

การวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทาง
คณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
Research and Development of Mathematic Instruction
Process Based on Inquiry and Metacognitive Approach to Enhance
Mathematical Concept and Self-efficacy of Mathayomsuksa
One Students

ณัฐนันท์ สรวงสมบุญ* จันทร์พร พรหมมาศ** นาวาตรีพงศเทพ จิระโร***

Natthanun Sruangsomboon* Chanphorn Prommas** LCdr. Pongthep Jiraro***

Corresponding Author, E-mail: Natthanun77@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น การวิจัยดำเนินการเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพ และทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 36 คน ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 4 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และค่าสถิติที่

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 3 สรุปและตรวจสอบความคิด และขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิ

* นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

** อาจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชั้นเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

คำสำคัญ: กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, การสืบสอบ, แนวคิดเมตาคอกนิชัน, มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง

Abstract

The purposes of this study were 1) to develop of a mathematic instructional process based on inquiry and metacognitive approach to enhance mathematical concept and self-efficacy of Mathayomsuksa one students, 2) to study results of using the mathematic instructional process based on inquiry and metacognitive approach to enhance mathematical concept and self-efficacy of Mathayomsuksa one students. The research process consisted of four phases: the first phase was analyzing relevant data and theories. The second phase was designing instructional process and developing instructional process. The third phase was verified instruments and applying the instructional process to use. And last was studying results of field try-out of the developed instructional. The samples used for studying the developed instructional process were selected Cluster Random sampling to get 76 Mathayomsuksa one students in Pomnakarachsawatyanon School, Samutprakarn Province. They were divided into two groups with 40 students in the experimental group and 36 students in the control group. The duration of the experiment was 4 weeks long. The research instruments were tests of mathematical concept knowledge and self – efficacy. Data were analyzed by using Arithmetic mean, standard deviation, and t-test.

The research results were: 1) The developed instructional process composed of four stages: cognitive conflict, hands-on, summarizing and thinking about thinking, reflection. 2) The students who were taught by using the mathematic instructional process, had mean score of mathematical concept and self-efficacy on post-learning were higher than pre-learning at the .05 level of significance. 3) The students who were taught by using the mathematic instructional process, had mean score of mathematical concept and self-efficacy on post-learning higher than the students who were taught by using the regular instructional model at the .05 level of significance.

Keywords: Mathematic instruction process, inquiry method, metacognition approach, mathematical concept, self-efficacy

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบันได้รับผลกระทบจากการปฏิวัติทางด้านดิจิทัลที่เกิดการผลักดันให้โลกเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 (The Fourth Industrial Revolution) ส่งผลให้ประเทศต่างๆ ต้องเผชิญกับระบบเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันไร้พรมแดน และก้าวเข้าสู่ยุคอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of things) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่วนมากใช้ความรู้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงเป็น พื้นฐานความรู้สำคัญสำหรับพลเมืองทุกประเทศ ดังที่ Kilbane and Milman (2014, pp. 5-6) ได้ระบุว่า คณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ Reading Writing และ Arithmetic หรือ การอ่าน การเขียน และคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD (2003 อ้างถึงใน สุนีย์ คล้ายนิล, 2547, หน้า 2) ได้ระบุในทิศทางเดียวกันว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นหนึ่งในวิชาเรียนรู้และทักษะที่จำเป็นของพลเมืองทุกประเทศ ในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาของตนเอง และเตรียมความพร้อมเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพในอนาคต

จุดมุ่งหมายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศต่างๆ ดังเช่น ระบุใน National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM (1989, p.31 อ้างถึงใน Sheffield and Cruikshank, 2000, p.6) The Shape of the Australian Curriculum: Mathematics (National Curriculum Board 2009, p.4 อ้างถึงใน Hine et al. 2016, p.4) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2555, หน้า 2) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงมีจุดมุ่งหมายให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากลว่า มุ่งให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ มีความมั่นใจในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง เป็นนักคิด และนักแก้ปัญหา

โดยใช้คณิตศาสตร์มีความสามารถในการสื่อสารภาษาทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตัวเลข สัญลักษณ์ และการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ได้ และนำคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้มาใช้ในการสถานการณ์จริงในบริบทต่างๆ ที่หลากหลายรวมถึงมีสมรรถนะในการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม

เมื่อพิจารณาคุณภาพของนักเรียนไทยในวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศไทยจากรายงานผลการประเมิน PISA 2015 ในการประเมินผลด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์เฉลี่ย 415 คะแนน มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD โดยมีความสามารถหรือความชำนาญในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 2 ซึ่งเป็นระดับพื้นฐานที่ควรจะมี (Minimum Requirement) ที่แสดงว่านักเรียนพอจะใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ในชีวิตได้ในระดับเริ่มต้น (สสวท., 2559, หน้า 232-248) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการทดสอบภายในประเทศซึ่งเป็นตัวชี้วัดความคิดรวบยอดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน การทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ลดลงอย่างต่อเนื่องและมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 ถึงปีการศึกษา 2560 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ [สทศ.], 2560) จากผลการสอบ PISA และ O-NET ข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังขาดประสิทธิภาพและคุณภาพที่เท่าเทียมระดับนานาชาติ โดยนักเรียนไทยมีจุดอ่อนในเรื่องของความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual knowledge) ดังที่ อัมพร ม้าคอง (2559, หน้า 7) ได้ระบุไว้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual knowledge) และความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural knowledge) ซึ่งความรู้ทั้งสองประเภทมีความสำคัญต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ แต่การจัดการเรียน การสอนในห้องเรียนปัจจุบันครูส่วนมากสอนความรู้เชิงกระบวนการ เนื่องจากความรู้เชิง

กระบวนการเป็นสิ่งที่ครูสอนได้ง่ายและนักเรียนเรียนรู้ได้เร็วเพราะนักเรียนจำขั้นตอนการทำงานตามตัวอย่างที่ครูให้และฝึกทำงานสามารถทำได้ด้วยตนเอง ซึ่งต่างจากความรู้เชิงมโนทัศน์ที่นักเรียนต้องเข้าใจความหมายหรือที่มาของรู้นั้นและบางครั้งต้องใช้ความคิดระดับสูง นักเรียนจึงได้รับความรู้ประเภทนี้น้อยจากห้องเรียน ทำให้นักเรียนขาดมโนทัศน์และความเข้าใจที่แท้จริงเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นผลให้นักเรียนขาดความสามารถในการใช้เหตุผลและไม่สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical concepts) เป็นความรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริง ความหมายหรือบทนิยามของเรื่องนั้นๆ (Cooney and Henderson, 1975, p. 85) มีความสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะปัจจัยความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างหนึ่ง คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนจะมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้นั้น นักเรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดเชื่อมโยงความรู้และสรุปเป็นมโนทัศน์ดังที่ Wilson (1971, p. 645) ได้เสนอว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนตามความเข้าใจของตนเอง และนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วมาสร้างความสัมพันธ์กัน และสิริพร ทิพย์คง (2558, หน้า 5) ได้กล่าวว่า นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์พื้นฐานที่ดีช่วยให้เข้าใจเนื้อหา นั้น ได้ง่ายและถูกต้อง สามารถนำความรู้ที่มีอยู่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่จนเกิดความรู้ปัจจุบัน และสามารถนำความรู้นั้นไปแก้ปัญหามากๆ ได้ด้วยความสำเร็จ

การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) เป็นปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อ การเรียนรู้ของนักเรียน ดังที่ Bandura (1997, p.3) ได้อธิบายว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นความเชื่อของบุคคลในความสามารถของตนเองว่า ตนเองสามารถทำงานหนึ่งๆ ให้สำเร็จได้หรือไม่ ถ้าบุคคลมีความสนใจและเชื่อว่าตนเองมีความสามารถบุคคลนั้นก็จะมี

ความตั้งใจพยายามและทำงานนั้นจนประสบความสำเร็จ และ McCallie (2016) ได้อธิบายว่า นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนทางคณิตศาสตร์สูง ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจสามารถวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้ผลสำเร็จทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากนักเรียนมีการสะท้อนคิดใน การประเมินการเรียนรู้ของตนเองและนักเรียนเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้เมตาคอกนิชันทำให้นักเรียนเกิดการตระหนักกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง

เมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยส่งเสริมการคิด ดังที่ Flavell (1993, p.150) ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชันเป็นความสามารถในการคิดที่ทำให้บุคคลเกิดความตระหนักเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตน รวมถึงการวางแผน การกำกับประเมินการเรียนรู้ และการทำงาน เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ให้มากที่สุด และเมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลายประเภท อาทิเช่น การแก้ปัญหาและการให้เหตุผล การอ่าน การเขียนและการสื่อสาร ซึ่ง Cooper (1998, pp.30-31 อ้างถึงใน ทนงเกียรติ พลไชยา, 2556, หน้า 6) ได้ระบุว่า เมตาคอกนิชัน จะช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้เป็นนักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี ทำให้นักเรียนรู้จักการอ่านปัญหาทางคณิตศาสตร์ซ้ำ เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจในปัญหานั้นอย่างแน่นอน ช่วยในการวางแผน และเลือกกลวิธีที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงมาโดยตลอดทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จึงต้องเป็นกลไกสำคัญใน การส่งเสริมให้นักเรียนมีทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการควบคู่กัน ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 64) ได้ระบุว่า ครูที่เน้นการสอนเนื้อหา

สาระเพียงอย่างเดียวทำให้นักเรียนเกิด ความเบื่อหน่าย และไม่สามารถค้นหาผลลัพธ์หรือวิธีการได้ด้วยตนเอง วิธีการหนึ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างข้อ คำถาม ทดลอง สำรวจ สังเกตผลที่ได้และสร้างความ รู้ใหม่หรือข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Trowbridge and Bybee (1986, p.181) ได้ระบุว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็น ฐาน (Inquiry based Instruction) เป็นการเรียนการ สอนที่นักเรียนมีการสังเกต ตั้งคำถาม ทดลอง เปรียบ เทียบ ลงข้อสรุป นำเสนอผลและนำผลไปใช้ และ Hine et al. (2016, pp.117-118) ได้ อธิบายว่า การเรียนการ สอนแบบสืบสอบเป็นฐาน เป็นวิธีการสอนที่ยึดนักเรียน เป็นสำคัญแบบหนึ่งที่ครูคณิตศาสตร์ ใช้สอนในห้องเรียน ระดับมัธยมศึกษา นักเรียนมีโอกาสค้นหาความคิดทาง คณิตศาสตร์ผ่านการอภิปราย การทำงานกลุ่ม การเรียน รู้แบบร่วมมือ การแก้ปัญหา และการสร้างแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องคิดอย่างมีเหตุผลใน การแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ตัดสินใจเลือกหาวิธี การที่ได้มาของคำตอบ นักเรียนต้องคิดวิเคราะห์แบบมี วิจารณญาณและมีการสะท้อนความรู้

อย่างไรก็ตาม Llewellyn (2013, p. 66) ให้ความเห็นว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบและ เมตาคอกนิชัน มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้าง ความรู้ (Constructivism) ที่มองว่านักเรียนมีการสร้าง ความรู้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของแต่ละ คน นักเรียนมีการไตร่ตรองความคิดเพื่อสร้างความรู้ใหม่ ด้วยความเข้าใจของตนเอง ดังนั้นความหมายของการ สร้างความรู้ คือ การแสวงหาความรู้จนเกิดความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน ค่าได้ ดังที่ Krulik, Rudnick and Milou (2003, p.7) เสนอว่านักเรียนควรได้รับโอกาสในการพัฒนา ความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองในระหว่างเรียน โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว การสอน

ที่มีประสิทธิภาพ ครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมที่กระตุ้น ให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ไม่ใช่แค่เรียนรู้ ข้อเท็จจริงอย่างเดียว การสื่อสารและสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนคนอื่นและครูเป็นการขยาย ขอบเขตการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดการ เรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการ รับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 เนื่องจากนักเรียนในระดับชั้นดังกล่าวเป็นนักเรียน ที่มีพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจทางสมองเข้าสู่ ขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม (formal operation) ตามแนวคิดเพียเจต์ (Kulik and Runnick, 2003, pp.4-5; จันทพร พรหมมาศ, 2541, หน้า 39-41; ทิศนา แคมณี, 2555, หน้า 64-65; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2556, หน้า 50-59) ซึ่งเด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถใช้สมอง คิดแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมโดยการคิดหาเหตุผลที่นอก เหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่สามารถสร้างสมมติฐาน ดำเนิน การและควบคุมการสืบสอบและหาความสัมพันธ์ระหว่าง หลักฐานกับทฤษฎีได้ นอกจากนี้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 เป็นระดับชั้นเริ่มต้นในการเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่ควรมีการส่งเสริมความรู้เชิงโน้ตทัศน์ ความรู้เชิง กระบวนการรวมถึงการคิด การประเมินความคิดและ การทำงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียน ระดับสูงต่อไป นอกจากนี้แนวคิดการเรียนการสอนแบบ สืบสอบเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริม การเรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียนโดยใช้กระบวนการค้นหา ความรู้ สร้างความเข้าใจปรากฏการณ์หรือปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น เก็บรวบรวมเป็นข้อมูลสร้างข้อสรุปเพื่ออธิบาย ปัญหาที่ค้นพบ โดยการใช้วิธีการที่หลากหลายศึกษา หาความรู้ และแนวคิดเมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถ ในการคิดของแต่ละบุคคลที่เกิดจากการได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ และนำความรู้มาตั้งเป้าหมาย และประมวผลในการช่วยคิดไตร่ตรองก่อนตัดสินใจ

เลือกแก้ปัญหาทำให้เกิดผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการส่งเสริมพฤติกรรมให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ดังนั้นการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง จึงเป็นสารสนเทศที่สำคัญและเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถตอบสนองความมุ่งหมายในการพัฒนาเด็กไทยให้มีคุณภาพเพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศให้ทัดเทียมนานาชาติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น

คำถามการวิจัย

1. กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นอย่างไร

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนเป็นอย่างไร

3. การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนเป็นอย่างไร

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหรือไม่ อย่างไร

5. การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหรือไม่ อย่างไร

สมมติฐานของการวิจัย

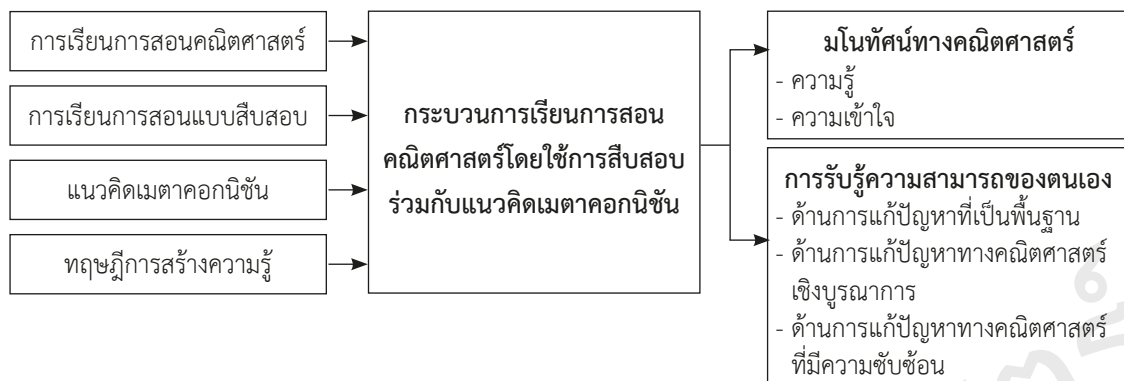
1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

4. การรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 351 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 ห้องเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้นักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน

1.3 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 16 คน จำนวน 4 โรงเรียน และนักเรียนโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด เมตาคognition มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และ การรับรู้ความสามารถของตนเอง

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาสาระที่ใช้ในการทดลอง คือ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน ใช้เวลาสอนแผนละ 1 ชั่วโมง

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น จำนวน 12 ชั่วโมง และกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 12 ชั่วโมง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการผสมผสานวิธีวิจัยร่วมกันระหว่างการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และการวิจัยกึ่งการทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองเป็นแบบสองกลุ่ม ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน Two group Pretest-Posttest Design (รัตนะ บัวสนธิ์ , 2554, หน้า57) โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

โดยการสังเคราะห์เอกสาร ตำรา งานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การเรียน การสอนแบบสืบสอบ แนวคิดเมตาคอกนิชัน ทฤษฎีการ สร้างความรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และสนทนากลุ่มแบบไม่เป็นทางการ กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างกระบวนการเรียนการสอน โดยกำหนดองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ วัตถุประสงค์ สารและกระบวนการ ขั้นตอน และการวัดและประเมินผล โดยสรุปแนวคิดที่ใช้ในการสร้างกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

1. การเรียนการสอนแบบสืบสอบ เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เป็นวิธีการศึกษา สํารวจ และลงมือปฏิบัติ ในการศึกษาค้นหาความรู้หรือแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและเป็นกระบวนการที่ใช้เรียนรู้ข้อเท็จจริงต่างๆ ได้ตลอดชีวิต

2. เมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถในการคิดของแต่ละคนในการควบคุมและประเมินการคิดของตนเองในการทำงานให้เกิดผลสำเร็จโดยใช้การวางแผน ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเองอย่างไตร่ตรอง และประมวลผลที่เกิดขึ้นก่อนลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ

3. ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นแนวคิดที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน เป็นแนวคิดที่เชื่อว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ขึ้นได้เองและสามารถทำได้ดียิ่งขึ้นหากได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือ ชี้แนะจากผู้อื่นอย่างเหมาะสม

4. การสนทนากลุ่มแบบไม่เป็นทางการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย พบว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรเน้นให้นักเรียนได้คิด ลงมือปฏิบัติ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปราย นำเสนอ และสรุปเป็นความรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนได้เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ได้

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนากระบวนการเรียนการสอน มีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิด เมตาคอกนิชันเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ชัดแย้งทางความคิด ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 3 สรุปและตรวจสอบความคิด และ ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด

2. คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอน มี 6 องค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอน การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งเรียนรู้และแนวปฏิบัติสำหรับครูและนักเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 12 แผน ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป

3.2 แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปร จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยโดยวัดความรู้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและความเข้าใจสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.3 แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ ไม่มีความมั่นใจ มีความมั่นใจน้อย มีความมั่นใจปานกลาง มีความมั่นใจมาก และมีความมั่นใจมากที่สุด โดยวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ และด้านการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน

ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพ และทดลองใช้ กระบวนการเรียนการสอน มีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

1. การตรวจคุณภาพกระบวนการเรียนการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านจิตวิทยา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านการวัดและประเมินผล) ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาพบว่า กระบวนการเรียนการสอนมีคะแนนเฉลี่ยความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ 0.94 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้

2. การตรวจคุณภาพคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า คู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนมีคะแนนเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ 0.96 เป็นคู่มือการใช้กระบวนการเรียนการสอนมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้ได้

3. การตรวจคุณภาพและทดลองใช้เครื่องมือ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 แผน มีคะแนนความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ระหว่าง 0.8 -1.0 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้สอน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 42 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้วิธีการสลับหน่วยการเรียนรู้ไม่ให้อ่านพร้อมกัน

3.2 แบบทดสอบบโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า แบบทดสอบบโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ 1.0 เป็นแบบทดสอบบโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และนำแบบทดสอบบโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ผลการทดลองใช้แบบทดสอบบโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์พบว่า ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.43-0.68 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.37- 0.67 และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.91 ซึ่งเป็นแบบทดสอบบโนทัศน์ที่สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

3.3 แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพบว่า แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีคะแนนเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) อยู่ที่ 1.0 เป็นแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และผู้วิจัยนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน (กลุ่มเดิมที่ทดลองใช้แบบทดสอบบโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์) ผลการทดลองใช้แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient; α) เท่ากับ 0.86 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี หมายถึง แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 จำนวน 36 คน เป็นกลุ่มควบคุม

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่พัฒนาขึ้น ใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองเป็นสองกลุ่ม ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Two groups Pretest-Posttest Design) โดยผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปดังนี้

3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test for dependent

3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test for independent

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ วัตถุประสงค์ สารและกระบวนการ ขั้นตอน และการวัดและประเมินผล ซึ่งมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของกระบวนการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านจิตวิทยา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ด้านการ

วัดและประเมินผลมีคะแนนเฉลี่ยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.94 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัยและสามารถนำไปใช้ได้ มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขัดแย้งทางความคิด ในขั้นนี้นักเรียนตรวจสอบความรู้และความคิดของตนเองจากสถานการณ์หรือปัญหา นักเรียนได้ร่วมกันคิดวางแผน และออกแบบแนวทางหรือวิธีการในการศึกษาสำรวจอย่างหลากหลาย เพื่อค้นหาคำอธิบายของสถานการณ์หรือปัญหานั้น โดยครูมีการใช้คำถามเพื่อช่วยเหลือหรือชี้แนะ

ขั้นที่ 2 ลงมือปฏิบัติ ในขั้นนี้นักเรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติทำตามแนวทางหรือวิธีการที่เลือก นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นและร่วมกันสร้างข้อสรุปซึ่งเป็นคำอธิบายหรือคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 สรุปและตรวจสอบความคิด ในขั้นนี้นักเรียนและครูแลกเปลี่ยนอภิปรายถึงกระบวนการคิดหาคำตอบ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ครูชี้แนะและเสริมต่อความรู้ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเพื่อสรุปและสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิด ในขั้นนี้นักเรียนประเมินความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนและนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างออกไปได้ถูกต้องด้วยความตระหนักรู้ในการตัดสินใจเลือกยุทธวิธีในการทำงานและการเรียนของตนให้เกิดผลสำเร็จ

1.3 สารและกระบวนการ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3 ด้าน ได้แก่ ด้านการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ และด้านการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน

1.4 การวัดและประเมินผล วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองโดยใช้แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนได้ มีรายละเอียดตามตารางที่ 1 ตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น (n = 40)

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	8.55	2.71	21.53	1.45	27.67*	.000

*P < .05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ($\bar{x} = 21.53$, $SD = 1.45$) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น (n = 40)

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
การรับรู้ความสามารถของตนเอง	2.63	0.49	3.52	1.45	10.22*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนจากการทำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองก่อนและหลังเรียน โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียน ($\bar{x} = 3.52$, $SD = 1.45$) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมี การรับรู้ความสามารถของตนเองหลังเรียน โดย

รวมอยู่ในระดับมีความมั่นใจมาก ($\bar{x} = 3.52$) และนักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองมากที่สุด คือ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ ($\bar{x} = 3.54$) ส่วนด้านที่นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองน้อยที่สุด คือ ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ($\bar{x} = 3.51$)

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน

รายการ	กลุ่มทดลอง (n=40)		กลุ่มควบคุม (n=36)		t	p
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	21.53	1.13	17.67	2.01	10.14*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน ($\bar{x} = 21.53$, $SD = 1.13$) สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียน การสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน

รายการ	กลุ่มทดลอง (n=40)		กลุ่มควบคุม (n=36)		t	p
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
การรับรู้ความสามารถของตนเอง	3.52	0.49	2.77	0.70	5.33*	.000

*p < .05

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนจากการทำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังเรียน ($\bar{x} = 3.52$, $SD = 0.49$) สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การสืบสอบร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นฐานเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปี

ที่ 1 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้น สรุปได้สาระสำคัญต่อไปนี้

- 1) กระบวนการเรียนการสอนได้ผ่าน การตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิว่าเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีความตรงตามเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.94 เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ การวิจัยและสามารถนำไปใช้ได้และ 2) กระบวนการเรียนการสอน ใช้แนวการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานและแนวคิดเมตาคอกนิชันมาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีขั้นตอนการดำเนินการและมียุทธศาสตร์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันจนทำให้การดำเนินการสอนบรรลุเป้าหมายที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดังที่ Joyce,

Weil and Calhoun (2004, p.25) และทิสนา แคมมณี (2555, หน้า 201-204) ได้ระบุว่าการนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ได้ต้องมีประสิทธิภาพ ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในเชิงสถานการณ์จริงและนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข จะช่วยให้ได้กระบวนการเรียนการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. การศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สรุปได้สาระสำคัญต่อไปนี้

- 1) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอน แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ ดังที่ ยุพิน พิพิธกุล และ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 7-16) ได้ระบุว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นฐานเป็นการเรียนการสอนที่ครูจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนค้นหาข้อมูลและความจริงเพื่ออธิบายปัญหานั้น โดยนักเรียนเป็นผู้สืบสอบด้วย การตั้งคำถามและสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่ช่วยฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักอภิปรายและทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล และฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหานั้นโดยละเอียด และสอดคล้องกับ Krulik, Rudnick and Milou (2003, p.7) ได้กล่าวว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองในระหว่างเรียน โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว การสอนที่มีประสิทธิภาพ ครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ไม่ใช่แค่เรียนรู้ข้อเท็จจริงอย่างเดียว การสื่อสารและสื่อความ

หมายทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนคนอื่นและครูเป็นการขยายขอบเขต การเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและในงานวิจัยของ อลิสร่า ชมชื่น (2550, หน้า 167) พบว่านักเรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทั้งโดยการกระทำกับวัตถุ การคิด การคำนวณ การแสดงเหตุผล ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นและเมื่อนักเรียนได้รับความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ นักเรียนจะนำความรู้ดังกล่าวมาเรียบเรียงให้เกิดมโนทัศน์หรือข้อสรุปที่นำไปใช้ประโยชน์ได้และยังได้แลกเปลี่ยนข้อสรุปของตนเองกับเพื่อนๆ ทำให้นักเรียนมองเห็นความบกพร่อง จุดดีจุดเด่นของความคิดและข้อสรุปของตนเองและเพื่อนด้วยแล้วนำความคิดเห็น สิ่งที่เกิดจากการทำกิจกรรมและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและครูมาปรับปรุงข้อสรุปมโนทัศน์ หรือความรู้ของตนเองให้ดีขึ้น และจากงานวิจัยของ Bandura และ Cervone (1986) ได้พบว่า กลุ่มที่มีการตั้งเป้าหมายร่วมกับ การให้ข้อมูลป้อนกลับมีแรงจูงใจในการทำงานและรับรู้ความสามารถของตนในการทำงานมากกว่ากลุ่มอื่นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภวิกา ภักษา (2553) ได้ศึกษาผลการตั้งเป้าหมายที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ากลุ่มที่ฝึกตั้งเป้าหมายแบบมุ่งการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ครูสามารถเลือกใช้กระบวนการเรียนการสอนนี้ไปใช้สอนนักเรียนให้มีความรู้มโนทัศน์ในเรื่องวิชาอื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษาที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิด

2. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ครูสามารถนำไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นเพราะการรับรู้ความสามารถของตนเอง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์

3. กระบวนการเรียนการสอนนี้มุ่งให้นักเรียน เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตนเองให้มีความสามารถเรียนรู้ได้ ตลอดชีวิตและสามารถกำหนดเป้าหมายในการวางแผน ตรวจสอบ และประเมินความคิดของตนเองในการ ตัดสินใจเลือกทำงานและการเรียนให้มีประสิทธิผลด้วย ความมุ่งมั่นตั้งใจและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

4. กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ ครูใช้เวลาอธิบายเนื้อหาลดลงและเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ ชี้แนะ ช่วยเหลือ ส่งเสริมและปรับพฤติกรรมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเพื่อสร้าง กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมนทัศน์ ทาง

คณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่ง น่าจะได้นำกระบวนการเรียนการสอนนี้ไปทดลอง ใช้ ศึกษากับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการพัฒนา สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาการใช้ภาษา และ การพัฒนาทักษะการทำงาน

2. ควรศึกษาผลการนำกระบวนการเรียน การสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้สอนคณิตศาสตร์กับนักเรียน มัธยมศึกษา ในระดับชั้นอื่นๆ เพื่อพัฒนาความรู้โนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองใน เรื่องอื่นๆ

3. ควรมีการศึกษาและพัฒนากิจกรรม การเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมมนทัศน์ การรับรู้ความสามารถของตนเองโดยใช้แนวคิด ทฤษฎีที่ แตกต่างออกไปจากกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนา ขึ้น ซึ่งอาจได้กระบวนการเรียนการสอนที่มีขั้นตอนการ เรียนการสอนที่หลากหลายและเอื้อประโยชน์ต่อการ พัฒนานักเรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์พร พรหมมาศ. (2541). ผลการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและ พฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขา วิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทองเกียรติ พลไชยา. (2556). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อ เมตาคognition ความเข้าใจ มโนทัศน์ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม.
- ทิศนา ขัมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่16). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ภวิกา ภักษา. (2553). ผลการตั้งเป้าหมายที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถ ของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาจิตวิทยา การศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ยุพิน พิพิธกุลและปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ (2). ในประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ
 วิทยวิธีทางคณิตศาสตร์หน่วยที่ 6-10. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- รัตน์ บัวสนธิ์. (2554). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครสวรรค์: ริมปิงการพิมพ์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2558). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุนัย คล้ายนิล. (2547). ความรู้และทักษะของเยาวชนไทยสำหรับโลกวันพรุ่งนี้ (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้ง
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2556). จิตวิทยาการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่
 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTlk/view>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET). เข้าถึง
 ได้จาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>.
- อลิสซา ชมชื่น. (2550). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทาง
 คณิตศาสตร์ การสื่อสารและการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา
 ตอนต้น. ดุษฎีนิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. (พิมพ์ครั้งที่ 3).
 กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bandura, A., (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: W.H. Freeman.
- Bandura, A. & Cervone, D. (1986). *Differential engagement of self-efficacy and Intrinsic in cognitive
 motivation. Organizational Behavior and Human Decision Process*, 38, 92-113.
- Cooney, T. J., Davis, E.J., & Herderson, K. B. (1975). *Dynamics of teaching secondary school
 mathematics*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Flavell, J.H., Miller, P.H., & Miller, S. A. (1993). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, N.J.:
 Prentice-Hall, Inc.
- Hine, G., Reaburn, R., Anderson, J., Galligan, L., Carmichael, C., Cavanagh, M., Ngu, B., & White, B.
 (2016). *Teaching secondary mathematics*. Port Melbourne, Australia: Cambridge University
 Press.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2004). *Models of teaching* (7th ed.). Boston: Pearson Education, Inc.
- Kilbane, C. D., & Milman, N. B. (2014). *Teaching models: Designing Instruction for 21st Century
 learners*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Krulik, S., Rundnick, J., & Milou, E., (2003). *Teaching mathematics in middle school: a practical guide*.
 Boston: Allyn and Bacon.

- Llewellyn, D. (2013). *Teaching high school science through inquiry and argumentation*. (2nded). Thousand Oaks: California Corwin.
- Mc Callie, A. N. (2016). The impact of self-reflection on sixth grade students in a mathematics course (Order No. 10140114). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1821368845). Retrieved from <https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview/1821368845?accountid=44783>
- Sheffield, L. J., & Cruikshank, D. E. (2000). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Trowbridge, L.W., & Bybee, R.W. (1986). *Becoming a secondary school science teacher*. 4th ed Columbus: Merrill.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of learning in secondary school mathematics*. In Handbook On formative and summative evaluation of student learning. Bloom B.S., Hasting J.T., and Madaus G.F. New York: Mc Graw-Hill Book.