

การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน  
โดยใช้กรอบแนวคิดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ

Development of Mathematical Skills of Learners  
Using the Comprehensive Mathematics Instruction Framework

ไพโรจน์ น่วมน่วม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบแนวคิด CMI เทียบกับเกณฑ์ 2) เปรียบเทียบทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบแนวคิด CMI 3) ศึกษาพัฒนาการทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบแนวคิด CMI และ 4) ศึกษาความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กรอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 2720313 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2558 จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ ใบงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าเอฟ การทดสอบค่าที การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI มีทักษะทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI มีทักษะทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มีทักษะทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังการทดลอง สูงกว่าระหว่างเรียน และสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ผู้เรียนมีพัฒนาการทักษะทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเป็นลำดับเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน 4) ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI ที่เสริมสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมในระดับมาก

**คำสำคัญ:** ทักษะทางคณิตศาสตร์ / กรอบแนวคิด CMI / ความเข้าใจ

### Abstract

The purposes of this research were to 1) study the mathematical skill of students who were taught using the CMI framework compared to the criterion; 2) compare the mathematical skill of students who were taught using the CMI framework before and after the experiment; 3) study the mathematical skill development of students who were taught using the CMI framework before, during and after the experiment, and 4) study reflective opinions about organizing learning activities using the CMI framework. The sample consisted of 28 students who were majoring in Mathematics in the Faculty of Education at Chulalongkorn University. Each student was enrolled in course 2720313 Development of Problem Solving Skills in Mathematics in the second semester of the academic year 2015. The research instruments were composed of mathematical skills tests, worksheets, observation forms for mathematical skills, and interview questionnaires about organizing learning activity. The data were analyzed by frequency, percentage, arithmetic mean, standard deviation, F-test, t-test, ANOVA and content analysis.

The result revealed that: 1) the mathematical skills of students who were taught using the CMI framework were higher than the 60% of criterion; 2) the mathematical skills of students who were taught using the CMI framework after learning was higher than those before at a .05 level of significance; 3) there were differences in the mathematical skills of the students before, during, and after the experiment at a significant level of .05. Furthermore, the mathematical skills of students after the experiment were greater than those during and before the experiment at a significant level of .05. The students gradually improved their mathematical skills in all three stages: before, during and after being taught. 4) the students who were taught using the CMI framework indicated that organizing learning activities using the CMI framework is useful for developing mathematical skills. The evaluation resulted from two aspects: appropriation of organizing learning activities and usefulness for application, both at a high level.

**KEYWORDS:** MATHEMATICAL SKILL / THE CMI FRAMEWORK / COMPREHENSION

## บทนำ

การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิด การแก้ปัญหา และการทำงานต่าง ๆ นอกจากนั้น หลายทักษะในทักษะชีวิตและทักษะการทำงานเป็นส่วนหนึ่งของทักษะทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนจึงอาจช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะชีวิตที่ดี และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ด้วยเหตุนี้ หลักสูตรคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดทักษะทางคณิตศาสตร์ไว้เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินหลายงานที่เน้นความรู้และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เช่น ผลการประเมินโครงการ TIMSS ผลประเมินของโครงการ PISA สะท้อนให้เห็นว่าควรเร่งหาแนวทางการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนดังกล่าว (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2556)

จากการที่การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ยังไม่ประสบผลสำเร็จ อาจมีปัจจัยหลายประการ ปัจจัยสำคัญประการหนึ่ง คือ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอน ซึ่งอาจมีสาเหตุหลายประการ เช่น การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่เอื้อให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ความรู้และการคิดพื้นฐานของทักษะทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย มักเน้นการจำสูตร บทนิยาม และวิธีการหาคำตอบ ที่ถูกต้องด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง การสอนการนำความรู้ไปประยุกต์กับการแก้ปัญหา มักเน้นการใช้สูตรและฝึกทำตามขั้นตอนที่ครูสอนไว้ มากกว่าการฝึกกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ปัจจัยอีกประการหนึ่ง คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้อาจไม่สอดคล้องกับแนวคิดของการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาได้เสนอ (อัมพร ม้าคนอง, 2553; NTCM, 2000) ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการฝึกความรู้และทักษะการคิดพื้นฐานของทักษะทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ จึงได้ศึกษา “กรอบการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ (The Comprehensive Mathematics Instruction Framework)” หรือเรียกอย่างย่อว่า กรอบแนวคิด CMI

กรอบแนวคิด CMI เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนในเนื้อหาที่เรียนด้วยตนเองและยังเน้นการฝึกทักษะและความชำนาญ โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical task) ที่เน้นการใช้ทักษะการคิดพื้นฐาน และกระบวนการสืบเสาะความรู้ (inquiry process) ผู้สอนมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้ ประเมินความเข้าใจและให้

ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจนนั้น ถูกแบ่งการพัฒนาเป็น 3 ระดับ คือ ระดับความเข้าใจเบื้องต้น ระดับการนำความรู้ไปใช้และระดับทักษะความชำนาญ การพัฒนาความเข้าใจในแต่ละระดับนั้น จะใช้ภาระงาน (tasks) ที่สัมพันธ์ระดับความเข้าใจนั้นๆ (Hendrickson, Hilton, & Bahr, 2008; Hilton, Hendrickson, & Bahr, 2010) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI สนับสนุนให้ผู้เรียนได้พัฒนาและฝึกทักษะการคิดย่อยที่เป็นพื้นฐานสำคัญของทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ การคิดเชื่อมโยง การคิดเปรียบเทียบ การให้เหตุผล เป็นต้น อีกทั้งผู้เรียนยังได้แลกเปลี่ยนและตรวจสอบความรู้ แนวคิดและกลวิธีการแก้ปัญหากับเพื่อน นอกจากนี้ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีงานวิจัยที่ได้ตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพกรอบแนวคิด CMI (Womack, 2011) งานวิจัยที่นำกรอบแนวคิด CMI ไปใช้ร่วมกับแนวคิดการพัฒนาและศึกษาบทเรียน (Lesson study) (Glaze, 2006) ด้วยเหตุนี้ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำกรอบแนวคิด CMI ไปออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน

จากความสำคัญของทักษะทางคณิตศาสตร์ และกรอบแนวคิด CMI ผู้วิจัยจึงสนใจนำกรอบแนวคิด CMI ไปใช้ในการออกแบบและจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยได้ให้ตัวอย่างและแนวทางสำหรับครูและผู้เกี่ยวข้องในออกแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ดีต่อไป

### จุดประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ
4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กรอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ

## สมมติฐานการวิจัย

1. ทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งโดยภาพรวม และเมื่อจำแนกเป็นรายด้านของทักษะทางคณิตศาสตร์
2. ทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งโดยภาพรวม และเมื่อจำแนกเป็นรายด้านของทักษะทางคณิตศาสตร์
3. ทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กรอบการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ หลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียน และระหว่างเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กรอบการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ อยู่ในระดับมาก ทั้งโดยภาพรวม และเมื่อจำแนกเป็นรายด้าน

## กรอบแนวคิดในการวิจัยและวรรณคดีสนับสนุนกรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาการใช้กรอบแนวคิด CMI ในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และศึกษาผล ในด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อสารและนำเสนอ การพัฒนารอบแนวคิดการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิด CMI และทักษะทางคณิตศาสตร์ สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

**กรอบแนวคิด CMI** เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีจุดเน้นที่ให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนในเนื้อหาที่เรียนด้วยตนเองและเน้นการฝึกทักษะและความชำนาญ โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical task) ที่เน้นการใช้ทักษะการคิดพื้นฐาน และกระบวนการสืบเสาะความรู้ (inquiry process) ผู้สอนมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้ ประเมินความเข้าใจและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงให้ดีขึ้น (Hendrickson, Hilton, & Bahr, 2008; Hilton, Hendrickson, & Bahr, 2010; Glaze, 2006) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI และกิจกรรมหลักในแต่ละขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. **ขั้นเตรียมความพร้อม** เป็นขั้นตอนที่เตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐานและการจูงใจให้เห็นความสำคัญของบทเรียน

2. **ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้** เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา ประกอบด้วยชั้นย่อย 3 ชั้น ดังนี้

2.1 **ขั้นพัฒนาความเข้าใจเบื้องต้น** ขั้นนี้ผู้สอนนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นปัญหา สถานการณ์ปัญหา หรือกิจกรรม จากนั้นกระตุ้นผู้เรียนใช้แนวคิด (ideas) กลวิธีต่าง ๆ (strategies) หรือตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (mathematical representation) ในการสำรวจและลงมือทำงานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิด กลวิธีต่าง ๆ หรือตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำงานทางคณิตศาสตร์ และผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาของตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้คอยสนับสนุนการเรียนรู้

2.2 **ขั้นขยายความเข้าใจ** ผู้สอนนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นตรวจสอบความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน จากนั้นกระตุ้นผู้เรียนใช้ความรู้ความเข้าใจจากขั้นที่ 2.1 ในการสำรวจและลงมือทำงานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ แนวคิด กลวิธีต่าง ๆ หรือตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำงานทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนประเมินเพื่อรวบรวมความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดต่าง ๆ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อการปรับปรุงหรือการพัฒนา จากนั้นผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาของตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้คอยสนับสนุนการเรียนรู้

2.3 **ขั้นฝึกทักษะและความชำนาญ** ผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะและความชำนาญ โดยเน้นผู้เรียนให้ฝึกการนำความรู้ความเข้าใจไปใช้งานกับแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย

3. **ขั้นสรุปบทเรียน** เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนสรุปสาระสำคัญของบทเรียนและสะท้อนผลการเรียนรู้

นอกจากนั้น ผู้วิจัยยังได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบหรือคัดเลือกงานทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับผู้เรียน (สิริวรรณ จันทรกุล, 2554; อัมพร ม้าคนอง, 2553; NCTM, 2000) สรุปได้ดังนี้

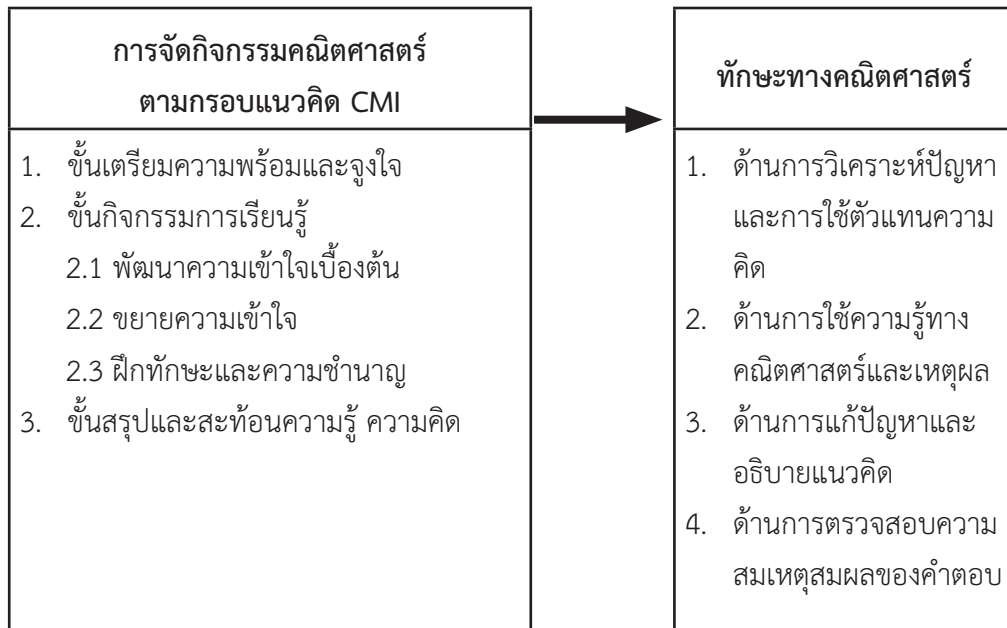
1) การให้ความสำคัญกับความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะการคิดพื้นฐานของผู้เรียน

2) การฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ ตามระดับความซับซ้อนจากน้อยไปมาก

- 3) การใช้กลวิธีการสอนที่หลากหลาย
- 4) การคัดเลือกงานทางคณิตศาสตร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ และ
- 5) การใช้คำถามเพื่อแนะแนวทางและคำถามปลายเปิดในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ทักษะทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญของผู้เรียนในการนำความรู้ความสามารถคณิตศาสตร์และทักษะการคิดพื้นฐาน ไปประยุกต์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการและอาศัยกลวิธีการแก้ปัญหา (process problem) มีความแปลกใหม่และไม่คุ้นเคย ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหานั้นต้องใช้ทักษะย่อยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่แสดงออก 4 ด้าน (Mayer, 1992; NCTM, 1991; NTCM, 2000; Polya, 1973) ได้แก่ 1) ด้านการวิเคราะห์ปัญหาและการใช้ตัวแทนความคิดเป็นความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เหตุผลและตัวแทนความคิดในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหารวมถึงสร้างตัวแทนความคิดของปัญหา เพื่อค้นหาข้อมูลและเงื่อนไขสำคัญสำหรับการแก้ปัญหา 2) ด้านการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และเหตุผลเป็นความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้และข้อมูลจากปัญหาในพิจารณาเลือกความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือกลวิธีการแก้ปัญหา ที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ รวมถึงการอธิบายเหตุผลประกอบการเลือกความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือกลวิธีการแก้ปัญหา 3) ด้านการแก้ปัญหาและอธิบายแนวคิด เป็นความสามารถในการบูรณาการความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีการแก้ปัญหา และทักษะการคำนวณ มาช่วยในการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การได้คำตอบที่ถูกต้อง รวมถึงอธิบายวิธีการหรือแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนโดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และ 4) ด้านการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการสรุปคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา รวมถึงการใช้เหตุผลในการพิจารณาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาว่าเหมาะสม สอดคล้องและสมเหตุสมผลอย่างไร

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง คือ นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 2720313 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2558 จำนวน 28 คน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ 10 แผน ที่พัฒนาขึ้นตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยกรอบการเรียนการสอนที่เน้นความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แผนละ 3 ชั่วโมง เนื้อหาที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาวิชา 2720313 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้เวลาในการสอน 10 สัปดาห์

## 2.2 เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

### 2.2.1 แบบสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ฉบับ ดังนี้

1) แบบสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 3 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.661 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.40-0.68 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40-0.63

2) แบบสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 3 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.211 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.38-0.45 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.52

3) แบบสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 3 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.38 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.44-0.60 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38-0.56

2.2.2 ใบงาน สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI เพื่อใช้ประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ในระหว่างเรียน มีทั้งหมด 6 ใบงาน และประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์

2.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ เป็นแบบสังเกตอัตนัยแบบมีโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสังเกตและบันทึกพฤติกรรมที่แสดงถึงทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI ซึ่งโครงสร้างของแบบสังเกตกำหนดไว้ 4 ประเด็น ตามองค์ประกอบของทักษะทางคณิตศาสตร์

2.2.4 แบบสัมภาษณ์ เป็นแบบอัตนัย สร้างขึ้นเพื่อมุ่งถามข้อมูลเชิงลึกของทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยจะมีการสัมภาษณ์ใน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรก สัมภาษณ์ผู้เรียนจำนวน 6 คน (ร้อยละ 20 ของผู้เรียนทั้งหมด) หลังจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ก่อน ระหว่างและหลังเรียน เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการพิจารณาในการวิเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียน และลักษณะที่สอง สัมภาษณ์ผู้เรียนซึ่งเขียนตอบในแบบทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์และใบงานไม่ชัดเจน เพื่อนำข้อมูลที่ได้อภิปรายประกอบการให้คะแนน โครงสร้างของแบบสัมภาษณ์ ได้กำหนดประเด็นการสัมภาษณ์ไว้ 4 ประเด็น ตามองค์ประกอบของทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยในแต่ละประเด็นจะมีชุดคำถามย่อยเพื่อล้วงลึกถึงความสามารถย่อย ๆ ของทักษะทางคณิตศาสตร์

2.2.5 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อมุ่งถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) 10 ระดับ อีกทั้งยังมีคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนตอบแสดงความคิดเห็นที่

นอกเหนือจากประเด็นที่เป็นข้อคำถาม

ในงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI ที่กล่าวถึงข้างต้น มีการหาคุณภาพโดยการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมด้านภาษาโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน 3 ท่านเป็นผู้ตรวจสอบ ก่อนที่จะนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

### 3. วิธีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experiment) ที่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวที่มีการเก็บข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (One group pretest-posttest time series design) มีการวัดซ้ำ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะก่อนทดลอง ระหว่างทดลองและหลังทดลอง มีรูปแบบของการทดลอง แบบ  $O_1$  XXXXXX  $O_2$  XXXXXX  $O_3$

X แทน การจัดการกระทำ (Treatment) ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิด CMI

- $O_1$  แทนการทดสอบก่อนเรียน
- $O_2$  แทนการทดสอบระหว่างเรียน
- $O_3$  แทนการทดสอบหลังเรียน

3.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ประมวลรายวิชา 2720313 การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหา เขียนแผนงานรายสัปดาห์ และ เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์ โดยส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI มีจำนวน 10 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง และจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ อุปกรณ์ และเอกสารประกอบการสอน

3.2 ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของผู้เรียน โดยใช้แบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนและสัมภาษณ์เพิ่มเติมกรณีที่ผู้เรียนเขียนตอบไม่ชัดเจน

3.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้รายสัปดาห์ จำนวน 10 สัปดาห์ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานร่องรอย โดยใช้แบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน ในงาน การสังเกตพฤติกรรมของทักษะทางคณิตศาสตร์ที่แสดงออกของผู้เรียนขณะทำกิจกรรม และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในกรณีที่ผู้เรียนเขียนแสดงแนวคิดไม่ชัดเจนในการตอบแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ และในงาน

3.4 หลังการทดลอง ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยใช้แบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน และให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI และสู่สัมภาษณ์ ผู้เรียนจำนวน 6 คน หรือร้อยละ 20 ของจำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยดำเนินการด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยควบคุมการทดลองให้เป็นไปตามแผนการดำเนินการวิจัยอย่างเคร่งครัด ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้ผู้เรียนใช้ความพยายามและตั้งใจทำกิจกรรม การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็นและอภิปรายอย่างอิสระ อีกทั้งผู้วิจัยจะไม่บอกคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหา นอกจากนั้น ยังได้อธิบายถึงวิธีทำแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ ใบงานและแบบสอบถาม เพื่อให้ผู้เรียนตอบตามความรู้ความสามารถและความคิดเห็นของตนเอง การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลใช้เวลาทั้งสิ้น 20 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. เปรียบเทียบทักษะทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด ดำเนินการโดยนำคะแนนทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบทักษะทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดโดยคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ด้วยการทดสอบค่าที ( t-test)

2. เปรียบเทียบทักษะทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด ดำเนินการโดยนำคะแนนทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบทักษะทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดโดยคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ด้วยการทดสอบค่าที

3. วิเคราะห์พัฒนาการทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน มีการวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ สำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ดำเนินการโดยนำคะแนนทักษะทางคณิตศาสตร์ที่รวบรวมจากการตรวจแบบสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ มาเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนใน 3 ช่วงเวลา คือ ระยะเวลาก่อนเรียน ระยะเวลาระหว่างเรียน และระยะหลังเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ทางเดียวแบบวัดซ้ำ (repeated measures ANOVA) สำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ดำเนินการโดยนำข้อมูลเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์ที่รวบรวมจากการตรวจแบบสอบ และใบงาน แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมกรณีจำเป็น มาวิเคราะห์พัฒนาการเป็น 3 ระยะ คือ ระยะก่อนเรียน ระยะระหว่างเรียน และระยะหลังเรียน โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

4. ศึกษาความเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบ CMI ดำเนินการ โดยนำข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบ CMI ส่วนที่เป็น rating scale นำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติบรรยาย (Descriptive statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนข้อมูลที่มาจากการตอบคำถามปลายเปิด จะใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) เพื่อหาภาพรวมของความคิดเห็นเหล่านั้น

### ผลการวิจัย

1. ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI มีทักษะทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ปัญหาและการใช้ตัวแทนความคิด ด้านการแก้ปัญหาและสื่อสารอธิบายแนวคิด และด้านการใช้เหตุผลในการสรุปและอธิบายคำตอบ พบว่า ผู้เรียนได้คะแนนทักษะทางคณิตศาสตร์หลังเรียนทุกด้าน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI มีทักษะทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์ปัญหาและการใช้ตัวแทนความคิด ด้านการเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กลวิธีการแก้ปัญหา และการใช้เหตุผล ด้านการแก้ปัญหาและสื่อสารอธิบายแนวคิด และด้านการใช้เหตุผลในการสรุปและอธิบายคำตอบ พบว่า ทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของทักษะทางคณิตศาสตร์

3. ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มีทักษะทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังการทดลอง สูงกว่าระหว่างเรียน และสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ผู้เรียนมีพัฒนาการทักษะทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเป็นลำดับเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

4. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI มีความเหมาะสม ให้ความรู้และประสบการณ์ และมีประโยชน์ในการนำไปใช้ ในระดับมาก ทุกด้านและในภาพรวม โดยรายการที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นในระดับมากที่สุดมี 2 รายการ คือ การได้รับความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่น ปัญหาคณิตศาสตร์ วิธีการและกลวิธีในการแก้ปัญหา และการได้รับประสบการณ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย

### อภิปรายผลการวิจัย

#### ตอนที่ 1 ผลการศึกษาและการเปรียบเทียบทักษะทางคณิตศาสตร์

ทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 60 และทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าช่วงก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 และ 2 ตามที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้แนวคิดที่ใกล้เคียงกับกรอบแนวคิด CMI คือ งานวิจัยที่ใช้แนวคิดการสืบสอบความรู้ (inquiry approach) ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทำให้ทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนดีขึ้น (พีชานิกา เพชรสังข์, 2556; สุดารัตน์ ภิรมย์ราช, 2555; โสมรศมี ดาหลาย, 2551; เสาวรัตน์ รามแก้ว, 2552) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลตามประเด็น ดังต่อไปนี้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI เน้นพัฒนาความเข้าใจ เนื้อหาที่เรียนอย่างถูกต้องและชัดเจนให้กับผู้เรียน โดยผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง อย่างค่อยเป็นค่อยไปตามขั้นตอนของกรอบแนวคิด CMI ผ่านงานทางคณิตศาสตร์สองลักษณะที่สัมพันธ์กัน คือ งานลักษณะแรก เน้นการพัฒนาความรู้ความเข้าใจพื้นฐาน (ขั้นที่ 2.1 พัฒนาความเข้าใจเบื้องต้น) และงานลักษณะที่สอง เน้นขยายความรู้ความเข้าใจให้มีความชัดเจนขึ้น หรือทำให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจน (ขั้นที่ 2.2 ขยายความเข้าใจ) โดยผู้สอนคอยสนับสนุนและช่วยเหลือในขณะทำงานทั้งสองลักษณะดังกล่าว รวมถึงการปรับแก้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดต่าง ๆ ให้ถูกต้องทันที ซึ่งการที่ผู้เรียนมีความรู้คณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและชัดเจนนั้น จะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และเอื้อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของตนเองอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาที่ได้เสนอไว้ว่า ทักษะทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้และความคิด การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ จึงต้องแน่ใจว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอสำหรับนำไปใช้ ร่วมกับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ (สิริวรรณ จันทร์กุล, 2554; อัมพร ม้าคอง, 2553; NCTM, 2000)

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสืบสอบความรู้ในการสร้างความรู้และนำความรู้ใหม่ไปแก้ปัญหาในบริบทที่หลากหลายด้วยตนเอง ซึ่งในกระบวนการสืบสอบความรู้ดังกล่าว เอื้อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การให้เหตุผล รวมถึงทักษะการคิดพื้นฐานอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ งานทางคณิตศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI ผู้วิจัยจะเน้นการออกแบบหรือคัดเลือกงานทางคณิตศาสตร์ที่เอื้อและส่งเสริมการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการทำงานดังกล่าว จึงอาจส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคัดเลือกงานทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ (สิริวรรณ จันทร์กุล, 2554; อัมพร ม้าคนอง, 2553; NCTM, 2000)

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI เน้นการประเมินความเข้าใจและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยผู้วิจัยมีการประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งก่อนเรียนและระหว่างเรียน แล้วแจ้งผลการประเมินให้ผู้เรียนทราบเป็นรายบุคคล ทำให้ผู้เรียนทราบทักษะทางคณิตศาสตร์ของตนเองว่าอยู่ในระดับใด รู้ว่าจะต้องพัฒนาหรือปรับปรุงในส่วนใดบ้าง ประกอบกับการที่ผู้วิจัยชี้ให้ผู้เรียนทราบถึงธรรมชาติของการพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ว่าเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล อาศัยความรู้คณิตศาสตร์ และพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป ประกอบกับการเสริมแรงทางบวก ส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและเชื่อมั่นในตนเองว่าจะสามารถพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ดีขึ้นได้

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มีทักษะทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังการทดลองสูงกว่าระหว่างเรียน และสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ผู้เรียนมีพัฒนาการทักษะทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเป็นลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 3 มีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

2.1 การที่ผู้วิจัยทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล จากการประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ทำให้ทราบจุดเด่นและจุดบกพร่องของทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยใช้ข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI โดยเฉพาะการเลือกภาระงานที่เป็นบริบทการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนและการกำหนด

แนวทางการประเมินระหว่างเรียนและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนทั้งภาพรวมและรายบุคคล ส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและเชื่อมั่นในตนเองว่าจะสามารถพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ดีขึ้นได้

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI มีการใช้ภาระงานปลายเปิดที่เป็นบริบทการเรียนรู้และเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนและเอื้อให้ผู้เรียนใช้เลือกใช้แนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย อีกทั้งประกอบกับเปิดโอกาสให้มีการนำเสนอและแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เลือกรวมถึงเหตุผลประกอบ ทำให้ผู้เรียนมองเห็นและเข้าใจถึงแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายสำหรับการแก้ไขกับภาระงานหนึ่ง ๆ ได้เห็นการให้เหตุผลของเพื่อน ๆ เพื่อสนับสนุนแนวคิด ประกอบผู้วิจัยใช้คำถามนำเพื่อให้สรุปแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงมีการให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างต่อเนื่องโดยชี้ให้เห็นถึงจุดที่ต้องปรับปรุงหรือพัฒนา ทำให้ผู้เรียนทราบพัฒนาการทักษะทางคณิตศาสตร์ของตนเองเป็นระยะ ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

3. ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบ CMI และความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียน อยู่ในระดับมากทั้งสองด้านและภาพรวมของทั้งสองด้านนั้น อาจมีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI สอดคล้องกับแนวการสอนที่เน้นการสืบสอบความรู้ (Inquiry approach) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI อย่างต่อเนื่อง มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนด้วยตนเองอย่างเป็นลำดับจากระดับความเข้าใจเบื้องต้นพัฒนาไปเป็นความเข้าใจที่ลึกซึ้งและเกิดเป็นความชำนาญ เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมายและด้วยความเข้าใจ เมื่อเกิดความเข้าใจที่ชัดเจน ส่งผลให้สามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้งานต่าง ๆ ได้จนเกิดเป็นความเชื่อมั่นในตนเอง

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ ดังนี้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิด CMI มีประเด็นที่ควรนำมาพิจารณา ได้แก่ 1.1 การเลือกภาระงานทางคณิตศาสตร์ ต้องเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของระดับที่จะพัฒนา ต้องสอดคล้องหรือแฝงความรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการจะสอน สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน เลือกวิธีการนำเสนอภาระงานให้น่าสนใจและจูงใจผู้เรียน 1.2 กระบวนการเรียนรู้เน้นการสืบเสาะความรู้ ซึ่งอาศัยทักษะการคิดพื้นฐาน เช่น การสังเกต การวิเคราะห์ การเชื่อมโยง การเปรียบเทียบ การใช้เหตุผล ดังนั้น หากผู้เรียนยังมีทักษะการคิดพื้นฐานเหล่านั้นไม่เพียงพอ ควรฝึกทักษะการคิดพื้นฐานเหล่านั้น หรือ อาจใช้การแนะนำเพื่อช่วยผู้เรียนในช่วงแรก ๆ เมื่อผู้เรียนเริ่มคิดและลงมือทำเองได้ ผู้สอนจึงค่อย ๆ ลดการแนะนำ

2. บทบาทผู้สอนตามกรอบแนวคิด CMI คือ เป็นผู้คอยแนะนำและอำนวยความสะดวก (facilitator) ในการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าการบอกหรืออธิบายความรู้และวิธีการให้ความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรง ผู้สอนควรอดทนรอหากผู้เรียนยังคิดไม่ได้ ซึ่งจะเกิดในช่วงแรก ๆ ของการทดลอง เมื่อดำเนินการทดลองไปสักระยะ ผู้เรียนจะเริ่มคิดได้ด้วยตนเอง และใช้เวลาไม่มากจนเกินไป

3. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทดลองกับผู้เรียนที่มีความเฉพาะ คือ นิสิตเอกคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้มีความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI เป็นไปอย่างราบรื่น หากครูและผู้ที่สนใจต้องการนำไปใช้กับผู้เรียนในบริบทอื่น ๆ จะต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียนทั้งความรู้พื้นฐาน ทักษะการคิด รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบ เพื่อที่จะได้จะเลือกภาระงานปลายเปิดและลักษณะกิจกรรมที่เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียนกลุ่มนั้น ๆ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ควรมีการวิจัยซ้ำกับผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษา เนื่องจากในงานวิจัยนี้ ผู้เรียนมีความเฉพาะเจาะจง คือ เป็นนิสิตครูศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์

2. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองและทำกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว จึงควรทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบกับผลการวิจัยที่ได้ว่าสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้หรือไม่

3. เนื่องจากในระหว่างทดลอง ได้พบหลักฐานการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จึงควรมีการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด CMI ที่ผู้วิจัยพัฒนา ไปทดลองและศึกษาผลการใช้ในด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือ พฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

พีชานิกา เพชรสังข์ (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ*

*การสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์).*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2556). *ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับการศึกษา  
ขั้นพื้นฐานปีการศึกษา 2556*. สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th>
- สิริวรรณ จันทร์กุล. (2554). *การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์ทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ  
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร  
ไม่ได้ตีพิมพ์)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุดารัตน์ ภิรมย์ราช. (2555). *ผลของการใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับ  
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถ  
ในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร  
ไม่ได้ตีพิมพ์)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- เสาวรัตน์ งามแก้ว. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบ  
แบบแนะแนวทางที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร  
ไม่ได้ตีพิมพ์)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- โสมรัตน์ ดาหลาย. (2551). *ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร  
ไม่ได้ตีพิมพ์)*.  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.  
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

### ภาษาอังกฤษ

- Glaze, A. R. (2006). *The nature and frequency of mathematical discussion  
during lesson study that implemented the CMI framework*  
(Master's thesis). Retrieved from <http://scholarsarchive.byu.edu/etd/737>
- Hilton, S. C., Hendrickson, S., & Bahr, D. (2010). *The comprehensive mathematics  
instruction (CMI) framework: A new lens for examining teaching and  
learning*. Paper presented at the Fourteenth Annual Conference of  
the Association of Mathematics Teacher Educators, January 30, 2010,  
Irvine, California.

- Hendrickson, S., Hilton, S. C., & Bahr, D. (2008). The comprehensive mathematics instruction (CMI) framework: A new lens for examining teaching and learning in the mathematics classroom. *Utah Mathematics Teacher*, Fall, 44-52.
- Mayer, R., E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition* (2nd ed.). New York: Freeman.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: Virginia.
- National Council of Teaching Mathematics. (1991). *Curriculum and evaluation standard for school mathematics*. Reston: Virginia.
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). New Jersey: Princeton University Press.
- Womack, S. A. (2011). *Measuring mathematics instruction in elementary classrooms: comprehensive mathematics instruction (CMI) observation protocol development and validation* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://scholarsarchive.byu.edu/etd/2905>

.....

ผู้เขียน

**อาจารย์ ดร. ไพโรจน์ น่วมนุ้ม** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330  
อีเมล: [pairoj\\_m@yahoo.com](mailto:pairoj_m@yahoo.com)

**หมายเหตุ:** บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย  
จากศูนย์นวัตกรรมการเรียนรู้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคปลาย ปีการศึกษา 2558