

## การพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน

### ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

#### The Development of Problem – Based Learning Model with Scaffolding to Enhance Mathematical Thinking Skills for Upper Secondary Students

มาราศรี มีโชค<sup>1</sup>, อุมารินทร์ ปิ่นตบแต่ง<sup>2</sup>, วาริรัตน์ แก้วอุไร<sup>3</sup>, เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย<sup>4</sup>

Marasri Meechok, Umarin Pintobtang, Wareerat Kaewurai, Teamjan Parnichparinchai

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ 1) สร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีขั้นตอนการวิจัย 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 สร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 9 ท่าน และทดลองนำร่องเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้ โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย เพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 จำนวน 34 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น คือ รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นศึกษาสถานการณ์ปัญหา ขั้นร่วมพิจารณาแนวความคิด ขั้นมวลมิตรพิชิตปัญหา ขั้นร่วมใช้ปัญญาดูตรวจสอบและชี้ให้เห็นขอบเขตเปลี่ยนเรียนรู้ โดยในแต่ละขั้นครูจะให้การช่วยเสริมศักยภาพตามสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำงานต่อจนสำเร็จ

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

2.1 นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

<sup>1</sup> นิสิตระดับการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

<sup>2</sup> ดร., ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

<sup>3</sup> รองศาสตราจารย์ ดร., กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

<sup>4</sup> รองศาสตราจารย์ ดร., กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

2.3 ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน 1) ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ เลือกแนวทางการแก้ปัญหา และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ 2) ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายหลักการและเหตุผล มีการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล และให้เหตุผลในการลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล 3) ด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา โดยมีการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน มีการนำเสนอรายละเอียด ระบุเป็นขั้นตอน 4) ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ 5) ด้านการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

**คำสำคัญ:** รูปแบบการเรียนรู้/ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก/ การเรียนรู้ร่วมกัน/ การช่วยเสริมศักยภาพ/ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

## Abstract

The purpose of this research was to develop the problem – based learning model with scaffolding to enhance mathematical thinking skills for upper secondary students. The specific purposes of this research were to develop and assess the quality of the model and to study the results of using the model. There were 2 stages in this study. First, to develop and assess the quality of the model by 9 experts and then a pilot study was conducted with 30 students. Second, to study the results of using the model with 34 Kanchanapisek Wittayalai Phetchbun students.

The results of the research were as follows:

1. The developed model consisted of 5 components: principles, objectives, contents, teaching and learning process, assessment and evaluation. The model was verified by the experts and it was found that a peer learning model developed at the appropriate level. The results of the experiment showed that the teaching and learning through the activities following the 5 stages: Study with the Problem, Set up the Structure, Solve the Problem, Summarize and evaluate the answers, Share knowledge. By step, Teachers provide scaffolding for potential problems. To enable students to work towards the success.

2. The Experimental results using the learning model found:

2.1 The students' mathematical thinking skills after the intervention was significantly higher than before at .05.

2.2 The students' mathematical thinking skills after the intervention was significantly higher than the 75 percent at .05.

2.3 The observation of student behavior: 1) Mathematical problem solving: Students to analyze problems, alternative solutions. The solution has been successfully implemented and can explain the process of how to solve the problem clearly. 2) Mathematical reasoning: Students to link prior knowledge with the principle and reason, identify data relationships and provide reasons for the conclusions to solve the problem in the situation sensibly. 3) Mathematical Communication: Students can present that represents the learning process from beginning to answer the problem. Describes

the steps to solve the problem clearly and can use mathematical language correctly and appropriately. 4) Mathematical connection: Students can apply mathematical knowledge in other subjects. To solve the problem correctly and can put that knowledge to use in solving problems related to everyday life situations. 5) Mathematical interpretation: Students can use mathematical language to present information accurately and appropriately to the situation given problem and to specify steps to solve the problem clearly.

**Key words:** Learning Model/ Problem – Based Learning/ Collaborative Learning/ Scaffolding/ Mathematical Thinking Skills

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาถือเป็นกระบวนการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และเป็นการสร้างภูมิปัญญาให้แก่สังคม โดยเฉพาะ การศึกษาคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้มีบทบาทสำคัญเพียงแต่เป็น กุญแจในการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนคิดอย่างมี เหตุผล แต่คณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญต่อการศึกษาวิชา ต่างๆ ในโลกปัจจุบันที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุผลที่ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นตัวช่วยพัฒนาศักยภาพ ของผู้เรียนแต่ละคนให้เป็นผู้ที่สมบูรณ์ ช่วยเสริมสร้าง ความมีเหตุผล เป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มี ระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนการทำงาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาตลอดจนมีลักษณะของความ เป็นผู้นำในสังคม หรืออาจจะกล่าวได้ว่า คณิตศาสตร์เป็น รากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่างๆ (ยุพิน พิพิธกุล, 2548) ดังนั้น หลักสูตรของประเทศต่างๆจึงเน้น วิชาคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ในขณะที่ประเทศใดที่คนมี ความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงประเทศนั้นก็จะมีพลัง ทางความคิดสูงตามไปด้วย

การพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพด้านทักษะการคิด ทางคณิตศาสตร์นั้นมีแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญและมีความ จำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้สภาครู คณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) ได้กล่าวถึงทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นสิ่งที่ต้อง จัดการเรียนรู้อย่างครอบคลุมไปทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการ โดยมีการกำหนดมาตรฐานด้านเนื้อหาสาระและมาตรฐาน กระบวนการที่จะพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Toni Scusa (2008) ซึ่งได้ศึกษาเรื่อง Five Processes

of Mathematics Thinking ที่ได้กล่าวถึง 5 ทักษะ กระบวนการดังกล่าวว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และเป็นทักษะพื้นฐานในการ พัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่คิดทางคณิตศาสตร์ และนอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยของ Shigeo (2004, p.25) ที่ได้ศึกษาเรื่อง Mathematical Thinking and How to Teach It ได้มีการ เสนอแนะเกี่ยวกับการสอนทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ว่า เป็นสิ่งที่ต้องสอนควบคู่กันไประหว่างกลวิธี หรือ กระบวนการกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ สำหรับประเทศไทย เองก็มีการนำมาตรฐานของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกาเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของ ผู้เรียนเช่นเดียวกัน โดยกล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาท สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มี ความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบ แผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม โดยได้กำหนดสาระการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ 6 สาระ ดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสาระที่ กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การ เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และการมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56)

ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะมีบทบาทและความ จำเป็นหลายประการดังที่กล่าวมาแล้ว แต่กลับพบว่าผล การประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาระดับชาติ (O-NET)

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้ผลการประเมินในระดับนานาชาติ ประเทศไทยอยู่ในอันดับค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชียด้วยกัน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร การที่ผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำเช่นนี้ เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการประกอบกัน สาเหตุประการแรกอาจมาจากธรรมชาติของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นการคิดคำนวณ ความคิดรวบยอด และทักษะ มีโครงสร้างแสดงความเป็นเหตุเป็นผล มีการสื่อสารความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ และมีลักษณะเป็นนามธรรม จึงยากต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ประการที่สอง โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก็นับเป็นปัญหาการเรียนการสอนที่สำคัญ ผู้เรียนส่วนใหญ่จะพัฒนาได้ดีในทักษะการคิดคำนวณ แต่เมื่อพบโจทย์ปัญหามักจะมีปัญหาในเรื่องทักษะการอ่านทำความเข้าใจ โจทย์ การวิเคราะห์ โจทย์ รวมถึงการหารูปแบบในการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 34) และสาเหตุประการสุดท้าย ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญ คือ วิธีสอน ผู้สอนส่วนใหญ่ยังใช้วิธีสอนแบบบรรยาย ไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและผู้สอนยังใช้สื่อการเรียนการสอนไม่มากนัก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 39) ดังนั้นวิธีสอนและสื่อการเรียนการสอนที่ผู้สอนใช้นั้นมีส่วนสำคัญและสัมพันธ์กับการสอนคณิตศาสตร์อย่างยิ่ง โดยเฉพาะวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญและเหมาะที่จะใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง เพราะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ และเป็นเครื่องช่วยให้ประยุกต์ศักยภาพนั้นไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีสอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งจากศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า วิธีสอนอีกวิธีหนึ่งที่จะเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ คือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning) เนื่องจากเป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวก

ความสะดวกในการเรียนรู้ การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักไม่เพียงแต่จะเพิ่มความรู้ ความเข้าใจ ยังมีส่วนให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง การติดต่อสื่อสารและกลไกการทำงานกลุ่ม (ยุรววัฒน์ คล้ายมงคล, 2545) โดยธรรมชาติของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักจะเป็นการเรียนรู้ร่วมกัน (Chernbilsky, Nagarajan and Hmelo-Silver, 2005) ซึ่งเทคนิคการทำงานร่วมกันในลักษณะนี้เรียกว่า การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) แต่กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักนั้นยังมีข้อจำกัด คือ ความสำเร็จของการเรียนจะขึ้นอยู่กับการศึกษาของผู้เรียนกับสิ่งที่ไม่รู้ เผชิญปัญหาด้วยตนเอง อาจเกิดการท้อแท้ ดังนั้นผู้สอนจะต้องมีทักษะที่เพียงพอเพื่อช่วยกระตุ้นผู้เรียน ให้คำชี้แนะแนวทางเพื่อสนับสนุนผู้เรียน (สุนทร ทองเนื้อแข็ง, 2548) ซึ่งการช่วยเหลือผู้เรียนลักษณะนี้เรียกว่า การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อันเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์โดยบูรณาการระหว่างแนวคิดการเรียนรู้อันใช้ปัญหาเป็นหลักกับการเรียนรู้ร่วมกันและเสริมด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้อันมีประสิทธิภาพเป็นแนวทางในการพัฒนานักเรียนให้บรรลุขีดความสามารถสูงสุดตามศักยภาพในด้านการคิด โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนานักเรียนให้บรรลุถึงขีดความสามารถสูงสุดตามศักยภาพของตนตามเจตนารมณ์ที่หลักสูตรกำหนด โดยเฉพาะสมรรถนะด้านการคิดและการแก้ปัญหาเป็นสำคัญ

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อันใช้ปัญหาเป็นหลัก แบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้อันใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้อันใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อ

เสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยแบ่งการศึกษาออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ในการวิเคราะห์และสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ของนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ Joyce and Weil (2004); Arends (1999); Anderson (1999) และทีศนา แคมมณี (2551) จากนั้นได้นำแนวคิดหรือสาระที่สอดคล้องกันมา กำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบ ซึ่งได้องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ของรูปแบบ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 การศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ ได้แก่ หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้ร่วมกัน การช่วยเสริมศักยภาพ และการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ยกร่างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล

ขั้นที่ 4 จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

- คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ เป็นเอกสารที่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้สอนหรือผู้ที่จําแนกรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้เข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้จริง

- แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเอกสารที่เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 9 ท่าน โดยตรวจสอบความเหมาะสมและให้คำแนะนำ องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นที่ 6 การทดลองนำร่องเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ โดยนำรูปแบบการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 30 คน เพื่อทำการทดลองนำร่องและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้

ขั้นที่ 7 ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนรู้ จัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์

**ขั้นตอนที่ 2** การศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย เพชรบูรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 34 คน จากจำนวนทั้งหมด 4 ห้องเรียน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัย

สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบอัตโนมัติ จำนวน 8 ข้อ มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.82 และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

### 3. วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนจากแบบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนและทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ  $t$  - test dependent

3.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ  $t$  - test แบบ one sample

3.4 วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

4.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนเรื่อง ความน่าจะเป็น ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน คือ 11 สัปดาห์ จำนวน 22 ชั่วโมง

4.3 สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้การคิดทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

4.4 หลังเสร็จสิ้นการทดลอง ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการทดลอง (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

## ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนรู้

1.1 รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการวัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ชั้น คือ ชั้นศึกษาสถานการณ์ปัญหา (S: Study with the Problem) ชั้นร่วมพิจารณาแนวการคิด (S: Set up the Structure) ชั้นมวลมิตรพิชิตปัญหา (S: Solve the Problem) ชั้นร่วมใช้ปัญญาดูตรวจสอบ (S: Summarize and evaluate the answers) และชั้นเห็นชอบแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share knowledge)

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

1.3 ผลการทดลองนำร่องรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพที่พัฒนาขึ้น พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.6872 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6872 คิดเป็นร้อยละ 68.72

## 2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้

ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการนำไปใช้ดังนี้

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า 1) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น ตั้งใจในการทำความเข้าใจกับปัญหา โดยการสำรวจว่าในสถานการณ์ปัญหาคำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง มีเงื่อนไขอย่างไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร จากนั้นจึงร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อวางแผนการแก้ปัญหา บางกลุ่มมีการวาดภาพประกอบ บางกลุ่มแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ และช่วยกันพิจารณาข้อสรุปในการดำเนินการแก้ปัญหา และสามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง 2) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล โดยพยายามเชื่อมโยงความรู้เดิมพร้อมทั้งอธิบายหลักการและเหตุผลและระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อหาข้อสรุปของข้อมูลในช่วงแรกของการทำงานกลุ่มของนักเรียนแต่ละกลุ่มค่อนข้างช้า ไม่ทันเวลาที่กำหนด ครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาทุกกลุ่มอย่างต่อเนื่องและให้การเสริมแรง สร้างบรรยากาศที่เป็นอิสระให้นักเรียนได้คิดตามโดยไม่บอกว่าเป็นสิ่งที่นักเรียนทำนั้นผิดแต่ใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดเพื่อตะล่อมให้นักเรียนหันมาคิดตาม เพื่อให้นักเรียนมีความมั่นใจ กล้าที่จะคิดได้ดีขึ้นและมีเหตุผลมากขึ้น ทำให้แต่ละกลุ่มสามารถคิดแนวทางในการหาคำตอบและกำหนดวิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตรงประเด็นมากขึ้น แต่ละกลุ่มสามารถอธิบายและให้เหตุผลในการลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล 3) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา โดยมีการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน มีการนำเสนอรายละเอียด ระบุเป็นขั้นตอน สามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม มีการแบ่งงานกันเพื่อเตรียมการนำเสนอผลงานของกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีการเตรียมการเสนอที่หลากหลาย เช่น นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ แผนภาพ ในช่วงแรกของการทำกิจกรรมนักเรียนทำกิจกรรมค่อนข้างช้า เนื่องจากวิธีการหาคำตอบมีมากกว่า 1 วิธี นักเรียนจึงอภิปรายร่วมกันเพื่อเลือก

แนวทางหรือวิธีการที่ดีที่สุดและเป็นวิธีที่นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลให้เพื่อนเข้าใจได้ง่ายที่สุด ครูต้องคอยเตือนให้นักเรียนรักษาเวลาในการกิจกรรมและคอยตรวจสอบความถูกต้องในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ทั้งในด้านของการนำเสนอด้วยการพูดและการเขียน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเป็นขั้นตอนทั้งด้านการพูดและการเขียน 4) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม เช่น การใช้ความรู้เรื่องเซต อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งขณะที่นักเรียนเสนอแนวคิดวิธีการที่จะนำมาช่วยแก้ปัญหา ครูได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยมีแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนหรือยืนยันข้อสรุปในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดส่วนใหญ่จะเป็นการกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยง และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้มากขึ้น 5) การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด โดยการเขียนตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ และรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเขียนขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา สามารถระบุรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน โดยครูได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รวมทั้งการนำรูปแบบการเรียนรู้ไปทดลองใช้ ผู้วิจัยพบประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปราย 2 ประเด็น คือ 1) ด้านการพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้ และ 2) ด้านการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งอภิปรายได้ดังนี้

1. ด้านการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ที่เป็นดังนี้เพราะผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาโดยเริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ศึกษา งานของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ตลอดจนการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยของต่างประเทศ นำข้อมูลที่ได้มามากำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ แล้วเขียนรายละเอียดขององค์ประกอบให้ชัดเจน สร้างเป็นรูปแบบการเรียนรู้ฉบับร่าง พร้อมทั้งจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนรู้ ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบการเรียนรู้และความเหมาะสมของการใช้ภาษา จากนั้นนำรูปแบบการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ทำให้ได้รูปแบบการเรียนรู้ ทั้งองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้และความเหมาะสมของการใช้ภาษา แล้วจึงนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎี ซึ่งผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติการ โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการของรูปแบบการเรียนรู้ ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน เวลาที่ใช้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล รวมทั้งการจัดบรรยากาศการเรียนการสอน ทำให้ทราบถึงจุดบกพร่องที่ควรนำมาปรับปรุงจนได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม สามารถดำเนินการจัดการจัดกิจกรรมตามกระบวนการของรูปแบบ

การเรียนรู้ได้อย่างเป็นขั้นตอน มีความเหมาะสมสามารถดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้อย่างต่อเนื่อง จากผลการประเมินเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎีโดยผู้ทรงคุณวุฒิและจากการทดลองนำร่องเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ มีผลสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก จึงเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่า การดำเนินการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยมีการศึกษา วิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กำหนดองค์ประกอบและจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ อย่างเหมาะสมสอดคล้องกัน ตลอดจนทำการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบทั้งในเชิงทฤษฎีและในเชิงปฏิบัติการ มีการทดลองใช้และแก้ไขปรับปรุงจนได้รูปแบบการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดที่นักการศึกษาได้เสนอไว้อย่างสอดคล้องกันว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่ดีจะต้องได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบโดยมีทฤษฎี หลักการ และแนวคิดเป็นพื้นฐาน มีองค์ประกอบ ที่สำคัญของรูปแบบและองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบจะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Joyce and Weil, 2004; ทิศนา แจมมณี, 2551) ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของวาริรัตน์ แก้วอุไร (2554) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนสู่สังคมแห่งคุณธรรม ภูมิปัญญาและการเรียนรู้ มีการดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นการสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นการทดลองใช้และศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นแบบพหุกรณีด้วยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นใช้แนวคิดสำคัญของการจัดการศึกษาตามแนวพระบรมราโชวาทที่เห็นว่า การให้การศึกษาจะต้องช่วยให้บุคคลค้นพบวิถีการดำเนินชีวิตอย่างถูกต้อง เหมาะสม ไปสู่ความเจริญและความสุขตามอัตภาพ ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาทั้งนักวิชาการ ศึกษานิเทศก์ และครูจำนวน 9 คน พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพดีและสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมกับการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนโดยองค์รวมทั้งด้านคุณธรรม ภูมิปัญญาและการเรียนรู้

จากผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการเรียนรู้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ และผลที่ได้จากการทดลองใช้นำร่อง

ตามที่ได้กล่าวมา ทำให้เชื่อได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก และสามารถนำไปใช้ได้จริง

## 2. ด้านการทดลองรูปแบบการเรียนรู้

### 2.1 จากการดำเนินการสอนตามขั้นตอนในกิจกรรมการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นทำให้นักเรียน มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ที่เป็นดังนี้เพราะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้นั้นทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันและหากนักเรียนต้องการความช่วยเหลือหรือพบเจออุปสรรค ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือ สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics & Science Academy, 2006) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักจะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจถึงความสลับซับซ้อนของปัญหาและสามารถแก้ปัญหาด้วยการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน ทำให้เกิดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และเกิดความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง และพิชชีย์ ทองดีเลิศ (2547) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ร่วมกันก็เป็นอีกวิธีการเรียนหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อศึกษาในสิ่งที่ตนเองชอบและสนใจ โดยการใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน รวมถึงแหล่งเรียนรู้ภายนอกเพื่อร่วมกันสร้างชิ้นงานและเสนอผลงาน เพื่อศึกษาร่วมกัน มีการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มผู้เรียน นอกจากนี้ลาร์กิน (Larkin, 2001) กล่าวว่า การช่วยเสริมศักยภาพเป็นการช่วยเหลือหรือสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถทำงานได้เสร็จ เมื่อผู้เรียนต้องเรียนรู้สิ่งใหม่หรือสิ่งที่ยาก ผู้เรียนก็อาจจะต้องการความช่วยเหลือที่มากขึ้นและหากเมื่อใดก็ตาม ที่ผู้เรียนเริ่มจะทำงานนั้นได้สำเร็จการช่วยเหลือ สนับสนุนนั้นจะค่อยๆ ลดลง

จนกระทั่งผู้เรียนสามารถรับผิดชอบหรือทำงานนั้นได้ด้วยตนเอง การช่วยเหลือก็จะยุติลง และยังคงคล้องกับผลการวิจัยของจารุ หะรายเจริญ (2552) ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### 2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ที่เป็นดังนี้เพราะว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเน้นการเรียนรู้ร่วมกันและมีการช่วยเสริมศักยภาพสำหรับนักเรียนในทุกขั้นตอน นักเรียนจะได้รับการช่วยเหลือ แนะนำจากครูผู้สอนเมื่อไม่สามารถทำงานให้สำเร็จด้วยตนเอง และการช่วยเหลือสนับสนุนนั้นจะค่อยๆ ลดลง จนกระทั่งนักเรียนสามารถทำงานนั้นได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกมล โพธิ์เย็น (2548) ได้กล่าวว่า การช่วยเสริมศักยภาพ เป็นกระบวนการของการช่วยเหลือและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ โดยมีผู้สอนให้การช่วยเหลือหรือนักเรียนให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียน ผู้สอน หรือผู้ที่มีศักยภาพมากกว่า ซึ่งการช่วยเหลือก็จะค่อยๆ ลดลง ในขณะที่เรียน จะค่อยๆ เพิ่มความสามารถในการปฏิบัติงานด้วยตนเอง และสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน เช่น ผลการวิจัยของยุรวัฒน์ คล้ายมงคล (2545) ที่ได้พัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนหลังเรียน

ด้วยกระบวนการเรียนการสอน ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยของสนิท ติเมืองชัย (2552) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบ CoPBL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ge (2001) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้คำถามเป็นตัวชี้แนะคำตอบ (Question Prompt) และการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหาของนักศึกษาจำนวน 115 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ทำงานกับเพื่อนได้รับคำถามเป็นตัวชี้แนะคำตอบ (Peers and question Prompt : PQ) ทำให้มีการแสดงออกได้ดีกว่าการเรียนในเงื่อนไขอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มนักศึกษาที่ได้รับคำชี้แนะคำตอบ สามารถแสดงออกให้เห็นได้ดีกว่ากลุ่มนักศึกษาที่ไม่มีคำถามชี้แนะคำตอบ (Peer condition without question prompt : PC)

### ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ จากผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1.1 เนื่องจากผลการนำรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปใช้ ปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจว่า สามารถพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 ด้าน คือ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยง

ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จึงนับว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เป็นทางเลือกที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการสอน และสามารถนำไปประยุกต์ปรับใช้ได้ ตามความเหมาะสมของผู้เรียน

1.2 ผู้สอนที่จะจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้จะต้องมีการเตรียมความพร้อมเป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ เนื่องจากผู้สอนจะต้องให้การช่วยเสริมศักยภาพแก่ผู้เรียนตลอดกระบวนการจัดการเรียนรู้ จึงต้องเตรียมการแก้ปัญหาต่างๆ ของผู้เรียน เตรียมการตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

1.3 การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้นั้นควรเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนรู้เพื่อไม่ให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนเกิดความท้อแท้และเพื่อเป็นการส่งเสริมความร่วมมือในการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบที่น่าสนใจระหว่างทำการวิจัย จึงขอให้ข้อเสนอแนะเพื่อทำการศึกษาและวิจัยในครั้งต่อไป คือ

2.1 ควรศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนที่จำแนกตามระดับความสามารถ เนื่องจากผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันย่อมมีความต้องการช่วยเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันด้วย การช่วยเสริมศักยภาพที่ใช้ในรูปแบบการเรียนรู้นี้จะอาจมีผลดีต่อผู้เรียนเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น

2.2 ควรมีการศึกษาการพัฒนาการช่วยเสริมศักยภาพให้มีความสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนได้มากขึ้น

2.3 ด้านแบบแผนการวิจัย (research design) เพื่อให้แบบแผนการวิจัยแตกต่างไปจากการวิจัยในครั้งนี้ และมีความหลากหลายยิ่งขึ้น ผู้วิจัยที่มีความสนใจสามารถที่จะออกแบบการวิจัยเป็นแบบ two groups มี control group ในการวิจัยครั้งต่อไปได้

### เอกสารอ้างอิง

- กมล โพธิเย็น. (2548). รูปแบบการพัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างเสริมความสามารถด้านทักษะการเขียนภาษาไทยของนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยใช้แนวคิดทฤษฎีไดรอาร์จิกและวิธีการแบบสแกฟโฟลด์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรี พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ทิตนา แจมมณี. (2551). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. (พิมพ์ครั้งที่ 5 ฉบับพิมพ์เพิ่มเติม). กรุงเทพฯ : แอคทีฟ พรินท์.
- พิชัย ทองดีเลิศ. (2547). การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้อารมณ์ร่วมกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2548). เสริมสร้างทักษะการคิดด้วยโจทย์ปัญหา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ จำกัด.
- ยุรวุฒิ คัลยาณมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วาริรัตน์ แก้วอุไร. (2554). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนสู่สังคมแห่งคุณธรรม ภูมิปัญญาและการเรียนรู้. วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 6(15) มกราคม – เมษายน 2554. หน้า 11 – 30.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : 3-คิว มีเดีย.
- สนธิ เต็มเมืองชัย. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อารมณ์ร่วมกันโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีการช่วยเหลือเสริมศักยภาพทางการเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- สุนทร ทองเนื้อแข็ง. (2548). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในวิชาการบริหารธุรกิจขนาดย่อมสำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- Anderson, K.B., and Pingry, R.E. (1997). *Problem-Solving in Mathematics; It's theory and practice*. Washington,D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Arend, B. (1999). *Practical instructional design: Applying the basics to your online course*, [online]. Available from: <http://leahi.kcc.hawaii.edu/org/tcon99/papers/arend.html>, [2012, May 2].
- Chernbilsky, E. B., Nagarajan, A. and Hmelo-Silver, E. (2005). *Problem-based learning in physics : The power of students teaching student*. About teaching, 47 (January) : 6-7.
- Ge, R. M. (2001). *Contigent scaffolding strategies in computer-based learning environment*. Doctoral dissertation Indiana University. [online]. Available from : <http://www.wilib.umi.com/dissertations>. [2012, May 25].
- Illinois Mathematics & Science Academy. (2006). *Problem-based learning*. [online] 2006. Available from : <http://pbln.imsa.edu> [2012, September 12].
- Joyce, B. R., & Weil, E.A. (2004). *Models of teaching*. (7th ed.). London : Allyn & Bacon.

- Larkin, M. (2002). *Using scaffold instruction to optimize learning*. ERIC Digests [online].  
Available from : <http://search.epnet.com/direct.asp?an=ED474301&db=eric>, [2012, Nov 15].
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principle and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Shigeo, R.E. (2004). Mathematical Thinking and How to Teach It. *Journal for research in Mathematics Education*.
- Toni, S. (2008). Mutual Peer Tutoring : Effects of Structuring Tutorial Interaction to Scaffold Peer Learning. *Journal of Education Psychology*.