



การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การกำกับตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
The Development of Problem Solving Skill, Self-Regulation and
Achievement in Mathematics on Sequences and Series for Grade 11th
Students by using Learning Activity based on
Metacognition Thinking Process

ณชนพงษ์ศร ชารีชุม^{1*}, ปริญา ปริพุด² และ สมถวิล ชันเขตต์³

Nonchapongsathon Chareechum^{1*}, Pariya Pariput² and Somthawin Khunkhet³

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

² อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

³ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

¹ M.Ed. Student in Curriculum and Instructional Development,
Ubon Ratchathani Rajabhat University

² Lecturer of Faculty of Education Ubon Ratchathani Rajabhat University

³ Lecturer of Faculty of Science Ubon Ratchathani Rajabhat University

* Corresponding Author: nonchapongsathon.cg64@ubru.ac.th

(Received: 2023-03-08; Revised: 2023-03-21; Accepted: 2023-05-8)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบการกำกับตนเองทั้ง 4 ครั้ง 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวารินชำราบ อำเภวารินชำราบ

จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ และอนุกรม จำนวน 4 หน่วย แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ แบบประเมินการกำกับตนเอง จำนวน 20 ข้อ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .85 และเครื่องมือทุกชนิดมีค่า IOC อยู่ระหว่าง .60 – 1.00 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบที และ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ

ผลการศึกษาพบว่า 1) ทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การกำกับตนเองของนักเรียน ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ทักษะการแก้ปัญหา การกำกับตนเอง

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare each student's mathematical problem-solving skill with 70 percent criterion, 2) compare four times of self-regulation skill, 3) compare mathematics learning achievement before and after receiving learning activities based on metacognition thinking process. The samples of this study were 30 students in the 11th grade of Warin Chamrap School, Warin Charap District, Ubon Ratchathani Province, by cluster random sampling. The research instruments consisted of four teaching and learning plans – Sequences and Series, four items of mathematical problem-solving skill test, 20 items of self-regulation evaluation, and 30 items of mathematics achievement test (with the reliability of .85 and the IOC between 0.60-1.00). The data were analyzed by mean, standard deviation, t-test and ANOVA for one-way repeated measure.

The research findings were as follows: 1. The mathematical problem-solving skill of the sample group after the third time and the fourth time of learning mathematics by using metacognition thinking process were higher than 70 percent criterion at .05 level of statistical significance. 2. The self-regulated skill of the sample group after the second time and third time of learning mathematics by using metacognition thinking process were different at .05 level of statistical significance. 3. The learning achievement of the samples after employing the activities based on metacognitive thinking was higher than before at .05 level of statistical significance.

Keywords: metacognition thinking process, problem-solving skills, self-regulation

บทนำ

องค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (ยูเนสโก) ได้สรุปแนวทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ว่าสี่หลักทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยการเรียนรู้ 4 หลัก ได้แก่ การเรียนเพื่อรู้ เพื่อปฏิบัติได้จริง เพื่ออยู่ร่วมกัน และเพื่อชีวิต ในการเรียนเพื่อรู้ เน้นพัฒนากระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ การแสวงหาความรู้และวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเอง ได้ตลอดชีวิต (คณะกรรมการธิการนานาชาติว่าด้วยการศึกษาในศตวรรษที่ 21, 2551) ซึ่งต่อมาในประเทศไทย ก็ได้กำหนดยุทธศาสตร์ชาติในด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากร โดยระบุจุดมุ่งหมายการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และมีภูมิคุ้มกันต่อปัญหาด้านต่าง ๆ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) นอกจากนี้มีการให้ความเห็นก่อนหน้านี้อีกว่าการเรียนสมัยใหม่ต้องไม่ใช่แค่เพื่อให้ได้ความรู้แต่ต้องได้ทักษะ ซึ่งหนึ่งทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ก็คือทักษะในการแก้ปัญหา (วิจารณ์ พานิช, 2556) และปัจจุบันหลักสูตรใหม่อย่างหลักสูตรฐานสมรรถนะได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการกำกับตนเอง โดยมีการระบุลงในสมรรถนะหลัก 6 ด้าน ซึ่งด้านที่เกี่ยวข้องได้แก่ สมรรถนะการจัดการตนเอง ที่มุ่งเน้นพัฒนาการกำกับตนเองในการเรียนรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิต และ สมรรถนะการคิดขั้นสูง ที่มุ่งเน้นพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562) ซึ่งจากการศึกษาทักษะที่กล่าวมานั้น สามารถพัฒนาได้ด้วยวิชาหนึ่งก็คือวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีการคิดที่เป็นระบบ และสามารถนำไปประยุกต์ในการแก้ปัญหาชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังมีความสำคัญกับศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความสำคัญในการพัฒนาการศึกษา การเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้สอดคล้องกับยุคปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เป็นผลของการปฏิบัติ และการคิดของผู้เรียนเองเท่านั้น ครูเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนปฏิบัติและคิดเพื่อที่จะเรียนรู้ (วิจารณ์ พานิช, 2556) และเช่นเดียวกันการฝึกการคิดให้กับผู้เรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะอื่น ๆ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการคิดในคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และแก้ปัญหาในชีวิตจริง เรียนรู้ทั้งในห้องเรียนและชีวิตประจำวัน จึงต้องมุ่งให้ผู้เรียนคิดได้ คิดเป็น และการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ และการนำไปประยุกต์ใช้ควรพยายามถามคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด (นิวตัน สาระจันทร์, 2564) แต่ที่พบปัญหามากมายเกี่ยวกับการคิดในวิชาคณิตศาสตร์

จากสภาพปัญหาในระดับนานาชาติทำให้มุ่งเน้นพัฒนาการเรียนรู้อันศตวรรษที่ 21 มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาของการศึกษาของประเทศไทยตั้งแต่อดีตมา พบว่ายังไม่พัฒนาเท่าที่ควร โดย ภาพรวมใน PISA 2015 นักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติทุกรายวิชา และต่ำลงทุกวิชาจากการประเมินครั้งล่าสุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) เช่นเดียวกับผลจากการทดสอบทางการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับชาติ O-NET ที่พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยทุกวิชาไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมดและยังไม่มีพัฒนาการเกิดขึ้น (สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561) สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนวารินชำราบ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังขาดทักษะเกี่ยวกับการคิด อย่างเช่น ทักษะการแก้ปัญหา และจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสอบ 3 ปีการศึกษาของโรงเรียนวารินชำราบ ได้แก่ปี 2562, 2563 และ 2564 มีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนเท่ากับ 17.94, 19.20 และ 16.89 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศทุกปีการศึกษาที่ 25.41, 26.04 และ 21.28 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยในแต่ละปียังคงต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 และ คะแนนเฉลี่ยของมาตรฐาน ค 1.2 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับลำดับและอนุกรมยังควรต้องเร่งพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (โรงเรียนวารินชำราบ, 2562-2564) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการประเมินตนเองของโรงเรียนวารินชำราบ หัวข้อ จุดที่ควรพัฒนา คือ พัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และที่สำคัญ คือ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์อย่างผลการทดสอบ O-NET ให้มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ (โรงเรียนวารินชำราบ, 2563) ซึ่งสอดคล้องกับบทความเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ระบุว่า การคิดในอดีตยังไม่ได้ถูกเน้นมากพอในการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการ

คิดและไม่ชอบคิด (นิวัฒน์ สาระพันธ์, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับ ความเห็นว่าคนที่จะเรียนรู้ได้ดี จะสามารถ กำกับการเรียนรู้ของตนเองได้ แต่ในกระบวนการครูจะต้องทำให้เด็กเกิดความสามารถในการกำกับการ เรียนรู้ให้กับตัวเองที่สำคัญคือให้เด็กเรียนรู้ว่าตัวเองมีวิธีการเรียนอย่างไรและปรับปรุงวิธีการเรียนของ ตัวเองได้ (วิจารณ์ พานิช, 2556)

จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าว มีส่งเสริมการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์การเชื่อมโยง ข้อมูลเพื่อให้เกิดระบบข้อมูลที่เอื้อต่อการคิดในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และมีการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนคิดและแก้ปัญหา การส่งเสริมให้เกิดความคิดรวบยอดและเติบโตความคิด ให้กับผู้เรียนซึ่งตรงกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ที่เน้นกระตุ้นการคิดและแก้ปัญหา ที่หลากหลาย มีความเข้าใจในสิ่งที่เรียน และขยายความคิดให้กับผู้เรียนจะส่งเสริมให้ผู้เรียนวิเคราะห์และ สะท้อนความคิดหรือวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน (นิวัฒน์ สาระพันธ์, 2564) และมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ นักวิจัย พบว่ากระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่มีการเน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา มีผลต่อการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การกำกับตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปในทางที่ ดีขึ้น (Laistner, 2016; Abu Bakar & Ismail, 2020; Daniel & Christian, 2020; สลิลดา ลิมเจริญ, 2560; ปัญจวิชัย ทองสุข, 2564) และจากการศึกษาเกี่ยวกับการกำกับตนเอง โดยการที่ผู้เรียนมีการตระหนักถึง จุดแข็งและของตนเอง มีกลยุทธ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ สามารถกระตุ้นให้ตนเองมีส่วนร่วม และสามารถพัฒนา กลยุทธ์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ของตนเองได้ดี ยังพบอีกว่ามีการส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในทางที่สูงขึ้นอีกด้วย (Abu Bakar & Ismail, 2020; Daniel & Christian, 2020; Winart et al., 2022) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับ ทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งผลวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับ นัยสำคัญ .05 และมีการอภิปรายผลไว้ว่า ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา จดจำสูตรและคำนวณได้ แต่ ไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากผู้เรียนมองไม่เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่โจทย์ กำหนดและไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหาได้ (กิตติพันธ์ วิบูลศิลป์, 2560) ซึ่งแตกต่างจาก กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีการวิเคราะห์ วางแผน ดำเนินการ ประเมินผลและสะท้อนผล ที่ ต่อเนื่องเชื่อมโยงความรู้เดิมในการสร้างความรู้และประสบการณ์ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาครั้งต่อไปอย่าง เป็นระบบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นและผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยพบว่า แนวทางหนึ่งที่มีการวิเคราะห์ความรู้ ประสบการณ์เดิมของตนเอง วางแผนการแก้ปัญหานำไปสู่ดำเนินการแก้ปัญหา ประเมินและผลสะท้อนการ แก้ปัญหาของตนอย่างเป็นระบบ มีการกำกับตนเองให้บรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหาได้ และสามารถ

ออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งจากด้านที่กล่าวมาข้างต้น คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และการกำกับตนเองตามลำดับ ผู้วิจัยสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ได้ คือ กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จึงสนใจที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาและการกำกับตนเอง โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ทั้ง 4 ครั้ง ในการนำความรู้ไปใช้ในการกำกับตนเอง และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็นเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม

วัตถุประสงค์การวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการเปรียบเทียบผลการนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันไปใช้ในการวิจัย ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาผู้เรียนจะควรได้รับการฝึกทักษะก่อนการวัด จึงนำผลการวัดเปรียบเทียบรายครั้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 4 ครั้ง เช่นเดียวกับการกำกับตนเองที่เปรียบเทียบรายครั้งเพื่อศึกษาพัฒนาการแต่ละครั้ง จำนวน 4 ครั้ง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถเปรียบเทียบก่อนและหลังเรียนได้ จึงมีวัตถุประสงค์การวิจัยที่มีการเปรียบเทียบ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวารินชำราบ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ครั้ง โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เพื่อเปรียบเทียบการกำกับตนเองของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวารินชำราบ ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

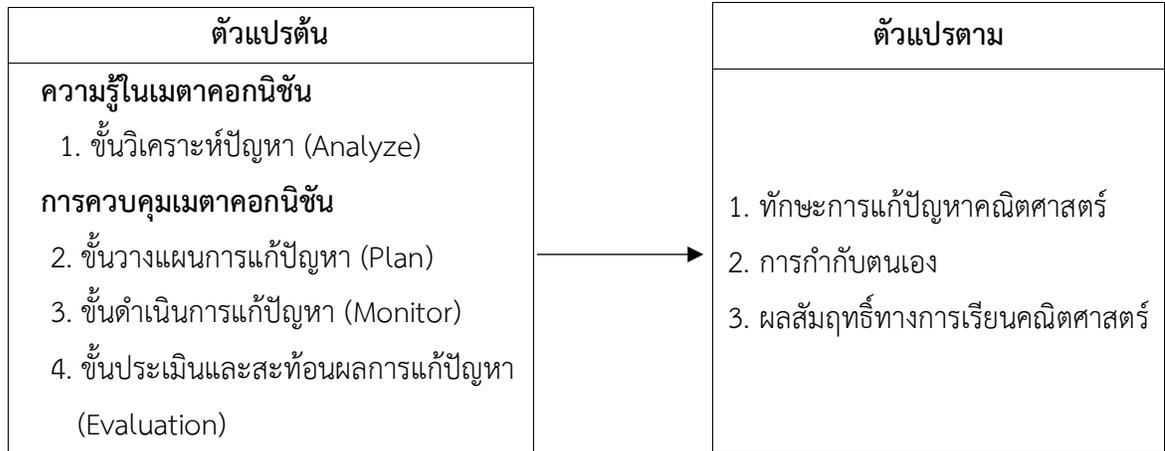
สมมติฐานการวิจัย

1. ทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. การกำกับตนเองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการวัดแต่ละครั้งแตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัย ปรับประยุกต์แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลหลายครั้งก่อนและหลังการทดลอง จำนวน 4 ครั้ง (One Group Time Series Design) โดยทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 1 ครั้ง หลังจากนำ กิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ทุกๆ 4 คาบ วัดผลทักษะการแก้ปัญหาและการกำกับตนเองซ้ำ เพื่อใช้ในการ เปรียบเทียบทั้ง 4 ครั้ง และ ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลกับก่อนเรียน 1 ครั้ง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวารินชำราบ อำเภวารินชำราบ จังหวัด อุบลราชธานี ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวน 177 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างห้องเรียนมีการจัด ผู้เรียน ระหว่างความรู้ในระดับเก่ง กลาง อ่อน เท่าๆ กัน จึงใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 4 หน่วย ในแต่ละหน่วยจะเป็นสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมี $\bar{X} = 4.34$, $SD = .72$ และค่า IOC จากการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง .93 - .98 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

3.2 แบบวัดทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย คัดเลือกมาใช้จริงจำนวน 4 ข้อ จาก 20 ข้อ ซึ่งค่าเฉลี่ยรวมมีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมี $\bar{X} = 4.61$, $SD = .45$ และ IOC จากการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง .60 - 1.00 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

3.3 แบบประเมินการกำกับตนเอง จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นการกำกับตนเองในการวิเคราะห์ปัญหา 5 ข้อ การวางแผนการแก้ปัญหา 5 ข้อ การดำเนินการแก้ปัญหา 5 ข้อ การประเมินและสะท้อนผลการแก้ปัญหา 5 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 4 ระดับ โดยที่มีค่า IOC จากการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง .60 - 1.00 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่า IOC จากการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง .60 - 1.00 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ค่าความยากจากการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง .24 - .78 มีค่าอำนาจจำแนกจากการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง .20 - .71 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .85 ซึ่งทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรมแล้ว จำนวน 67 คน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน โดยมี ขั้นตอนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้ 1) ผู้วิจัยปฐมนิเทศในคาบที่ 1 และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 2) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตั้งแต่คาบที่ 2 เป็นต้นไป โดยวัดทักษะการแก้ปัญหาและประเมินการกำกับตนเอง ทุกๆ 4 คาบ จากจำนวนทั้งหมด 22 คาบ 3) ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในคาบที่ 22

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 เปรียบเทียบทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แต่ละครั้งโดยใช้สถิติทดสอบทีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

5.2 เปรียบเทียบผลของแบบประเมินการกำกับตนเอง แต่ละครั้ง โดยทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือแบบประเมินการกำกับตนเอง

5.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลัง โดยใช้สถิติทดสอบทีซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

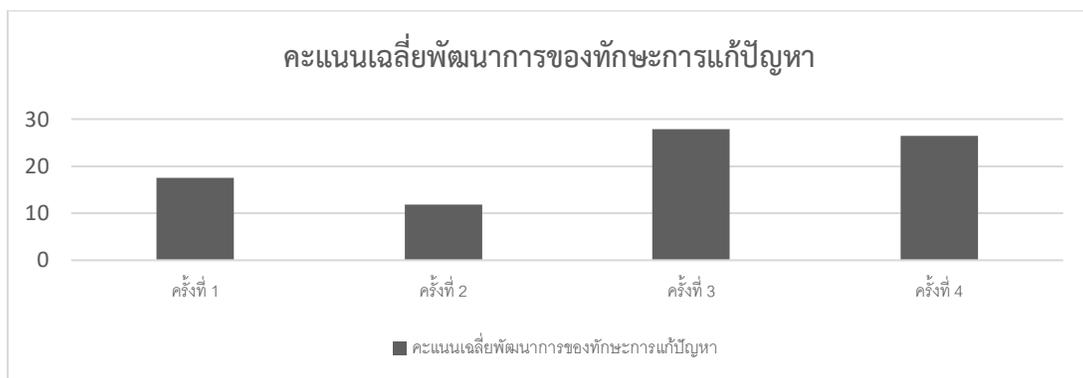
ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันแต่ละครั้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่มีพัฒนาการในครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 4 เท่ากับ 27.90 ($SD= 3.458$) และ 26.47 ($SD= 4.369$) ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดดังตารางที่ 1 และคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาที่มีพัฒนาการผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ 24 คะแนน ในครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 4 ดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ ทักษะการแก้ปัญหา	คาบ ที่	คะแนนเต็ม (34)	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	SD	t
ครั้งที่ 1	6	34	24	17.47	6.699	-6.533
ครั้งที่ 2	11	34	24	11.93	4.646	-14.227
ครั้งที่ 3	16	34	24	27.90	3.458	6.178*
ครั้งที่ 4	21	34	24	26.47	4.369	3.093*

* $p < .05$



ภาพที่ 1 ภาพคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการของทักษะการแก้ปัญหา

2. ผลการประเมินการกำกับตนเองของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน พบว่า คะแนนการกำกับตนเองแต่ละครั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ดังตารางที่ 2) ผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบรายคู่วิธีของ Bonferroni เพื่อหาความแตกต่างแต่ละครั้ง พบว่า ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์หาความแตกต่างของคะแนนการกำกับตนเอง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
การกำกับตนเอง	2.346	3	.782	3.571*	.017
ความคลาดเคลื่อน	.897	1	.897		.

* $p < .05$

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการกำกับตนเองแต่ละครั้งเป็นรายคู่

การกำกับตนเอง	\bar{X}	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
		1.623	1.457	1.820	1.760
ครั้งที่ 1	1.623	-	.167	.197	.137
ครั้งที่ 2	1.457		-	.363*	.303
ครั้งที่ 3	1.820			-	.060
ครั้งที่ 4	1.760				-

* $p < .05$

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	t	p
ก่อนเรียน	30	30	12.270	3.841		
หลังเรียน	30	30	15.500	4.689	4.054*	.000

* $p < .05$

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการกำกับตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่ผู้วิจัยได้มีดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการกำกับตนเองอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 22 คาบ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 แสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทำให้มีทักษะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันของผู้วิจัย ประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 วิเคราะห์ ชั้นที่ 2 วางแผน ชั้นที่ 3 ดำเนินการ ชั้นที่ 4 ประเมินและสะท้อนผล ทั้ง 4 ชั้นนี้ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ปัญหาโดยอาศัยความรู้ส่วนบุคคล วิธีการและภาระงานที่สะสมเป็นความรู้ประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงไปใช้ในการวางแผนเลือกวิธีการ จัดเรียงขั้นตอน ทบทวนเป้าหมาย นำไปสู่การดำเนินการ ประเมินและสะท้อนผลการคิดของตนที่ได้รับอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 22 คาบ จึงเพียงพอต่อการสะสมความรู้และประสบการณ์เดิมไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มากกว่าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังเช่นที่ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) และ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) ได้กล่าวว่ากระบวนการคิดอย่างมีขั้นตอนและการใช้ประสบการณ์เดิมไปใช้ส่งผลให้ทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สลิลดา ลีเมจริญ (2560) และ ปัญจวิชญ์ ทองสุข (2564) ที่พบว่าทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ผลการกำกับตนเองในการแก้ปัญหา มีความแตกต่างในครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง แต่แต่ละครั้งมีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการกำกับตนเองเป็นประจำอยู่ในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่นครูถามว่าในระหว่างดำเนินการเป็นไปตามแผนหรือไม่ ผิดพลาดอย่างไร และปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เป็นต้น ในระยะแรกเริ่มผู้เรียนยังไม่คุ้นชินกับกระบวนการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชันจึงยังไม่สามารถกำกับตนเองได้ดีเท่าที่ควร แต่เมื่อผู้เรียนสะสมประสบการณ์จนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง แลกเปลี่ยนเรียนรู้และถ่ายทอดความรู้ได้ จนทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามขั้นตอนด้วยตนเองและบรรลุเป้าหมายที่ตนตั้งไว้ได้ ซึ่งตรงกับแนวคิดของ Ertmer and Newby (1996) และ ปริญญา บริพุทธ (2559) สอดคล้องกับหลักการกำกับตนเองที่ว่า การกำกับตนเองในการเรียนรู้เมื่อมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจึงทำให้มีความเข้าใจในเรื่องนั้นจนสามารถถ่ายทอดและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้เพื่อบรรลุเป้าหมายได้ สอดคล้องกับงานวิจัย (วัฒนา บุญเพ็ง, 2556; จินตวีร์ โยสีดา, 2560; ปัญจวิชญ์ ทองสุข, 2564)

3. ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเน้นการคิด เน้นกระบวนการแก้ปัญหา และ กำกับตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีการเรียนรู้และกำกับควบคุมตนเองในระดับที่สูงขึ้น มีความมั่นใจในตนเอง กล้าที่จะแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น จนสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้อื่นได้จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน ดังเป็นที่ ทิศนา แคมมณี และคณะ (2544) และ ฐปทอง กว้างสวัสดิ์ (2554) กล่าวว่าความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชันที่เน้นการคิด ขั้นสูง สามารถควบคุมการคิด ตรวจสอบและประเมินการเรียนรู้ของตนได้ ส่งผลเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กนกพร รียาพันธ์ (2562) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05

ดังนั้น ทักษะการแก้ปัญหากับการกำกับตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถพัฒนาไปใน ทิศทางเดียวกันได้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องใช้เวลาสะสมความรู้ประสบการณ์ในการพัฒนาอย่าง ต่อเนื่องและกระตุ้นการกำกับตนเองอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

- 1.1 ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และปรับให้เหมาะสมกับเวลา
- 1.2 ควรหาสถานการณ์ปัญห่าสนใจและใกล้ตัวที่ผู้เรียนมีประสบการณ์กับเรื่องนั้น ๆ
- 1.3 ในการบริหารจัดการชั้นเรียนควรใช้คำถามกระตุ้นการคิดของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมการ กำกับตนเองของผู้เรียนให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 นำไปใช้พัฒนานักเรียนกับเนื้อหาอื่นในรายวิชาคณิตศาสตร์ หรือ ตัวแปรตามอื่น เช่น ความคงทน ความพึงพอใจ หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและการกำกับตนเอง เป็นต้น
- 2.2 ควรออกแบบขั้นตอนในกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันให้มีความเหมาะสมกับเวลาและ จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 2.3 ควรออกแบบหน่วยการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาให้มีความเชื่อมโยงกัน
- 2.4 ควรออกแบบการประเมินการกำกับตนเองอย่างหลากหลายแหล่งประเมิน เช่น นักเรียน ประเมินตนเอง ครูประเมินนักเรียน หรือ ผู้ปกครองอาจจะประเมินนักเรียนร่วมด้วย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร รียาพันธ์. (2562). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เมตาคognition ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 16(72), 112-118.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติพันธ์ วิบูลศิลป์. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทาง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- คณะกรรมการนานาชาติว่าด้วยการศึกษาในศตวรรษที่ 21. (2551). *การเรียนรู้: ชุมทรัพย์ในตน = learning: the treasure within*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- จินตวีร์ โยสีดา. (2560). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการกำกับตนเองในการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. *วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ทิตนา แคมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ธูปทอง กว่างสวาสดี. (2554). *การสอนการคิด*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง.
- นิวัฒน์ สาระพันธ์. (2564). สอนอย่างไรให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. *Journal of Roi Kaensarn Academy*, 6(4), 203-218.
- ประพันธ์ ศิริสุเสาร์จ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : 9119 เทคโนโลยีพริตติ้ง.
- ปรีญา บริพุฒ. (2559). *การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ส่วนบุคคลเพื่อส่งเสริมความเป็นผู้เรียนอย่างเชี่ยวชาญ*. *วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*.

- ปัญจวิชัย ทองสุข. (2564). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาพร้อมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- โรงเรียนวารินชำราบ. (2562-2564). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมพื้นฐาน (O-NET).
- โรงเรียนวารินชำราบ. (2564). รายงานการประเมินตนเอง ประจำปีการศึกษา 2563.
- วัฒนา บุญเพ็ง. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง สมบัติของจำนวนนับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580). กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). เข้าใจสมรรถนะอย่างง่ายๆ ฉบับประชาชน และเข้าใจหลักสูตรฐานสมรรถนะอย่างง่ายๆ ฉบับครู ผู้บริหาร และบุคลากรทางการศึกษา. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สลิลดา ลิมเจริญ. (2560). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษาสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). สภาวะการณ์การศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ.2559/2560. บริษัททวานกราฟิก จำกัด.
- Abu Bakar, M. A., & Ismail, N. (2020). Mathematical Instructional. A conceptual of redesign of active Learning with metacognitive regulation strategy. *International Journal of Instruction*, 13(3), 633-648.
- Daniel, M. & Christian, B. (2020). *Metacognition and self-regulation. evidence review*. University of Southampton.

Ertmer, P.A. & T.J. Newby. (1996). The Expert Learner: Strategic, Self-regulated, and Reflective. *Instructional Science*, 24(3), 1-24.

Laistner, N. (2016). *Metacognition and student achievement in mathematics*. State University of New York.

Winarti, Ambaryani, S. E., & Putranta, H. (2022). Improving learners' metacognitive skills with self-regulated learning based problem-solving. *International Journal of Instruction*. 15(1), 139-154.