

การพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

ชิตชนก ตะโกพร

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Corresponding author: tagoporn_c@su.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ และ 2) ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครปฐม เขต 2 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าที่แบบไม่เป็นอิสระ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ และค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้ “PPCC Model” มี 5 องค์ประกอบ คือ 1.1) หลักการ 1.2) วัตถุประสงค์ 1.3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้น คือ ขั้นเตรียมพร้อมรับข้อมูล (P: Prepare) ขั้นวางแผนหาวิธีการ (P: Plan) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (C: Cooperate) และขั้นสรุปการเรียนรู้ (C: Conclude) 1.4) การวัดและประเมินผล และ 1.5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ โดย “PPCC Model” มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.28/82.81 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ “PPCC Model” นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และ 3) จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ “PPCC Model” มีพัฒนาการที่สูงขึ้น ผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : 1. รูปแบบการเรียนรู้ 2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3. จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

The development of a learning model to enhance mathematics problem solving ability and mathematical habits of mind

Chidchanok Tagoporn

Faculty of Education, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000, Thailand

Corresponding author: tagoporn_c@su.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to: 1) develop and assess the effectiveness of a learning model and 2) study the outcome of the learning model. The sample group consisted of 40 first-grade elementary students from schools within the educational district of Nakhon Pathom District 2. These students attended the second semester of the academic year 2021 and were selected using simple random sampling. The research tools used in this study included learning models, learning management plans, mathematics problem-solving ability assessment forms, and mathematical habits of mind assessment forms. Data were analyzed through mean, standard deviation, dependent t-test statistics, repeated measure ANOVA, and percentage. The research findings reveal that: 1) The "PPCC Model" learning approach consists of five components, namely principle, objectives, learning management process, measurement and assessment, and factors influencing learning. The learning management process comprises four stages: preparation to receive information (P: Prepare), planning the method (P: Plan), cooperative learning (C: Cooperate), and concluding the learning (C: Conclude). The "PPCC Model" demonstrates effectiveness with scores of 85.28/82.81, surpassing the set criteria of 80/80; 2) After learning following the "PPCC Model," the students demonstrate higher mathematics problem-solving abilities compared to before the instruction; and 3) mathematical habits of mind in students learning through the "PPCC Model" show improved development. The findings can be utilized as guidelines for developing a learning model to enhance students' mathematical problem-solving abilities and mathematical habits of mind effectively in other classrooms.

Keywords: 1. Learning model 2. Mathematics problem-solving 3. Mathematical habits of mind

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระหนึ่งที่ทำให้มนุษย์มีความคิดเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม ทางโรงเรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงได้กำหนดวิสัยทัศน์และพันธกิจของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ คือ การส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดคำนวณ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

นอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วยังพบว่าหากนักเรียนมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (mathematical habits of mind) ก็จะทำให้มีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือปัญหาที่พบได้อย่างมีประสิทธิภาพ จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (mathematical habits of mind) เป็นการหาคำตอบ โดยการฝึกคิดและสามารถเชื่อมโยงนำโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่มาใช้จัดการและแก้ปัญหาสถานการณ์หรือปัญหาที่พบ โดยสามารถปฏิบัติได้อย่างสม่ำเสมอ หรือด้วยความเคยชินจนเป็นนิสัยนั่นเอง (Cuoco, Goldenberg, & Mark, 1996; Mason & Spence, 1999; Costa & Kallick, 2009)

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ประสบผลสำเร็จตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดได้นั้น นักเรียนต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมาย ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดที่หลากหลายเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้และส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) Activity Based Learning: ABL, 2) Problem-Based Learning: PBL, 3) Open-approach, 4) Brainstorming และ 5) Game ซึ่งแต่ละรูปแบบมีแนวคิดและหลักการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยในการพิจารณาเลือกการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ด้วย เช่น นักเรียน ครูผู้สอน เนื้อหา วัตถุประสงค์ เป้าหมาย คุณภาพของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 รูปแบบ เพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าวิจัย

เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ทั้งนี้ ผลที่ได้จากการศึกษาจะสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมรูปแบบการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนในโรงเรียนที่อยู่ตามระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบ และศึกษาพัฒนาการด้านจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและกรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยอยู่บนหลักแนวคิดดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ (research and development) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (Research: R1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐาน สภาพการปฏิบัติจริง ปัญหาที่เกิดขึ้น หรือการประเมินความต้องการจำเป็นของกลุ่มเป้าหมายและผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ผลการวิจัย การวิเคราะห์เอกสารต่าง ๆ แล้วนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสังเคราะห์ไปสู่ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (Develop: D1) คือ ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการศึกษาโดยนำผลจากขั้นตอนที่ 1 (R1) มาพัฒนานวัตกรรม และในขั้นพัฒนา (D1) นี้ต้องพัฒนานวัตกรรมให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพก่อน ขั้นตอนที่ 3 วิจัย (Research: R2) คือ นำนวัตกรรมไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยมีการประเมินระหว่างใช้ และเมื่อใช้แล้วดำเนินการในขั้นตอนที่ 4 พัฒนา (Develop: D2) โดยประเมินประสิทธิผลของนวัตกรรม (Nillapun, 2012)

2. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ โดยรูปแบบการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญ 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผล และ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ (Joyce, Weil, & Calhoun, 2009)

3. การออกแบบระบบการเรียนรู้ ADDIE Model เป็นแนวคิดของ ADDIE และหลักการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และการวิจัยและพัฒนา โดยรายละเอียดแต่ละขั้นตอน

มีดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (A: Analysis) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา 2) การออกแบบ (D: Design) เป็นขั้นตอนของการระบุกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ การเลือกสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ 3) การพัฒนา (D: Development) เป็นขั้นตอนของการพัฒนาเครื่องมือหรือนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ การพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ 4) การนำไปใช้ (I: Implementation) เป็นขั้นตอนของการนำนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง และ 5) การประเมินผล (E: Evaluation) เป็นขั้นตอนของการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ และสิ่งที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (Kruse, n.d.)

4. แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

4.1 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity Based Learning : ABL) เป็นการจัดการเรียนรู้หรือการจัดประสบการณ์ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง จนสร้างองค์ความรู้เกิดความเข้าใจ ทักษะ และเกิดกระบวนการคิดได้ด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรมต่าง ๆ (Bonwell & Eison, 1991)

4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ นักเรียนมีการตัดสินใจที่ดี มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถเรียนรู้การทำงานเป็นทีม มุ่งเน้นที่ตัวนักเรียนเป็นศูนย์กลาง หรือนักเรียนเป็นบุคคลสำคัญโดยมุ่งที่การใช้ปัญหาจริง (Boud & Feletti, 1997)

4.3 การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open-approach) เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ปัญหานั้นไม่จำเป็นที่จะต้องมียุทธวิธีแก้ปัญหาหรือคำตอบเพียงอย่างเดียว ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลาย (Panich, 2014)

4.4 การระดมสมอง (brainstorming) เป็นวิธีการที่ให้สมาชิกทุกคนช่วยกันคิด และแสดงความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะ

ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากที่สุด โดยไม่มีการตัดสินความคิดของผู้อื่น (Srisa-ard, 1998)

4.5 เทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม (game) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ดี โดยครูสร้างสถานการณ์สมมติขึ้นให้นักเรียนเล่นด้วยตนเองภายใต้ข้อตกลงหรือกติกาที่กำหนดขึ้น นักเรียนจะต้องตัดสินใจทำอย่างใดอย่างหนึ่ง (Khammanee, 2014)

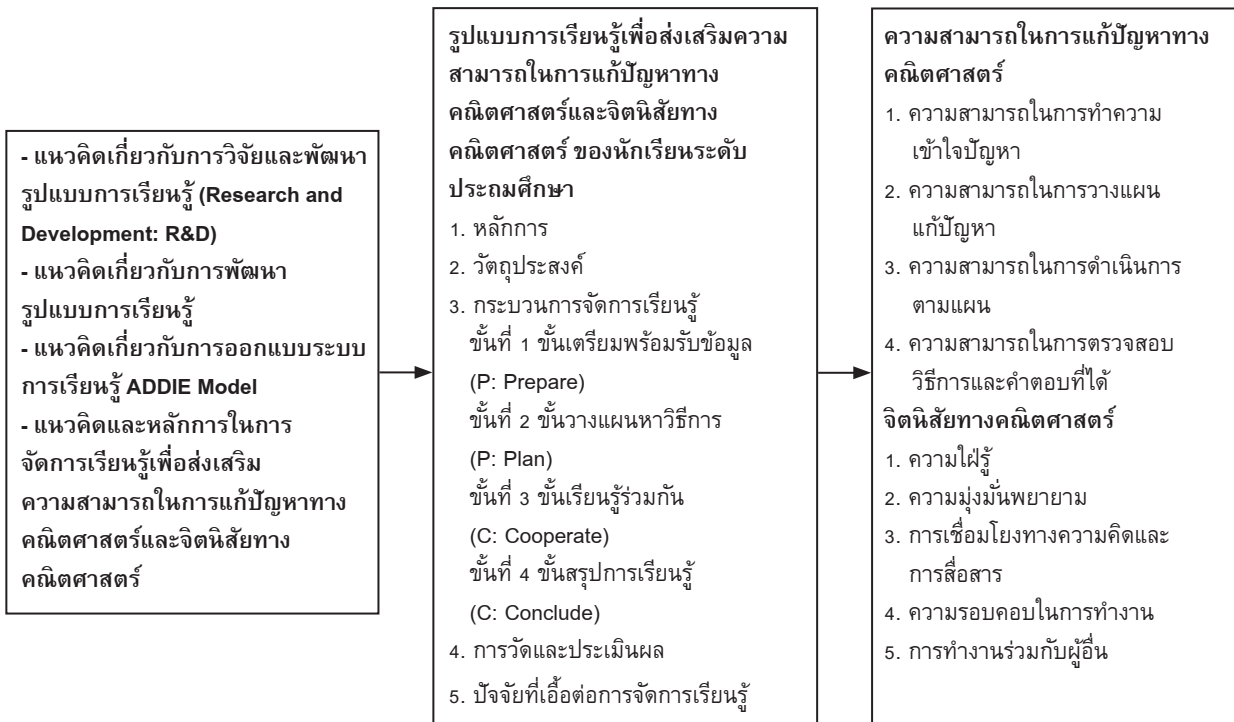
จากการศึกษาแนวคิด หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำเสนอเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ร่วมกับการออกแบบระบบการเรียนรู้ ADDIE Model โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 Research: R1/Analysis: A เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ โดยเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ ได้แก่ แบบวิเคราะห์เอกสาร แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามความคิดเห็น โดยดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงนโยบายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา ศึกษาเอกสารแนวคิด หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน

ขั้นที่ 2 Development: D1/Design and Development: D&D เป็นการออกแบบ พัฒนา และหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ โดยเครื่องมือที่พัฒนาในขั้นตอนนี้ ได้แก่ รูปแบบการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เมื่อสร้างเครื่องมือเสร็จแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหา จากนั้นนำไปทดลองใช้ (tryout) กับนักเรียนที่มีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้และหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (field tryout) ก่อนนำไปใช้จริง (implement)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขั้นที่ 3 Research: R2/Implementation: I เป็นการทดลอง ใช้รูปแบบการเรียนรู้ จำนวน 18 ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบก่อน และหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระ (t-test for dependent) และศึกษาพัฒนาการก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน จากการใช้รูปแบบการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (repeated measures ANOVA)

ขั้นที่ 4 Development: D2/Evaluation: E เป็นการประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของ อาจารย์ที่ปรึกษา

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของ โรงเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครปฐม เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม จำนวนนักเรียน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) รูปแบบการเรียนรู้ "PPCC Model" มี 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัด และประเมินผล และปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้

2) คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้
3) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 18 ชั่วโมง
4) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย

5) แบบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์แบบมาตราส่วน ประมาณค่า (rating scale) 3 ระดับ โดยประเมินประสิทธิภาพ แบบภาคสนาม (field tryout) ใช้สูตร E_1/E_2 ใช้เกณฑ์ 80/80 และหาประสิทธิภาพผลรูปแบบโดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ รูปแบบการเรียนรู้ ใช้การทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระ (t-test for dependent) และศึกษาพัฒนาการก่อนเรียน ระหว่างเรียน และ หลังเรียนจากการใช้รูปแบบการเรียนรู้ แล้ววิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (repeated measures ANOVA)

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบ การเรียนรู้

1.1 ผลการพัฒนา รูปแบบ โดยศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ดังนี้
1) ศึกษาข้อมูลนโยบายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตร

ของโรงเรียน 2) ศึกษาเอกสารแนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3) สัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ และ 4) สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 เพื่อนำไปสู่การสร้างรูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model

1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำรูปแบบและเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) โดยการทดลองแบบ Field tryout ใช้เกณฑ์ 80/80 นำไปทดลองใช้กับนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและมีลักษณะที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน พบว่า โดยภาพรวมได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.28/82.81 โดยรูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมพร้อมรับข้อมูล (P: Prepare), ขั้นวางแผนหาวิธีการ (P: Plan), ชั้นเรียนรู้ร่วมกัน (C: Cooperate) และขั้นสรุปการเรียนรู้ (C: Conclude) 4) การวัดและประเมินผล และ 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model (ที่มา : Chidchanok Tagoporn)

2. ผลการหาประสิทธิภาพ มีดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบ

การเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลแบบ t-test dependent มีผลการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	Sig
ภาพรวม ก่อนเรียน	40	16	8.70	1.14	16.06*	0.00
หลังเรียน	40	16	13.33	1.49		

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 1 โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 13.33$, S.D. = 1.49) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.70$, S.D. = 1.14) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2 ผลการศึกษาพัฒนาการด้านจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ ก่อน ระหว่าง และหลังเรียน มี 4 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ระยะที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ระยะที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 และระยะที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (repeated measures ANOVA) โดยตัวแปรพัฒนาการด้านจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนของ

คะแนนไม่เป็น Compound symmetry หรือค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ถุกวัดซ้ำทั้ง 4 ครั้งมีค่าแตกต่างกัน จึงใช้วิธีอ่านค่าแบบ Greenhouse-Geisser, Huynh-Feldt หรือ Lower-bound ชนิดใดชนิดหนึ่ง แทนการอ่านค่าแบบ Sphericity assumed ที่ถูกใช้อ่านเมื่อความแปรปรวนของคะแนนเป็น Compound symmetry ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้การอ่านค่าแบบ Greenhouse-Geisser ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (repeated-measures analysis of variance) พบว่า ค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพัฒนาการด้านจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.001$) แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของพัฒนาการด้านจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์จากการวัดทั้ง 4 ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาของการวัดพัฒนาการด้านจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้

Within-subjects effects test					
สถิติ	SS	df	MS	F	Sig
Sphericity assumed	9440.32	3	3146.77	1170.00	0.001
Greenhouse-Geisser	9440.32	1.80	5241.46	1170.00	0.001
Huynh-Feldt	9440.32	1.88	5013.60	1170.00	0.001
Lower-bound	9440.32	1.00	9440.32	1170.00	0.001

หมายเหตุ: Mauchly's test of sphericity: Mauchly's W = 0.165, Approx. Chi-square = 67.918, df = 5, $p = 0.96$

นอกจากนี้ ยังพบว่าค่าเฉลี่ยของพัฒนาการด้านจิตินิสัยทางคณิตศาสตร์ในการวัดแต่ละครั้งของการวัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งหมดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันและมีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลา

ของการวัด ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยที่กล่าวว่า จิตินิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ มีพัฒนาการที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปรพัฒนาการด้านจิตินัยทางคณิตศาสตร์

ช่วงเวลาของการวัด	\bar{X}	SE	Sig
ระยะที่ 1 กับ ระยะที่ 2	-8.95	0.30	0.001
ระยะที่ 1 กับ ระยะที่ 3	-13.07	0.30	0.001
ระยะที่ 1 กับ ระยะที่ 4	-21.32	0.43	0.001
ระยะที่ 2 กับ ระยะที่ 3	-4.12	0.11	0.001
ระยะที่ 2 กับ ระยะที่ 4	-12.37	0.46	0.001
ระยะที่ 3 กับ ระยะที่ 4	-8.25	0.45	0.001

อภิปรายผลการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model ได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงนโยบาย หลักสูตรของโรงเรียน 2) ศึกษาเอกสารแนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3) สัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ และ 4) สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 นำไปสู่การสร้างรูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจิตินัยทางคณิตศาสตร์ คือ 1) Activity Based Learning: ABL, 2) Problem-Based Learning: PBL, 3) Open-approach, 4) Brainstorming, 5) Game, 6) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 7) จิตินัยทางคณิตศาสตร์

ซึ่งผลจากการดำเนินการตามที่กล่าวมาข้างต้น นำไปสู่ผลการหาค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 85.28/82.81 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. จากประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ มีผลการวิจัยดังนี้

2.1 หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model เป็นการผสมผสานการจัดการเรียนรู้และเทคนิคการจัดการเรียนรู้ระหว่าง 1) Activity Based Learning: ABL, 2) Problem-Based Learning: PBL, 3) Open-approach, 4) Brainstorming และ 5) Game นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ลงมือปฏิบัติ วางแผนคิดหาวิธีแก้ปัญหาพร้อมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและได้ช่วยกัน

สรุปวิธีการและแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร่วมกันจนเกิดความเข้าใจ อีกทั้งนักเรียนได้เล่นเกมหรือกิจกรรมปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดความสนุกสนานและกระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชมมาตร เชื้อสุวรรณทวี (Cheausuwantavee, 2012: 283) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และแก้ปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการมีขั้นตอนที่ชัดเจน นำไปสู่การคิดที่ต่อเนื่องเชื่อมโยง

2.2 จิตินัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model นักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้นโดยค่าเฉลี่ยของพัฒนาการด้านจิตินัยทางคณิตศาสตร์ในการวัดแต่ละครั้งของการวัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งหกคู่ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันและมีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของการวัด และเมื่อพิจารณารายด้านแล้ว พบว่า จิตินัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model มีพัฒนาการที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกด้าน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model นักเรียนมีการฝึกคิด เชื่อมโยง นำโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่มาแก้ปัญหาสถานการณ์หรือปัญหาที่พบ เพื่อหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปฏิบัติได้อย่างสม่ำเสมอจนเป็นนิสัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิรุฑุท พลาลัยเล็ก (Plailek, 2020: 191) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่มีประสบการณ์ที่ดีจากการเรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียน ทำให้เกิดความมั่นใจในตนเองมากขึ้น เกิดความสนุกสนาน มีแรงจูงใจในการเรียน จึงทำให้เกิดการฝึกฝนหรือทำซ้ำจนเกิดเป็นความชำนาญ เป็นทักษะ และเมื่อนักเรียนเห็นประโยชน์ของการนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ก็จะยิ่งพัฒนาจิตินัยทางคณิตศาสตร์ของตนเองต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการวิจัยที่พบว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model นักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น ดังนั้นควรนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ไปปรับใช้

2. การนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ไปใช้ควรมุ่งเน้นการเชื่อมโยงโดยการนำโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่มาใช้จัดการและแก้ปัญหาสถานการณ์หรือปัญหาที่พบโดยปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอจนเป็นนิสัย

3. ครูผู้สอนต้องศึกษาทำความเข้าใจองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ทุกขั้นตอนก่อนนำรูปแบบการเรียนรู้นี้ไปใช้ พร้อมทั้งทำความเข้าใจกับนักเรียนให้เข้าใจองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ทุกขั้นตอน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ PPCC Model ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ

2. ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ว่าสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ที่ต่างกัน ดังนั้นควรเพิ่มตัวแปรกลางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

References

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom**. Washington DC: The George Washington University.

Boud, D., & Feletti, G. (Eds.). (1997). **The Challenge of Problem-Based Learning** (2nd ed.). London: Kogan Page.

Cheausuwantavee, Chommanad. (2012). **The Development of Mathematics Instructional Model to Enhance**

Higher Order Thinking and Habits of Mind of Secondary School Students (การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตนิสัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา). Doctoral dissertation, Silpakorn University, Nakhon Pathom, Thailand.

Costa, A. L., & Kallick, B. (2009). **Habits of Mind Across the Curriculum: Practical and Creative Strategies for Teachers**. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996). Habits of mind: An organizing principle for mathematics curricula. **Journal of Mathematical Behavior**, 15(4): 375-402.

Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). **Models of Teaching** (8th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Khammanee, Tissanana. (2014). **14 Teaching Methods for Professional Teachers (14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ)** (12th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Kruse, K. (n.d.). **Introduction to Instructional Design and the ADDIE Model**. [Online]. Retrieved February 27, 2020 from <https://portal.ct.gov/-/media/CTDN/TtT2015/ttt2015module5IntroInstDesignADDIEpdf.pdf>

Mason, J., & Spence, M. (1999). Beyond mere knowledge of mathematics: The importance of knowing-to act in the moment. **Educational Studies in Mathematics**, 38(1-3): 135-161.

Nillapun, Maream. (2012). **Research Methodology in Education (วิธีวิจัยทางการศึกษา)** (6th ed.). Nakhon Pathom: Educational Research and Development Center, Faculty of Education, Silpakorn University.

Panich, Vicharn. (2014). **Open Approach - How to Apply Active Learning to Learning in the 21st Century (Open Approach - วิธีประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning สู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)**. [Online]. Retrieved February 15, 2020 from <https://www.gotoknow.org/posts/568714>

Plailek, Weerayuth. (2020). **The Development of Instructional Model Based on Active Learning to**

Enhance Process Skills and Mathematical Mind for Primary Students (การพัฒนาแบบการเรียนรู้การสอนตามแนวคิด **Active Learning** เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิตคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา). Doctoral dissertation, Silpakorn University, Nakhon Pathom, Thailand.

Srisa-ard, Boonchom. (1998). **Teaching Development (การพัฒนาการสอน)** (2nd ed.). Bangkok: Chomromdek Publishing House.