

**รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28**
**LEARNING MANAGEMENT MODEL BASED ON MATHEMATIZING PROCESS
FOR ENHANCING MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING COMPETENCY
FOR MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS UNDER THE SECONDARY
EDUCATION OFFICE SERVICE AREA 28**

พิชยาศิริ พิมพ์ทราย^{1,*}, ณรงค์ฤทธิ์ อินทนาม² และ จำลอง วงษ์ประเสริฐ²
Pichayasiri Phimsai^{1,*}, Narongrith Intanam² and Jumlong Vongprasert²

¹สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรบลราชธานี

²สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรบลราชธานี

³สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรบลราชธานี

¹ Educational Research and Evaluation, Faculty of Education,
Ubon Ratchathani Rajabhat University

² Educational Research and Evaluation, Faculty of Education, Ubon Ratchathani
Rajabhat University

³ Applied Statistics, Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ที่ได้รับการยกย่อง และ 2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ คือ ครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการยกย่อง จำนวน 3 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง กลุ่มเป้าหมาย

* ผู้ประสานงาน: พิชยาศิริ พิมพ์ทราย
อีเมล: pichy_072@hotmail.com

ในพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้าง และแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทั้งสองชนิดมีค่าความตรงตามเนื้อหาในระดับสูง ค่า CVR ตั้งแต่ 0.80-1.00 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ (1) ด้านความรู้ โดยการสอนเนื้อหา การตั้งคำถามและช่วยกันสรุปความรู้ (2) ด้านกระบวนการ โดยการลงมือปฏิบัติจริง นำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (3) ด้านคุณลักษณะของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนทราบถึงปัญหาว่าปัญหานั้นคืออะไร วิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหานั้นมีขอบเขตข้อมูลอย่างไร จะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดมาแก้ปัญหา แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบและสรุปคำตอบของปัญหา โดยสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ควรเป็นสื่อของจริง และสื่อสัมผัส นักเรียนได้ใช้เอง มีใบงานบันทึกระหว่างทำกิจกรรม และทบทวน สรุปความรู้ และการวัดผลประเมินผลควรมีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย วัดผลตามสภาพจริง และนำผลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนานักเรียน และ 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ฯ ที่พัฒนาขึ้นมีผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์, สมรรถนะ, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to: 1) study the state of learning management based on mathematizing process for enhancing mathematical problem solving competency of the commended mathematics teachers; 2) develop learning management model based on mathematizing process. The target group for studying the state of learning management were three commended lower secondary school mathematics teachers recruited by

purposive selection. The target group for developing the learning management model were six mathematics specialists. The instrument used to collect data were structured interviews, and learning model appropriateness evaluation form. Both have high content validity ratios (CVR) between 0.80-1.00. The statistics used for data analysis were mean and standard deviation.

The research findings were: 1) the state of learning management based on mathematizing process consisted of 3 aspects: (1) Knowledge, by content instruction, questioning and knowledge summarizing; (2) Process, by actual practices and exchanges (3) Learners' qualifications. Each mathematizing process steps should be conducted to enhance learners' positive attitude toward learning mathematics; enable learners to indicate problems, analyze the data related to the problems; how mathematical knowledge is used to solve the problems; convert the problems into mathematical models, solve mathematical problems, and test and conclude the solutions. The learning instruments should be authentic and somatic which are hands-on; there should be records while doing the activities, as well as knowledge reviews and summarizations; assessments and evaluations should be various and authentic and the results are brought to improve the learners; and 2) the evaluation result on appropriateness of the learning management model based on mathematizing process developed is the high level.

Keywords: Mathematizing Process, Competency, Mathematical Problem Solving

บทนำ

กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ คือ การรับรู้และการดึงคณิตศาสตร์ที่ฝังอยู่ในสถานการณ์และการใช้คณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา โดยใช้การวิเคราะห์ การตีความ พัฒนารูปแบบและกลยุทธ์ของตัวนักเรียนเองและนำเสนอข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์รวมทั้งการพิสูจน์และการวางนัยทั่วไป (OECD 1999: 45) นอกจากนี้ Freudenthal (Gravemeijer 1997: 321-322) กล่าวว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการหลักที่สำคัญของการศึกษาคณิตศาสตร์ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับวิธีการทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน ประการที่สอง เกี่ยวข้องกับการคิดค้นคณิตศาสตร์ การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ควรใช้กระบวนการคิดค้นคณิตศาสตร์แบบได้รับคำแนะนำ (Guided Prevention) ซึ่งนักเรียนจะได้รับประสบการณ์ เช่นเดียวกับกระบวนการที่นักคณิตศาสตร์ได้คิดค้นคณิตศาสตร์ขึ้นมา กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จะสะท้อนถึงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ต่างๆ (Mathematical Competencies) ในขณะนี้นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง กรอบการประเมินผลของ Program in International Student Assessment (PISA) เลือกเน้นกลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหา ซึ่งจำแนกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มการทำให้ใหม่ (Reproduction Cluster) 2) กลุ่มการเชื่อมโยง (Connection Cluster) และ 3) กลุ่มการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Reflection and Communication) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555ข: 3-4)

ในการประเมินผลผู้เรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) โดยองค์กรความร่วมมือและพัฒนาศรษฐกิจ (OECD) ได้ทำการประเมินผู้เรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับที่มีคุณภาพในอนาคต ที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ เน้นการคิดและหาคำอธิบาย โดยมีทั้งรูปแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบ คำถามเป็นปลายเปิด ซึ่งนักเรียนต้องสะท้อนความคิดของตนออกมาเป็นคำตอบอย่างอิสระโดยในการประเมินผล PISA ปี 2015 ที่ผ่านมามีผลการจัดอันดับจาก 72 ประเทศ ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 55 ของโลก มีคะแนนด้านคณิตศาสตร์ 415 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 490 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าระบบโรงเรียนยังไม่สามารถให้การศึกษามีคุณภาพและไม่สามารถเตรียมพร้อมนักเรียนให้เป็นต้นแบบให้เป็นต้นแบบกำลังคนที่มีศักยภาพในการแข่งขันในประชาคมโลกในอนาคตได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี 2559: 4) อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการประเมินภายในประเทศ คือ ผลจากการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2558 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 30.62 ซึ่งได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 และสาระที่มีคะแนนต่ำที่สุดในวิชาคณิตศาสตร์ คือ สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย 9.23 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ 2558: 1-8) รวมทั้งนโยบายและกลยุทธ์ จุดเน้นการบริหารจัดการศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ในกลยุทธ์ที่ 1 จุดเน้นที่ 1 มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่มาตรฐานสากลโดยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน O-NET ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ให้สูงขึ้นร้อยละ 5 จุดเน้นที่ 2 ส่งเสริมให้สถาน ศึกษาเตรียมความพร้อมนักเรียน ม.3 และ ม.6 ให้มีความพร้อมก่อนเข้าสอบ O-NET และ จุดเน้นที่ 3 การพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียน การสอนเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการประเมินผลการสอบนานาชาติ (PISA) (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28: 2558-2559) ส่งผลให้ครูต้องดำเนินการพัฒนาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน O-NET และการสอบนานาชาติ (PISA) ให้เพิ่มขึ้น

แนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และสอดคล้องกับนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาในสาระที่ 6 ซึ่งเป็นสาระเกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมายและมีคุณค่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปัจจุบัน (กระทรวงศึกษาธิการ 2551: 60) โดยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องโดยตรงกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดและการทำงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555ก: 74-75)

จากเหตุผลและความสำคัญต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่เสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผู้เรียนสามารถ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง และเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ที่ได้รับการยกย่อง
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

1.1 กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ได้แก่ ครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้ 1) เป็นครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2) ได้รับรางวัลระดับชาติ รางวัลทรงคุณค่า สพฐ. (OBEC AWARDS) ครูผู้สอนยอดเยี่ยม ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ใน 3 ด้านคือ ด้านวิชาการ ด้านบริหารจัดการ และด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน

1.2 กลุ่มเป้าหมายในการพัฒนารูปแบบ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์และการวัดและประเมินผล จำนวน 6 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้ 1) เป็นผู้จบการศึกษาระดับปริญญาเอก ทางด้านคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผล หรือ 2) มีประสบการณ์หรือเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางด้านคณิตศาสตร์ ระดับกรม/สำนัก หรือระดับเขตพื้นที่การศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาสภาพ คือ แบบสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้าง โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์แบ่งย่อยออกได้ 4 ประเด็น คือ 1) ผลงานการสอนที่ภาคภูมิใจ 2) สภาพการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 3) แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิด

ให้เป็นคณิตศาสตร์ หากคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ที่มีความรู้ทางรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาอัตราส่วนความตรงเชิงเนื้อหา Content Validity Ratio (CVR) (Lawshe 1975: 563-575) มีค่าความตรงตามเนื้อหา ตั้งแต่ 0.80-1.00 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ 0.62

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ คือ แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ฯ โดยกำหนดระดับความเหมาะสมไว้ 5 ระดับ ประเมิน 6 ด้าน คือ 1) ด้านหลักการ 2) ด้านวัตถุประสงค์ 3) ด้านเนื้อหา 4) ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5) ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6) ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 26 ข้อ หากคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาอัตราส่วนความตรงเชิงเนื้อหา Content Validity Ratio (CVR) (Lawshe 1975 : 563-575) มีค่าความตรงตามเนื้อหา ตั้งแต่ 0.80-1.00 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ 0.62

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาสภาพ โดยผู้วิจัยสัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการยกย่องตามแบบสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้าง

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการพัฒนารูปแบบ โดยนำแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินรูปแบบฯ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาสภาพ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของครูคณิตศาสตร์ที่ได้รับการยกย่องซึ่งเป็นผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนารูปแบบ โดยการนำผลจากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และแปลผลการประเมินโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554: 121)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้น้อยที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้น้อยมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้น้อยปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้น้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้น้อยที่สุด

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ที่ได้รับการยกย่อง

ผลงานการสอนที่ภาคภูมิใจ คือ ผู้เรียนมีกระบวนการคิดและทักษะที่ต้องนำไปใช้ ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผลการพัฒนานตนเองที่ภาคภูมิใจ คือ ได้เข้ารับการอบรม ศึกษาดูงาน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนครู ไม่เป็นผู้ที่อยู่นิ่ง ขยับหมั่นเพียรศึกษาความรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง และผลการดำเนินงานที่เป็นเลิศ คือ ได้รับรางวัลจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเป็นแบบอย่างให้ครูอื่นๆ นำไปปฏิบัติ

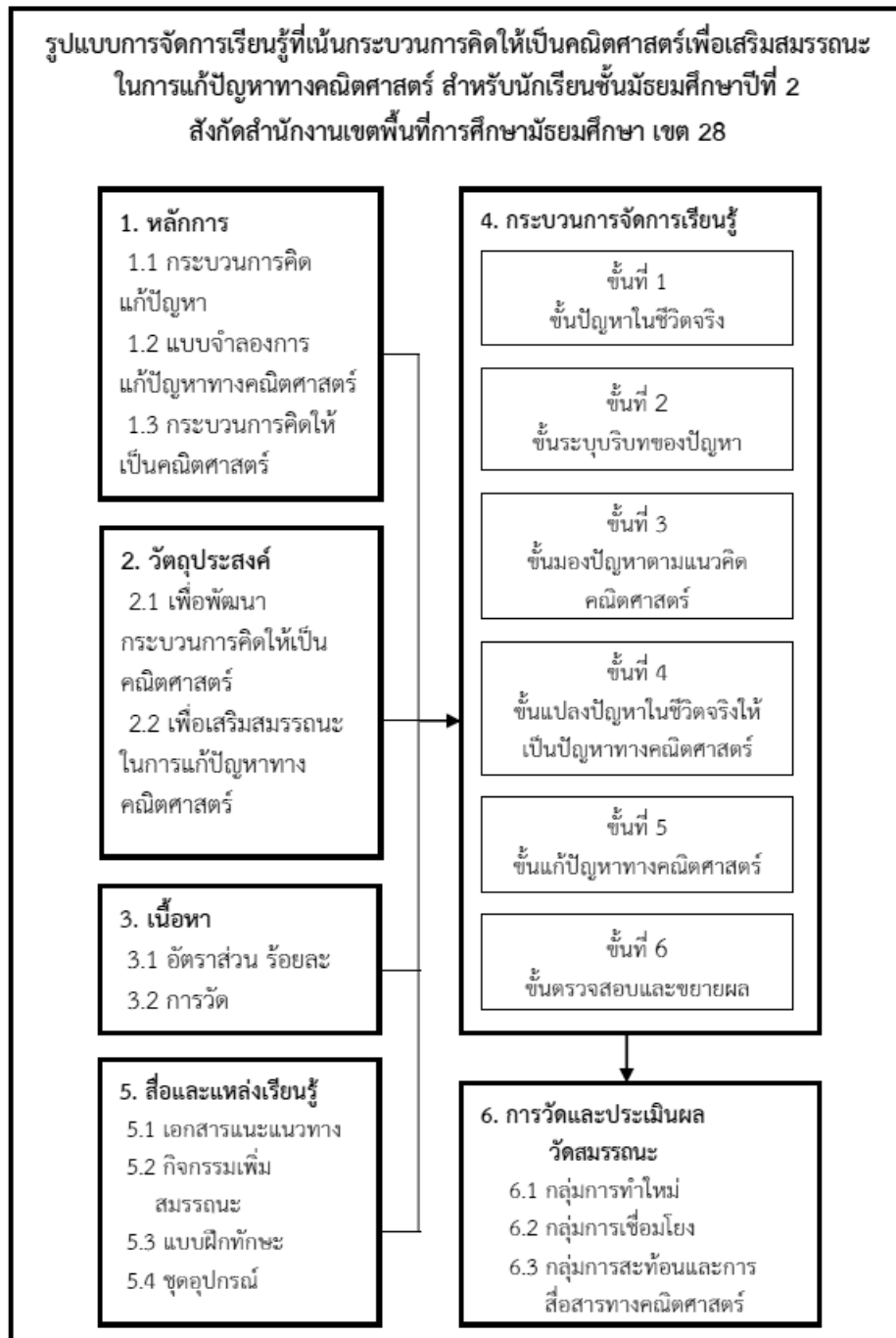
สภาพการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ครูผู้สอน คณิตศาสตร์ต้องมีความรู้ แม่นยำในเนื้อหา เป็นมิตรกับผู้เรียน มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย ใช้สื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามเนื้อหา โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากที่สุด ใช้การปฏิบัติ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรมควรทำให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรมมากที่สุด สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้, ใบงาน ใบความรู้ สื่ออุปกรณ์ โปรแกรม สื่อออนไลน์ และควรมี การวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย การทดสอบจากการทำแบบฝึกหัด และการทดสอบ หลังเรียน

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรพัฒนา (1) ด้านความรู้ โดยการสอนเนื้อหา การตั้งคำถามและช่วยกันสรุปความรู้ ลงมือปฏิบัติ (2) ด้านกระบวนการ โดยการลงมือปฏิบัติจริง นำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (3) ด้านคุณลักษณะของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนทราบถึงปัญหาว่าปัญหานั้นคืออะไร วิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหานั้นมีขอบเขตข้อมูลอย่างไร จะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดมาแก้ปัญหา แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตรวจสอบและสรุปคำตอบของปัญหา โดยสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ควรเป็นสื่อของจริง และสื่อสัมผัส นักเรียนได้ใช้เอง มีใบงานบันทึกระหว่างทำกิจกรรม และทบทวน สรุปความรู้ และการวัดผลประเมินผลควรมีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย วัดผลตามสภาพจริง และนำผลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนานักเรียน

ปัญหา อุปสรรค ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา คือผู้เรียนนักเรียนไม่พยายามคิด ครูเน้นการสอนให้ครบเนื้อหา ไม่รอฟังคำตอบจากนักเรียน หรือเฉลยคำตอบก่อน ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ให้ยั่งยืน คือการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และครูต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง รับผิดชอบต่อสิ่งที่ทำมีประโยชน์

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ฯ โดยนำผลการศึกษาศาภาพการจัดการเรียนรู้ และการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีมาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยมี 6 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แต่ละองค์ประกอบอธิบายได้ดังนี้

หลักการ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีสาระสำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. กระบวนการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Process) ประกอบด้วยแนวคิด ทฤษฎีขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (NCTM, 1993: 62) มี 4 ขั้นตอน กระบวนการคิดแก้ปัญหา บนฐานอริยสัจสี่ 2C2S ของ สารโธษ บัวศรี (2544 อ้างถึงในไพฑูริย์ สินลารัตน์ และคณะ 2558: 130-132) มี 4 ขั้นตอน และขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 145-146) มี 6 ขั้นตอน

2. แบบจำลองการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modelling) ประกอบด้วยแบบจำลองการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Blum, Leiss and Borromeo Ferri (2006 cited in Collin Grant Phillips, 2015: 54) มี 7 ขั้นตอน, และ ของ Collin Grant Phillips (2015: 58-60) มี 5 ขั้นตอน

3. กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematizing Process) ของ OECD (2009: 105) มี 5 ขั้นตอน

วัตถุประสงค์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของผู้เรียน
2. เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา

เนื้อหาในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย เรื่อง อัตราส่วน ร้อยละและการวัด
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นปัญหาในชีวิตจริง (P-real world problem) เป็นการระบุปัญหา โดยการวิเคราะห์ให้ชัดเจนก่อนว่า อะไรคือปัญหาจริงๆ ที่เราเผชิญหน้าอยู่ เมื่อเข้าใจว่าปัญหาอยู่ที่ไหน แล้วจึงจะเริ่มค้นหาความจริงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ปัญหานั้นๆ

2. ขั้นระบุบริบทของปัญหา (D-define the context) เป็นการค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา เพื่อให้รู้ว่าจะประกอบที่แท้ของปัญหาคืออะไร ทำไมปัญหาจึงเกิดขึ้น มีอะไรเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ และควบคุมไม่ได้บ้าง เป็นวิเคราะห์ปัญหานั้นๆ ในรายละเอียดเพื่อแตกประเด็นปัญหาให้ชัดเจน

3. ชั้นมองปัญหาตามแนวคิดคณิตศาสตร์ (C-mathematical context) เป็นการจัดการกับปัญหาให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษา สัญลักษณ์ และกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ตลอดจนพยายามค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูปทางคณิตศาสตร์จากปัญหา

4. ชั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (M-mathematical model) เป็นการเปลี่ยนข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหาในชีวิตจริงออกไป โดยให้นักเรียนนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เข้ามาเชื่อมโยงกับปัญหา ซึ่งอาจมีการสร้างข้อตกลงเบื้องต้นและหาข้อสรุปเพื่อแปลงปัญหาให้เป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

5. ชั้นแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ (S-mathematical solution) เป็นการใช้สัญลักษณ์ กฎเกณฑ์ ภาษาและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา มีการปรับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับปัญหาจนได้คำตอบของปัญหา

6. ชั้นตรวจสอบและขยายผล (R-review and expand) เป็นการตรวจสอบและการแปลผลจากการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่ปัญหาในสถานการณ์ของชีวิตจริง รวมถึงการระบุข้อจำกัดของการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์ถึงผลที่ได้และข้อจำกัดจากการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญห รวมถึงมีการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของตัวแบบที่ใช้ในการแก้ปัญห

สื่อและแหล่งเรียนรู้

เอกสารแนบแนวทาง กิจกรรมเพิ่มสมรรถนะ แบบฝึกหัด และชุดอุปกรณ์ เรื่อง อัตราส่วน ร้อยละและการวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวัดและประเมินผล

ใช้กรอบการวัดและประเมินสมรรถนะตามโครงการ PISA ประเทศไทย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555ข: 3-4) ซึ่งจำแนกเป็นสามกลุ่มสมรรถนะในการวัด คือ 1) กลุ่มการทำใหม่ 2) กลุ่มการเชื่อมโยง และ 3) กลุ่มการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การทดสอบและการสัมภาษณ์

โดยมีผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ จากผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	แปล ความหมาย
1. ด้านหลักการ				
1.1	ความเป็นมา หลักการมีความสอดคล้อง	4.50	0.55	มาก
1.2	มีเหตุผลสนับสนุนการใช้รูปแบบ	4.33	0.82	มาก
1.3	แสดงภาพรวมและจุดเน้น	4.00	0.63	มาก
1.4	ใช้ภาษาเหมาะสม ชัดเจน	4.17	0.75	มาก
	รวม	4.25	0.69	มาก
2. ด้านวัตถุประสงค์				
2.1	วัตถุประสงค์สอดคล้องกับหลักการ	4.17	0.75	มาก
2.2	วัตถุประสงค์ชัดเจนแสดงถึงสิ่งที่มุ่งให้เกิดกับผู้เรียน	4.17	0.75	มาก
	รวม	4.17	0.75	มาก
3. ด้านเนื้อหา				
3.1	สอดคล้องสามารถนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์	4.17	0.75	มาก
3.2	ขอบเขตเนื้อหา	4.17	0.75	มาก
3.3	มีความเป็นไปได้	4.00	0.89	มาก
	รวม	4.11	0.80	มาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้				
4.1	กิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบ	4.33	0.52	มาก
4.2	กิจกรรมครอบคลุมเนื้อหา	4.50	0.55	มาก
4.3	ขั้นที่ 1 ขั้นปัญหาในชีวิตจริง	4.33	0.52	มาก
4.4	ขั้นที่ 2 ขั้นระบุบริบทของปัญหา	4.17	0.75	มาก
4.5	ขั้นที่ 3 ขั้นมองปัญหาตามแนวคิดคณิตศาสตร์	4.17	0.75	มาก
4.6	ขั้นที่ 4 ขั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.00	0.89	มาก
4.7	ขั้นที่ 5 ขั้นแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.33	0.52	มาก
4.8	ขั้นที่ 6 ขั้นตรวจสอบและขยายผล	4.33	0.52	มาก
4.9	ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.00	0.63	มาก
	รวม	4.24	0.63	มาก

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	แปล ความหมาย
5.	ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้			
5.1	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.63	มาก
5.2	สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.17	0.41	มาก
5.3	เหมาะสมกับผู้เรียน	4.00	0.63	มาก
	รวม	4.06	0.56	มาก
6.	ด้านการวัดและประเมินผล			
6.1	วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.52	มาก
6.2	การวัดและประเมินผลตรงกับลักษณะของสมรรถนะ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.50	0.55	มาก
6.3	เครื่องมือที่ใช้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.17	0.41	มาก
6.4	เกณฑ์ที่ใช้วัดและประเมินผลครอบคลุมจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.17	0.41	มาก
6.5	วัดและประเมินผลตามสภาพจริง	4.17	0.41	มาก
	รวม	4.27	0.46	มาก
	รวมทั้งหมด	4.21	0.63	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน พบว่า โดยภาพรวมรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, $S = 0.63$)

การอภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัย แยกประเด็นตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. สภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ คือ ด้านความรู้ โดยการสอนเนื้อหา การตั้งคำถามและช่วยกันสรุปความรู้ ลงมือปฏิบัติ ด้านกระบวนการ โดยการลงมือปฏิบัติจริง นำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ด้านคุณลักษณะของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้

เป็นคณิตศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนทราบถึงปัญหาว่าปัญหานั้นคืออะไร วิเคราะห์ให้ได้ว่าปัญหานั้นมีขอบเขตข้อมูลอย่างไร จะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดมาแก้ปัญหา แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบและสรุปคำตอบของปัญหา โดยสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ควรเป็นสื่อของจริงและสื่อสัมผัส นักเรียนได้ใช้เอง มีใบงานบันทึกระหว่างทำกิจกรรม และทบทวน สรุปความรู้ และการวัดผลประเมินผลควรมีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย วัดผลตามสภาพจริง และนำผลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนานักเรียน เป็นไปตามที่ ทิศนา ขัมมณี (2559: 188-189) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นผลจากการออกแบบ จัดองค์ประกอบอย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การศึกษาวเคราะห์ข้อมูลและองค์ประกอบการสอนที่เกี่ยวข้อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์และความละเอียดรอบคอบของผู้พัฒนาที่จะต้องคิดวิเคราะห์จนมองเห็นความสัมพันธ์ได้อย่างสมเหตุสมผล รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจะส่งผลต่อการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน ซึ่งจะส่งผลต่อผู้เรียนแตกต่างกันออกไปตามแนวคิดและหลักการของรูปแบบนั้น ๆ ดังนั้นสภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากครุคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับรางวัลยกย่อง เกิดจากประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้จริงที่ประสบความสำเร็จ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น เป็นที่ประจักษ์จนกระทั่งได้รับรางวัลยกย่อง เพื่อเป็นแนวทางให้เพื่อนครูได้นำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพ

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน พบว่า โดยภาพรวมรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, $S = 0.63$) เนื่องจากจากผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ ทิศนา ขัมมณี (2559: 219-220) การสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากแนวคิด ทฤษฎี คือ 1) กระบวนการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving Process) ประกอบด้วยแนวคิด ทฤษฎีขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (NCTM, 1993: 62) กระบวนการคิดแก้ปัญหามูลฐานอริยสัจสี่ 2C2S ของ สารัช บัวศรี (2544 อ้างถึงในไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ 2558: 130-132) และขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 145-146) 2) แบบจำลองการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ (Mathematical Modelling) ประกอบด้วยแบบจำลองการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Blum, Leiss and Borromeo Ferri (2006 cited in Collin Grant Phillips, 2015: 54) และของ Collin Grant Phillips (2015: 58-60) 3) กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematizing Process) ของ OECD (2009: 105) และ 4) สภาพการจัดการเรียนรู้ของครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการยกย่อง ในด้านกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จนกระทั่งได้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 6 องค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ (1) ชี้ปัญหาในชีวิตจริง (2) ชี้นิยามบริบทของปัญหา (3) ชี้นิยามปัญหาตามแนวคิดคณิตศาสตร์ (4) ชี้นิยามปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (5) ชี้นิยามปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (6) ชี้นิยามตรวจสอบและขยายผล 5) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล และได้ผ่านการตรวจพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผลการพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาในรูปแบบในครั้งนี้มีการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการยกย่อง จนออกมาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ได้ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญว่าสามารถนำไปจัดการเรียนรู้ได้ ควรนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนเพิ่มเติม เพื่อเป็นการยืนยันรูปแบบ และเกิดประสิทธิภาพกับผู้เรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Collin, G. P. (2015). An Improved Representation of Mathematical Modelling for Teaching, Learning and Research. **International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education**, 23(4), 54-60.
- Gravemeijer, K. (1997). Mediating Between Concrete and Abstract. In T. Nunens & P. Bryant (Eds.), **Learning and Teaching Mathematics: An International Perspective**. (pp. 321-322). Hove: Psychology Press.
- Khammani T. (2009). **Science of Teaching: A Knowledge-Based Approach to Learning Process**. 20th ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai).
- ทีศนา แคมมณี. (2559). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 20. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Lawshe, C. H. (1975). A qualitative approach to content validity. **Personnel Psychology**, 28, 563-575.
- Ministry of Education. (2008). **Indicators and learning substance of Mathematics the Core Curriculum of Basic Education in 2008**. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. (in Thai).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- Nation Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1993). **Assessment in the Mathematics Classroom**. Reston: NCTM.
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2015). **The result of O-NET reports 2015**. Retrieved March 30, 2015, from <http://www.niets.or.th/>. (in Thai).
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). **ประกาศและรายงานผลการทดสอบ O-NET ปี 2558**. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2558, จาก <http://www/niets.or.th/>.

Organisation For Economic Co-Operation And Development (OECD). (1999).

Measuring Student Knowledge and Skills A New Framework for Assessment. Paris: OECD Publications.

_____. (2009). **PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science.** Retrieved September 5, 2016, from [http://www.oecd.org/edu/school/programme for international student assessment pisa/pisa 2009 assessment framework key competencies in reading mathematics and science. htm](http://www.oecd.org/edu/school/programme%20for%20international%20student%20assessment/pisa/pisa%202009%20assessment%20framework%20key%20competencies%20in%20reading%20mathematics%20and%20science.htm).

Secondary Educational Service Area Office 28. (2015-2016). **Policy, Strategy and highlight of Secondary Educational Service Area Office 28 in 2015.**

Srisaket: Secondary Educational Service Area Office 28. (in Thai).

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28. (2558-2559). **นโยบาย กลยุทธ์ จุดเน้น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ประจำปี 2558.** ศรีสะเกษ: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28.

Sinlarat, P. (2015). **Thinking machine.** Bangkok: Dhurakij Pundit University. (in Thai).

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ. (2558). **ศาสตร์การคิด.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Srisa-ard, B. (2011). **Teaching Development.** 2nd ed. Bangkok: Chomromdek. (in Thai).

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). **การพัฒนาการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

Susaorat, P. (2010). **Thinking Development.** 4th ed. Bangkok: 9119 Technic Printing. (in Thai).

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). **การพัฒนาการคิด.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012a).

Mathematizing Assessment. Bangkok: Se-education. (in Thai).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). **การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012b).

The example of PISA Test: Mathematics. 2nd ed. Bangkok: V.J. Printing.
(in Thai).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ข). **ตัวอย่างข้อสอบการ**

ประเมินผลนานาชาติ PISA: คณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วี.เจ.พรินติ้ง.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016).

The PISA 2015 assessment results. Bangkok: V.J. Printing. (in Thai).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). **ผลการประเมิน PISA 2015.**
กรุงเทพฯ: วี.เจ.พรินติ้ง.