

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*

The effects of Active Learning activities on mathematical problem solving and reasoning ability in statistics of Mathayomsuksa 3 students

ศิริมา วงษ์สกุลดี**

พรรณทิพา พรหมรักษ์***

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร****

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 48 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ สถิติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 9 แผน ใช้เวลา 16 คาบ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.841 และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.731 และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) การทดสอบที (t-test) แบบ One sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

** นิสิตหลักสูตรศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์ 084-8021735 e-mail : sirimoo_18@hotmail.com

*** อาจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

**** รองศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก/ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์/
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์/ สถิติ

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare mathematical problem solving ability in statistics of Mathayomsuksa 3 students after receiving active learning activities with the criterion of 70%, and 2) to compare mathematical reasoning ability in statistics of Mathayomsuksa 3 students after receiving active learning activities with the criterion of 70%. The participants, selected by the cluster random sampling technique, were 48 Mathayomsuksa 3 students in the second semester of 2014 academic year. The content of the research is statistics. The research instruments used in this research consisted of 1) nine mathematics lesson plans (16 periods), 2) a mathematic problem solving test with the reliability of 0.841, and 3) a mathematic reasoning ability test with the reliability of 0.731. The statistics used for analyzing the data were mean (\bar{x}), percentage, standard deviation (s), and t-test for one samples.

Research results found that;

1. Mathematical problem solving ability in statistics of Mathayomsuksa 3 students after receiving the active learning was higher than the criterion of 70% at the .05 level.
2. Mathematical reasoning ability in statistics of Mathayomsuksa 3 students after receiving the active learning was higher than the criterion of 70% at the .05 level.

Keywords: Active Learning/ Mathematical problem solving ability/
Mathematical reasoning ability / Statistics

* This article is part of the thesis entitled “The effects of Active Learning activities on mathematical problem solving and reasoning ability in statistics of Mathayomsuksa 3 students.”

** The author is a Master of Education Program Mathematics Teaching , Department of Management Learning, Faculty of Education, Burapha University, Phone: 084-8021735, e-mail: sirimoo_18@hotmail.com

*** Ph.D. in Faculty of Education, Burapha University, Burapha University is the advisor.

**** Assoc. Prof. Ed.D. in Faculty of Education is a co-advisor.

บทนำ

ในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคของสังคมแห่งข้อมูลข่าวสารและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ มีความพยายามในการแข่งขันกันเพื่อการพัฒนา สร้างสรรค์ และคิดค้นข้อควมรู้ใหม่ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้า คณิตศาสตร์จึงกลายเป็นศาสตร์หนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี[สสวท.], 2555ก: 1) และคณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์และเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อีกทั้งยังมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ทำให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 1)

สิ่งหนึ่งในชีวิตประจำวันที่เรากระทำอยู่เป็นประจำ คือ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ปัญหาเหล่านี้อาจจะไม่ยุ่งยากมากแต่บางปัญหาก็มีความซับซ้อนจนเราไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในทันที ต้องอาศัยความรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาพร้อมกับเทคนิคการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าเรามีความรู้ที่เพียงพอเข้าใจขั้นตอนของการแก้ปัญหา ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เราก็สามารถแก้ปัญหานั้นได้ (สสวท., 2555ก: 6) อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้การคิดอย่างเป็นระบบ คิดอย่างมีเหตุผล จึงต้องมีการใช้เหตุผลมาช่วยในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งการให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์เช่นกัน (สสวท., 2555ก: 39)

แต่จากการศึกษาผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติหรือ PISA ที่สะท้อนคุณภาพระบบการศึกษาในด้านการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนสำหรับการใช้ชีวิตในอนาคตอย่างมีคุณภาพและมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตมากเพียงไร พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์เป็นด้านที่มีคะแนนต่ำที่สุดในการประเมิน โดยต่ำกว่าด้านวิทยาศาสตร์และด้านการอ่าน โดยจากผลการทดสอบในปี 2012 มีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์เท่ากับ 427 คะแนนซึ่งต่ำกว่าคะแนนมาตรฐาน OECD ที่มีคะแนนเฉลี่ย 494 คะแนน และหากพิจารณาผลการประเมินในหมวดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนของประเทศไทยมีความสามารถต่ำที่สุดในเรื่องกระบวนการคิด วิธีการหรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์นั่นคือ การคิดถึงปัญหาตามสภาพการณ์ในบริบทให้เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์(สสวท., 2556: 4-13) ซึ่งล้วนสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยประสบปัญหาในด้านการนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในช่วงระยะหลายปีย้อนหลัง พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการทดสอบคณิตศาสตร์ที่ตกต่ำลงและผลการทดสอบในแต่ละปีการศึกษาก็มีคะแนนโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ไม่ผ่านครึ่งของคะแนนเต็ม โดยเมื่อพิจารณาให้ละเอียดลงไปถึงสาระการเรียนรู้ของรายวิชาคณิตศาสตร์พบว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสาระการเรียนรู้ที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยผลการทดสอบของปีการศึกษา 2555 และปีการศึกษา 2556 มีคะแนนเฉลี่ยของสาระการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็น 11.55 และ 10.18 คะแนน ตามลำดับ และอีกสาระการเรียนรู้หนึ่งที่มีคะแนนต่ำอีกเช่นกัน คือ สาระการเรียนรู้ที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น เป็นสาระการเรียนรู้ที่มี

ผลการทดสอบเฉลี่ยเป็น 32.19 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าครึ่งของคะแนนเต็มและมีคะแนนต่ำทั้งในระดับประเทศ ระดับจังหวัด ระดับสังกัด และในระดับโรงเรียน (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนพนัสพิทยาคาร, 2556, ออนไลน์) และจากผลการวิเคราะห์การทำแบบทดสอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข: 35-37) ที่ทำการวิเคราะห์ความสามารถด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนด้วยการทำข้อสอบ พบว่า จากการตอบคำถามของนักเรียนมีเพียงหนึ่งในสามของนักเรียนทั้งหมดที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และนักเรียนส่วนที่เหลือสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วนและส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้เลย ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะที่นักเรียนต้องนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วมาประกอบกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และการต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ นักเรียนขาดความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ที่ต้องใช้การวิเคราะห์โจทย์และความสอดคล้องกับเงื่อนไขหลายเงื่อนไขในโจทย์ และนักเรียนบางคนมีการใช้เงื่อนไขจากโจทย์มาแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังให้เหตุผลประกอบไม่ชัดเจน

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านการนำความรู้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนจะต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจให้สูงขึ้น และเมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาดังกล่าว พบว่าสาเหตุหนึ่งของปัญหานี้มาจากตัวครูเอง เนื่องจากครูยังเลือกจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ ดังที่ยุพิน พิพิธกุล (2539: 3-8) ที่ได้กล่าวถึงครูที่เลือกจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบเก่า ที่เน้นการบรรยายเนื้อหาและฝึกเนื้อหา ครูเป็นผู้กำหนดรูปแบบการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียนในห้องเรียน และผลจากการศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมา พบว่าการจัดการเรียนการสอนยังคงมีปัญหาเพราะแม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2555ก: 1) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาทฤษฎีการสอนรูปแบบการเรียนการสอนและแนวคิดต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนแนวคิดหนึ่งที่น่าสนใจ คือ การเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นทั้งในเชิงทักษะต่าง ๆ และปฏิบัติเพื่อพัฒนาเชาว์ปัญญา เช่น การแก้ปัญหา วิเคราะห์ วิจารณ์ หรือตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนการสอนจะเน้นให้นักเรียนได้คิด ค้นคว้า รายงาน แก้ปัญหา ได้ใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง เพื่อแทนที่การเรียนการสอนที่เกิดจากครูบอกเล่าให้นักเรียนได้ฟังเพียงด้านเดียว โดยที่ครูทำหน้าที่เตรียมการ จัดบรรยากาศการเรียนรู้อัดสื่อ จัดสิ่งเร้า คอยเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้ ให้คำปรึกษาและสร้างสาระการเรียนรู้ร่วมกัน (ปรีชาญู เดชศรี, 2545: 53; อภรณ์ ใจเที่ยง, 2550: 86) การเรียนการสอนนี้กำหนดให้นักเรียนได้พูดและได้เขียนเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียน มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมในอดีตและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนต้องทำอะไรๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนให้เป็น

ส่วนหนึ่งของตัวเขาเอง จึงส่งผลให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาดีขึ้น และมีเจตคติต่อการเรียนที่ดีขึ้นด้วย (อุษณีย์ เทพวรชัย, 2543: 3) ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลของการวิจัยของวรณูช นิลเขต (2554) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้จากกิจกรรมปฏิบัติจริง(Active learning) ที่มีต่อทักษะทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย พบว่า หลังการจัดกิจกรรมแบบปฏิบัติจริงแล้ว นักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับสูง และสอดคล้องกับผลการวิจัยของสัญญา ภัทรากร(2552) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา(Active learning) ที่จัดให้มีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเพื่อนกับนักเรียนด้วยกัน และระหว่างนักเรียนกับครู ทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของพรรณทิภา ทองนวล (2554) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภาพ กราฟ ตาราง และสัญลักษณ์ในการแก้ปัญหา ส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

จากการศึกษาถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และประเมินผลการทดลองด้วยการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินผลการเรียนของกระทรวงศึกษาธิการ(กระทรวงศึกษาธิการ , 2554 , หน้า 22)

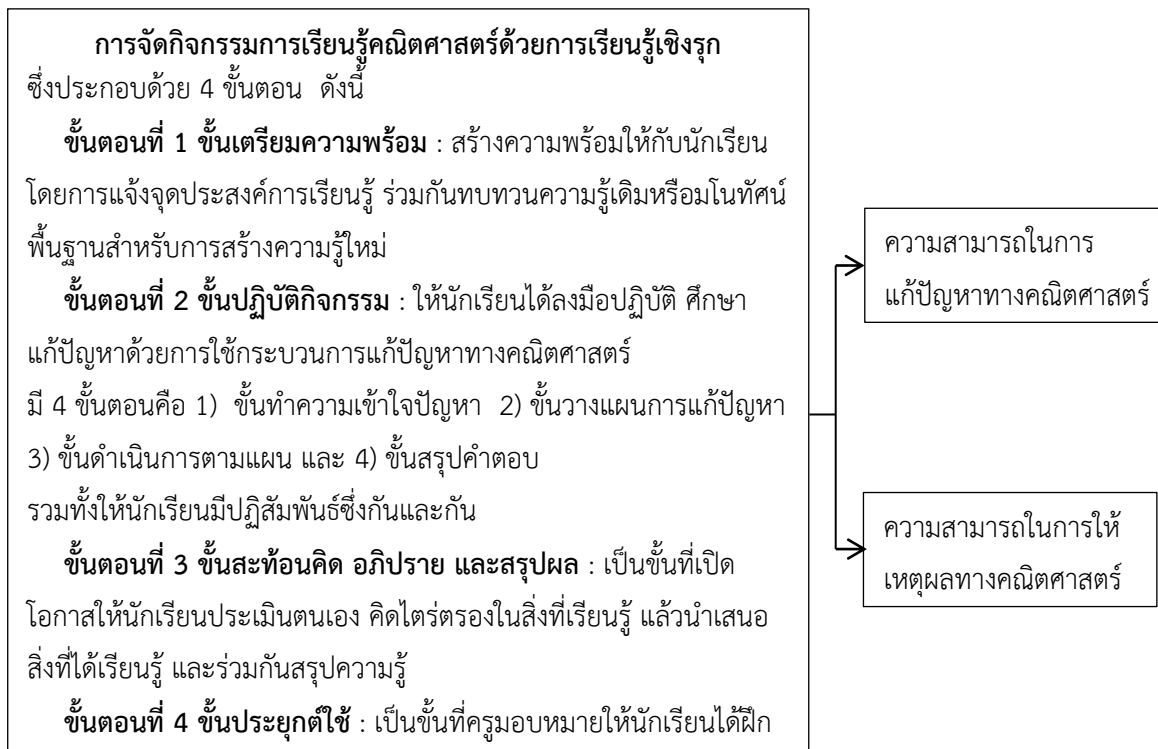
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุกซึ่งเป็นแนวคิดหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น ทั้งในเชิงทักษะต่าง ๆ และปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ เช่น การแก้ปัญหา วิเคราะห์ หรือตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง ด้วยเหตุนี้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกน่าจะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีกรอบแนวคิด (Hazzan, Lapidot, and Ragonis, 2011: 17-18; ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา, 2547: 84-85; สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ, มปป. อ้างถึงใน บัญญัติ ชำนาญกิจ , 2549) ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนสนธิคม จังหวัดชลบุรี จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 496 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนสนิมคม จังหวัดชลบุรี ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 48 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก
ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เรื่อง สถิติ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลอง จำนวน 18 คาบ ประกอบด้วยการดำเนินการเรียนการสอน 16 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 แผน ใช้เวลา 16 คาบ คาบละ 55 นาที มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80 – 1.00
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ แบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ค่าความยากง่าย (P_D) อยู่ระหว่าง 0.44 - 0.62 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.51 และค่าเชื่อมั่นเท่ากับ 0.841
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ค่าความยากง่าย (P_D) อยู่ระหว่าง 0.45 - 0.65 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.70 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.731

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งการทดลอง (Pre-experimental Design) ใช้วิธีการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลหลังการทดลองครั้งเดียว (One-Group Posttest-Only Design) (องอาจ นัยพัฒน์, 2548: 270) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดลอง	การสอบหลังเรียน
<i>E</i>	<i>x</i>	<i>o</i>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

x แทน การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก

o แทน การทดสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง

วิธีการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนสนิมคม จังหวัดชลบุรี โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นเตรียมการ ขั้นดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก

1.2 ผู้วิจัยเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้

1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา ยื่นต่อโรงเรียนพนัสพิทยาคาร เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บข้อมูล

2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ประชุมชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงวัตถุประสงค์ และบทบาทหน้าที่ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างด้วยตัวเองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ โดยใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 16 คาบ

2.3 เมื่อดำเนินการสอนจนครบตามกำหนดการทดลอง ผู้วิจัยทำการวัดความสามารถในการแก้และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบละ 1 คาบ และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest)

2.4 ตรวจสอบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามที่กำหนดไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test แบบ one sample
2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test แบบ one sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งนำเสนอผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ โดยผู้วิจัยทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test แบบ one sample ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	μ (ร้อยละ 70)	คะแนน เต็ม	\bar{x}	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
คะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	48	39.2	56	42.40	5.72	3.869*	.000
ด้านทำความเข้าใจปัญหา	48	11.2	16	12.54	1.99	4.674*	.000
ด้านวางแผนการแก้ปัญหา	48	11.2	16	11.96	1.76	2.982*	.003
ด้านดำเนินการตามแผน	48	11.2	16	12.04	1.83	3.181*	.002
ด้านสรุปคำตอบ	48	5.6	8	5.85	.87	2.013*	.025

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านทำความเข้าใจปัญหา ด้านวางแผนการดำเนินการตามแผน และด้านสรุปคำตอบ พบว่า ความสามารถในทุกด้านของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเช่นกัน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ด้านความสามารถในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะนำเสนอผลการประเมินโดยการนำคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test แบบ One Sample ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	μ (ร้อยละ 70)	คะแนนเต็ม	\bar{x}	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	48	16.8	24	17.63	3.00	1.91*	0.032

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง สถิติ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย
การเรียนรู้เชิงรุกเรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตาม
สมมุติฐานข้อที่ 1 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่
เน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นจากประสบการณ์ที่ลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหา ที่มีเกี่ยวข้อง
กับตัวนักเรียน โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกเกี่ยวกับการพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และการ
ไตร่ตรองความรู้ที่ได้รับแล้วนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกทักษะใน
การแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Meyers & Jones (1993: 4-11) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
มีลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ที่ลงมือกระทำ และการได้
แก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกเกี่ยวกับการพูด การฟัง การอ่าน การเขียน
และการไตร่ตรองความรู้ที่ได้รับ จึงทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากขึ้น และสอดคล้องกับคำ
กล่าวของบัญญัติ ชำนาญกิจ (2549: 3) ที่ได้กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุก เป็นการเรียนที่มีคุณค่า ทำหายความรู้
ความสามารถ ให้นักเรียนได้ลงมือคิดและปฏิบัติอย่างมีความหมาย สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่าง
แน่นอน การเรียนรู้เชิงรุกมีประสิทธิภาพในการพัฒนากระบวนการรับรู้ในลำดับที่สูงขึ้น เช่น การคิดแก้ปัญหา
การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มี
ขั้นตอนในการจัดการการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นเตรียมความพร้อม 2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม 3. ขั้นสะท้อน
คิด อภิปราย และสรุปผล 4. ขั้นประยุกต์ใช้พบว่า ในขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้
นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม โดยผู้วิจัยจัดเตรียมโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความทำ
หายและเกี่ยวข้องกับนักเรียนส่งผลทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสนใจ เห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา และยังช่วย
ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเห็นได้จากผลการวิจัยของ Rotgans and Schmidt (2011,
p. 58) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนแบบการเรียนรู้เชิงรุกด้วยการใช้สถานการณ์ความสนใจและสถานการณ์เชิงวิชาการ
ในชั้นเรียน พบว่า ความสนใจในชั้นเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการใช้การกระตุ้นโดยการจัดการ
เรียนรู้แบบการเรียนรู้เชิงรุกและการเสนอปัญหา และสอดคล้องกับแนวคิดของ Bitter (1990 อ้างถึงใน สิริพร
ทิพย์คง, 2544: 79-80) ที่ว่า การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ครูควรเลือกปัญหาที่เป็นความน่าสนใจ
ต่อนักเรียน ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป อีกทั้งในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้ฝึกให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา
ตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ในขั้นนี้ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์
กำหนดและทำความเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ฝึกให้นักเรียนเลือกวิธีการคิด
คำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตรที่เหมาะสม และง่ายต่อการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ในขั้นนี้ฝึกให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และขั้นที่ 4 สรุปคำตอบ ในขั้นนี้ฝึกให้นักเรียนสรุปคำตอบและพิจารณาคำตอบให้ครบถ้วน การฝึกแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นระบบมีขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับขั้นตอนที่ 3 ขั้นสะท้อนคิด อภิปราย และสรุปผล เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่ผ่านมา แล้วสะท้อนความคิดของตนเองออกมาด้วยการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาต่อเพื่อนร่วมห้อง และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนแนวทางการจนนำไปสู่การสรุปรวม โดยมีผู้วิจัยคอยปรับปรุงข้อสรุปให้มีความถูกต้องและชัดเจน จึงทำให้นักเรียนเกิดการขยายความคิด ได้เห็นมุมมองการแก้ปัญหาของผู้อื่นอย่างหลากหลายและสามารถนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาครั้งต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคนอง (2554: 48) ที่ว่า ครูควรฝึกให้นักเรียนประเมิน และขยายความคิดจากการแก้ปัญหาในประเด็นต่าง ๆ อีกทั้งการที่นักเรียนบางคนอธิบายวิธีคิดของตนเองให้เพื่อนฟัง อาจเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคนอื่น ๆ ขยายความคิดของตนเอง หรือการให้นักเรียนอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จะช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งการประเมินและขยายความคิดจากการแก้ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งจะเป็นบทเรียน (Lesson learned) สำหรับการแก้ปัญหาในอนาคตต่อไปได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2554: 30-31) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยมอบหมายงานให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีโอกาสแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย ช่วยเพิ่มประสบการณ์ในการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 85-86) ที่ว่า การจัดหาปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ มาให้นักเรียนฝึกคิดเป็นประจำมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกแก้ปัญหาลดลง ๆ จนเคยชิน ทำให้นักเรียนได้ฝึกการวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สามารถพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ ช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี เพราะในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนล้วนแสดงให้เห็นถึงการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การทำความเข้าใจ การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบ ตลอดจนการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างได้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ สัญญา ภัทรกร (2552: 152) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความน่าจะเป็น ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา เรื่องความน่าจะเป็น สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา เรื่อง ความน่าจะเป็น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนได้ศึกษาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์นำหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างข้อสรุป รวมทั้งนักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนเองออกมาด้วยการแสดงออกเกี่ยวกับการพูด การเขียน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจและยอมรับในข้อสรุปนั้น โดยมีผู้วิจัยคอยช่วยส่งเสริมให้เกิดการคิดและอภิปรายด้วย

การใช้คำถามนำ คอยชี้แนะ ให้กำลังใจเมื่อนักเรียนให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผลหรือไม่สามารถให้เหตุผลประกอบการคิดนั้นได้ และช่วยปรับปรุงแก้ไขการให้เหตุผลนั้นให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น ได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายข้อสรุปได้ และเป็นการส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2554: 50) ที่เสนอแนะว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ และบริบทอื่นๆ รวมทั้งพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผลไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น การให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือ นักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น พบว่า ในขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่สร้างความพร้อมให้กับนักเรียน โดยผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมหรือมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ ผู้วิจัยใช้การยกตัวอย่างสถานการณ์หรือการตั้งคำถาม เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานและกระตุ้นการคิดทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความพร้อมสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ที่เกิดจากการนำความรู้เดิมมาช่วยในการเชื่อมโยงและสร้างข้อสรุปด้วยตนเองอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้นหากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานมากพอจะทำให้ นักเรียนสามารถให้เหตุผลที่นำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ

อัมพร ม้าคนอง (2554: 26-27) ที่ว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิด การพัฒนาการคิดนั้นครูต้องมั่นใจว่านักเรียนมีความรู้เพียงพอในเรื่องที่กำลังจะคิดหากไม่แน่ใจ ครูอาจทบทวนหรือให้ความรู้พื้นฐานที่จะสามารถนำไปใช้ในการคิดได้ ในขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษาแก้ปัญหาด้วยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน และ 4) ขั้นสรุปคำตอบ โดยผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดและโต้แย้งกันด้วยเหตุผล ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ใช้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สำหรับขั้นตอนที่ 3 ขั้นสะท้อนคิด อภิปราย และสรุปผล เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเอง คิดไตร่ตรองในสิ่งที่เรียนรู้และแนวคิดที่ได้

จากการปฏิบัติกิจกรรม แล้วสะท้อนสิ่งที่ได้รับด้วยการนำเสนอความคิดเห็นนั้นให้เพื่อน ๆ ฟังพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ หรือนักเรียนนำเสนอประเด็นที่เป็นความสงสัยของตนเองแล้วให้ผู้อื่นร่วมกันอภิปรายโต้แย้งด้วยเหตุผลจนนำไปสู่ข้อสรุป ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดหาคำตอบและการหาเหตุผลเพื่อนำมาอธิบายข้อสงสัย นักเรียนได้เห็นมุมมองการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลที่แตกต่างและหลากหลายของเพื่อนร่วมห้อง โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียนจนได้ข้อสรุป และคอยเสริมข้อความรู้ที่ยังขาดหายไป ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ว่า การจัดการเรียนการสอน ครูควรสอนให้นักเรียนเกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิด และการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น มีการใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง อาจเลือกใช้คำถามที่นักเรียนสงสัยมาเป็นประเด็นในการอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลายและนำไปสู่ข้อสรุป และเกิดการประยุกต์ใช้ได้ (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542: 7 ;อัมพร ม้าคอง, 2546: 8) และในขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา โดยนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเดิมอย่างสมเหตุสมผล ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย ทำให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา ขยายมุมมองและประสบการณ์ในการให้เหตุผล และฝึกให้นักเรียนเป็นคนคิดอย่างมีเหตุผลอย่างสม่ำเสมอ

จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกสามารถช่วยพัฒนา ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ได้เป็นอย่างดี เพราะในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและคิดแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผลและส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลจนนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องอย่างต่อเนื่องตลอดการจัดการเรียนการสอน จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ Rosenthal(1995, pp. 223-228) ที่ได้ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูงของมหาวิทยาลัยมินเนโซตา ผลการศึกษาพบว่า การใช้กลวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก อันได้แก่ การเรียนแบบร่วมมือกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ การจดบันทึกสั้น ๆ ของหัวข้อที่สำคัญ การให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์ที่มากขึ้น และการใช้คำถามของครูเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาได้คิดวิเคราะห์ ส่งผลให้นักเรียนได้มีการเคลื่อนไหวมากขึ้น และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสอดคล้องกับ พรธณีภา ทองนวล (2554: 198) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ครูควรสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีให้เกิดขึ้นภายในห้องเรียน สร้างบรรยากาศเป็นกันเองระหว่างครูกับนักเรียน โดยเฉพาะในขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรมและขั้นตอนที่ 3 ขั้นสะท้อนคิด อภิปราย และสรุปผล ครูควรมีความอดทนในการรอฟังความคิดเห็นต่าง ๆ จากนักเรียน คอยเอาใจใส่และรับฟังการแสดงความคิดเห็น คอยให้คำชี้แนะให้คำปรึกษาปรับแก้ข้อสรุปของนักเรียนให้มีความถูกต้องสมบูรณ์
2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก ครูควรให้แรงเสริมเมื่อนักเรียนปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เพื่อให้ให้นักเรียนรู้สึกภูมิใจ กล้าพูด กล้าแสดงออกมากขึ้น และครูควรให้กำลังใจและให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ไม่ถูกต้อง
3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกแต่ละครั้ง ครูควรจัดกิจกรรมให้หลากหลาย เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ แก้ปัญหา และลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตัวเอง เพื่อสร้างการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรมีการทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก โดยศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น
2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น เศษส่วน ทศนิยม อัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). “จึงจำเป็นต้องจัดการเรียนแบบใฝ่รู้ในระดับอุดมศึกษา.” วารสารการจัดการ
ความรู้ 1, 1: 3-7.
- ขมนาด เชื้อสุวรรณ. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). ประมวลสาระชุดวิชา สาระตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์: Foundations
and Methodologies in Mathematics หน่วยที่ 12-15 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนพนัสพิทยาคาร. (2557). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้น
พื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. เข้าถึงเมื่อ 15 กันยายน, เข้าถึงได้จาก
<http://www.panatp.ac.th>
- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาภิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชาญ เดชศรี. (2545). “การเรียนรู้แบบ Active Learning: ทำได้อย่างไร.” วารสารการศึกษาศาสตร์
คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 30, 116: 53-55.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์.
- วรรณช นิลเขต. (2554). ผลของการเรียนรู้จากกิจกรรมปฏิบัติจริงที่มีต่อทักษะทางคณิตศาสตร์ของเด็ก
ปฐมวัย.วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา. (2547). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่
เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์. ปรินญาภิพนธ์การศึกษา
ดุขฎิบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
(พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3 – คิวมีเดีย.
- _____. (2555ข). ตัวอย่างการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เล่มที่ 1.
กรุงเทพฯ: 3 – คิวมีเดีย.
- _____. (2556). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้
บริหาร. กรุงเทพฯ: แอดวานซ์ ฟรินดิงเซอร์วิส.
- สัญญา ภัทรการ. (2552). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และ
สังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สามลดา.

- อัมพร ม้าคนอง. (2546). **คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2554). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). **หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4)**. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- อุษณีย์ เทพวรชัย. (2543). **การเรียนการสอนเชิงรุก**. นนทบุรี: มายด์ พับลิชชิ่ง.

ภาษาต่างประเทศ

- Hazzan, O., Lapidot T., Ragonis N. (2011), *Guide to Teaching Computer Science*. Springer-Verlag London.
- Meyers, C., & Jones, T.B. (1993). **Promoting active learning: Strategies for the college classroom**. San Francisco: Jossey – Bass Publisher.
- Rosenthal, Jeffrey S. (1995). “Active Learning Strategies in Advanced Mathematics Classes.” **Studies in Higher Education** 20, 2: 223-228.
- Rotgans, J. I., Schidt, H. G. (2011). “Situational interest and achievement in the active-learning classroom”. **Learning and Instruction** 21, 1: 58-67.