การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL ACTIVITY PACKAGE TO ENRICH PROBLEM SOLVING ABILITY WITH MATHEMATICAL HABITS OF MIND FOR GRADE 6 STUDENTS OF KASETSART UNIVERSITY LABORATORY SCHOOL CENTER FOR EDUCATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT

พงศธร มหาวิจิตร[1] และสุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย[2]

Pongsatorn Mahavijit[1] and Soontaree Palawatchai[2]

[1]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

[1]Faculty of Education, Kasetsart University

[2]Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development

บทคัดย่อ

จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เป็นการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ต่างๆ และสามารถคิดเชื่อมโยงโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่มาจัดการกับสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถนำไปปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอจนเกิดเป็นนิสัย งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ 80/80 และ 2) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลจากการบันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนส่วนหนึ่งยังมีข้อผิดพลาดในขั้นทำความเข้าใจปัญหาและขั้นตรวจสอบผล

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

Corresponding Author

E-mail: feduptm@ku.ac.th

Abstract

Mathematical habit of mind focuses on ability to see the relationship between each mathematics content and to connect knowledge schemata to manage situations or solving problems effectively. This practice needs to be habituated. This research aimed to develop a mathematical activity package to enhance problem solving ability with mathematical habits of mind and its effects. The sample of this research consisted of 40 sixth grade students of Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development in the academic year 2016. The results showed that (1) the efficiency of the developed mathematical activity package was higher than the 80/80 criterion; and (2) The experimental group student significantly increased their problem solving ability with mathematical habits of mind at the .05 level of statistical significance. Moreover, recorded qualitative data evince some students' mistakes in understanding the problem and looking back steps.

Keywords: Mathematical Activity Package, Problem Solving, Mathematical Habits of Mind

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อศาสตร์อื่นๆ มาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางวิทยาศาสตร์ ดังคำกล่าวของ Gauss (ค.ศ. 1777-1855) ที่ว่า คณิตศาสตร์เป็นราชินีของวิทยาศาสตร์ (Mathematics is the Queen of the Sciences) (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008) เนื่องด้วยคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดของมนุษย์ ความคิดทางคณิตศาสตร์นั้นจะต้องมีแบบแผนและรูปแบบ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งคณิตศาสตร์ช่วยให้คนมีเหตุมีผล (Phiphitthakun, 2002) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในฐานะเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ และมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของคน ทั้งความคิดในเชิงตรรกะและความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งช่วยในการวางแผน การคาดการณ์ และการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ (Panich, 2012) ผลผลิตจากกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ทรงประสิทธิภาพจะช่วยให้เกิดการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างมากมาย

การแก้ปัญหาถือเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะในการแก้ปัญหาผู้เรียนต้องใช้ทั้งความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ หรือสูตรนำไปใช้หาคำตอบ (Thipkong, 2013) กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบและมีความเป็นเหตุเป็นผลเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังคำกล่าวที่ว่า "คำตอบไม่สำคัญเท่ากระบวนการ" (Mahavijit, 2010) เฉกเช่นเดียวกับการเป็นนักคณิตศาสตร์ที่ดี การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนมิใช่เพียงแค่รู้และเข้าใจในเนื้อหาของคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เหล่านั้นปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาได้จริง สอดคล้องกับที่ Papert (1972) กล่าวไว้ว่า

> *Being a mathematician is no more definable as "knowing" a set of mathematical facts than being a poet is definable as knowing a set of linguistic facts. . . . Being a mathematician, again like being a poet, or a composer or an engineer, means doing, rather than*

knowing or understanding.

การฝึกฝนการประยุกต์แก้ปัญหาจึงควรเป็นส่วนสำคัญในห้องเรียนคณิตศาสตร์ แต่สภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ครูส่วนใหญ่กลับให้ความสำคัญเพียงแค่การทำความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่นักคณิตศาสตร์ได้คิดค้นไว้แล้ว ผู้เรียนมีโอกาสเพียงเรียนรู้ทำความเข้าใจตามเนื้อหานั้นๆ ฝึกคิดคำนวณอย่างมากมายเพียงเพื่อยืนยันให้เห็นว่า เนื้อหาเหล่านั้นเป็นจริง เกิดการยอมรับและทำตามตัวแบบมากกว่าที่จะทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้เพื่อนำความรู้เหล่านั้นไปคิดต่อยอดไปจากเดิม สอดคล้องกับที่ The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2016) ระบุว่า “กิจกรรมการเรียนการสอนปกติ โดยทั่วไปเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้แนวทางคณิตศาสตร์พร้อมกับศึกษาตัวอย่างประกอบแล้ว ครูมักจะใช้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเป็นสื่อการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดคำนวณและแก้ปัญหาเพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนสามารถหาคำตอบได้โดยใช้วิธีการทำนองเดียวกับตัวอย่าง มักจะเป็นคำถามที่มุ่งเน้นการหาคำตอบ ไม่ยั่วยุให้นักเรียนอยากคิดแก้ปัญหาหรือพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์” การฝึกทักษะการแก้ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์จึงเป็นการแก้ปัญหาในสถานการณ์สมมติที่แบบเรียนกำหนดเท่านั้น บรรยากาศการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนเคยชินกับการคิดรวบลัดไปสู่คำตอบที่ต้องการโดยขาดการพิสูจน์ จนผู้เรียนขาดตรรกะและการเชื่อมโยงใต้สำนึก (Logical and heuristic connections) ระหว่างองค์ความรู้ในแต่ละเรื่อง จึงปรากฏผลชัดเจนว่ามีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่สามารถคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว แต่กลับไม่สามารถนำความรู้จากการแก้โจทย์ปัญหาในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ นอกห้องเรียนได้ ทั้งนี้เพราะนักเรียนเพียงแค่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่ขาดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นี้เองถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งเสียกว่าการคำนวณหาผลลัพธ์คำตอบได้ (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996; Mark et al., 2010)

จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Habits of Mind) เป็นคำที่ถูกเสนอขึ้นมาครั้งแรกโดย Cuoco, Goldenberg & Mark (1996) อธิบายว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เป็นหลักการสำคัญของการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่จะช่วยเป็นส่วนเติมเต็มช่องว่าง (gap) ระหว่างผู้สร้างกับผู้ใช้คณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับวิทยาลัยได้เข้าใจคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบนักคณิตศาสตร์ (think about mathematics the way mathematicians do) ถือเป็นสะพานเชื่อมโยงความคิดและมุมมองระหว่างผู้ใช้คณิตศาสตร์ (นักเรียน) กับผู้สร้างคณิตศาสตร์ (นักคณิตศาสตร์) แม้ปัจจุบันอาจยังไม่มีคำนิยามของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน แต่หากพิจารณาคำอธิบายลักษณะของการมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่ Lim & Selden (2009) ได้ระบุด้วยคำสำคัญ (keyword) 2 คำคือ คำว่า “การคิด (thinking)” และ “ความเคยชินเป็นนิสัย (habituated)” ร่วมกับความหมายของคำว่า “จิตนิสัย” ที่ Costa & Kallick (2000) ได้อธิบายว่า จิตนิสัยเป็นผลอันเกิดจากการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และเกิดการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกันแล้วจึงพอจะสรุปความหมายได้ว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เป็นการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ต่างๆ และสามารถคิดเชื่อมโยงนำโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่มาจัดการกับสถานการณ์หรือปัญหาที่พบเพื่อหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างสม่ำเสมอจนเกิดเป็นนิสัย (Mahavijit, 2016)

“การฝึกการคิดจนเคยชินเป็นนิสัย” ถือเป็นหลักสำคัญที่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ควรจะยึดเป็นเป้าหมายในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ดังผลการวิจัยของ Johnson (2012) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาจิตนิสัยในการคิดคำนวณของนักเรียนที่มีระดับการรู้หนังสือต่ำด้วยกิจกรรม

"Math Problem of the Day" โดยตอนเช้าของทุกวันครูจะเขียนโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเพิ่งเรียนไปไว้บนกระดาน เพื่อให้นักเรียนมีเวลาคิดล่วงหน้าก่อนที่จะมาอภิปรายร่วมกันในชั่วโมงเรียน นักเรียนจะได้ฝึกคิดด้วยตนเองก่อน หรืออาจมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนถึงวิธีการแก้ปัญหา (ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักมากกว่าจะมุ่งหาคำตอบ) ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้รูปแบบการคิดแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนต่างให้ความสนใจต่อกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มากขึ้นกว่าการสอนปกติที่เน้นเนื้อหาของครู เกิดบรรยากาศของการปรึกษาหารือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ตลอดจนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดอย่างอิสระและกว้างขวาง ซึ่งการที่นักเรียนแต่ละคนได้เรียนรู้แนวคิดของผู้อื่นเป็นประจำและสม่ำเสมอจะช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเนื้อหาที่กว้างขวางและลุ่มลึกยิ่งขึ้น

นักการศึกษาส่วนใหญ่อธิบายว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับมิติของการคิดและมิติของการให้เหตุผล (Seeley, 2014) ซึ่งลักษณะบ่งชี้ของการมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นั้น ประกอบด้วย 1) การอธิบายหลักการใหญ่จากกรณีเล็กๆ (Talking big thinking small) เช่น การยกตัวอย่าง 2) การอธิบายกรณีเล็กๆ เพื่อไปสู่หลักการใหญ่ (Talking small thinking big) เช่น การทำให้อยู่ในรูปทั่วไป หรือการสรุป 3) การคิดในรูปแบบของฟังก์ชัน (Thinking in terms of functions) 4) ใช้มุมมองที่หลากหลาย (Using multiple points of view) 5) ใช้การนิรนัยร่วมกับการทดลอง (Mixing deduction and experiment) และ 6) ส่งเสริมการใช้ภาษา (Pushing the language) โดยครูผู้สอนสามารถปลูกฝังสิ่งเหล่านี้ได้อย่างอัตโนมัติ ผ่านการแก้ปัญหาและฝึกฝนในชั้นเรียน เพียงแต่ครูต้องใช้คำถามหรือปัญหาที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นการคิดอย่างต่อเนื่อง (Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996; Seeley, 2014) โดยในการเสริมสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียนให้ได้ผลดีนั้น ครูควรทำการบ่มเพาะปลูกฝังตั้งแต่ระดับประถมศึกษาก่อนจะก้าวขึ้นสู่ระดับมัธยมศึกษา ดังที่ Mark et al. (2010) ระบุว่าช่วงระหว่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (middle grade) ถือเป็นช่วงเวลาที่ดีสำหรับการสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายคือ กระบวนการตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1985) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ผู้เรียนต้องทราบก่อนว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ปัญหาคืออะไร 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดมากับสิ่งที่ต้องการทราบโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ 3) ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นการลงมือทำตามแผนที่วางไว้ และ 4) ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back) เพื่อตรวจสอบคำตอบว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่ มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งแม้ว่าต่อมาในระยะหลังนักการศึกษาหลายคนจะได้ทำการวิเคราะห์วิจัยโดยแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาให้มีความเหมาะสมกับบริบทต่างๆ ของตนเอง หรือให้มีความละเอียดในขั้นตอนมากยิ่งขึ้น แต่ยังคงอาศัยแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเป็นพื้นฐาน (Ugsonkid, 2012)

ชุดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนรู้ที่จะช่วยฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดทักษะและการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นชุดสื่อประสมซึ่งผลิตขึ้นมาอย่างมีระบบ มีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง โดยมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาประสบการณ์ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการนำหลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ และใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาช่วยในการเรียนรู้ ในชุดกิจกรรมจะมีคำแนะนำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ อย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบชัดเจน จนกระทั่งนักเรียน

สามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ ซึ่งชุดการเรียนจะประกอบไปด้วยสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล (Brahmawong, 2006, 2008; Sinthapanon, 2010) ชุดกิจกรรมนับว่าเป็นสื่อที่มีความเหมาะสมประเภทหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อันมีธรรมชาติเฉพาะเป็นวิชาทักษะที่ต้องอาศัยการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง จากงานวิจัยของ Pantaranontaka (2008), Krainara (2014), Thaikam (2013) และ Wongsaphan (2017) ที่ชี้ให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สามารถช่วยเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมดังกล่าว

วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย

1) ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

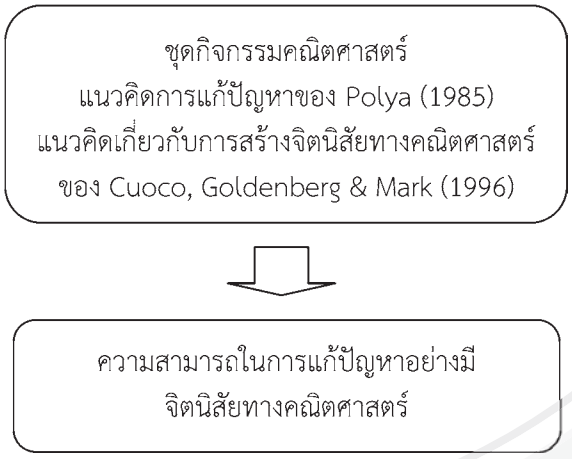
ผู้วิจัยประยุกต์ใช้แนวคิดการแก้ปัญหาของ Polya (1985) ร่วมกับแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของ Cuoco, Goldenberg & Mark (1996) เพื่อนำมาสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ Polya ประกอบด้วย

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem)
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan)
3. ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan)
4. ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back)

ลักษณะของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของ Cuoco, Goldenberg & Mark (1996) ได้แก่

1. สามารถอธิบายหลักการใหญ่จากกรณีเล็กๆ (Talk big and think small)
2. สามารถอธิบายกรณีเล็กๆ เพื่อไปสู่หลักการใหญ่ (Talk small and think big)
3. รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (Use functions)
4. ใช้มุมมองที่หลากหลาย (Use multiple points of view)
5. ผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง (Mix deduction and experiment)
6. ส่งเสริมการใช้ภาษา (Push the language)
7. หมั่นใช้ปัญญาครุ่นคิด (Use intellectual chants)
8. ใช้วิธีการทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา (Geometric approaches to things)
9. ใช้วิธีการทางพีชคณิตในการแก้ปัญหา (Algebraic approaches to things)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัย

1.1 ตัวแปรของการวิจัย

ตัวจัดกระทำ คือ ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

1.2 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาในชุดกิจกรรมสอดคล้องตามเนื้อหาสาระของรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้หัวข้อบทประยุกต์ (ภาคปลาย) แต่ละกิจกรรมใช้เวลา 1 คาบเรียน (50 นาที) และทำการฝึกต่อเนื่องทุกวัน เป็นเวลา 1 ภาคเรียน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2559 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 282 คน

กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.1 ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยศึกษาเอกสารแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ และหลักการสร้างชุดกิจกรรม เพื่อนำมาสร้างชุดกิจกรรม โดยกำหนดขอบข่ายเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นนำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสมของเนื้อหาและกระบวนการ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เมื่อได้ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมตามข้อเสนอแนะแล้วจึงนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง กับผู้เรียนแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

3.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระตามชุดกิจกรรม เพื่อนำมาสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 15 ข้อ จากนั้นนำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดผลประเมินผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของข้อคำถามและความเหมาะสมของสำนวนภาษา ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00 ได้ข้อคำถามที่ใช้ได้ทั้งหมด 10 ข้อ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองเพื่อหาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แล้วผู้วิจัยคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าความยากระหว่าง 0.33-0.64 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.40-0.70 ได้ข้อคำถามที่คัดเลือกไว้จำนวน 5 ข้อ จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) หาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.79

3.3 แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์ประเด็นพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต เพื่อนำมากำหนดโครงสร้างของแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด และสร้างแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนเป็นประเด็นแบบปลายเปิด ประกอบด้วยการทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ การตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และประเด็นอื่นๆ จากนั้นนำแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดผลประเมินผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของข้อคำถามและความเหมาะสมของสำนวนภาษา ได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับแก้แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนให้มีความสมบูรณ์ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. ขั้นตอนดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest–posttest design (Saiyos & Saiyos, 1995) ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ติดต่อขออนุญาตทางโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลงานวิจัย

4.2 ทำการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.3 ดำเนินการใช้ชุดกิจกรรมตามแผนที่วางไว้ พร้อมทำการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการเรียนของกลุ่มตัวอย่างขณะใช้ชุดกิจกรรม

4.4 ทำการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.5 ตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ E_1/E_2 โดยตั้งค่าเป้าหมาย E_1/E_2 = 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

5.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนที (t-test) แบบ Dependent

5.3 วิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการเรียนโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ 80/80

ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ 80/80

จำนวนนักเรียน	ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)						E_1 / E_2
	∑X	A	E_1	∑F	B	E_2	
40	1289	40	80.56	961	30	80.08	80.56/80.08

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.56 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 80.08 แสดงว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยนำเสนอผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน 2 ลักษณะคือ การศึกษาเชิงปริมาณโดยเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และการศึกษาเชิงคุณภาพเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	30	13.55	4.26	-20.32*	.00
หลังเรียน	30	23.50	2.98		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 13.55 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 23.50 คำนวณค่า t เท่ากับ -20.32 แสดงว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับผลการบันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนพบว่า นักเรียนมีความผิดพลาดบ่อยครั้งในขั้นตอนแรกคือ ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา โดยนักเรียนบางคนอ่านโจทย์และยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ จึงเป็นผลให้การวางแผนการแก้โจทย์ผิดพลาดและส่งผลไปถึงขั้นดำเนินการ ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ รวมทั้งความผิดพลาดในขั้นการตรวจสอบผล อันเนื่องมาจากนักเรียนไม่ได้นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับโจทย์ก่อนการสรุปตอบ ทำให้ตอบได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามที่โจทย์ต้องการหรือได้คำตอบที่ผิด อีกทั้งนักเรียนบางคนยังนำคำตอบที่ได้ไปแสดงการตรวจคำตอบ แต่ไม่ได้คำนวณเพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบ ทำให้ไม่พบข้อผิดพลาดและขาดการตรวจสอบแก้ไขให้ถูกต้อง

อภิปรายผล

1. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 อาจเนื่องจากการพัฒนาชุดกิจกรรมดังกล่าวได้ดำเนินการวางแผนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนหลักการสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดโครงสร้างชุดกิจกรรมและออกแบบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเป้าหมาย โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ มองเห็นความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละเรื่อง เกิดทักษะและสามารถปฏิบัติอย่างชำนาญจนเกิดเป็นนิสัย ผ่านการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมทั้งแบบด้วยตนเองและร่วมมือกับเพื่อน ซึ่งการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนจะมีข้อดีเพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะกระบวนการควบคู่ไปพร้อมๆ กัน สอดคล้องกับที่ Seeley (2013) ได้ระบุถึงแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่า มีสิ่งสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ (Understanding math) สร้างการเรียนรู้ที่มีความหมาย 2) ฝึกปฏิบัติคณิตศาสตร์ (Doing math) เพื่อให้เกิดทักษะและกระบวนการ และ 3) นำคณิตศาสตร์ไปใช้ (Using math) เพื่อฝึกกระบวนการคิด การใช้เหตุผล การประยุกต์แก้ปัญหาที่กว้างขวางขึ้น นอกจากนี้ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบ ประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จึงทำให้ชุดกิจกรรมได้รับการปรับปรุงและพัฒนาให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สามารถเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ภายในชุดกิจกรรมที่มีความยืดหยุ่นและท้าทายความสามารถของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกกดดันและค่อยๆ เสริมสร้างความมั่นใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทั้งนี้เพราะลักษณะของปัญหาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดกระบวนการคิด ปัญหาคณิตศาสตร์ควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008) ปัญหาที่จะช่วยกระตุ้นการคิดได้ดีควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาวิธีการในการหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและไม่รู้สึกถูกกดดัน ยกตัวอย่างเช่น ปัญหาปริศนาเลข 8 ในกิจกรรมที่ 5

ปัญหาปริศนาเลข 8

จงหาวิธีการที่จะใช้เพียงเลขโดด 8 กับเครื่องหมาย + ในการทำให้ได้ผลลัพธ์เป็น 1,000

อธิบายวิธีคิด

ที่มา: University of Nebraska-Lincoln (n.d.)

จากกิจกรรมพบว่า นักเรียนสามารถใช้วิธีการที่แตกต่างกันได้อย่างหลากหลาย ได้แก่

1,000 = 8 + 8 + 8 + ... + 8 (8 บวกกันจำนวน 125 ตัว)

1,000 = 888 + 88 + 8 + 8 + 8

1,000 = 888 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8

การที่ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสได้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบวิธีการของตนเอง

ข้างต้น จะช่วยให้เขาเกิดความมั่นใจและกำลังใจที่จะเผชิญกับปัญหาต่างๆ ต่อไป ในทางตรงกันข้ามหากครูเลือกใช้แต่คำถามแบบปลายปิดที่มีวิธีการแก้ปัญหาได้จำกัดเพียงแบบเดียว ย่อมจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกกดดันในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง และหากไม่สามารถหาคำตอบได้บ่อยครั้งก็จะกลายเป็นเจตคติที่ไม่ดีต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูจึงถือเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างบรรยากาศแห่งการแก้ปัญหาและช่วยให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับการจัดการกับปัญหา ดังที่ Thipkong (2013) กล่าวว่า บทบาทของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ควรจะทำให้การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของการสอน ปัญหาแรกที่ครูให้นักเรียนแก้ไม่ควรจะยากเกินไป แต่เป็นปัญหาที่ท้าทายและกระตุ้นให้นักเรียนคิดและใช้ความพยายามจึงจะตอบปัญหานั้นได้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Jaiprong (2011) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องฟังก์ชันพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านฝึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งกลยุทธ์จะมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าร้อยละ 60 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาในด้านการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งสร้างคำอธิบายที่ชัดเจน

ในการวิจัยครั้งนี้แม้ผลการวิจัยจะพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมจะสูงขึ้น แต่หากพิจารณาพฤติกรรมการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลแล้วพบว่า นักเรียนบางส่วนมีความผิดพลาดบ่อยครั้งโดยเฉพาะในขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ที่ดีกว่าจะสามารถแก้ปัญหาในชุดการเรียนได้ดีกว่านักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ด้อยกว่า นักเรียนที่เรียนอ่อนยังทำความเข้าใจกับปัญหาได้ไม่ชัดเจนนำไปสู่การแก้ปัญหาผิดพลาดและเกิดความวิตกกังวลภายใต้ข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและบรรยากาศการเรียนรู้ในห้องเรียนจึงละเลยการให้ความสำคัญกับการตรวจสอบคำตอบ ทั้งนี้การเสริมสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาและเกิดการเรียนรู้ในบรรยากาศที่ไม่สร้างความกดดันผู้เรียน ดังที่ Professional Standards for Teaching Mathematics (NCTM, 1991) ระบุว่า ในการสอนเพื่อให้เกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นั้นต้องไม่ใช่การสอนเนื้อหาเรื่องจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์แบบยัดเยียดโดยตรง แต่ครูควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมต่อการเกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล สร้างการรับรู้กระบวนการ และการฝึกหัด ตลอดจนใช้การอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารความคิด ช่วยให้เกิดการสะท้อนความคิด ฝึกวิเคราะห์ อธิบาย ยืนยันคำตอบ และเรียนรู้การตั้งคำถามที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Johnson (2012) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมตอบปัญหาคณิตศาสตร์นอกเวลาเรียนที่ไม่เน้นความเป็นทางการช่วยส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศของการปรึกษาหารือและการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระและกว้างขวาง ส่งผลทางบวกต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และงานวิจัยของ Vollrath (2016) ที่ได้พัฒนาแนวคิดเชิงจิตนิสัยของ Costa & Kallick (2000) มาใช้กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้และครูการศึกษาพิเศษ ผลการวิจัยพบว่า การที่ครูและนักเรียนได้สะท้อนตนเองส่งผลให้มีความตระหนักในจิตนิสัยเพิ่มขึ้นและมีความเข้าใจต่อตนเองดียิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีข้ออภิปรายเพิ่มเติมว่า หากจะมีการใช้ชุดการเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันหลากหลาย ควรต้องพิจารณาในเรื่องการจัดบรรยากาศที่ผ่อนคลายและเอื้อต่อการแก้ปัญหาร่วมด้วย อาทิ เน้นการอภิปรายสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนมุมมองความคิดเห็นที่หลากหลาย การให้เวลาสำหรับการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด รวมทั้งใช้รูปแบบการใช้ชุดกิจกรรมที่ไม่เป็นทางการจนเกินไป โดยอาจประยุกต์ปัญหาไปใช้จัดกิจกรรมในลักษณะอื่นๆ เช่น กิจกรรมตอบปัญหา

คณิตศาสตร์ โจทย์คณิตคิดวันละข้อ กิจกรรมชุมนุมหรือค่ายคณิตศาสตร์ เพื่อจะค่อยๆ สอดแทรกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนซึมซับและหล่อหลอมจนเกิดเป็นจิตนิสัยได้อีกทางหนึ่ง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวิธีการอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น กิจกรรมตอบปัญหาคณิตศาสตร์ โจทย์คณิตคิดวันละข้อ กิจกรรมชุมนุมและค่ายคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน

3. ควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลทางตรงและทางอ้อมต่อการสร้างเสริมให้เกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2559

References

Brahmawong, C. (2006). *Handbook for Develop Educational Medias.* Bangkok: Kurusapa Publishing Ladprao. [in Thai]

_____. (2008). *Technology and Educational Medias.* Bangkok: United Production. [in Thai]

Costa, A. & Kallick, B. (2000). *Habits of mind: A developmental series.* Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Cuoco, A., Goldenberg, E. P. & Mark, J. (1996). Habits of mind: An organizing principle for a mathematics curriculum. *Journal of Mathematical Behavior, 15*(4), 375-402.

Jaiprong, C. (2011). *A Mathematics Instructional Activities Adapting and Applying a Variety of Problem-Solving Strategies to Enhance Ability to Solve Mathematical Problems on Functions for Mathayomsuksa IV Students.* Master Thesis, M.Ed. (Mathematics), Srinakharinwirot University. [in Thai]

Johnson, R. (2012). *Developing habits of mind for numeracy in a low-literacy classroom: a focus on attitudes.* Retrieved May 22, 2016, from http://hdl.handle.net/11299/162763

Kaewkrajang, S. (2010). *A Study of Mathematical Problem Solving Ability on Parllel Lines of Mathayomsuksa II Students Learning Through Group Process Activities.* Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education), Srinakharinwirot University. [in Thai]

Krainara, P. (2014). The Development of Mathematics Activity Packages to Encourage Problem-Solving Ability on Ratio and Percentage for Mathayom Suksa II Students, Ban-Kalisa School of Ra-ngae District, Narathiwat Primary Educational Service Area Office 3. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, *1*(1), 55-66. [in Thai]

Lim, K. H. & Selden, A. (2009). Mathematical habits of mind. *Proceedings of the Thirty-first Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.* Atlanta: Georgia State University.

Mahavijit, P. (2010). The Heart of Mathematics. *The Magazine of Mathematics, 6*(3), 51-53. [in Thai]

_____. (2016). Mathematical habits of mind. *IPST Magazine, 44*(201), 20-23. [in Thai]

Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P. & Sword, S. (2010). Developing Mathematical Habits of Mind. *Mathematics Teaching in the Middle School, 15*(9), 505-509.

National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics.* Reston, VA: NCTM.

Panich, V. (2012). *Creation of Learning Method for Students in the 21st Century.* Bangkok: Tathata Publication. [in Thai]

Pantaranontaka, K. (2008). *The Effect of Using Mathematics Instructional Activity Packages with Thai Chess on Mathayomsuksa IV Students' Mathematical Reasoning Skills.* Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education), Srinakharinwirot University. [in Thai]

Papert, S. (1972). Teaching Children to Be Mathematicians Versus Teaching About Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *3*(3), 249-262.

Phiphitthakun, Y. (2002). *Mathematics Teaching.* Bangkok: Borpitt Printing. [in Thai]

Polya, G. (1985). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). New York: Doubleday and Company Garden City.

Saiyos, L. & Saiyos, A. (1995). *Technique in Educational Research.* Bangkok: Suviriyasarn. [in Thai]

Seeley, C. L. (2013). *Mathematical Habits of Mind: Creating Doers of Mathematics*. Retrieved August 1, 2017, from http://cdn2.hubspot.net/hub/239103/file-409784118-pdf/Seeley_MCTM-Dec_2013-to_post.pdf

_____. (2014). *Smarter Than We Think: More Messages About Math, Teaching and Learning in the 21st Century*. USA: Math Solutions.

Sinthapanon, S. (2010). *Learning Innovation for Develop Youths' Quality.* Bangkok: 9119 Technique Printing. [in Thai]

Thaikam, W. (2013). *The Development of the Learning Activities Packages by Using Polya's Problem Solving Techniques and Problem Solving Strategies to Enhance the Students' Abilities Which are Focused on Mathematical Problem Solving Skills with English Situation for Mattayomsuksa 1 Students Science and Mathematics English Program (SMEP).* Master Thesis, M.Ed. (Science Education), Naresuan University. [in Thai]

The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2008). *Mathematical Processes and Skills* (2nd ed.). Bangkok: Kurusapa Publishing Ladprao. [in Thai]

_____. (2016). *Research Report: Follow-up Study of Teaching and Learning in Science, Mathematics and Technology of Pratomsuksa 6 Teachers.* Bangkok: IPST. [in Thai]

Thipkong, S. (2013). *Problem Solving in Mathematics* (2nd ed.). Bangkok: Kurusapa Publishing Ladprao. [in Thai]

Ugsonkid, S. (2012). *Mathematical Problem Solving and Problem Posing.* Bangkok: Vista Interprint. [in Thai]

Vollrath, D. (2016). *Developing Costa and Kallick's Habits of Mind Thinking for Students with a Learning Disability and Special Education Teachers.* Ed.D. Theses & Dissertations (Special Education), Arcadia University.

Wongsaphan, M. (2017). The Development of Learning Activity Packages to Enhance Mathematical Process Skills by Using Local Learning Materials for Lower Secondary School Students. *Journal of Education Naresuan University, 19*(2), 71-82. [in Thai]

Name and Surname: Pongsatorn Mahavijit
Highest Education: Doctor of Education (Curriculum and Instruction) Ed.D., Kasetsart University
University or Agency: Kasetsart University
Field of Expertise: Curriculum and Instruction, Mathematics
Address: Faculty of Education, Kasetsart University
50 Ngam Wong Wan Rd., Ladyaow, Chatuchak, Bangkok 10900

Name and Surname: Soontaree Palawatchai
Highest Education: Doctor of Education (Curriculum and Instruction) Ed.D., Burapha University
University or Agency: Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development
Field of Expertise: Teaching Mathematics
Address: Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development
50 Ngam Wong Wan Rd., Ladyaow, Chatuchak, Bangkok 10900