

ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถ
ในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Effects of Active Learning Management with Higher-Order Questions
on Mathematical Reasoning Ability and Achievement of Function
for Mathayomsuksa 4 Students

ธนวรรณ นัยเนตร¹ พรณทิพา ตันตินัย² เวชฤทธิ์ อังกะภักตร์ขจร³

Thanawan Naiyanate¹, Pantipa Tantinai² and Vetcharit Angganapattarakajorn³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One-group posttest-only design) โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชา ค31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลกันยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จำนวน 292 คน และกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 จำนวน 49 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 9 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample) ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คำถามระดับสูง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

²อาจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

³รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ABSTRACT

The purposes of this research were to compare Mathayomsuksa 4 students' mathematical reasoning ability and achievement on function with 70 percent criterion after obtaining instrumental active learning management with higher-order questions. The design of research was One-group posttest-only design. Population of this research was 292 Mathayomsuksa 4 students who were studying in MA31202 Additional Mathematics2 in secondary semester of 2016 school year at Chonkanyanukoon School, The Secondary Educational Service Area Office 18. The subject was 49 Mathayomsuksa 4/6 students were selected by cluster random sampling method. The instruments used in this research were: 1) 9 active learning with higher-order questions lesson plans, 2) a mathematical reasoning ability test containing 9 questions with the reliability of 0.89, and 3) a mathematical achievement test containing 20 questions with the reliability of 0.83. The data were analyzed by means (\bar{x}) standard deviation (S.D.) and t-test for one sample. The results were as follows:

1. The mathematical reasoning ability on function for Mathayomsuksa 4 students after obtaining instrumental active learning management with higher-order questions was statistically significant higher than 70 percent criterion with a .05 level.

2. The mathematical achievement on function for Mathayomsuksa 4 students after obtaining instrumental active learning management with higher-order questions was statistically significant higher than 70 percent criterion with a .05 level.

Keywords : active learning, higher-order questions, mathematical reasoning ability, mathematical achievement

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์จัดเป็นหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาชีวิตของมนุษย์ ทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56) ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงทักษะการให้เหตุผลของมนุษย์ พบว่า เป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาระดับสติปัญญาให้บุคคลสามารถคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล นำไปสู่การพัฒนาตนเองและลดพฤติกรรมเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

รวมถึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ชีวิตได้อย่างประสบความสำเร็จในศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555ก, หน้า 39; วิชัย เสวกงาม, 2557, หน้า 207)

ถึงแม้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญมากเพียงใดก็ตาม แต่ยังมีผู้เรียนจำนวนมากที่ขาดความสามารถในการแสดงเหตุผลหรือการอ้างอิงเหตุผล ประกอบการอธิบาย (สสวท., 2555ข, หน้า 1) สังเกตได้จากผลการประเมินนานาชาติ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ที่มุ่งประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งในด้านเนื้อหา อันได้แก่ จำนวน พีชคณิต เรขาคณิต ข้อมูลและโอกาส และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้ การประยุกต์ใช้ และการใช้เหตุผล โดยผลการประเมินในปี 2011 พบว่า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหาวิชา และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เท่ากับ 427 และ 458 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมีเกณฑ์อยู่ในระดับต่ำ เมื่อเทียบกับค่ากลางของการประเมิน คือ 500 คะแนน (สสวท., 2556, หน้า 9-13) และจากการพิจารณาผลการประเมินนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่มุ่งประเมินความสามารถของผู้เรียนในการคิด ใช้ และตีความทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ (สสวท., 2558ก, หน้า 8) โดยผลการประเมินในปี 2006, 2009 และ 2012 พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 417, 419 และ 427 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งผลคะแนนดังกล่าวถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) คือ 500 คะแนน (สุนีย์ คล้ายนิล ปรีชาญเดชศรี และอัมพลิกา ประโมจนีย์, 2550, หน้า 25; โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 113, 2557, หน้า 40) ประกอบกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในระดับประเทศของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนของโรงเรียน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.), 2558ข) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2556, 2557 และ 2558 เท่ากับ 20.48, 21.74 และ 26.59 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.), 2557; สทศ., 2558ก) ซึ่งถึงแม้คะแนนเฉลี่ยในแต่ละปีจะเพิ่มขึ้น แต่ยังคงไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ O-NET ในระดับสถานศึกษาของโรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยในปี 2556, 2557 และ 2558 เท่ากับ 26.96, 30.13 และ 34.84 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งถึงแม้คะแนนเฉลี่ยในแต่ละปีจะสูงกว่า

คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ แต่ยังคงไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ประกอบกับผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนชลกันยานุกูล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ทางเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับความรู้ความจำ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้กับสถานการณ์อื่น ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ และเมื่อครูให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับที่มาของคำตอบที่ได้ พบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง ฟังก์ชัน ที่พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลประกอบการตอบคำถามนั้นได้ เนื่องด้วยเนื้อหาที่สอนนั้นส่วนใหญ่เป็นบทนิยาม ทฤษฎีบท และหลักการต่างๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนและไม่สามารถเรียบเรียงเหตุผลประกอบการตอบคำถามได้ ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลของนักเรียนเท่าที่ควร ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะการคิดให้เหตุผล ซึ่งนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ (ณัฐพัชร์ พัวพันศรี; จินตรัตน์ อารังวิริยะวงศ์; ดิษพล เนตรนิมิตร, สัมภาษณ์, 28 กันยายน 2559)

จากการศึกษาผลการประเมินและการสัมภาษณ์ครูผู้สอนดังกล่าวข้างต้น สะท้อนให้เห็นถึงการขาดความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งในด้านการให้เหตุผลและในด้านเนื้อหาสาระที่จำเป็นต่อการเรียนในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากความคุ้นเคยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของผู้สอนที่ยังคงสอนเพื่อให้ความรู้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนเรียนจากผู้สอน ทำโจทย์ตามตัวอย่าง และหาคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (สสวท., 2558ข, หน้า 45) เน้นการถ่ายทอดองค์ความรู้จากผู้สอนไปสู่ผู้เรียนมากกว่าการเรียนรู้ที่ผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (Active Learning) ด้วยเหตุนี้จึงน่าจะเป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งซึ่งส่งผลให้การศึกษาไทย ไม่ประสบความสำเร็จในด้านคุณภาพของผู้เรียนตามที่หลักสูตรต้องการ (สถาพร พงษ์ตัญญู, 2555, หน้า 4)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) พบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น ส่งเสริมการอภิปรายความรู้หรือประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ให้ผู้เรียนได้คิดหาเหตุผล สะท้อนแนวคิดของตนเอง รวมทั้งพัฒนาทักษะการให้เหตุผลของผู้เรียนให้สามารถแสดงเหตุผลประกอบการหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ในขณะที่ผู้สอนมีหน้าที่ออกแบบกิจกรรมและจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการฟัง อ่าน เขียน แสดงความคิดเห็น คิดขั้นสูง ให้คำชี้แนะ หรือใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือประยุกต์ใช้ความรู้ในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (Collins and O'Brien, 2003, p. 5; บุญหา วัฒนะ, 2546, หน้า 30-31 และสถาพร พงษ์พิบูล, 2555, หน้า 5) สอดคล้องกับคำกล่าวของ Wragg and Brown (2001, p. 56) ที่ว่าผู้สอนควรนำคำถามไปปรับใช้กับการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น กล่าวคือเมื่อเกิดข้อสงสัย นำไปสู่การสืบค้นหาคำตอบและเรียนรู้สิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง

การใช้คำถามในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของผู้สอนยังเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น ในการเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เนื่องจากคำถามจะช่วยกระตุ้นความคิดของผู้เรียนให้เกิดการคิดวิเคราะห์ หาเหตุผล เปรียบเทียบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง (สิริพร ทิพย์คง, 2543, หน้า 15) และหากพิจารณาถึงคำถามระดับสูง พบว่าเป็นคำถามประเภทหนึ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล สังเคราะห์ และประเมินค่าเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้เข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนมากยิ่งขึ้น และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองในระหว่างการอภิปราย นำไปสู่การขยายความคิดในการปรับใช้กับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ (Brown, 1975, pp. 103-116; Frazee and Rudnitski, 1995, p. 254; East Carolina University, 2014; กัญญา วีระวรรณ, ม.ป.ป.) นอกจากนี้การใช้คำถามระดับสูงในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนในเนื้อหา

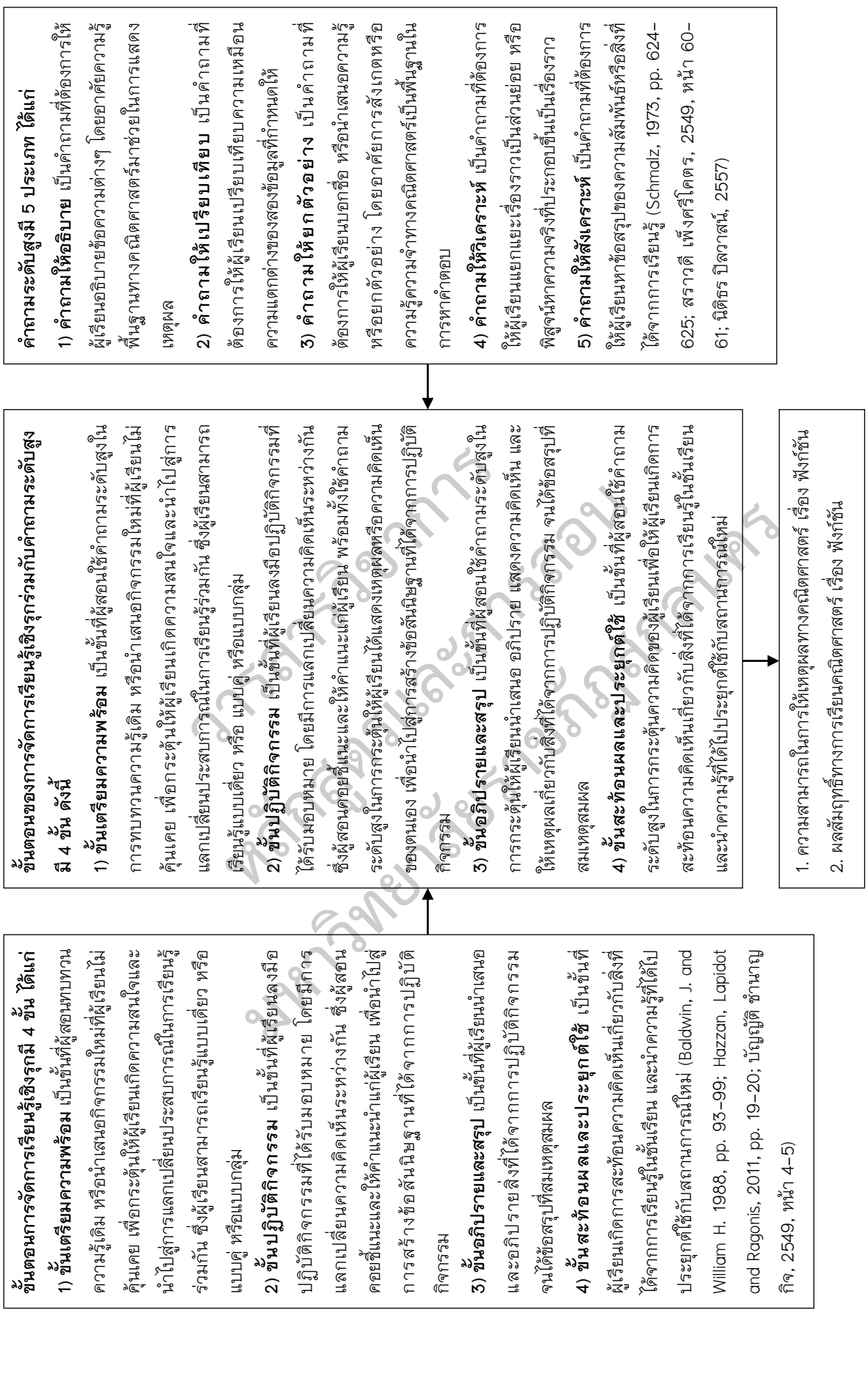
ต่างๆ เนื่องจากส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดระดับสูง เช่น การเปรียบเทียบ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล รวมทั้งการใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องของผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยในการใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง นำไปสู่การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนอย่างแท้จริง (Krulik and Rudnick, 1996, p. 2; อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 80-82)

จากการศึกษาสาเหตุและสภาพการจัดการเรียนการสอนตามที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น โดยคำถามระดับสูงจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียน ให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์หาคำตอบแสดงเหตุผล ส่งเสริมให้เกิดการอภิปรายและการสะท้อนแนวคิด ซึ่งนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดของการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 7 ห้องเรียน รวม 292 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 จำนวน 49 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง จำนวน 9 แผน ที่มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) วิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ และจำนวนคาบ 3) สร้าง 4) เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา 5) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมิน โดยผลการประเมิน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 6) ปรับปรุง 7) ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน 8) ปรับปรุง และ 9) นำไปใช้

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) วิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ และจำนวนข้อสอบ 3) สร้าง 4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 5) เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา 6) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมิน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.80-1.00 7) ปรับปรุง 8) ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน 9) วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ได้ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.54-0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.39-0.51 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 และ 10) นำไปใช้

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้ 1) ศึกษา

เอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) วิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ และจำนวนข้อสอบ 3) สร้างข้อสอบ โดยเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน 4) เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา 5) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมิน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 6) ปรับปรุง 7) ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน 8) วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ได้ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.58-0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.32-0.53 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 และ 9) นำไปใช้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งใช้เวลาในการสอน จำนวน 13 คาบ

2. หลังจากดำเนินการสอนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 คาบ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ตามลำดับ

3. ตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังตาราง 1

4. ตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดข้างต้น

5. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการวิเคราะห์ค่าสำหรับหนึ่งกลุ่มตัวอย่าง (t-test for one sample)

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3 (ดีมาก)	ตอบคำถามได้ถูกต้อง มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบายประกอบการพิสูจน์ โดยอาศัยความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล
2 (ดี)	- ตอบคำถามได้ถูกต้อง มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบายประกอบการพิสูจน์ โดยอาศัยความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงบางส่วน - ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบายประกอบการพิสูจน์ โดยอาศัยความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล
1 (พอใช้)	- ตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบายประกอบการพิสูจน์ โดยอาศัยความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ - ตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่แสดงเหตุผลหรืออธิบายประกอบการพิสูจน์ โดยอาศัยความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ไม่สมเหตุสมผล - ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบายประกอบการพิสูจน์ โดยอาศัยความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ต้องปรับปรุง)	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการแสดงเหตุผลหรืออธิบายประกอบการพิสูจน์ โดยอาศัยความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สมเหตุสมผล หรือไม่รับรองการตอบคำถาม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับคำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการวิเคราะห์ค่าที่สำหรับหนึ่งกลุ่มตัวอย่าง (t-test for one sample)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่สำหรับหนึ่งกลุ่มตัวอย่าง (t-test for one sample)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ตอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ในการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของผู้เรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยและค่าสถิติทดสอบที่ของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{x}	S	t	p
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	49	27	18.9	19.96	2.32	3.199*	.001

*p < .05

จากตาราง พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.96 คะแนน ซึ่งเมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูงมีคะแนน

เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ในการเปรียบเทียบคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของผู้เรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับ คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ผลการ วิเคราะห์ ดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยและค่าสถิติทดสอบทีของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{x}	S	T	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	49	20	14	14.65	1.466	3.119*	.0015

* $p < .05$

จากตาราง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถาม ระดับสูง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.65 คะแนน ซึ่งเมื่อทดสอบ สมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับคำถามระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดการ เรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจาก ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการ เรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วย

ตนเอง ส่งเสริมกระบวนการคิดให้เหตุผล การแสดงความ คิดเห็น การอภิปราย และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ในชั้นเรียน จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ของผู้เรียน ตลอดจนมีการสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น สอดคล้องกับสภาพร พฤษเคมีกุล (2555, หน้า 5) ที่กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วย ให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นโดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการ ประเมินค่าจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ดียิ่งขึ้น ประกอบกับ Silberman (1996, p. ix) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่าเป็น การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานด้วยตนเอง บ่อยที่สุด ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ถามเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งนั้น ร่วมกับผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 5) ที่กล่าวว่า การฝึกให้ผู้เรียน ได้อภิปราย ได้แย้งเป็นอีกเทคนิคหนึ่งซึ่งช่วยพัฒนาการ คิดขั้นสูงและทักษะการให้เหตุผลอย่างมีตรรกะ

และเมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเตรียม ความพร้อม 2) ขั้นปฏิบัติกิจกรรม 3) ขั้นอภิปรายและสรุป และ 4) ขั้นสะท้อนผลและประยุกต์ใช้ ซึ่งจะพบว่าในขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ กิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้ ผู้เรียนได้สังเกตลักษณะร่วมและลักษณะที่แตกต่างกันของ ตัวอย่างที่กำหนดให้ จากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันแสดง

ความคิดเห็น อธิบายเหตุผลเกี่ยวกับที่มาของคำตอบ โดยผู้วิจัยคอยใช้คำถามกระตุ้นและให้คำชี้แนะแก่ผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสันนิษฐานที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม เช่น ข้อมูลทั้งสองมีลักษณะร่วมกันอย่างไร เป็นต้น ในขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอคำตอบประกอบการให้เหตุผล และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ โดยผู้สอนคอยใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ให้เหตุผล มีส่วนร่วมในการอภิปราย คอยให้คำแนะนำและ คำชี้แนะ จนผู้เรียนสามารถสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ตัวอย่างคำถามเช่น มีนักเรียนกลุ่มใดได้คำตอบแตกต่าง จากเพื่อนหรือไม่ อย่างไรบ้าง หรือนักเรียนสามารถสรุป ความหมายได้อย่างไร เป็นต้น และขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล และประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้ผู้เรียนสะท้อนสิ่งที่ได้ จากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้จากการปฏิบัติ กิจกรรม สอดคล้องกับ Krulik and Rudnik (1996, p. 2) ที่กล่าวว่า การสะท้อนกลับของความคิดโดยธรรมชาติเป็น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการให้ เหตุผล ทั้งนี้ผู้วิจัยคอยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิด การสะท้อนความคิด เช่น สิ่งที่ได้จากการเรียนในวันนี้ มีอะไรบ้าง เป็นต้น และผู้วิจัยใช้แบบฝึกหัดในการตรวจสอบ ความเข้าใจของผู้เรียนว่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียน มาในการแสดงเหตุผลประกอบการตอบคำถามได้ถูกต้อง หรือไม่ รวมทั้งคอยให้คำชี้แนะแก่ผู้เรียนในการอธิบายและ ให้เหตุผลประกอบการตอบคำถามให้ถูกต้องสมเหตุสมผล มากยิ่งขึ้น จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกข้างต้น จะเห็นว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกสามารถส่งเสริมและ พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพรรณทิพา ทองนวล (2554, หน้า 198) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการ เรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้ เหตุผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และจากงานวิจัยของ ศิริมา วงษ์สกุลดี (2558, หน้า 123) ที่ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำคำถามระดับสูงที่สังเคราะห์ ขึ้นมาช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยการแทรกคำถามระดับสูง ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงในการทบทวน ความรู้ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิม เข้าสู่ความรู้ใหม่ และกระตุ้นผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ของชั้นเรียนอย่างกระตือรือร้น เช่น ความสัมพันธ์มีลักษณะ ใด อย่างไร หรือจงยกตัวอย่างความสัมพันธ์ที่นักเรียนรู้จัก เป็นต้น ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูง กระตุ้นความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผลประกอบการตอบคำถาม นำไปสู่การสร้างข้อ สันนิษฐานจากการปฏิบัติกิจกรรม เช่น ฟังก์ชันที่กำหนด มีลักษณะร่วมกันหรือลักษณะแตกต่างหรือไม่ อย่างไร หรือนักเรียนสามารถสรุปความหมายได้อย่างไร เป็นต้น ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายและสรุป ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูง กระตุ้นการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ให้เหตุผล อภิปรายเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ เช่น จากการทำใบกิจกรรมฟังก์ชัน ที่กำหนดให้มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไรบ้าง จงยกตัวอย่าง ประกอบ หรือนักเรียนสามารถสรุปความหมายได้อย่างไร เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำไปสู่ การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ และขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลและประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูง กระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม เช่น นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการเรียนรู้ในวันนี้

หรือให้นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้อย่างไร เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้ ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีระบบ และคิดให้เหตุผล ประกอบการสะท้อนผลการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถจัดระบบ การเรียนรู้ของตนเองได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งผู้วิจัยได้ใช้คำถาม ระดับสูงกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ กับการทำแบบฝึกหัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เช่น นักเรียนสามารถ นำข้อสรุปเกี่ยวกับนิยามหรือความหมายที่ได้มาช่วยใน การตอบคำถามได้อย่างไรบ้าง หรือจากโจทย์นักเรียนมี วิธีการตรวจสอบอย่างไร เพราะเหตุใด เป็นต้น ซึ่งทำให้ ผู้เรียนได้ฝึกฝนการอธิบาย การให้เหตุผลประกอบการ ตอบคำถาม โดยอาศัยนิยาม ความรู้ หรือหลักการทาง คณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล เป็นการพัฒนา ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคอง (2553, หน้า 82) ที่ว่า คำถามระดับสูงช่วยในการส่งเสริมความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากคำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และคิดอย่างมีวิจารณญาณในการหาคำตอบ และการใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนนักเรียนคุ้นเคย จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนอย่าง แท้จริง สอดคล้องกับ กัญญา วีรยวรรณ (ม.ป.ป.) ที่กล่าวว่า คำถามระดับสูงจะให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดระดับสูง และเป็นคนมีเหตุผล ช่วยให้นักเรียนเข้าใจสาระสำคัญของ เรื่องราวที่เรียนได้อย่างถูกต้องและกระตุ้นให้นักเรียน ค้นหาคำตอบมาตอบคำถามด้วยตนเอง และสอดคล้องกับ คำกล่าวของ สายัณห์ ผาน้อย (2549, หน้า 110) ที่ว่าคำถาม ระดับสูงจะช่วยพัฒนาความคิดและการใช้เหตุผล โดยคำถาม ระดับสูงที่ผู้วิจัยใช้ มี 5 ประเภท ได้แก่ 1) คำถามให้อธิบาย เป็นคำถามให้ผู้เรียนเขียนอธิบายข้อความต่างๆ โดยอาศัย ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแสดงเหตุผล 2) คำถามให้เปรียบเทียบ เป็นคำถามที่ต้องการให้เปรียบเทียบ ความเหมือนความแตกต่างของสองข้อมูลที่กำหนด 3) คำถามให้ยกตัวอย่าง เป็นคำถามให้ผู้เรียนบอกชื่อ หรือนำเสนอความรู้ หรือยกตัวอย่าง โดยอาศัยการสังเกต หรือความรู้ความจำทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการหา คำตอบ 4) คำถามให้วิเคราะห์ เป็นคำถามให้แยกแยะ เรื่องราวเป็นส่วนย่อยหรือพิสูจน์หาความจริงที่ประกอบขึ้น

เป็นเรื่องราว 5) คำถามให้สังเคราะห์ เป็นคำถามให้หา ข้อสรุปของความสัมพันธ์หรือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ โดยใน การจัดการเรียนรู้เชิงรุกผู้วิจัยได้ใช้คำถามระดับสูงทั้ง 5 ประเภทร่วมกัน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบาย ประกอบการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

จากการใช้คำถามระดับสูงดังกล่าว พบว่า สามารถ พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนให้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิฑูรย์ หมทอง (2555, หน้า 85) ที่ได้ศึกษาผลของการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง ประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของ Froivillig ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถาม ระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ ของ Froivillig มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล (Kruklik and Rudnick, 1996, p. 3) และงานวิจัยของ ดิษพล เนตรนิมิต (2558, หน้า 116) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับ คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 หลังได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับคำถาม ระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ เชิงรุกร่วมกับคำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการ จัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้

ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะบนพื้นฐานของประสบการณ์และ พัฒนาการรู้ความสามารถที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ มากกว่าการจดจำความรู้ที่ผู้สอนมอบให้เพียงฝ่ายเดียว อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง มีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นที่ผู้สอน นำเสนอ ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดขั้นสูง ซึ่งผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มและแบบคู่มาช่วยส่งเสริม การจัดการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองมากยิ่งขึ้น รวมทั้ง มีส่วนร่วมในการอภิปรายข้อสรุปหรือความหมาย ที่เกี่ยวกับ ฟังก์ชัน ซึ่งนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับ สิ่งที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อทบทวนความรู้ที่ได้ จากการเรียน เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงระดับการเรียนรู้ของตนเองและ พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 5-6) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน โดยเฉพาะ อย่างยิ่ง ถ้าผู้เรียนผ่านการฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้เกิดทักษะการทำงานแบบร่วมมืออย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มความจำ ความเข้าใจ การสร้างความตระหนัก และเห็นคุณค่าของเพื่อนร่วมงาน อีกทั้งการให้ผู้เรียนได้ ร่วมแสดงความคิดเห็นต่อเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ การเรียนรู้จะช่วยเพิ่มระดับความสนใจ ความกระตือรือร้น และการสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้นั้นเท่ากับเป็น การเพิ่มขีดความสามารถด้านความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีทางเลือกในการบรรลุเป้าหมาย การเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น ประกอบกับ Smith J. (1999, pp. 108-110) ที่กล่าวว่า กิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพียง อย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะบรรลุการเรียนรู้ด้วยตนเอง ของผู้เรียน ผู้สอนจำเป็นต้องนำการเรียนรู้เชิงรุกมาใช้ในการ จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพและประสบ ผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดของตนเอง อภิปรายกับเพื่อนใน ชั้นเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

อย่างถูกต้อง รวมถึงการสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ ในชั้นเรียนจนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของพรรณทิพา ทองนวล (2554, หน้า 198) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา โดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาโดยเน้น การใช้ตัวแทน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และงานวิจัยของ วาสนา เจริญไทย (2557, หน้า 75) ที่ศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ และสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำคำถามระดับสูงที่สังเคราะห์ ขึ้นทั้ง 5 ประเภท มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ในแต่ละชั้น เพื่อส่งเสริมและพัฒนากิจกรรมผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น และเพื่อกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าข้อมูล ความรู้เดิมและความรู้ใหม่ในการหาคำตอบ รวมทั้งกระตุ้น ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม และการอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาวิธีการ เรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น จนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ อย่าง ถูกต้องครบถ้วน รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ปรับใช้กับ การทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ Wragg and Brown (2001, p. 21) ที่กล่าวว่า คำถามระดับสูงช่วย ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น และ East Carolina University (2014) ที่กล่าวว่า คำถามระดับสูงช่วย

ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมการสืบค้นและการเรียนรู้ด้วยตนเอง ประกอบกับ งานวิจัยของ วิฑูรย์ หมทอง (2555, หน้า 85) ที่ได้ศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิดทาง คณิตศาสตร์ของ Fraivillig ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิด ทางคณิตศาสตร์ของ Fraivillig สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการ จัดกิจกรรมแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ สิริภพ สันธูประเสริฐ (2559, หน้า 121) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี เอสคิวอาร์คิวซีคิวร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์ คิวซีคิวร่วมกับคำถามระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญา วีรยวธรณ. (ม.ป.ป.). *เทคนิคการตั้งคำถาม*. เข้าถึงได้จาก <http://www1.nsdv.go.th/innovation/questioning.htm>.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- _____. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนร้อยละไร และทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ดิษพล เนตรนิมิตร. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กค.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกผู้สอนควรคำนึงถึง กิจกรรมที่ใช้ในการสร้างองค์ความรู้และเวลาในแต่ละคาบ ให้มีความเหมาะสมและสามารถจัดการเรียนรู้ได้จริง เนื่องจากในการสร้างองค์ความรู้จำเป็นต้องอาศัยเวลา ค่อนข้างมาก ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียน เข้าใจได้ง่าย และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้อย่างรวดเร็ว
2. ในการใช้คำถามระดับสูงในชั้นเรียนควรจัดลำดับ การใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดและลำดับภาพ ตามได้ และช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ของคำถาม ไม่ควรเร่งรัดให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรม แต่ควร ให้นักเรียนคอยสังเกตลักษณะของตัวอย่างที่กำหนด โดยครูคอยใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นจนสามารถสร้างองค์ ความรู้ได้เอง

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับคำถาม ระดับสูงไปปรับใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งผล ให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา หรือการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับคำถามระดับสูงในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ตรีโกณมิติ ความน่าจะเป็น เวกเตอร์ เป็นต้น

- นิติธร ปิลวาสน์. (2557). *ถามอย่างไรให้ลูกคิดเป็น (Teaching Children about Critical Thinking)*. เข้าถึงได้จาก <http://taamkru.com/th/ถามอย่างไรให้ลูกคิดเป็น>.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). จึงจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้แบบใฝ่รู้ในระดับอุดมศึกษา. *วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 1(1), 3-7.
- บุหงา วัฒนะ. (2546). Active learning. *วารสารวิชาการ*, 6(9), 30-34.
- พรธมทิภา ทองนวล. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- วาสนา เจริญไทย. (2557). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารครุศาสตร์*, 42(2), 207-223.
- วิฑูรย์ หมทอง. (2555). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของ Fraivillig ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ วท.ม. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.*
- ศิริมา วงษ์สกุลดี. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.). (2558ก). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558*. เข้าถึงได้จาก http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2558.
- _____. (2558ข). *O-NET (Ordinary National Educational Test)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/th/catalog/view/211>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2555ก). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- _____. (2555ข). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: 3-คิด มีเดีย.
- _____. (2556). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSbUdGWmU2QkQwT00/view>.
- _____. (2558ก). *PISA โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ Programme for International Student Assessment*. เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSTTdkYXJv1TVkE/view>.
- _____. (2558ข). *การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย : การพัฒนา-ผลกระทบ-ภาวะถดถอยในปัจจุบัน*. เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSWUduVm1XWVldk/view>.
- สถาพร พงษ์พิบูล. (2555). คุณภาพผู้เรียน...เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ Quality of Students Derived from Active Learning Process. *วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*, 6(2), 1-13.
- สราวดี เพ็งศรีโคตร. (2549). คำถามนั้น...สำคัญไฉน. *วิทยากร*, 105(5), 58-61.

- สายัณห์ พาน้อย. (2549). การสอนกระบวนการคิดโดยการตั้งคำถาม. *วารสารวงการศึกษา*, 3(30), 108–110.
- สิริภพ ลินธุประเสริฐ. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอสคิวอาร์คิวซีคิวร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2543). ศิลปะการตั้งคำถามในวิชาคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, (ฉบับพิเศษ), 15–19.
- สุนีย์ คล้ายนิล ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจน์ย์. (2550). *บทสรุปเพื่อการบริหาร: การรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์*. เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSWmxmeWJLMHB5c2c/view>.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). Active Learning: การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท*, 42(188), 3–6.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.). (2557). *คะแนนผลการทดสอบ O-NET ช่วงชั้นที่ 4 (ม.6) จำนวน 8 กลุ่มสาระวิชาของสถานศึกษาระดับชั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2556*. เข้าถึงได้จาก <http://www.onesqa.or.th/th/contentdownload/944/?inputFilter=&TextSearch=&Category=151&gotoPage=1&PageSize=10>.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการพิมพ์ครั้งที่ 2*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Baldwin J. and Williams H. (1988). *Active Learning: a trainer's guide*. Oxford, England: Basil Blackwell.
- Brown, G. A. (1975). *Microteaching: a programme of teaching skills*. London: Methuen.
- Collins, J. W. & O'Brien, N. P. (2003). *The Greenwood Dictionary of Education*. Westport, CT: Greenwood Press. Retrieved from http://twitmails3.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/users/355757832/16/attachment/_JV1lIiEbdy%20%20D9%85%D8%B1%D8%AC%D8%B9%20%D8%A7%D8%AC%D9%86%D8%A8%D9%8A.pdf.
- East Carolina University. (2014). *Question & Review: Higher Order Questions Games*. Retrieved from <http://www.ecu.edu/cs-educ/TQP/upload/ISLES-S-Question-Declarative-Aug2014.pdf>.
- Fraze, B. and Rudnitski, R. A. (1995). *Integrated teaching methods: theory, classroom applications, and field-based connections*. Albany, NY: Delmar Publishers.
- Hazzan, O., Lapidot T., & Ragonis, N. (2011). *Guide to teaching computer science*. London: Springer-Verlag.
- Krulik, S. and Rudnick, J. A. (1996). *A new sourcebook for teaching reasoning and problem solving in elementary school*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.pdf.
- Schmalz, R. S. P. (1973). Categorization of Questions that Mathematics Teachers Ask. *The Mathematics Teacher*, 66(7), 619–626.
- Silberman, M. L. (1996). *Active Learning: 101 Strategies to Teach Any Subject*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Smith J. (1999). Active Learning of Mathematics. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 5(2), 108–110.
- Wragg, E. C. and Brown, G. (2001). *Questioning in the primary school*. London: Routledge.