

การศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE  
THE STUDY OF MATHEMATICAL REASONING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA  
TWO STUDENTS ON PARALLEL LINE USING THE ORGANIZING MATHEMATICAL  
LEARNING ACTIVITY WITH THE IMPROVE METHOD

ผู้วิจัย ดร.ณรัตน์ แซ่จิว<sup>1</sup>

Darunrat Saejiew<sup>1</sup>

Corresponding author, e-mail: Darunrat27@gmail.com

ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์<sup>2</sup>

Chanisvara Lertamorpong<sup>2</sup>

ต๋องตา สมใจเพ็ง<sup>3</sup>

Tongta Somjaipeng<sup>3</sup>

Received: April 22, 2019

Revised: June 02, 2020

Accepted: June 06, 2020

### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธี IMPROVE และ 2) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรม  
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้วิธี IMPROVE กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย  
คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562  
จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากทั้งหมด 9 ห้องเรียน  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้วิธี IMPROVE จำนวน 11 แผน 2) แบบฝึกทักษะ  
และ 3) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย  
ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า

1) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งคิดเป็นจำนวนนักเรียนร้อยละ 75.55 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE เพิ่มเติมการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดในทุกขั้นตอนทำให้  
นักเรียนแสดงแนวคิดและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน

**คำสำคัญ:** การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์, IMPROVE

<sup>1</sup>ครู โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>3</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to study mathematical reasoning ability of mathayomsuksa two students on Parallel Line using the organizing mathematical learning activity with the IMPROVE method and 2) to study the organizing mathematical learning activity approaches for mathayomsuksa two students on Parallel Line with the IMPROVE method. The sample was 45mathayomsuksa two students of one classroom in the second semester of the academic year 2019 at Bodindecha (Sing Singhaseni) 2 School, Bangkok. The sample was selected by cluster random sampling from 9 classrooms. This research instruments were 11 lesson plans on Parallel Line with the IMPROVE method 2) exercises and 3) the mathematical reasoning test on Parallel Line. All collected data were analyzed through arithmetic mean, percentage, standard deviation, t-test, and content analysis.

The research findings revealed that the followings:

1) Mathematical reasoning ability of students were higher than 70 % at 0.05 level of significance (75.55 % of students).

2) The organizing learning activity approaches with the IMPROVE method by using additional questions that emphasized cognitive thinking at all stages allowed students to express concepts and give mathematical reasoning in their decisions systematically and clearly.

**Keyword:** Mathematical Reasoning, IMPROVE

## บทนำ

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคของสังคมแห่งการเรียนรู้ มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนร่วมในทุก ๆ การกระทำของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน และให้ความสำคัญกับข้อมูลความรู้และข่าวสารที่หลากหลาย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ผู้คนในศตวรรษนี้จึงไม่สามารถใช้ความรู้และทักษะบางอย่างในอดีตมาแก้ปัญหาในปัจจุบันได้ดี จึงจำเป็นต้องพัฒนาให้ผู้คนมีทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 และทรัพยากรมนุษย์ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อการพัฒนาองค์กรไปจนถึงการพัฒนาประเทศ การที่จะสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพขึ้นมาในสังคมได้นั้นหนึ่งในปัจจัยสำคัญก็คือ การศึกษานั้นเอง ดังนั้นการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ควรมีเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาคนในฐานะพลเมืองให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิตอย่างสมดุล

มีทักษะจำเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข มีภาวะผู้นำการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต กล่าวคือการศึกษาจึงไม่ใช่แค่กระบวนการถ่ายทอดความรู้ แต่คือการส่งเสริมทักษะพื้นฐานที่มนุษย์จำเป็นต้องมีและใช้กับนักเรียน ซึ่งอัมพร ม้าคอง (Aumporn Makanong, 2010, p.8) ได้กล่าวว่า ทักษะพื้นฐานที่มนุษย์จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิตเพื่อที่จะปรับตัวและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และเพื่อให้ได้งานที่สามารถหาเลี้ยงชีพได้ อันได้แก่ ทักษะชีวิต ทักษะการทำงาน และทักษะทางคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 คณิตศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา

ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Office of the Basic Education Commission, 2017, p.10) ซึ่งสอดคล้องกับ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (Chommanad Cheausuwantavee, 2018, p.1) ที่กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนามนุษย์ การศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์เพียงเพื่อการคิดคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับมนทัศน์ มีลักษณะเป็นสากลเป็นภาษาสัญลักษณ์ กำหนดสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีความเป็นเหตุเป็นผล คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ เกี่ยวข้องกับความคิด เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล และมีความเป็นศิลปะ ผีการคิดอย่างมีระบบระเบียบ ผีการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องให้เกิดกับผู้เรียนจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้และใช้งานคณิตศาสตร์ และการดำรงชีวิตของมนุษย์ สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคอง (Aumporn Makanong, 2010, p.48 - 49) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่ใช่เป็นเพียงเรื่องของการหาค่าความจริงที่เป็นจริงหรือเท็จแต่เป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตรมนุษย์ทุกคน และการให้เหตุผลในระดับที่มากหรือน้อยก็จะแตกต่างกัน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวผู้เรียนและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการทำงานหรือในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น เช่น การลำดับเหตุการณ์ให้เห็นภาพรวมจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ การหาตัวผู้กระทำผิดกฎหมายจากข้อมูลหรือหลักฐานที่รวบรวมได้ การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนควรดำเนินการไปพร้อมกับการสอนเนื้อหาความรู้ซึ่ง

สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2004, p.18) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม และระดับการให้เหตุผลควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน การให้เหตุผลควรจัดได้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอตั้งแต่อ่อนวัยอนุบาลจนระดับมหาวิทยาลัยซึ่งควรจะถูกฝึกให้ เกิดเป็นนิสัย อีกทั้งให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล และเวทปฏิบัติ อังกะภักทราจร (Vetcharuet Aungkanaphatkajorn, 2012, p.119-120) ได้กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลควรเริ่มจากการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล โดยครูจัดบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงผลของแนวคิดอย่างอิสระ มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหา และชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหาตามปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ ขวัญหทัย พิกุลทอง และชานิสวรา เลิศอมรพงษ์ (Kwanhatai Pikultong and Chanisvara Lertamompong, 2019, P.342-355) ที่กล่าวว่า บทบาทที่สำคัญมากของครูในยุคปัจจุบันนี้คือ ต้องไม่ละเลยกระบวนการคิดของนักเรียน ไม่มุ่งเน้นแต่ผลลัพธ์เพียงอย่างเดียว

จากความสำคัญและแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในขณะเรียน หรือทำแบบฝึกทักษะ และครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอเหตุผลสำหรับการคิดอย่างต่อเนื่อง และผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้คิดและให้เหตุผลสนับสนุนความคิดของตนเอง ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่เน้นการรู้คิดจากเนื้อหาความรู้ใหม่และนำความรู้ไปใช้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ในเนื้อหาสาระที่เรียน วิธี IMPROVE มีหลักการ

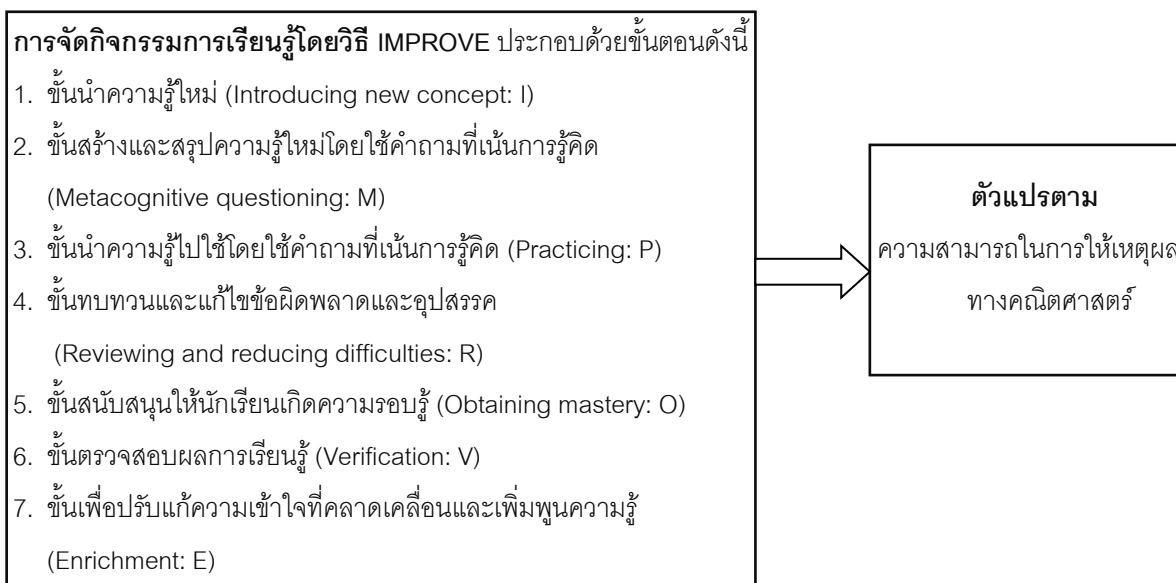
ที่สำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก ให้นักเรียนสร้าง องค์ความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเอง โดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิดในการสร้างองค์ความรู้ ประการที่สอง ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการแก้ปัญหาร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และประการที่สาม ให้นักเรียนตรวจสอบข้อผิดพลาดจากการเรียนรู้และการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนทราบข้อผิดพลาดในการเรียนรู้และสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขจากการเรียนรู้ (Mevarech & Kramarski, 1977, p.365-394) จากหลักการที่สำคัญ 3 ประการ นำไปสู่ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้่นนำความรู้ใหม่ (Introducing new concept: I) ขั้นที่ 2 ขั้่นสร้างและสรุปความรู้ใหม่โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Metacognitive questioning: M) ขั้นที่ 3 ขั้่นนำความรู้ไปใช้โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Practicing: P) ขั้นที่ 4 ขั้่นทบทวนและแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรค (Reviewing and reducing difficulties: R) ขั้นที่ 5 ขั้่นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ (Obtaining mastery: O) ขั้นที่ 6 ขั้่นตรวจสอบผลการเรียนรู้ (Verification: V) ขั้นที่ 7 ขั้่นปรับแก้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและเพิ่มพูนความรู้ (Enrichment: E) ดังนั้นรูปแบบการสอนโดยวิธี IMPROVE เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในเนื้อหา โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง นำความรู้ไปใช้โดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด

ผู้วิจัยจึงเห็นว่า วิธี IMPROVE เป็นวิธีสอนที่ควรนำมาพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิตที่มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในการสร้างสิ่งต่าง ๆ เช่น การสร้างเส้นบรรทัดในสมุด การตกแต่งอาคาร บ้านพักที่ใช้แนวคิดเรื่องเส้นขนาน ได้แก่ การวางแนวปูกระเบื้อง การสร้างราวบันได เป็นต้น รวมถึงการเรียนรู้เรื่องเส้นขนานเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการฝึกคิดอย่างเป็นเหตุผลทั้งในด้านการหาขนาดของมุม และการพิสูจน์ต่าง ๆ นั่นคือนักเรียนควรเรียนรู้สมบัติของ

เส้นขนานพร้อมทั้งฝึกความสามารถในการให้เหตุผลเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและเป็นพื้นฐานในการเรียนสาระเรขาคณิตในระดับสูงต่อไป

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ให้กับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE
2. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนานโดยใช้วิธี IMPROVE

## วิธีดำเนินการวิจัย

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ จังหวัดกรุงเทพฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 2 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 405 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ จังหวัดกรุงเทพฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 2 โดยได้ จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน

จากทั้งหมด 9 ห้อง ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน นักเรียนแต่ละห้องจัดแบบคละความสามารถ

## ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวจัดกระทำ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้วิธี IMPROVE

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

## วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

## ขั้นก่อนการทดลอง

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยจากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ประสานขอความร่วมมือในการกำหนดตารางสอนและขอบเขตเนื้อหาที่ใช้กระบวนการเรียนการสอนกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. ผู้วิจัยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ ใบบงาน ใบกิจกรรม สื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอน

### ขั้นระหว่างการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการ เรียนรู้ ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธี IMPROVE จำนวน 11 คาบ คาบละ 50 นาที ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 27 พฤศจิกายน 2562 ถึงวันที่ 25 ธันวาคม 2562

2. ในระหว่างการเรียนการสอนผู้วิจัยเก็บข้อมูล จากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ จากการตรวจใบ กิจกรรม ใบกิจกรรมชวนคิด แบบทดสอบย่อยหลังเรียน เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์

### ขั้นหลังการทดลอง

1. เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการ เรียนรู้ ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ มาทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้เวลา 50 นาที

2. นำผลการทดสอบหลังเรียนจากแบบวัดความ สามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธี IMPROVE จำนวน 11 แผน การจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยดำเนินการ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจความสอดคล้องของ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

2. แบบฝึกทักษะ เรื่อง เส้นขนาน โดยผู้วิจัย ดำเนินการให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจความสอดคล้อง ของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการ เรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

3. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็น แบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ โดยผู้วิจัยดำเนินการ ให้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผลจาก แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบจากแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง เส้นขนาน หลังเรียน กับเกณฑ์ 70% โดยใช้ One sample t-test แล้วนำเสนอ ในรูปตารางประกอบคำบรรยาย และจำแนกจำนวนนักเรียน ตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการนำคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการ ให้เหตุผลเทียบกับเกณฑ์ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ช่วงคะแนน (ร้อยละ)	ระดับ	เกณฑ์
80-100	4	ดีมาก
60-79	3	ดี
40-59	2	พอใช้
20-39	1	อ่อน
0-19	0	ควรปรับปรุง

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูล จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ข้อมูลจากการ อ่านคำตอบของนักเรียนจากการตรวจแบบฝึกทักษะและ ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ นำมาใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อนำ ข้อมูลไปสะท้อนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้ วิธี IMPROVE

## สรุปผลการวิจัย

1. ผลการประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ดำเนินการสอนกับนักเรียน เมื่อสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ผลเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนที่ได้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการให้สถิติที่แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้วิธี IMPROVE

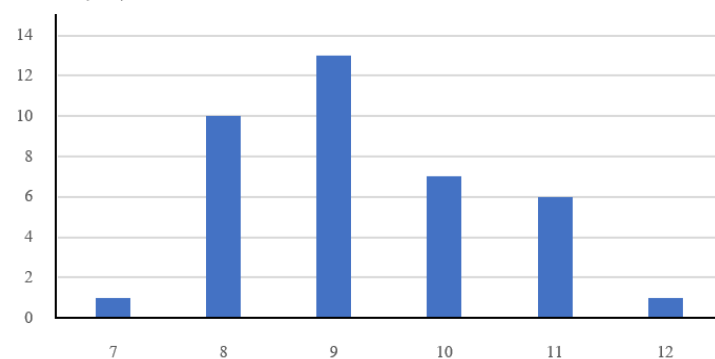
ของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (คะแนนเต็ม 12 คะแนน ร้อยละ 70 คิดเป็น 8.40 คะแนน)

ตัวแปรที่ศึกษา	คะแนน สูงสุด	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t
ความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์	12	7	9.69	1.474	5.864*

\* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 9.69 คะแนน ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.474 มีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 12 คะแนน และคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 7 คะแนน

จำนวน(คน)



คะแนนทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(คะแนน)

ภาพที่ 2 กราฟแสดงคะแนนทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

จากกราฟแสดงคะแนนทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนเรียนคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 70% (คะแนนเต็ม 12 คะแนน ร้อยละ 70 คิดเป็น 8.40 คะแนน) จำนวน 34 คนซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.55 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด 45 คน

สำหรับการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนที่ได้กับเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อจำแนกจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจำแนกนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ระดับ	ช่วงคะแนน(ร้อยละ)	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ดีมาก	80-100	21	46.67
ดี	60-79	23	51.11
พอใช้	40-59	1	2.22
รวม		45	100.00

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 46.67 เกณฑ์ดี คิดเป็นร้อยละ 51.11 และเกณฑ์พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 2.22 และไม่มีนักเรียนคนใดที่ได้เกณฑ์อ่อน เกณฑ์ปรับปรุง จะเห็นว่าจำนวนนักเรียนที่มีผลการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้เกณฑ์ดีมากที่สุด รองลงมาคือ เกณฑ์ดีมาก และเกณฑ์พอใช้ ตามลำดับ

2. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้วิธี IMPROVE มีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนตาม 7 ขั้นตอนของ IMPROVE และได้ใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ อีกทั้งมีใบกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนสำรวจข้อมูล เพื่อสรุปเป็นทฤษฎีบทของเส้นขนาน และใบกิจกรรมชวนคิดที่มีลักษณะที่ท้าทายและซับซ้อน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในเรื่อง เส้นขนาน โดยการทำใบกิจกรรมและใบกิจกรรมชวนคิด มีการให้นักเรียนจับกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ผลการใช้วิธี IMPROVE พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE ทำให้นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการตัดสินใจ การสรุปผลได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน อีกทั้งนักเรียนมีความรอบรู้ในเรื่อง เส้นขนาน โดยผู้เรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 9.69 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.75 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (คะแนนเต็ม 12 คะแนน ร้อยละ 70 คิดเป็น 8.40 คะแนน) จำนวน 34 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.55 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

### อภิปรายผล

1. การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากคะแนนทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 9.69 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 46.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (คะแนนเต็ม 12 คะแนน ร้อยละ 70 คิดเป็น 8.40 คะแนน) จำนวน 34 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.55 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในเนื้อหา โดยนักเรียนเป็นผู้สร้าง

ความรู้ด้วยตนเอง นำความรู้ไปใช้โดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด ผู้สอนควรใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนแสดงเหตุผล เช่น ทำไม เพราะอะไร รู้ได้อย่างไร ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนไป จะเกิดอะไรขึ้น ซึ่งคำถามเหล่านี้ใช้ได้ทั้งในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ และการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ การอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้เหตุผลในการแสดง การค้นหาคำตอบและแก้ปัญหา ซึ่งมีผู้สอนตรวจสอบข้อผิดพลาดจากการเรียนรู้และให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้ นักเรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ผู้สอนสามารถตั้งคำถามให้ผู้เรียนใช้เหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง และไม่ควรถามถึงเฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล เพื่อจะได้ทราบว่าเหตุใดผู้เรียนจึงให้เหตุผลเช่นนั้น การให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียน



ได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของผู้เรียน และสิ่งที่สำคัญคือผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจตาม ถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอก หรือตามหนังสือที่เขียนไว้ National Council of Teachers of Mathematics NCTM (1991, p.49) นักการศึกษา คณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้แนวคิดว่าการที่ผู้เรียนได้ คำตอบถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อผู้เรียนได้คำตอบ ถูกต้องแล้ว ผู้สอนอาจไม่ได้ให้โอกาสผู้เรียนแสดงผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่ทราบเหตุผลว่าที่ผิดนั้นผิดอย่างไร ดังนั้น สิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบถูกต้องแต่เหตุผลผิดคือการได้ คำตอบที่ผิด และสามารถค้นพบอย่างเป็นเหตุเป็นผลว่า อะไรผิดและผิดเพราะเหตุใด ส่งผลให้นักเรียนมีความ เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และมีความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ ผู้วิจัยกำหนดไว้ และสอดคล้องผลการวิจัยของ Mevarech and Fridkin (2006, p. 85-97) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การฝึกการรู้คิดหรือวิธี IMPROVE ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การฝึกการรู้คิด หรือวิธี IMPROVE มีความรู้และความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธี แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวรรณีย์ เสาร์ทอง (Suwannee Saothong, 2015) ได้ศึกษาผลของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ IMPROVE ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถ ในการให้เหตุผลในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการ IMPROVE ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถ ในการให้เหตุผลในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณิภา เรียบเรียง (Wannipa Reabrieng, 2018) การศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทาง

คณิตศาสตร์เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวิธี IMPROVE ผลการวิจัย พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวิธี IMPROVE หลังเรียนสูง กว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้ วิธี IMPROVE เป็นวิธีการสอนที่เน้นการรู้คิดจากเนื้อหา ความรู้ใหม่และนำความรู้ไปใช้ ส่งผลให้นักเรียนเกิด ความรอบรู้ในเนื้อหาสาระที่เรียน วิธี IMPROVE มีหลักการ ที่สำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก ให้นักเรียนสร้างองค์ ความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเอง โดยอาศัยคำถามที่ เน้นการรู้คิดในการสร้างองค์ความรู้ ประการที่สอง ให้นักเรียน สร้างองค์ความรู้ผ่านการแก้ปัญหาร่วมกันระหว่างครูกับ นักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และประการที่ สาม ให้นักเรียนตรวจสอบข้อผิดพลาดจากการเรียนรู้และ การให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนทราบ ข้อผิดพลาดในการเรียนรู้และสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขจาก การเรียนรู้ Mevarech and Kramarski (1977, p.365-394) จากหลักการสำคัญทั้ง 3 ประการดังกล่าวนำไปสู่ขั้นตอน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ซึ่งมีขั้น ทั้งหมด 7 ขั้น ดังนี้

1. ชี้นำความรู้ใหม่ (Introducing new concept: I) ครูนำเสนอความรู้ใหม่ให้กับนักเรียน ซึ่งรูปแบบของ การเสนอความรู้ใหม่จะอยู่ในรูป ใบกิจกรรม ตัวอย่าง คำถาม ข้อสังเกตการณ์ เป็นต้น โดยครูใช้คำถามที่เน้น การรู้คิดเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม สนใจ ที่จะเรียนรู้หรือให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตั้งประเด็นคำถาม พร้อมทั้งให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ต่าง ๆ เช่น การถาม นักเรียนว่าผลรวมของขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกัน ของเส้นตัดกับเส้นตรงสองเส้นขนานกันและไม่ขนานกัน เป็นอย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้คำตอบได้แต่ นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ

คำตอบได้ หรืออาจจะได้แต่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งการนำเสนอความรู้ใหม่ในลักษณะนี้ เป็นการกระตุ้น หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย อยากรู้ อยากเห็นอย่างต่อเนื่องซึ่งสอดคล้องกับ นพดล กองศิลป์ (Noppadok Kongsilp, 2018, p.22) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงเพื่อทำให้ผู้เรียนเห็นภาพและเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกไปกับการเรียนการสอนเพราะได้สัมผัสกับเครื่องมือและอุปกรณ์จริงจึงทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย และเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น และจากการที่นักเรียนทำใบกิจกรรม ในลักษณะที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างเส้นตรงที่ขนานกันและไม่ได้เรียนรู้อีกจากการสร้างเส้นตรงที่ขนานกันพร้อมทั้งสร้างเส้นตัด อีกทั้งสำรวจผลรวมของขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดกับเส้นตรงสองเส้นขนานกันและไม่ได้ขนานกันเป็นอย่างไร โดยใช้ครึ่งวงกลมในการวัดขนาดของมุม จากนั้นให้นักเรียนจดบันทึก และให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง สามารถแสดงการพิสูจน์สมบัติของเส้นขนาน พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

2. ขั้นสร้างและสรุปความรู้ใหม่โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Metacognitive questioning: M) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำความรู้ใหม่จากขั้นที่ 1 มาสร้างและสรุปความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูจะใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสรุปความรู้ใหม่ จากนั้นให้นักเรียนจดบันทึกความรู้ลงในใบกิจกรรม ทำให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด ซึ่งสอดคล้องกับ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (Chommanad Cheausuwantavee, 1999, p.7) ที่ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ว่าควรเน้นการศึกษาและเข้าใจเหตุผล โดยใช้ยุทธวิธีการสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้และค้นพบด้วยตนเอง และควรใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและค้นพบหลักเกณฑ์ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดผลและประเมินผลใบกิจกรรมของตนเองและใบ

กิจกรรมของนักเรียนคนอื่น รวมทั้งผู้วิจัยจะเป็นผู้ตรวจความถูกต้องของผลงานใบกิจกรรม แล้วคืนให้นักเรียนและนำข้อบกพร่องมาอธิบายเพื่อปรับแก้ข้อบกพร่อง ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (Chaiwat Sutthirath, 2016, p.6) ที่กล่าวว่า คำถามนั้นมีความสำคัญมากในการพัฒนาผู้เรียนโดยคำถามจะช่วยให้ครูได้สำรวจความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแง่มุมการคิดมากขึ้น และเมื่อมีการอภิปรายจะนำไปสู่ความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ รวมทั้งคำถามจะช่วยให้การประเมินผลการเรียนของผู้เรียนและการสอนของครูอีกด้วย

3. ขั้นนำความรู้ไปใช้โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Practicing: P) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้สรุปไว้ในขั้นที่ 2 นำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย โดยมีคำถามที่เน้นการรู้คิด เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยการให้นักเรียนบรรยายแสดงความคิดเห็น วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และนำข้อมูลไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ ส่งผลให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการค้นหาคำตอบ เพราะนักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ใหม่ไปใช้ด้วยตนเอง ซึ่งตรงกับข้อเสนอแนะของสภาครูแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา National Council of Teachers of Mathematics (2000, p.29) ที่เสนอว่าการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการให้เหตุผลนั้น ควรให้ผู้เรียนได้ฝึกพูดอภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นและยืนยันวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง รู้จักคาดการณ์หรือคาดเดาคำตอบและการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไปได้อย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือทำตัวอย่างด้วยตนเอง และให้นักเรียนอธิบายวิธีคิดในลักษณะของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบแนวคิดนั้น ซึ่งสอดคล้องกับ บุญเลี้ยง ทุมทอง (Boonleang Thumthong, 2011, p.28) หลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ คือ สอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกทบทวนบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กรมวิชาการ

4. ขั้นทบทวนและแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรค (Reviewing and reducing difficulties: R) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนตรวจสอบข้อผิดพลาดจากการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในขั้นที่ 3 โดยครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรค ทำให้ครูได้มีโอกาสสังเกตผลการเรียนรู้ขณะเรียน และนักเรียนได้รับความรู้ที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพรทิพย์คง (Siriporn Thipkong, 2002, p.25) ที่กล่าวว่า การประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยนักเรียนในระหว่างการเรียน ข้อมูลที่ได้จะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อ 1) ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นระยะ ๆ ว่านักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด ถ้าพบว่านักเรียนไม่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นครูผู้สอนจะได้หาทางแก้ไขได้ทันเวลาที่ และ 2) ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ถ้าพบว่านักเรียนไม่เข้าใจบทเรียนใดก็จะได้จัดให้เรียนซ้ำหรือนักเรียนเรียนรู้บทใดได้เร็วกว่าที่กำหนดก็จะได้ปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของนักเรียนแต่ละคนด้วยซึ่งสอดคล้องกับ ชานนท์ จันทรา (Chanon Chuntra, 2012, p.11) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เร้าที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร” “ใครมีวิธีการนอกเหนือไปจากนี้บ้าง” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีการที่เพื่อนเสนอ” การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนได้มีโอกาสดอกเปลี่ยน

เรียนรู้และได้แสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถใช้คำตอบของผู้เรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและพัฒนาด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อีกด้วย

5. ขั้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ (Obtaining mastery: O) เป็นขั้นที่ครูสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรอบรู้โดยการใช้กิจกรรมชวนคิด ที่มีความยาก ทำทายและซับซ้อน มีหลากหลายวิธีในการค้นหาคำตอบ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้ประสบการณ์และความรู้ ความเข้าใจ รวมทั้งการคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์มาช่วยแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนมีความรอบรู้ในเรื่อง เส้นขนาน เช่น สมบัติการถ่ายทอดของเส้นขนาน การนำสมบัติของเส้นขนานไปใช้ในการพิสูจน์ ผลบวกของมุมภายในรูปหลายเหลี่ยม ผลบวกของมุมภายนอกของรูปหลายเหลี่ยม และครูให้ความช่วยเหลือในการเชื่อมโยงข้อมูลและความคิดใหม่ ๆ เข้ากับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ทำให้นักเรียนสามารถเขียนแสดงคำตอบพร้อมให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012, p.144-145) ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การตั้งคำถามเป็นกลวิธีสำคัญที่จะช่วยพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน เพราะการตั้งคำถามจะช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดในการตอบคำถาม นักเรียนอาจต้องใช้การคิดในลักษณะของการสังเกต การจำแนก การเปรียบเทียบ การเชื่อมโยง การวิเคราะห์ การสร้างกรณีทั่วไป การสร้างข้อความคาดการณ์และการประเมิน การอนุมาน การร่องเหตุผลสนับสนุน รวมถึงการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับ บุญเลี้ยง ทุมทอง (Boonleang Thumthong, 2011, p.67) ได้กล่าวถึงทักษะการสอนคณิตศาสตร์ โดยการยกตัวอย่างซึ่งเป็นเทคนิคที่ครูใช้มากในการสอนคณิตศาสตร์แต่ละคาบ และตัวอย่างที่ใช้ควรแตกต่างจากที่ผู้เรียนคุ้นเคย หรือแปลกไปจากที่ผู้เรียนเคยเห็น เป็นตัวอย่างที่ทำทนายให้

ผู้เรียนนำไปคิดต่อหรือแก้ปัญหา ซึ่งการเรียนรู้ในชั้นนี้ ผู้วิจัยได้สอนให้ผู้เรียนรู้จักถ่ายโอนสิ่งที่เรียนรู้และประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ในบริบทที่สำคัญและหลากหลาย

6. ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้ (Verification: V) เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบความเข้าใจในกิจกรรมชวนคิดจากขั้นที่ 5 โดยการสังเกตใบงาน การคำถามตอบจากการสุ่มนักเรียนจำนวน 3 ถึง 4 คน เพื่อตอบคำถามคนละหนึ่งคำถาม การทำแบบทดสอบย่อยหลังจากทำกิจกรรมชวนคิดเพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้และความเข้าใจจากวิธีการตรวจสอบผลการเรียนรู้ที่กล่าวมา ทำให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องของตนเองจากการทำกิจกรรมชวนคิด อีกทั้งครูได้ทราบข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นการวัดผลการเรียนรู้ขณะเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์คง (Siriporn Thipkong, 2002, p.45) การตอบคำถามเป็นการให้โอกาสนักเรียนสื่อสารคำตอบของตนเองพร้อมทั้งครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฟังและทำความเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาคำตอบของเพื่อน ซึ่งเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนทั้งชั้นได้แบ่งปันความคิดของตนเองและเพื่อน โดยอาจมีทั้งคำตอบที่ถูกและผิด และในขั้นนี้หากนักเรียนตอบผิดนักเรียนจะได้ทราบว่าข้อผิดพลาดของตนคืออะไร ทำให้นักเรียนประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้

7. ขั้นปรับแก้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและเพิ่มพูนความรู้ (Enrichment: E) เป็นขั้นที่ครูให้ความช่วยเหลือกับนักเรียนที่มีข้อบกพร่องจากการทำกิจกรรมชวนคิดที่มีความท้าทายและซับซ้อน โดยใช้การถามตอบ ประกอบการอธิบาย และยกตัวอย่างเพิ่มเติม มีการอ้างสมบัติของเส้นขนาน หรือให้ทำแบบฝึกหัด จากนั้นนักเรียนนำความรู้ที่ได้รับจากการบอกรับกลับจากครูไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่ดีขึ้นและเกิดความรู้รอบรู้ในเรื่อง เส้นขนาน ที่เรียน ส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนและมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (Department of Academic Affairs, 2002, p.199) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะและ

กระบวนการด้านการให้เหตุผลว่า การให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้น สามารถสอดแทรกในการเรียนเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้ โดยเสนอหลักไว้ว่า ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้ว” “ผู้เรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า “ไม่ถูกต้อง” แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (open-ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือเหตุผลที่แตกต่างกันได้

จาก 7 ขั้นตอนดังกล่าว มีการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด ในการพิจารณาตัวอย่าง เพื่อแนะความคิดของนักเรียนในการให้เหตุผลสำหรับการเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบคำตอบได้ และเน้นการตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและการให้ข้อมูลบอกรับกลับเพื่อให้นักเรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนและเกิดความรู้รอบรู้

ดังนั้น จากการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ที่ได้กล่าวมาทั้งหมด พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอน มีการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั้น เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงความรู้และอ้างอิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ อย่าง เช่น ทฤษฎีบท สมบัติ และใช้คำถามในการตรวจสอบความรู้ของนักเรียน โดยครูจะให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ซึ่งถือว่าการประเมินนักเรียนขณะเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรมที่มีลักษณะให้นักเรียนสำรวจจากข้อมูลส่วนย่อย ๆ ใช้การสังเกตเก็บข้อมูลและในเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการสรุปความรู้จนเป็นทฤษฎีบทของเส้นขนาน สมบัติของรูปสามเหลี่ยม และส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองหลังจากที่นักเรียนสรุปความรู้ด้วยตนเอง โดยจะมีคำถามที่เน้นการรู้คิดช่วยกำกับความคิดของนักเรียน และคอยส่งเสริมให้นักเรียนให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมีกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ โดยให้นักเรียนใช้ประสบการณ์และความรู้ ความเข้าใจ รวมทั้งการคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์มาช่วยแก้ปัญหาใหม่ ๆ และปัญหาที่หลากหลาย กิจกรรมอาจจะทำเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำเสนอแนวคิดหรืออธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบแนวคิดนั้น และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูต้องฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์บ่อย ๆ เช่น ระหว่างการถามตอบในชั้นเรียน ครูไม่ควรพิจารณาเฉพาะคำตอบของนักเรียนว่าถูกหรือไม่เท่านั้น ครูต้องใช้คำถาม ถามต่อเพื่อให้นักเรียนอธิบายให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ครูก็ควรให้อธิบายด้วยการพูด เพื่อครูจะได้ถือโอกาสเสริมคำพูดให้สมบูรณ์ชัดเจน หรือขยายใจหายปัญหาให้นักเรียนได้ติดต่อได้อีก

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผลการวิจัย การศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ครูสามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE เรื่อง เส้นขนาน ไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดและอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการตัดสินใจ การสรุปผลได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน ทั้งนี้เพราะการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดทำให้กระตุ้นความคิดของนักเรียน อีกทั้งครูเน้นการตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้นักเรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ส่งช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนและเกิดความรอบรู้

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE ครูต้องใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดให้กับนักเรียน ดังนั้นครูควรเตรียมคำถามที่หลากหลาย เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสร้างความรู้ และใช้คำถามในการตรวจสอบข้อผิดพลาดจากการเรียนรู้

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE จะเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในเรื่องเส้นขนาน โดยการใช้กิจกรรมชวนคิด ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมชวนคิดที่ทำท้าทายความสามารถของนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด และแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการค้นหาคำตอบ

4. การวัดผลและการประเมินผล ครูควรเน้นการประเมินผลตามสภาพจริง ที่ครอบคลุมการทดสอบการนำเสนอผลงานในชั้นเรียน การอภิปรายในชั้นเรียน

หรือการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อตรวจสอบผู้เรียนถึงการบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ และให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน และครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนทราบถึงข้อผิดพลาดในการเรียนรู้และสามารถปรับแก้ได้ถูกต้องและตรงจุด

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด เพราะในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด

ในทุกขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ซึ่งอาจจะให้ข้อค้นพบในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเพิ่มมากขึ้น

2. ควรทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการสื่อสาร เพราะในการวิจัยครั้งนี้ขณะที่ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ใช้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนได้ตอบคำถามโดยมีการอธิบายประกอบแนวคิดนั้น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือแนวทางการค้นหาคำถามตอบระหว่างเพื่อนและครูได้ดีขึ้น

### บรรณานุกรม

- Aumporn Makanong. (2010). *Mathematical skills and processes: Development for development*. Bangkok: Chulalongkorn University printing house. (In Thai)
- Boonleang Thumthong. (2011). *Mathematical learning research*. Mahasarakham: Mahasarakham University printing house. (In Thai)
- Chaiwat Sutthirat. (2016). *Techniques for using thinking questions*. Bangkok: vprint (1991) Company Limited. (In Thai)
- Chanon Chuntra. (2012). *Assessment in mathematics mathematics class: From concept to practice*. Bangkok: R&N Print Company Limited. (In Thai)
- Chommanad Cheausuwantavee. (2018). *Mathematics Instruction*. Bangkok: Chulalongkorn University printing house. (In Thai)
- \_\_\_\_\_. (1999). *Mathematics teaching*. Bangkok: Faculty of Education Srinakharinwirot University. (In Thai)
- Department of Academic Affairs. (2002). *Learning guide for learning mathematics*. Bangkok: Organization for the Delivery of Goods and Parcels printing house. (In Thai)
- Kwanhatai Pikultong and Chanisvara Lertamompong. (2019). *MODEL ELICITING ACTIVITIES (MEAS): MATHEMATICAL LEARNING MANAGEMENT TO DEVELOP PROBLEM-SOLVING ABILITY FOR THAI STUDENTS IN EDUCATION 4.0 JOURNAL OF EDUCATION NARESUAN UNIVERSITY, 21(3), 342-355*. (In Thai) [https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal\\_nu/article/view/86139](https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/86139)
- Mevarech, Z. and Fridkin, S. (2006). *The Effect of IMPROVE on Mathematical Knowledge, Mathematical Reasoning and Meta-Cognition*. *Metacognition and Learning*. Vol. 1, Issue 1, pp. 85-97. DOI: 10.1007/s11409-006-6584-x
- Mevarech, Z. R. and Kramarski, B. (1997). *IMPROVE: A Multidimensional Method for Teaching Mathematics in Heterogeneous Classrooms*. *American Educational Research Journal*. Vol. 34, Issue 2, pp. 365-394 DOI: 10.3102/00028312034002365

- Ministry of Education. (2008). *Basic Education Core Curriculum A.D. 2008*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Printing. (In Thai)
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- \_\_\_\_\_. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics* (Vol. 1): National Council of Teachers of Mathematics.
- Noppadok Kongsilp. (2018). *Teaching mathematics in the 21st century*. Pathum Thani: Pimpijit Printing. (In Thai)
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Learning standards and indicators of mathematics, science and geography in the subject of social studies, religion and culture (revised edition 2017) according to the core curriculum of basic education 2008*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Printing. (In Thai)
- Siriporn Thipkong. (2002). *Curriculum and Teaching Mathematics*. Bangkok: Institute of Academic Development. (In Thai)
- \_\_\_\_\_. (2015). *Misconceptions Correct mathematical knowledge*. Bangkok: Institute of Academic Development. (In Thai)
- Somwong Plangprasobchok. (2001). *Reasoning*. 4th edition. Bangkok: Learn and Play MATHGROUP. (In Thai)
- Supalak Crutkong. (2014). *Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Using IMPROVE Method and Journal Writing on Mathematical Knowledge and Connection Abilities of Eighth Grade Students (Master's thesis)*. Chulalongkorn University. (In Thai)
- Suwannee Saothong. (2015). *Effects of Organizing Learning Activity Using IMPROVE Process with Creative Problem Solving Process on Reasoning Ability in Mathematical Problem Solving on Properties of Exponents (Master's thesis)*. Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani. (In Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Professional math teacher The road to success*. Bangkok: 3Q Media Company Limited. (In Thai)
- \_\_\_\_\_. (2004). *Reasoning in mathematics at the level of Primary education according to the core curriculum of basic education, 2001*. Bangkok: S.P.N. Printing Company. (In Thai)
- Vetcharuet Aungkanaphatkajorn. (2012). *Complete with things you should know for math teachers: Teaching and Research Courses*. Bangkok: Charansanitwong Printing. (In Thai)
- Wannipa Reabrieng. (2018). *A Study of Mathematical Problem Solving Ability and Reasoning Mathematical Ability on the Topic of Probability by Organizing Learning Activities using IMPROVE Method of Mathayomsuksa 3 Students*. RMUTI JOURNAL Humanities and Social Sciences, 5(2), 72-85. (In Thai)  
[https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RMUTI\\_SS/article/view/189540/132723](https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RMUTI_SS/article/view/189540/132723)