

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อมโนทัศน์
และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

The effects of Inductive Learning Management with Higher-order
Questions on Mathematical Concept and Reasoning Ability
of Parallel Lines for Mathayomsuksa 2 Students

(Received: June 25, 2021; Revised: August 17, 2021; Accepted: October 27, 2021)

มนฤทัย สุจริต¹

Monruethai Sujarit¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดหลังการทดลองครั้งเดียว โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านมาบกรุด จังหวัดชลบุรี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ใช้เวลาในการดำเนินการ วิจัยจำนวน 15 ชั่วโมง โดยดำเนินการสอน 13 ชั่วโมง และเป็นการทดสอบ 2 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ที่มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.79 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างเดียว ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Faculty of Education, Burapha University

e-mail: miimon_ms@hotmail.co.th

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย คำถามระดับสูง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เส้นขนาน

Abstract

The purposes of this research were to compare the student's mathematical concept and reasoning ability of parallel lines for mathayomsuksa 2 students after using inductive learning management with higher-order questions with 70 percent criterion. The design of research was one-group posttest-only design. The subjects of this study were 24 mathayomsuksa 2 student in the second semester of the 2020 academic year at Banmabkrood School in Chonburi. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 15 hours, 13 hours for teaching and 2 hours for posttest. The instruments used in study were 9 lesson plans, mathematical concept test with reliability of 0.77, and mathematical reasoning ability of parallel lines test with reliability of 0.79. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation and t-test for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematical concept of parallel lines for mathayomsuksa 2 students after using inductive learning management with higher-order questions was statistically higher than the 70 percent criterion at the .05 level.

2. The mathematical reasoning ability of parallel lines for mathayomsuksa 2 students after using inductive learning management with higher-order questions was statistically higher than the 70 percent criterion at the .05 level.

Keywords: Inductive learning management, Higher-order questions, Mathematical concept, Mathematical Reasoning, Parallel

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตและการพัฒนาการคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ แบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และทำให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 : 1)

จากผลการประเมิน PISA ในปี 2012, 2015 และ 2018 ของประเทศไทย พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความรู้และทักษะคณิตศาสตร์เท่ากับ 427, 415 และ 419 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งผลคะแนนเฉลี่ย ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/>, 2563) และจากผลการประเมิน TIMSS เมื่อ จำแนกตามเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยเรื่องเรขาคณิตเท่ากับ 429 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านการใช้เหตุผลเท่ากับ 436 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน คือ 500 คะแนนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, https://drive.google.com/file/d/19xvsLP_b_LN8q6wkzX9hVlvV_TS4hyuGa/view, 2563) จากผลการประเมิน PISA และ TIMSS ชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนมีความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ ซึ่งปัญหาหนึ่ง คือ นักเรียนไม่สามารถแสดงหรืออ้างอิง เหตุผลได้ นอกจากนี้ ผลการทดสอบ O-NET สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560, 2561 และ 2562 กลุ่มโรงเรียนในสหวิทยาเขตบ้านบึง 1 จังหวัดชลบุรี ที่เป็นโรงเรียน ขยายโอกาส จำนวน 4 โรงเรียน เมื่อพิจารณาในสาระที่ 3 เรขาคณิต พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 22.82, 39.43 และ 22.66 ตามลำดับ จะเห็นว่า คะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มต่ำลง และยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ นั่นคือ 27.27, 42.78 และ 26.93 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2562.pdf, 2563) สอดคล้องกับ การสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนในสหวิทยาเขตบ้านบึง 1 จังหวัดชลบุรี ที่กล่าวว่า หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งเป็นเนื้อหาหนึ่งที่ถูกประเมินในการทดสอบ O-NET นักเรียน ได้คะแนนต่ำที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 21.50 (ณัฐรัตน์ พุทธิรักษ์, สัมภาษณ์, 2563)

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจทั้งในเรื่องของมโนทัศน์ เรื่อง เส้นขนาน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เกิดจากการที่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผิด

ได้ง่าย หรืออาจจะเข้าใจไม่ตรงกันได้ (สุวัฒนา เอี่ยมอพรพรรณ, 2549 : 33-36) และการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มักเริ่มที่ครูสอนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม แล้วให้ตัวอย่างที่ครูทำให้อ่าน และนักเรียนช่วยกันทำ ตัวอย่างที่นักเรียนทำเอง ตามด้วยการสรุปบทเรียน การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และจบลงที่การบ้าน ซึ่งการทำขั้นตอนเหล่านี้ใช้เวลาไม่น้อย ทำให้การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพิ่มอีกคงเป็นไปได้ยาก (อัมพร ม้าคนอง, 2553 : 197) จะเห็นว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอนของครูถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อผู้เรียน จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบอุปนัยเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ แนวคิด หรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ (ทศนา แหมมณี, 2555 : 2) อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยยังมีข้อจำกัดคือ เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง และใช้กระบวนการคิด หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิดอาจทำให้เกิดผลที่ต้องการ (ทศนา แหมมณี, 2555 : 342) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำคำถามระดับสูงเข้ามาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือได้เรียนมาแล้ว เนื่องจากคำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้สติปัญญาสูงขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดในระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ หรือเรียกว่า คำถามที่ต้องการทดสอบความคิด เพื่อช่วยในการสรุปหาคำตอบ ซึ่งการใช้คำถามระดับสูงนั้นผู้เรียนจะต้องใช้ความคิด ความสัมพันธ์และ การแปลผล โดยอาศัยพื้นฐานความจำและประสบการณ์เดิม (สายัณห์ ผาน้อย, 2549 : 110)

จากแนวคิดข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงมาปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ และความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

ประโยชน์ของการวิจัย

1. นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน
2. เป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน

สมมติฐานของการวิจัย

1. คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 กลุ่มโรงเรียนในสหวิทยาเขตบ้านบึง 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 1 จ.ชลบุรี ที่เป็นโรงเรียนขยายโอกาส ซึ่งมีจำนวน 4 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 128 คน
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง เส้นขนาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
3. ตัวแปรที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ ได้แก่
ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง
ตัวแปรตาม ได้แก่ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านมาบกรุด อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 24 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถาม ระดับสูง เรื่อง เส้นขนาน ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 9 แผน มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมี $\bar{X} = 4.87$ และ $S = 0.23$ ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบอุปนัยร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้สอนเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้เดิมให้กับผู้เรียนด้วยการใช้คำถามให้อธิบายเพื่อให้ผู้เรียนใช้ความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมในการแสดงความคิดเห็น และใช้คำถามให้ยกตัวอย่างเพื่อให้ผู้เรียนยกตัวอย่างสิ่งที่ผู้เรียนเคยทราบมาแล้ว อีกทั้งกำหนดจุดมุ่งหมาย และชี้แจงจุดประสงค์ของการเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจน

2.1.2 ขั้นเสนอตัวอย่าง ผู้สอนเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะ ของตัวอย่างที่นำมาแสดง พร้อมกับใช้คำถามให้วิเคราะห์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวอย่าง

2.1.3 ขั้นเปรียบเทียบ ผู้สอนให้ผู้เรียนเปรียบเทียบองค์ประกอบจากตัวอย่างด้วยการใช้คำถามให้เปรียบเทียบให้ผู้เรียนพิจารณาความเหมือนหรือความแตกต่าง พร้อมกับอธิบายเกณฑ์ในการพิจารณานั้นเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบลักษณะร่วมที่เหมือนกันของตัวอย่าง

2.1.4 ขั้นสรุป ผู้สอนให้ผู้เรียนนำลักษณะร่วมที่ได้จากการเปรียบเทียบจากตัวอย่าง มาสรุปเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ด้วยตนเองโดยใช้คำถามให้สังเคราะห์ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ พร้อมกับให้ผู้เรียนอธิบายเหตุผลในการสร้างข้อสรุปนั้น

2.1.5 ขั้นนำไปใช้ ผู้สอนยกตัวอย่างสถานการณ์หรือข้อความทางคณิตศาสตร์ จากนั้น ใช้คำถามให้ประเมินค่าเพื่อให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ดังกล่าว สมเหตุสมผลหรือไม่พร้อมกับแสดงเหตุผล จากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล

2.2 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ตรวจคุณภาพโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 1 จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาความยากง่าย (P_D) และค่า

อำนาจจำแนก (D) พบว่า มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.29-0.74 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33-0.76 จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.77

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ตรวจสอบคุณภาพโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 1 จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 28 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาความยากง่าย (P_D) และ ค่าอำนาจจำแนก (D) พบว่า มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.45-0.64 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.43-0.64 จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.79

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ชี้แจงจุดประสงค์และบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน เพื่อความเข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

3.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 13 ชั่วโมง

3.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน และแบบทดสอบ วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

3.4 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อประเมินผลที่ได้จากการทดลอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

4.1.1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

4.1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

4.2.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน มาจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

4.2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน มาจำแนกนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

ผู้วิจัยนำคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ซึ่งผลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

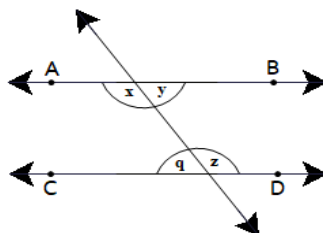
การทดสอบ	n	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$ (คะแนนเต็ม 27)	S	df	t	p
คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	24	18.90	20.29	2.49	23	2.735*	.0060

(*p < .05 และ $t_{(\alpha = 0.05, df = 23)} = 1.7139$)

จากตารางที่ 1 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.29 คะแนน จากคะแนนเต็ม 27 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.15 ซึ่งเมื่อทำการทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รายละเอียดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยขอยกตัวอย่างการตอบคำถามข้อที่ 9 ในแบบทดสอบซึ่งสามารถจำแนกนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

โจทย์ข้อที่ 9 จากรูป ถ้า $\overrightarrow{AB} // \overrightarrow{CD}$ แล้ว มุมคู่ใดบ้างที่มีขนาดเท่ากัน จงอธิบาย



ตอบ

.....
.....

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน คือ นักเรียนตอบคำถามผิดหรือไม่มีการเขียนตอบ โดยมีตัวอย่าง ลักษณะการตอบคำถาม เช่น นักเรียนตอบว่า “ $\hat{z}$ และ $\hat{y}$ เพราะ มุมตรงข้ามของเส้นตัดจะมีขนาดเท่ากัน” ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้องและการอธิบายของนักเรียนไม่ได้แสดงถึงการอ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ หากจะให้อ้างอิงนักเรียนควรตอบว่า “เนื่องจาก $\overrightarrow{AB} // \overrightarrow{CD}$ และมีเส้นตัด จึงได้ว่ามุมแย้งมีขนาดเท่ากัน นั่นคือ $\hat{x} = \hat{z}$ และ $\hat{y} = \hat{q}$ ” ซึ่งเป็นการอ้างอิงจากบทนิยาม “ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน”

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน คือ นักเรียนตอบคำถามถูกต้องแต่อ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่เป็นเหตุเป็นผล โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม เช่น นักเรียนตอบว่า “ $\hat{x}$ และ $\hat{z}$, $\hat{y}$ และ $\hat{q}$ ” เป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่นักเรียนอธิบายว่า “เพราะมี $\overrightarrow{AB} // \overrightarrow{CD}$ มี $\overline{xy}$ เป็นเส้นตัด” ซึ่งเป็นการอธิบายที่อ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่เป็นเหตุเป็นผล หากจะให้อ้างอิงนักเรียนควรอธิบายว่า “เนื่องจาก $\overrightarrow{AB} // \overrightarrow{CD}$ และมี เส้นตัด จึงได้ว่ามุมแย้งมีขนาดเท่ากัน”

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน คือ นักเรียนตอบคำถามถูกต้องโดยอ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนหรือพยายามสื่อความหมายแต่ไม่ชัดเจน โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม เช่น นักเรียนตอบว่า “ $\hat{x}$ และ $\hat{z}$, $\hat{y}$ และ $\hat{q}$ มีขนาดเท่ากัน เพราะมุมทุกมุมเป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด แล้วสามารถเป็นมุมแย้งได้อีก”

ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องบางส่วนแต่ไม่ชัดเจน หากจะให้ชัดเจนกว่านี้ต้องระบุว่า “ $\hat{x}$ และ $\hat{z}$, $\hat{y}$ และ $\hat{q}$ มีขนาดเท่ากัน เนื่องจาก $\overline{AB} // \overline{CD}$ และมีเส้นตัด จึงได้ว่ามุมแย้งมีขนาดเท่ากัน”

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 3 คะแนน คือ นักเรียนตอบคำถามถูกต้องโดยอ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์และชัดเจน โดยมีตัวอย่าง ลักษณะการตอบ คือ นักเรียนตอบว่า “ $\hat{x} = \hat{z}$, $\hat{y} = \hat{q}$ เพราะเป็นมุมแย้ง ถ้าเส้นตรงสองเส้น ขนานกันและ มีเส้นตัด ทำให้มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน” ซึ่งนักเรียนตอบคำถามถูกต้องโดยอ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์และชัดเจน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

ผู้วิจัยนำคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ซึ่งผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$ (คะแนนเต็ม 24)	S	df	t	p
คะแนนความสามารถ ในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์	24	16.80	17.96	2.20	23	2.584*	.0085

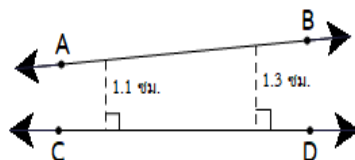
(* $p < .05$ และ $t_{(\alpha = 0.05, df = 23)} = 1.7139$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.83 ซึ่งเมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รายละเอียดของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยขอยกตัวอย่างการตอบคำถามข้อที่ 3 ในแบบทดสอบ

ซึ่งสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

โจทย์ข้อที่ 3 จากรูปจงพิจารณาว่า $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ หรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ



ตอบ

เพราะ

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน คือ คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่มีการตอบคำถาม และไม่มีการแสดงเหตุผลใด ๆ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม เช่น นักเรียนตอบว่า “ขนานกัน” ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง รวมทั้งไม่มีการแสดงเหตุผลใด ๆ สนับสนุนคำตอบที่ได้ หากจะให้ถูกต้องนักเรียนควรตอบว่า “ไม่ขนานกัน เพราะ ระยะห่างระหว่างเส้นตรง $\overline{AB}$ กับ $\overline{CD}$ มีระยะไม่เท่ากัน”

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง พยายามแสดงเหตุผล ประกอบคำตอบแต่ไม่สมเหตุผล กรณีที่ 2 คำตอบถูกต้องแต่ไม่มีการแสดงเหตุผลใด ๆ ซึ่งผู้วิจัย ขอยกตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ ดังนี้

กรณีที่ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง พยายามแสดงเหตุผลประกอบคำตอบแต่ไม่สมเหตุผล โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม เช่น นักเรียนตอบว่า “ขนานกัน เพราะ เส้นตรงทั้งสองเส้นนั้นไม่เท่ากัน” จะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องและการที่นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบว่า “เส้นตรงทั้งสองเส้นนั้นไม่เท่ากัน” เป็นการแสดงเหตุผลที่ไม่สมเหตุผล หากจะให้สมเหตุผลนักเรียนควรระบุว่า “ระยะห่างระหว่าง $\overline{AB}$ กับ $\overline{CD}$ มีระยะไม่เท่ากัน”

กรณีที่ 2 คำตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลใด ๆ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม เช่น นักเรียนตอบว่า “ $\overline{AB}$ ไม่ขนานกับ $\overline{CD}$ ” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่มีการแสดงเหตุผลใด ๆ สนับสนุนคำตอบของตนเอง

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน คือ คำตอบถูกต้อง พยายามแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ แต่ไม่สมเหตุผล โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม เช่น นักเรียนตอบว่า “ $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ ไม่ขนานกัน เพราะ เมื่อลากเส้นและวัดความยาวแล้วทั้งสองเส้นมีความยาวไม่เท่ากัน” จะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องแต่นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบไม่สมเหตุผล หากจะให้ถูกต้องนักเรียนควรแสดงเหตุผลว่า “เมื่อวัดระยะห่างแล้ว ระยะห่างระหว่าง $\overline{AB}$ กับ $\overline{CD}$ มีระยะไม่เท่ากัน”

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 3 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 คำตอบถูกต้อง และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้เกือบสมบูรณ์ กรณีที่ 2 คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งผู้วิจัยยกตัวอย่างของนักเรียนในกลุ่มนี้ ดังนี้

กรณีที่ 1 คำตอบถูกต้อง และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้เกือบสมบูรณ์ โดยมีตัวอย่างลักษณะการตอบคำถาม เช่น นักเรียนตอบว่า “ไม่ขนานกัน เพราะ เส้นตรงสองเส้นมีระยะห่างระหว่าง 2 เส้น ไม่เสมอกัน” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้เกือบสมบูรณ์แต่ยังไม่ชัดเจน ซึ่งหากจะให้ชัดเจนกว่านี้นักเรียนควรระบุว่า “เพราะเส้นตรง AB และเส้นตรง CD มีระยะห่างระหว่างเส้นไม่เท่ากัน”

กรณีที่ 2 คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งไม่พบลักษณะคำตอบของนักเรียนในกรณีนี้

นักเรียนกลุ่มที่ได้ 4 คะแนน คือ คำตอบถูกต้องและแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผลโดยนักเรียนตอบว่า “ไม่ขนานกัน เพราะ ระยะห่างระหว่าง $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ ไม่เท่ากัน” จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล

การอภิปรายผล

ผู้วิจัยอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ในข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูง พบว่า ผู้เรียนได้รับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมให้กับผู้เรียนด้วยการใช้คำถามให้อธิบาย เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมในการแสดงความคิดเห็น และใช้คำถามให้ยกตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนยกตัวอย่างสิ่งที่ผู้เรียนเคยทราบมาแล้ว ทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ มโนทัศน์ใหม่และสามารถนำมโนทัศน์เดิมมาช่วยในการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งการใช้คำถามของครูทำให้ผู้เรียนได้อธิบายความคิดของตนเอง และครูสามารถตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนจากกิจกรรมดังกล่าวได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ยุพิน พิพิธกุล (2519 : 23-26) ที่กล่าวว่า การสร้างมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์นักเรียนจะต้องมีความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และพร้อมจะเรียนรู้เรื่องใหม่จากความรู้เดิมของเขา

ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง พร้อมกับใช้คำถามให้วิเคราะห์ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวอย่าง อีกทั้งคอยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขั้นนี้ทำให้ผู้เรียนได้แยกแยะ

องค์ประกอบของตัวอย่างออกเป็นส่วนย่อยที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถทำความเข้าใจในแต่ละส่วนย่อยได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังช่วยชี้ให้นักเรียนเห็นลักษณะเฉพาะของตัวอย่างได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Klausmeyer & Ripple (1971 : 422-423) ที่กล่าวว่า การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนนั้นควรเน้นคุณลักษณะเฉพาะของ มโนทัศน์ที่สอน และครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นถึงลักษณะเฉพาะแต่ละลักษณะของสิ่งที่ครูยกตัวอย่าง ตลอดจนส่งเสริมและแนะนำให้นักเรียนต้องการเรียนรู้และค้นคว้า ซึ่งเป็นสิ่งยั่วยุให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นเปรียบเทียบ ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้คำถามให้เปรียบเทียบเพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาความเหมือนหรือความแตกต่างของตัวอย่าง นำไปสู่การค้นพบลักษณะร่วมที่เหมือนกัน การที่ผู้เรียนได้สังเกต เปรียบเทียบองค์ประกอบ รวมทั้งการใช้คำถามของครู ทำให้ผู้เรียนค้นพบลักษณะร่วมที่เหมือนกันได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้อง ซึ่งการสังเกตและเปรียบเทียบเป็นทักษะสำคัญในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามคำกล่าวของ วิไลวรรณ ตรีศรีชนะมา (2537 : 49) ที่กล่าวว่า หากต้องการให้นักเรียน มีมโนทัศน์ต้องสอนให้นักเรียนเกิดการฝึกทักษะสังเกต พิจารณาเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่าง

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนนำเอาลักษณะร่วมที่ได้จากการเปรียบเทียบจากตัวอย่าง มาสรุปเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ด้วยตัวเองก่อน โดยใช้คำถามให้สังเคราะห์ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอข้อสรุปของตนเอง และให้เพื่อน ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อคัดเลือกข้อสรุปที่สมเหตุสมผล จากนั้นผู้วิจัยและผู้เรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์อีกครั้ง เพื่อความถูกต้อง ชัดเจน ซึ่งการที่ผู้เรียนมีการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนได้ขยายความคิดและมุมมองที่กว้างขึ้น ผู้เรียนได้เปรียบเทียบแนวความคิดของตนเองกับเพื่อน ๆ อีกทั้งยังเป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพราะหากได้ข้อสรุปที่ผิดจะได้ทราบว่าผิดเพราะเหตุใด ทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้ สอดคล้องกับ พรณี ชูทัย เจริญจิต (2545 : 423-426) ที่กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ว่า ครูต้องพยายามให้ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนไปแล้วด้วยคำพูดของตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม ตอบโต้ และให้กำลังใจ เสริมแรงทุกระยะ ถือว่าการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนมโนทัศน์

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์หรือข้อความทางคณิตศาสตร์ จากนั้นใช้คำถามให้ประเมินค่าเพื่อให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ดังกล่าวสมเหตุสมผลหรือไม่ พร้อมกับแสดงเหตุผล จากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยคอยสังเกตว่าผู้เรียน นำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ได้อย่างถูกต้องหรือไม่ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเป็นการทบทวนความรู้และทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ เพียงใด อีกทั้งทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

หรือไม่ หากผู้เรียนยังไม่เข้าใจหรือนามโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ ไม่ถูกต้อง ผู้สอนจะได้เน้นย้ำโนทัศน์นั้น ๆ อีกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Klausmair & Ripple (1971 : 422-423) ที่ได้เสนอแนะวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ไว้ว่า ครูควรจัดให้มี การเรียนการใช้ประโยชน์จากการเรียนมโนทัศน์นั้น (Provide for use of the concept) โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและให้ผู้เรียนรู้จักประเมินตนเองว่าเข้าใจในความรู้หรือไม่ หากยังไม่เข้าใจก็จะได้เริ่มใหม่

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ใน ข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ตอบคำถามโดยแสดงเหตุผลจากความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ ทำให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม ทำความเข้าใจเนื้อหา ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาในเรื่องต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553 : 14) ระบุว่า การให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลเป็นโอกาสให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาและแนวคิดอย่างถ่องแท้ อีกทั้งยังเป็นการทบทวนความรู้เดิม ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องอยู่แล้วให้สมบูรณ์ และแก้ไขความเข้าใจที่ผิด ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเสนอตัวอย่างในใบกิจกรรม พร้อมกับตั้งคำถาม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสังเกตและพิจารณาลักษณะของตัวอย่างที่นำมาแสดง ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสังเกต และแยกแยะลักษณะต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยที่มีความสัมพันธ์กัน อีกทั้งได้ฝึกการอธิบายเหตุผลประกอบแนวคิดของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555 : 119-120) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรจัดกิจกรรม ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คัดการณั ค้นหาวิธีพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยอธิบายรูปแบบด้วยภาพหรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่าง ๆ ซึ่งเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด การสร้างข้อคาดเดา และปรับแต่งโดยอาศัยเหตุผล การกำหนดแบบจำลอง และการอธิบาย

ขั้นที่ 3 ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยใช้คำถามให้เปรียบเทียบกระตุ้นความคิดของผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การค้นพบลักษณะร่วมที่เหมือนกัน ซึ่งคำถามของผู้สอนทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดพิจารณา หาความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกันของตัวอย่างอย่างเป็นเหตุเป็นผล การให้เหตุผลประกอบการตอบคำถามของผู้เรียนนั้นนำไปสู่การสร้างข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555 : 119-120) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลนี้เป็นสิ่งที่ฝึกได้ และเป็นสิ่งที่จำเป็นที่โรงเรียนต้องจัดทำ โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาปกติในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้ผู้เรียนนำเอาลักษณะร่วมที่ได้จากการเปรียบเทียบจากตัวอย่าง มาสรุปเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ด้วยตัวเองก่อน โดยใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกการคิดสังเคราะห์เพื่อให้ได้สมมติฐานที่สมเหตุสมผล จากนั้นผู้วิจัยสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอข้อสรุปของตนเองด้วยการพูดอธิบายและแสดงเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปของตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้โต้แย้งข้อสรุปของเพื่อนอย่างมีเหตุผล จากนั้นผู้วิจัยร่วมสรุปมโนทัศน์ที่ได้จากการคัดเลือกข้อสรุปอีกครั้ง ทำให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ ศศิธร แม้นสงวน (2556 : 176-179) ที่กล่าวว่า ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล ภายใต้อารมณ์ที่สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิด และแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้นำมโนทัศน์ที่ได้ในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ โดยผู้วิจัยใช้คำถามให้ประเมินค่ากระตุ้นความคิดของผู้เรียนให้เกิดการสะท้อนความคิด จากการสร้างข้อสรุป ผู้เรียนได้คิดให้เหตุผลประกอบการตอบคำถาม อีกทั้งผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการทำแบบฝึกหัด ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการอธิบายเหตุผลประกอบการตอบคำถามโดยนำมโนทัศน์ที่ได้มาสนับสนุนแนวคิดของตนเอง เพื่อให้คำตอบหรือข้อสรุปนั้นสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นอีกขั้นที่นักเรียนได้มีโอกาสแสดงเหตุผลของตนเองได้อย่างเต็มที่ และผู้สอนยังได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ได้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของตนเองมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555 : 119-120) ที่กล่าวว่า ผู้สอนจะต้องทำให้ผู้เรียนรู้ว่าผู้สอนให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผล โดยผู้สอนจะต้องประเมินสิ่งเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ที่สำคัญเมื่อผู้เรียนสามารถให้เหตุผลที่ดีผู้สอนควรให้การเสริมแรงทันที อีกทั้งในข้อสอบควรมีส่วนที่ให้ผู้เรียนแสดงผล

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงในขั้นที่ 2 ขั้นเสนอตัวอย่าง ผู้สอนควรให้ตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมลักษณะของมโนทัศน์ที่สอน และเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนในการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของตัวอย่างที่นำมาแสดง

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงในขั้นที่ 3 และ 4 ผู้สอนควรใช้เวลาผู้เรียนในการเปรียบเทียบองค์ประกอบของตัวอย่าง และสรุปเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ ไม่ควรรีบบอก มโนทัศน์ที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด การสรุปที่สมเหตุสมผล และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ผู้สอนควรเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำหากนักเรียนเกิดข้อสงสัย

3. ควรใช้คำถามระดับสูงกับผู้เรียนทุกคน โดยผลัดเปลี่ยนกันไปตามวันเวลาและโอกาส หากพบว่าเมื่อใช้คำถามระดับสูงกับนักเรียนคนใดแล้วนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ ไม่ควรเปลี่ยนคน แต่ควรใช้คำถามนำก่อน แล้วค่อยเพิ่มเป็นคำถามระดับสูง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดที่สูงขึ้น

4. จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ในข้อที่ 9 และแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ในข้อที่ 6 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของข้อสอบรายข้อ น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งข้อสอบทั้ง 2 ข้อ เป็นข้อสอบเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม ครูควรเน้นย้ำและให้เวลาผู้เรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องนี้มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงไปใช้ในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความเท่ากันทุกประการ ความคล้าย เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับคำถามระดับสูงในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

รายการอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงฯ.
- ณัฐรัตน์ พุทธิรักษ์. ครู โรงเรียนบ้านหนองเงิน. สัมภาษณ์, 20 มีนาคม 2563.
- ทิตนา แคมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ด้านสุทธาการพิมพ์.
- พรณี ชูทัย เจนจิต. (2545). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: เมธีพิทย์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2519). *การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรุงเทพการพิมพ์.

- วิไลวรรณ ตรีศรีชนะมา. (2537). แนวคิดบางประการที่เกี่ยวกับแนวคิดรวบยอด. *สารพัฒนาหลักสูตร*, 13(117), 49-51.
- เวชฤทธิ์ อังกนภัทธจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ : หลักสูตรการสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขึ้นพื้นฐาน (ONET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562*, สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2563, จาก http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONET M3_2562.pdf
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*, สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2563, จาก https://drive.google.com/file/d/19xvsLP_bLN8q6wkzX9hVlvV_TS4hyUGa/view
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018*, สืบค้นเมื่อ 11 มกราคม 2563, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/>
- สายัณห์ ฝาน้อย. (2549). การสอนกระบวนการคิดโดยการตั้งคำถาม. *วารสารวงการครู*, 3(30), 108-110.
- สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ. (2549). *วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครูในยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Klausmcier, H. J. & Ripple, R. E. (1971). *Learning and human abilities*. New York: Harper & Row.