



วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

OJED, Vol. 12, No. 3, 2017, pp. 346 - 362

OJED

An Online Journal
of Education

<http://www.edu.chula.ac.th/ojed>

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับ
การเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5
EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING
THE FLIPPED CLASSROOM APPROACH AND ACTIVE LEARNING ON
MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND CRITICAL THINKING ABILITIES
OF ELEVENTH GRADE STUDENTS

นายกิตติพันธ์ วิบูลศิลป์*

Kittiphan Wiboonsin

ผศ. ดร. จินนดิษฐ์ ละออปักษิณ**

Asst. Prof. Jinnadit Laorpaksin, Ed.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสงวนหญิง สุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนต่ำกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

*นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: k.wiboonsin@gmail.com

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abstract

The purposes of this study were to 1) Compare mathematical problem solving and critical thinking abilities of eleventh grade students before and after being taught by organizing mathematics learning activities using the flipped classroom approach and active learning. 2) Compare mathematical problem solving and critical thinking abilities of eleventh grade students after being taught by organizing mathematics learning activities using the flipped classroom approach and active learning with the 70 percent criterion. The subjects were eleventh grade students of Sa-nguan Ying School in Suphan Buri, Thailand in the first semester of the academic year 2017. There were 30 students in an experimental group.

The results of the research revealed that 1) The mathematical problem solving and critical thinking abilities of student being taught by organizing mathematics learning activities using the flipped classroom approach and active learning were statistically higher than those before learning at the .05 level of significance. 2) The mathematical problem solving and critical thinking abilities of student being taught by organizing mathematics learning activities using the flipped classroom approach and active learning were statistically lower than 70 percent criterion at the .05 level of significance.

คำสำคัญ: ห้องเรียนกลับทาง/ การเรียนรู้เชิงรุก/ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

KEYWORDS: THE FLIPPED CLASSROOM/ ACTIVE LEARNING/ MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING/ CRITICAL THINKING ABILITIES

บทนำ

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ที่มีวัตถุประสงค์ในการเตรียมคนในสังคมไทยให้มีทักษะในการดำรงชีวิตสำหรับโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี โดยพัฒนาเด็กในวัยเรียนและวัยรุ่นให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานและการใช้ชีวิตที่พร้อมเข้าสู่ตลาดงานผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เด็กมีการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงและสอดคล้องกับพัฒนาการของสมองในแต่ละช่วงวัย เน้นพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านศิลปะ ด้านภาษาต่างประเทศ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านวิศวกรรมศาสตร์ และด้านคณิตศาสตร์ (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2560: 65-68) จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญในการพัฒนาทักษะให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตทั้งในแง่ของการพัฒนาสังคมและการพัฒนามนุษย์ ในแง่ของสังคมนั้นคณิตศาสตร์จะถูกใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมใน

สาขาวิชาต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในแง่ของการพัฒนานุชนนั้นคณิตศาสตร์จะถูกใช้เป็นองค์ความรู้ที่ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการคิดทั้งการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (อัมพร ม้าคนอง, 2557: 4-5) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ ซึ่งประกอบไปด้วย ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 2, 6)

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ การจัดการศึกษาทางคณิตศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ยังขาดทักษะกระบวนการทั้งการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและนำเสนอแนวคิด การเชื่อมโยงเนื้อหา และความคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 1) สะท้อนให้เห็นได้จากผลการทดสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี ค.ศ. 2015 จากกรอบการประเมินในส่วนของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (OECD, 2016: 68) พบว่านักเรียนในกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในสังกัดกรมสามัญศึกษาเดิมมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับค่าเฉลี่ยในกลุ่มประเทศที่เข้าร่วมการประเมิน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559: 14) สาเหตุเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังมิจุดเน้นที่การหาคำตอบที่ถูกต้อง และการจดจำขั้นตอนการหาคำตอบ กฎ สูตร นิยาม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557: 1)

การแก้ปัญหา เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาความคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์ (National Council of Teachers of Mathematics, 2000: 182) เนื่องจากการแก้ปัญหาคือทักษะที่มีกรรมทักษะอื่นๆ ที่สำคัญเข้าด้วยกัน เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร การตัดสินใจ การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้และทักษะ เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิด ความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง ดังนั้น นักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักจะมีความรู้ ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจ ที่ดีตามไปด้วย การแก้ปัญหาก็มีประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนในหลายๆ ด้าน เช่น ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะการคิดและกระบวนการของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงและใช้ความรู้ที่เรียนมาในการแก้ปัญหามาจริง ช่วยพัฒนาทักษะของนักเรียนในการเลือกและใช้กลวิธีแก้ปัญหาย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากมาย (อัมพร ม้าคนอง, 2553: 39) นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังได้เสนอว่า การเรียนการแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 6)

ในกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ว่าจะเป็น การเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล หรือการเชื่อมโยงข้อมูล ล้วนแล้วแต่จะต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณเข้ามาช่วยในทุกๆ ขั้นตอน เพื่อให้การแก้ปัญหานั้นสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและมีประสิทธิภาพ (Krulik & Rudnick, 1993: 4-5) การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการทางปัญญาในการไตร่ตรองปัญหา ข้อกล่าวอ้างหรือสมมติฐานอย่างมีตรรกะและมีเหตุผล โดยใช้การค้นคว้าข้อมูลหรือหลักฐานมาสนับสนุน หรือตรวจสอบและประเมินความถูกต้องความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือหลักฐานที่นำมาสนับสนุนอย่างไม่มีอคติ ก่อนลงข้อสรุป หรือเชื่อความคิดเห็น ข้อสมมติ หรือความรู้ที่ได้รับนั้น (สิริภักตร์ ศิริโร, 2558: 74) นอกจากนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณยังเป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่สำคัญในการดำรงชีวิตและการปฏิบัติงานในปัจจุบันและอนาคต การฝึกการคิดควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ จะทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและนำไปสู่ผลลัพธ์ในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558: 127)

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร นักเรียนควรมีบทบาทในการกำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เสาะแสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ มีปฏิสัมพันธ์ ทำงานทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 26) ซึ่งสอดคล้องพหุมิติการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบการบรรยายจะมีอัตราการเรียนรู้เพียง 5% ในทางตรงข้าม การสอนคนอื่นหรือลงมือทำ เอาความรู้มาใช้ในการทันที จะมีอัตราการเรียนรู้ถึง 90% แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้จากการรับถ่ายทอดเพียงอย่างเดียว จะเกิดการเรียนรู้้น้อยกว่าการเรียนรู้จากการสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือทำและการคิด ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง โดยหนึ่งในแนวคิดที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมต่างๆ คือ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) ซึ่งเป็นแนวคิดที่เน้นการฝึกทักษะต่างๆ จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (วิจารณ์พานิช, 2556: 28)

การเรียนรู้เชิงรุกเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ทางปัญญา (constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นโดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้เชิงรุกจึงเป็น

แนวทางหนึ่งในการพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดที่สอดคล้องกับหลักสูตรของไทยในปัจจุบัน (สถาพร พุทธิพิฏกุล, 2555: 5-12)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกนั้นมีอยู่หลากหลายรูปแบบ ทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเพียงอย่างเดียว หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการบรรยาย (ศักดา ไชกิจภิญโญ, 2548: 12-14) ซึ่งแนวคิดห้องเรียนกลับทางเป็นแนวคิดหนึ่งที่น่าเอากิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกมาประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดี ธรรมชาติ แนวคิดห้องเรียนกลับทาง มีลักษณะสำคัญ คือ การนำสิ่งที่เคยทำในห้องเรียนแบบดั้งเดิมไปทำที่บ้านและนำสิ่งที่เคยทำเป็นการบ้านในห้องเรียนแบบดั้งเดิมนำมาทำให้เสร็จในห้องเรียน เป็นการเปลี่ยนจุดเน้นในห้องเรียนจากการสอนของครูไปเป็นการเรียนรู้ของนักเรียน (Bergmann & Jonathan, 2012: 13-17) และได้มีการพัฒนาแนวคิดห้องเรียนกลับทางไปในหลากหลายรูปแบบทั้งการใช้ห้องเรียนเป็นสถานที่ฝึกความแม่นยำในเนื้อหาโดยการทำแบบฝึกหัด หรือการฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ โดยใช้กิจกรรมที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ (Bishop, 2013: 1) การเรียนรู้ในห้องเรียนกลับทางนักเรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง การให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์การบรรยายจากที่บ้าน จะช่วยให้นักเรียนใช้เวลาในห้องเรียนได้อย่างมีคุณค่าในการฝึกการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาหรือการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับโลกจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน เรียนรู้ร่วมกัน และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่วนครูจะเป็นผู้กระตุ้นแรงบันดาลใจ สนับสนุนการเรียนรู้ และรับฟังปัญหาของนักเรียน ทำให้ครูสามารถดูแลนักเรียนแต่ละคนได้อย่างเป็นธรรมชาติ (Bergmann & Jonathan, 2012: 20-27; วิจารณ์ พานิช, 2556: 21, 31-32)

จากความสำคัญที่ได้กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม เพื่อพัฒนาทักษะในการดำรงชีวิตสำหรับโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์หนึ่งในการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดสองครั้ง (The One-Group Pretest Posttest Design) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม โดยมีแผนการทดลอง ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
กลุ่มทดลอง (E)	- ความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	X	- ความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดสุพรรณบุรี กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสงวนหญิง สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดสุพรรณบุรี กระทรวงศึกษาธิการ โดยจากการสำรวจพบว่า โรงเรียนสงวนหญิง มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 207 คน ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม แบ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนแบบคละความสามารถ 5 ห้องเรียน และนักเรียนในโครงการส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยเลือกห้องเรียนแบบคละความสามารถมา 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นห้องเรียนที่นักเรียนมีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี เช่น นักเรียนมีโทรศัพท์มือถือรูปแบบสมาร์ทโฟนหรือมีคอมพิวเตอร์ นักเรียนมีเวลาในการเล่นอินเทอร์เน็ตที่เหมาะสม นักเรียนสามารถใช้อินเทอร์เน็ตจากที่บ้านได้ เป็นต้น โดยผู้วิจัยจะสำรวจข้อมูลความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีของนักเรียนแล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ร้อยละ ซึ่งห้องเรียนที่นักเรียนมีร้อยละของข้อมูลความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีสูงที่สุดจะถูกเลือกเป็นกลุ่มทดลอง ผลปรากฏว่าได้ นักเรียนห้อง ม. 5/8 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด คือ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 12 แผน ระยะเวลา 12 คาบ

2.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ฉบับละ 3 ข้อ

2.2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนและหลังเรียน ฉบับละ 20 ข้อ

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอน และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเองกับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกตามรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมวัสดุทัศน สื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบของวิทัศน์การบรรยายเนื้อหาเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ในอินเทอร์เน็ตทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อกำหนดรูปแบบของวิทัศน์ที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหา

2. กำหนดเนื้อหาและรูปแบบของวิทัศน์ที่นักเรียนต้องดูก่อนเข้าชั้นเรียนเพื่อดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนแต่ละคาบ

3. จัดเตรียมวิทัศน์ที่ให้นักเรียนดูที่บ้านเพื่อเตรียมความรู้พื้นฐานก่อนดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนแต่ละคาบ ซึ่งวิทัศน์ที่เตรียมให้นักเรียนดูจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.1 วิทัศน์ที่นำมาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ในอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยคัดเลือกวิทัศน์ที่มีเนื้อหาเหมาะสม แล้วนำมาตัดต่อเพื่อให้ความยาวไม่เกิน 15 นาที โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งวิทัศน์ที่ผู้วิจัยคัดเลือกมาประกอบด้วย วิทัศน์การบรรยายเนื้อหาจากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 6 ตอน และข่าวหรือสารคดี 3 ตอน

3.2 วิดีทัศน์ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมาเอง โดยผู้วิจัยจัดเตรียมเนื้อหาให้มีความเหมาะสม จากนั้น จึงจัดทำกราฟิกและถ่ายทำวิดีโอ แล้วนำมาตัดต่อเพื่อให้ความยาวไม่เกิน 15 นาที โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งวิดีโอที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมามีทั้งหมด 3 ตอน

4. จัดทำเอกสารแนะแนวทางที่ให้นักเรียนใช้ในการสรุปการบรรยายและตอบคำถามที่สอดคล้องกับการเรียนรู้เนื้อหาในวิดีโอ

1.3 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนสงวนหญิง สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดสุพรรณบุรี

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบคำถามในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากนั้นจึงให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ก่อนเรียนและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 5 คาบ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

2.3 เมื่อผู้วิจัยดำเนินการสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จนครบ 12 คาบ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์หลังเรียนและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน

2.4 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล

3. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยค่าที (t-test) ซึ่งการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยค่าทีนั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนต่ำกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้ฝึกทักษะจากการปฏิบัติตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูกำหนดไว้ โดยเริ่มต้นจากการดูวิดีโอที่ครูเตรียมไว้ให้ในเว็บไซต์ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานต่างๆ ที่จำเป็นต่อการทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยในวิดีโอจะนำเสนอความรู้จากตัวอย่างที่ง่ายไปหาตัวอย่างที่มีความซับซ้อนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจได้โดยง่าย หากนักเรียนยังไม่เข้าใจในช่วงใด นักเรียนสามารถย้อนกลับไปดูวิดีโอ ในช่วงนั้นได้หลายครั้งตามต้องการ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ตามศักยภาพในการเรียนรู้ของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ Bergmann & Jonathan (2012) ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนแต่ละคนมีความเร็วในการเรียนรู้ไม่เท่ากัน ดังนั้น การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ควบคุมความเร็วในการบรรยายเนื้อหาด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเข้าใจในโมโนทัศน์หรือขั้นตอนต่างๆ ได้มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ กิจกรรมที่นักเรียนทำในชั้นเรียนแต่ละครั้งเป็นกิจกรรมที่ออกแบบให้นักเรียนได้อภิปรายเพื่อคิดหาวิธีการแก้ปัญหด้วยตนเองก่อน โดยครูจะถามนักเรียนเกี่ยวกับเงื่อนไขและสิ่งที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา จากนั้น ครูจะเขียนสิ่งที่นักเรียนคิดว่าเป็นเงื่อนไขและสิ่งที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาไว้บนกระดาน รวมทั้งความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น บทนิยาม ทฤษฎีบท สมบัติต่างๆ หรือตัวอย่างขั้นตอนการแก้ปัญหา ที่เพียงพอต่อการคิดหาวิธีแก้ปัญหา เมื่อปล่อยให้ นักเรียนอภิปรายกันสักระยะหนึ่ง ครูจะถามแนวทางในการแก้ปัญหา และเขียนไว้บนกระดานเพื่อเรียบเรียงความคิด ถ้านักเรียนทั้งห้องยังไม่สามารถคิดหาวิธีการที่จะนำไปสู่คำตอบของปัญหาได้ ครูจะแนะขั้นตอนในการแก้ปัญหาในบางขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของปัญหา และสามารถแยกปัญห่ออกเป็นส่วนๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถลำดับวิธีการแก้ปัญหาก่อนหลัง

ได้ จากนั้น ครูจึงปล่อยให้ให้นักเรียนได้อภิปรายจากข้อมูลที่มีให้เพียงพอและดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งการให้นักเรียนได้ฝึกวางแผนและหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และเข้าใจความหมายของคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว จะเห็นได้ว่านักเรียนได้ฝึกการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกแผน การดำเนินการตามแผน และการสะท้อนและขยายผล ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ ของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Krulik & Rudnick (1998) ทำให้ได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสัญญา ภัทรกร (2552) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้การจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา (active learning) พบว่า การให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาร่วมกันกับผู้อื่น เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการหาคำตอบ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนต่ำกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า มีนักเรียนจำนวน 11 คน ที่มีคะแนนน้อยกว่า 16 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่น้อยกว่าหนึ่งในสามของคะแนนเต็ม 48 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มนี้เพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ทั้งในส่วนที่นักเรียนต้องไปดูวิดีโอที่นอกห้องเรียนและในส่วนที่นักเรียนต้องนำความรู้จากการดูวิดีโอที่ตนมาทำกิจกรรมในห้องเรียน โดยผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

2.1 นักเรียนต้องอาศัยความรู้ในวิชาอื่นๆ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหาในวิชาอื่นๆ นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิชานั้นๆ เพื่อทำความเข้าใจกับธรรมชาติของปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น การใช้ฟังก์ชันลอการิทึมเพื่อหาค่า pH ของสารละลาย นักเรียนจะต้องรู้ว่าค่า pH ของสารละลายนั้นจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของประจุ H^+ ที่บ่งบอกถึงความเป็นกรดหรือความเข้มข้นของประจุ OH^- ที่บ่งบอกถึงความเป็นเบสที่มีอยู่ในสารละลาย โดยสารละลายที่มีค่า pH น้อยจะมีค่าความเป็นกรดมาก ส่วนสารละลายที่มีค่า pH มากจะมีค่าความเป็นเบสมาก หรือการใช้ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเพื่อหาปริมาณของสารกัมมันตภาพรังสีที่เหลืออยู่เมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่ง นักเรียนจะต้องรู้ว่าเวลาครึ่งชีวิตของสารกัมมันตภาพรังสี หมายถึง เวลาที่สารกัมมันตภาพรังสีใช้เวลาในการสลายตัวเพื่อให้เหลือปริมาณเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น โดยสารแต่ละชนิดจะมีเวลาครึ่งชีวิตที่แตกต่างกัน ถ้ากำหนดให้สารกัมมันตภาพรังสีใช้เวลาในการสลายตัวเท่ากัน สารกัมมันตภาพรังสีที่มีเวลาครึ่งชีวิตมากกว่าจะมีปริมาณสารเหลืออยู่มากกว่า ความรู้พื้นฐานเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนเห็นภาพรวมของปัญหาชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังนั้น เมื่อนักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของปรากฏการณ์ต่างๆ ตามเนื้อหาในวิดีโอที่ตนไม่เพียงพอ จะส่งผลให้การวางแผนเพื่อแก้ปัญหาเป็นไปอย่างคลุมเครือไม่ชัดเจน

2.2 นักเรียนทำข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ครบทุกข้อ โดยในการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัด 3 ข้อ ข้อละ 16 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 48 คะแนน จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 1 ทำแบบวัดได้เพียง ข้อละ 4 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนจากองค์ประกอบความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า นักเรียนสามารถระบุคำถามและข้อมูลที่จำเป็นต่อการคำนวณในโจทย์ได้ และสามารถจดจำสูตรที่ใช้ในการคำนวณได้ แต่ไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนมองไม่เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ และไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหา เมื่อโครงสร้างของโจทย์เปลี่ยนไปจากโจทย์ที่เคยทำในห้องเรียน จึงทำให้คะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีค่าน้อยกว่าปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI พบว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนอาศัยความรู้ที่นักเรียนมีเพื่อสร้างความสัมพันธ์ในปัญหา จะช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาจนนำไปสู่การหาคำตอบได้ด้วยตนเอง จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้ฝึกทักษะจากการปฏิบัติตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูกำหนดไว้ โดยเริ่มต้นจากการดูวิดีโอที่ครูเตรียมไว้ให้ในเว็บไซต์ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ต่างๆ ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ตั้งแต่การแทนค่าลงในฟังก์ชัน การร่างกราฟตามค่าที่ได้ และการอธิบายลักษณะสำคัญของกราฟ จนนำไปสู่การสรุปโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน ซึ่งนักเรียนจะต้องตีความจากมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้เพื่อนำมาใช้ตอบคำถามประกอบการบรรยายซึ่งเป็นการถามเกี่ยวกับรายละเอียดของมโนทัศน์ หลังจากนี้นักเรียนดูวิดีโอที่ตนจับในแต่ละวัน นักเรียนจะต้องตอบคำถามหลังการบรรยายซึ่งเป็นการถามเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่เรียนจบไปซึ่งนักเรียนจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้จากบทนิยาม ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่างๆ ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากวิดีโอที่ตนในการตอบคำถามในแต่ละวัน ซึ่งการตอบคำถามระหว่างการดูวิดีโอและคำถามหลังจากการดูวิดีโอจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการตีความและการนิรนัย

เมื่อนักเรียนได้ค้นพบข้อมูลต่างๆ จากการทำกิจกรรม นักเรียนจะต้องสรุปคำตอบที่เป็นไปได้ พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนว่าเพราะเหตุใดคำตอบที่ได้จึงเป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล เช่น ในการทำกิจกรรมรูปแบบเกม นักเรียนจะได้ฝึกการแก้สมการในรูปแบบต่างๆ ซึ่งหลังจากที่นักเรียนแก้สมการจนได้คำตอบแล้ว นักเรียนจะต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของคำตอบด้วยว่า คำตอบที่ได้มานั้นเป็นคำตอบของสมการหรือไม่ ซึ่งการฝึกพิจารณาเงื่อนไขแวดล้อมต่างๆ ในโจทย์และการคาดการณ์สิ่งที่เป็นไปได้ จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการอนุมาน

เมื่อถึงเวลาเรียนในชั้นเรียนครูจะชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับเนื้อหาในวิดีโอเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อนำความรู้ที่ได้จากการดูวิดีโอมาใช้ เช่น ในการทำกิจกรรมรูปแบบ Jigsaw เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการแปลงกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งนักเรียนจะได้ดูวิดีโอเรื่องกราฟ โดเมน และเรนจ์ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล $f(x) = a^x$ มาจากที่บ้านแล้ว เมื่อเข้ามาในชั้นเรียนนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแปลงกราฟ 4 รูปแบบ คือ การเลื่อนขึ้น การเลื่อนทางขวา การขยายตามแนวแกน Y และการสะท้อนที่มีแกน X เป็นเส้นสะท้อน โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะแทนค่า x เพื่อหาค่าของฟังก์ชันแล้ววาดกราฟออกมา จากนั้นนักเรียนจะต้องสังเกตลักษณะของกราฟที่เปลี่ยนไปเทียบกับกราฟของฟังก์ชัน $f(x) = 2^x$ โดยนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะต้องร่วมกันสรุปลักษณะของกราฟที่ได้จากการสังเกต รวมถึงโดเมนและเรนจ์ที่เปลี่ยนไป โดยให้เหตุผลสนับสนุนความคิดของตนเอง ซึ่งอาจจะมีนักเรียนบางคนเห็นต่างออกไป การรับฟังเหตุผลของคนอื่นในกลุ่มแล้วนำมาพิจารณาถึงความสมเหตุสมผล จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการประเมินข้อสรุป

หลังจากทำกิจกรรมกลุ่มในห้องเรียนเสร็จสิ้นครูจะให้นักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เช่น ในการทำกิจกรรมรูปแบบ Think Pair Share เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันลอการิทึม นักเรียนจะต้องอภิปรายกันว่า ค่าของ $\log_a x$ เป็นบวกเมื่อใด นักเรียนบางกลุ่มตอบว่า จะมีค่าเป็นบวกเมื่อ x มีค่ามากกว่า 1 เพราะกราฟของลอการิทึมอยู่เหนือแกน X เมื่อ x มีค่ามากกว่า 1 ครูจึงถามต่อว่ามีใครเห็นด้วยบ้าง เมื่อนักเรียนในห้องยกมือ ครูจึงถามต่อว่า กราฟของฟังก์ชันลอการิทึมมีกี่แบบ นักเรียนจึงตอบว่า 2 แบบ ปรากฏว่ามีนักเรียนบางกลุ่มเริ่มนึกออกว่า ค่าของ $\log_a x$ มีค่าเป็นบวก เมื่อ $0 < x < 1$ ได้เหมือนกันเมื่อ $\log_a x$ เป็นฟังก์ชันลด ซึ่งฝึกคิดเงื่อนไขต่างๆ ที่เป็นไปได้เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ตามที่ต้องการจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว จะเห็นได้ว่านักเรียนได้ฝึกการตีความ การอนุมาน การประเมินข้อสรุป การระบุข้อตกลงเบื้องต้น และการนิรนัย ครบทั้ง 5 องค์ประกอบ ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของ วัตสันและเกลเซอร์ (Watson & Glaser, 2002) ทำให้ได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพีชานิกา เพชรสังข์ (2556) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิด พบว่าการให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนได้คิด ไตร่ตรอง อภิปราย เพื่อสรุปองค์ความรู้ร่วมกันกับผู้อื่นจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนต่ำกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า มีนักเรียนจำนวน 10 คน ที่มีคะแนนน้อยกว่า 20 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่น้อยกว่าหนึ่งในสามของคะแนนเต็ม 60 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์

นักเรียนในกลุ่มนี้เพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ทั้งในส่วนที่นักเรียนต้องไปดูวิดีโอที่นอกห้องเรียนและในส่วนที่นักเรียนต้องนำความรู้จากการดูวิดีโอมาทำกิจกรรมในห้องเรียน โดยผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

4.1 นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ไม่เพียงพอต่อการศึกษด้วยตนเองจากการดูวิดีโอ โดยในการดูวิดีอนั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็น เช่น บทนิยาม ทฤษฎีบท หรือความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีต่างๆ เพื่อใช้ในการนิรนัยและการตีความเนื้อหาในวิดีโอที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ ดังนั้น เมื่อนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอต่อศึกษาเนื้อหาในวิดีโอด้วยตนเอง อาจจะทำให้นักเรียนนิรนัยเพื่อหาข้อสรุปหรือตีความเนื้อหาในวิดีโอได้ไม่สมบูรณ์ เช่น จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการดูวิดีโอเรื่องการแก้สมการเอกซ์โพเนนเชียล พบว่า นักเรียนในกลุ่มนี้ไม่เข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการแยกตัวประกอบของพหุนามกำลังสองและขั้นตอนการแก้สมการกำลังสอง ซึ่งความรู้นี้เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาเรื่อง จำนวนจริง ในรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จึงทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้สมการเอกซ์โพเนนเชียลในบางขั้นตอนที่จำเป็นต้องใช้ความรู้ดังกล่าว นักเรียนจึงสามารถบอกขั้นตอนการแก้สมการเอกซ์โพเนนเชียลได้อย่างคร่าวๆ เท่านั้น เช่น การแทนค่าเป็นตัวแปรอื่น การแยกเป็นสองวงเล็บ การสลับเครื่องหมายเพื่อหาคำตอบ การแทนค่ากลับเข้าไปในตัวแปร การตรวจสอบคำตอบ เป็นต้น ส่งผลให้นักเรียนในกลุ่มนี้ตีความเกี่ยวกับความเป็นเหตุเป็นผลของขั้นตอนต่างๆ ได้ไม่เต็มที่ และใช้การจดจำขั้นตอนต่างๆ แทน

4.2 นักเรียนมีบทบาทในการอภิปรายในกลุ่มย่อยเป็นเพียงผู้รับฟังความคิดเห็น โดยในการทำกิจกรรมในกลุ่มย่อยนั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานจากการดูวิดีโอเพื่อใช้ในการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะมีบทบาทในการนำเสนอความคิดเห็น ให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง ให้เหตุผลเพื่อคัดค้านความคิดเห็นของผู้อื่น และหาข้อสรุปองค์ความรู้ร่วมกัน ดังนั้น เมื่อนักเรียนมีพื้นฐานความรู้จากการดูวิดีโอไม่เพียงพอ จึงทำให้ร่วมอภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่มได้ไม่เต็มที่ นักเรียนกลุ่มนี้จึงมีบทบาทในการอภิปรายเป็นเพียงผู้รับฟังและเห็นด้วยกับข้อสรุปของคนอื่นๆ ภายในกลุ่ม โดยไม่มีเหตุผลสนับสนุนหรือเหตุผลโต้แย้ง ที่มาจากการคิดหรือการไตร่ตรองด้วยตนเอง เช่น จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการทำกิจกรรม Think Pair Share เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม พบว่า นักเรียนในกลุ่มนี้ไม่เข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของฟังก์ชันลอการิทึม ทั้งลักษณะของโดเมน เรนจ์ และกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม เนื่องจากนักเรียนยังสับสนเกี่ยวกับมโนทัศน์ของโดเมน เรนจ์ และอินเวอร์สของฟังก์ชัน เมื่อให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับมโนทัศน์ต่างๆ ที่ต่อยอดความรู้จากการดูวิดีโอ นักเรียนกลุ่มนี้จึงมีบทบาทในการทำกิจกรรมเป็นเพียงผู้ฟังการอธิบายจากเพื่อนร่วมกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนในกลุ่มนี้ ไม่ค่อยได้แสดงความคิดเห็น และให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์ (2556) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก พบว่า การอภิปรายในกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบของปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนด้วยตนเอง โดยที่ครูทำหน้าที่แนะนำ ส่งเสริม และกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดความคิดและตัดสินใจ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 วิธีทัศน์ที่ครูเตรียมมาให้แก่นักเรียนดูที่บ้านนั้นควรจะเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน เนื่องจาก นักเรียนจะต้องเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ด้วยตนเองโดยปราศจากการซักถามข้อสงสัย ดังนั้น ถ้าวิธีทัศน์ที่ครูเตรียมมาให้แก่นักเรียนดูไม่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน อาจจะทำให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ครูนำเสนอได้ไม่ครบถ้วน และอาจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการดูวิธีทัศน์ โดยในช่วงแรกของการนำแนวคิดห้องเรียนกลับทางไปใช้ ครูควรสำรวจความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนว่า นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอครูอาจจะต้องหาวิธีทัศน์อื่นๆ มาเสริมเพื่อให้มีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอ หรือครูอาจจะตัดทอนบางเนื้อหาในวิธีทัศน์ที่ยากเกินไปแล้วนำมาขยายความคิดของนักเรียนในห้องแทน

1.2 เอกสารแนะแนวทางที่ใช้ประกอบการดูวิธีทัศน์จะเป็นตัวช่วยหนึ่งในนักเรียนดูวิดีโออย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาหนึ่งที่ผู้วิจัยค้นพบก็คือ นักเรียนจะดูวิธีทัศน์ให้จบรวดเดียวโดยไม่ได้อ่านว่าวิธีทัศน์ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้อะไร ดังนั้น การใช้เอกสารแนะแนวทางที่มีคำถามให้นักเรียนตอบเป็นระยะๆ ตลอดการดูวิธีทัศน์จะเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนรู้ว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไร และยังมีเนื้อหาส่วนไหนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ทำให้นักเรียนดูวิธีทัศน์อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ใช่การดูไปเรื่อยๆ ให้จบไปในแต่ละครั้ง

1.3 การมีคำถามต่อยอดหลังนักเรียนดูวิธีทัศน์จะช่วยให้นักเรียนใคร่ครวญเกี่ยวกับเนื้อหาจนกว่าจะถึงเวลาเข้าชั้นเรียน โดยคำถามหลังการดูวิธีทัศน์ควรจะเป็นคำถามที่ชวนให้นักเรียนคิดต่อยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนได้ดูไป เพื่อสร้างความต่อเนื่องให้กับกิจกรรมที่นักเรียนจะได้ทำในห้องเรียน เมื่อถึงเวลาเรียนในชั้นเรียน ครูสามารถนำคำถามต่อยอดนี้มาใช้ในการนำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้จากการดูวิธีทัศน์มาใช้ในการทำกิจกรรม

1.4 ครูควรสำรวจพฤติกรรมการทำกิจกรรมในกลุ่มย่อยทุกกลุ่มเพื่อให้แน่ใจได้ว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนในชั้นเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่เท่ากัน ครูจึงควรเข้าไปดูแลนักเรียนบางคนที่แปลกแยกออกจากกลุ่ม หรือตามไม่ทันในการอภิปรายของกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมตามความสามารถที่มีและไม่ถูกละทิ้งในการทำกิจกรรม

1.5 กิจกรรมในห้องเรียนที่มีความหลากหลายจะช่วยสร้างความสนใจของนักเรียน ครูควรคิดกิจกรรมในห้องเรียนให้มีความหลากหลายและท้าทายความสามารถของนักเรียน เนื่องจาก เมื่อนักเรียนจะไม่สามารถคาดเดาได้ว่า กิจกรรมในชั้นเรียนต่อไปจะมีลักษณะเป็นเช่นไร นักเรียนจะสนใจกลับไปดูวิธีทัศน์ที่บ้านก่อนมาเรียนในชั้นเรียนต่อไป เพื่อไม่ให้เป็นตัวถ่วงของกลุ่มและเป็นส่วนหนึ่งในการบรรลุเป้าหมายของกิจกรรมในชั้นเรียน

1.6 หลังจากทำกิจกรรมครูควรสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมและองค์ความรู้ที่ได้จากการดูวิดีโอให้เห็นความสัมพันธ์กัน เนื่องจากในการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับทางทั้งการดูวิดีโอและการทำกิจกรรมในชั้นเรียนเป็นสิ่งที่มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน ครูจึงควรสรุปองค์ความรู้ทั้งสองส่วนให้มีความสัมพันธ์กัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับวิดีโอที่เหมาะสมกับกิจกรรมที่มีความหลากหลายในชั้นเรียน เนื่องจากบทบาทของวิดีโอที่ใช้ในห้องเรียนกลับทางนั้นมีอยู่อย่างหลากหลาย ทั้งทำหน้าที่เป็นบทนำเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ทำหน้าที่นำเสนอเนื้อหาพื้นฐานเพื่อเตรียมความพร้อมในการทำกิจกรรม หรือทำหน้าที่นำเสนอเนื้อหาใหม่เพื่อนำมาใช้ต่อยอดความคิดให้มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ความสอดคล้องกันของวิดีโอกับกิจกรรมในห้องเรียนจึงเป็นสิ่งที่ต้องตั้งคำถามต่อไปว่า วิดีโอแต่ละแบบ เหมาะสมกับกิจกรรมแบบใด เนื้อหาแบบใด รวมถึงระยะเวลาและรูปแบบของวิดีโอที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด

2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการแนวคิดห้องเรียนกลับทางไปใช้ร่วมกับวิธีการสอนในรูปแบบอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงาน หรือการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ เป็นต้น เพื่อดูความเหมาะสมและผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้วิดีโอเป็นตัวส่งเสริมในการทำกิจกรรมต่างๆ ในห้องเรียน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้นจาก http://www.curriculum51.net/viewpage.php?t_id=64.
- เชิดศักดิ์ ภักดีวิโรจน์. (2556). *ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชาณิกา เพชรสังข์. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญ การพิมพ์ จำกัด.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *ครูเพื่อศิษย์ สร้างห้องเรียนกลับทาง*. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พรินต์ติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.
- ศักดิ์ดา ไชกิจบุญ. (2548). *เรียนอย่างไรให้ Active Learning*. วารสารนวัตกรรมการเรียนการสอน. 2(2): 12-15.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*.

กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซี เอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *การติดตามผลการจัดการเรียนการสอนด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของครู ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สืบค้นจาก <http://research.ipst.ac.th/results/projects/ipst>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. สืบค้นจาก <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport>.

สถาพร พงษ์พิบูล. (2555). คุณภาพผู้เรียน.....เกิดจากกระบวนการเรียนรู้. *วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*. 6(2), 5-12

สัญญา ภัทรากกร. (2552). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สิริภักตร์ ศิริโท. (2558). *การคิดวิจารณ์ญาณ: มุมมองการศึกษาและการบริหารจัดการ. ศาสตร์การคิด รวมบทความเรื่องการคิดและการสอนคิด*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ. (2555). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา*. สำนักงาน ราชบัณฑิตยสภา.

สำนักนายกรัฐมนตรี. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560-2564*.

อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Bergmann, J., & Sams, A., (2012). *Flip Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.

Bishop, J.L., & Verleger, M.A., (2013). *The Flipped Classroom: A Survey of the Research*. American Society for Engineering Education.

- Krulik, S., & Rudnick, J.A., (1993). *Reasoning and problem solving: a handbook for elementary school teachers*. Allyn and Bacon.
- National Council of teachers of Mathematics, (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, OECD Publishing, Paris.
- Watson, G., & Glaser, E., (2002). *Watson - Glaser Critical Thinking Appraisal – UK Edition Practice Test*. Pearson Assessment, 80 Strand, London, England.