และต้องบอกให้นักเรียนอย่าลืมการระบุเหตุผลประกอบการแสดงวิธีการแก้ปัญหา ในทุกใบกิจกรรม แต่ไม่ใช่การบอกแนวคิดหรือการแก้ปัญหาแก่นักเรียน เพราะเป็นหน้าที่ที่นักเรียนต้องแสดงวิธีการแก้ปัญหเอง

(4) สรุปสิ่งที่ค้นพบและปรากฏการณ์ที่สำคัญ ในวงจรที่ 3

ข้อ 1 นักเรียนชอบวิธีการสอนแบบใหม่ โดยใช้ปัญหาเป็นหลักมากและทำกิจกรรมทุกอย่างได้เสร็จทันเวลาที่กำหนด ยิ่งเรียนยิ่งชอบ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีในกลุ่มที่ทำงาน ทำให้เกิดความสนิทคุ้นเคยกับเพื่อนกลุ่มใหม่ เนื่องจากการจัดกลุ่มนักเรียนไม่ได้เลือกเองตามความพึงพอใจแต่ครูจัดกลุ่มแบบละความสามารรถ โดยยึดคะแนนคณิตศาสตร์กลางปีของปีการศึกษา 2547 เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ทำให้เกิดทักษะทางสังคมและมีมิตรภาพใหม่เกิดขึ้นในห้องเรียน

ข้อ 2 ชั้นการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักทั้ง 3 ชั้นใหญ่ประกอบด้วย 7 ชั้นย่อย นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และสามารถทำไปกิจกรรมครบทุกใบกิจกรรม และมีชิ้นงานส่งครูที่เป็นรูปธรรม

ข้อ 3 นักเรียนได้ข้อความรู้จากการแสดงวิธีการแก้ปัญหาทั้ง รายเดี่ยวและรายกลุ่ม และการขยายปัญหาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้เห็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเช่นวาดรูปแล้วนับขาให้ครบตามเงื่อนไข สร้างตาราง สร้างกราฟ รูปแบบต่างๆ สร้างสมการทั้งตัวแปรเดียวและ 2 ตัวแปร และได้ทราบการแก้สมการของกลุ่มเพื่อน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่ไม่ค่อยเหมือนกัน ทำให้มีความรู้ในเรื่องสมการมากยิ่งขึ้น

ข้อ 4 นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้และรับบริการจากห้องสมุดไปในทางที่ดีขึ้น จากเดิมบางคนไม่เคยยืมหนังสือจากห้องสมุดเลย เนื่องจากการเรียนด้วยวิธีการแก้ปัญหานี้ นักเรียนต้องขยายปัญหาโดยสร้างโจทย์และเฉลยเองแล้วให้กลุ่มเพื่อนประเมิน จึงต้องพัฒนาความรู้ตนเองให้มีประสิทธิภาพการเผชิญกับปัญหาต่างๆ ให้มาก และนักเรียนใช้บริการห้องคอมพิวเตอร์มากขึ้น โดยมีการนำเสนอการสรุปบทเรียนในเรื่องที่เรียนไปแล้วในรูปแบบของ Power Point และบางรายพิมพ์ดีด โดยบูรณาการงานศิลปะในการทำข้อสรุป จะเห็นรูปแบบในการนำเสนองานที่ต่างกันและพิถีพิถันในการผลิตชิ้นงาน

4) การปรับปรุงรูปแบบการสอนในวงจรที่ 3

ได้กำหนดรายละเอียดในตารางที่ 6