ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคันธพิทยาคาร จังหวัดตรัง

The Effects of Active Learning Activities by using GSP Media on Learning Achievement and Mathematical Connection Ability in the Topic of Pyramids, Cones and Spheres of Grade 9 Students at Kantapittayakan School in Trang Province

Received: August 20, 2023
Revised: September 13, 2023
Accepted: September 27, 2023

วิลาวรรณ ไสยแก้ว*
Wilawan Saikaew
สุรีรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก**
Sureerat Areeraksakul Konglok
วินิจ เทือกทอง**
Winit Thuakthong

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคันธพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนห้องเรียนละ 27 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และ 4) แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การแปรผัน ความเบ้ ความโด่ง และการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กันสูง ในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* นักศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Master of Education in Curriculum and Instruction, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand
** อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Advisor Associate Professor Dr., School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand
Corresponding Author E-mail Address: wilawan012.sai@gmail.com

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives were to (1) study the relationship between mathematics learning achievement and mathematical connection ability before and after learning with active learning activities using GSP media, and the group using conventional mathematics learning activities; and (2) compare mathematics learning achievement and mathematics connection ability between the groups learning by using active learning activities using GSP media and the group learning by using conventional mathematics learning activities. The research sample was grade 9 students studying in the first semester of the academic year 2022 at Kantapittayakan divided into 2 classes. There are 27 students in each obtained by cluster sampling. The employed research tools were (1) learning managements plans with active learning activities using GSP; (2) conventional mathematics learning activities plan (3) a mathematics learning achievement test; and (4) a mathematics connection ability test. The data were The data were analyzed using the mean, standard deviation, coefficient of variation, skewness, kutosis and repeated MANOVA analysis. The results were (1) the relationship between mathematics learning achievement and mathematical connection ability of grade 9 students, have a positive relationship with high correlation at the .05 level significantiy (2) mathematics learning achievement and mathematics connection ability were learning by using active learning activities using GSP media was significantly higher than the group learning by using conventional mathematics learning activities counterpart ability at the .05 level.

Keywords : Active Learning Activities by using GSP Media/ Mathematics Learning Achievement/ Mathematics Connection Ability

บทนำ

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคันธพิทยาคาร จังหวัดตรัง ปีการศึกษา 2564 พบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ (GPA) ระดับ 2.00 ขึ้นไป ร้อยละ 61.24 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด ซึ่งทางโรงเรียนคันธพิทยาคาร จังหวัดตรัง ได้กำหนดค่าเป้าหมายความสำเร็จในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไว้ว่า

นักเรียนต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (GPA) ตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดเมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายหน่วยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 พบว่า เรื่องพีระมิด กรวย และทรงกลม มีคะแนนต่ำสุดซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 22.24 และจากการตรวจแบบฝึกหัดแบบทดสอบ รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียนในห้องเรียน พบว่า โจทย์คำถามที่มีลักษณะคล้ายกับคำถามที่ผู้สอนได้อธิบายมาก่อนนักเรียนจะทำเลียนแบบได้ แต่ถ้าเป็นโจทย์ที่ต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กันมาใช้แก้ปัญหา หรือโจทย์ที่ประยุกต์ปัญหามาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง นักเรียนมักจะทำไม่ได้ เช่น ถ้าโจทย์ให้หน่วยมาเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วโจทย์ต้องการคำตอบเป็นลิตร หรือ โจทย์ให้ปริมาตรของขนมมาแล้วถามว่าจะทำขนมภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้กี่ชิ้น นักเรียนจะไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเหล่านั้นได้ นักเรียนจะไม่ลองพยายามคิดแก้ปัญหา แต่จะรอผู้สอนอธิบายวิธีแก้ปัญหา และจะมีมุมมองว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนคันธพิทยาคารมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย เน้นเนื้อหาเป็นหลัก ต้องสอนให้ครบเนื้อหาและทันภายใต้เวลาที่กำหนด ครูมักให้นักเรียนท่องจำสูตร บทนิยาม และสอนวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงวิธีเดียว โดยการนำเอาสูตรหรือบทนิยามที่ท่องจำมาใช้ในการหาคำตอบ และลักษณะของโจทย์เป็นเพียงการฝึกใช้สูตร และฝึกทำตามขั้นตอนที่ครูสอน จนนักเรียนคุ้นชินกับการรอคำตอบจากการสาธิตของผู้สอน นักเรียนไม่ค่อยได้ฝึกทำโจทย์ที่เป็นสถานการณ์แปลกใหม่หรือโจทย์ที่นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ด้วยตนเอง นักเรียนที่เก่งจะเอาตัวรอดได้ นักเรียนปานกลางและอ่อนเมื่อทำไม่ได้ก็ไม่ซักถาม ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียนเท่าที่ควร ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ไม่เข้าใจเนื้อหาโดยแท้จริง จนประสบปัญหามากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเดิมมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาใหม่ได้ เช่น ถ้าโจทย์ให้ความยาวรอบรูปของรูปวงกลมมา นักเรียนไม่สามารถหารัศมีของวงกลมได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถหาปริมาตรของกรวยได้ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาประยุกต์ได้ สิ่งเหล่านี้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนด

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นวิธีที่น่าสนใจและน่าจะนำมาแก้ปัญหาดังกล่าว เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติจริง ต้องอ่าน วิเคราะห์ เขียน ถามคำถาม ตอบคำถาม และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันมีการแลกเปลี่ยนความคิดสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน มีการวางแผนการทำงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ทักษะและเชื่อมโยงองค์ความรู้นำไปปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหา โดยครูเป็นผู้วางแผนการจัดการเรียนรู้ หาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้าง สรรค์ชิ้นงาน และนำเสนอชิ้นงาน (Bonwell, Chorles and Eison, 1991; Meyers, Chet and Jones, 1993) วิจารย์ พานิช (Pannich, 2013); ไพศาล เครือแสง (Keursang, 2013) นอกจากนี้ การนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือ GSP เข้ามาช่วยในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เรื่องพีระมิด กรวย และทรงกลม ยังเป็นวิธีการที่ช่วยการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะโปรแกรม GSP เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้สร้าง สำรวจ และนำเสนอรูปร่าง รูปทรงเรขาคณิต มีความเป็นพลวัต สามารถเปลี่ยนรูปได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว เหมาะสำหรับใช้หาพื้นที่ และปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิต สร้างรูปเรขาคณิตได้ง่าย ๆ โดยการกำหนดสูตรให้โปรแกรมประมวลผล

และนักเรียนสามารถสังเกตรูปร่าง รูปทรงที่เปลี่ยนแปลงได้ทันที เกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือกระทำ เกิดความสนุก เหมาะสมกับวัยทำให้นักเรียนเข้าใจในบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมา ยังพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของ วัฒนศิริ ชมหมู่ (Chommoo, 2018) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่ร่วมกับแอพพลิเคชัน วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียรู้เชิงรุกเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้อย่างตื่นตัว เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การระดมสมอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่ การสร้างสรรค์ชิ้นงาน และนำเสนอชิ้นงานจึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อ GSP ของอุดมศักดิ์ เล็กวงษ์มณีพันธ์ (Lekwongmaneephan, 2020) ที่ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของวงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad พบว่า โปรแกรม GSP สามารถเป็นตัวช่วยให้นักเรียนได้คิดตัดสินใจอย่างมีระบบ มีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม กล้าคิด กล้าแสดงออก สามารถสร้างองค์ความรู้ และค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของวงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งยังมีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ กฤษฎา ขุนอาจ (Khunart, 2018) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการทดลองว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคันธพิทยาคาร จังหวัดตรัง ตรัง อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนคันธพิทยาคาร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนคันธพิทยาคาร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 2 ห้อง มีนักเรียนห้องละ 27 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ศึกษาตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคันธพิทยาคาร

2. ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP

3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม 2) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ขั้นประยุกต์ใช้ และ 4) ขั้นนำเสนอ

4. ทำตารางวิเคราะห์เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พีระมิดกรวยและทรงกลม เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

5. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเน้นรูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม 2) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ขั้นประยุกต์ใช้ และ 4) ขั้นนำเสนอผลงาน

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไข ตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจการพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง

9. จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคันธพิทยาคาร

2. ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากหนังสือ เอกสารที่สอดคล้องกับการสอนแบบปกติ

3. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเน้นรูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ คือ ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไข ตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง

7. จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเตรียมเนื้อหาที่จะใช้ทำแบบทดสอบ

3. สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับพฤติกรรมที่วัด โดยสร้าง 2 ฉบับคู่ขนานกัน เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

4. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 1.00 และได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนอยู่ระหว่างเท่ากับ 1.00

5. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคันธพิทยาคาร จังหวัดตรัง จำนวน 26 คน ที่เคยเรียนมา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

7. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการหาค่าความยาก (p) ก่อนเรียนเท่ากับ 0.45 - 0.58 และหลังเรียนเท่ากับ 0.48 - 0.60 และค่าอำนาจจำแนก (r) ก่อนเรียนเท่ากับ 0.40 – 0.72 และหลังเรียนเท่ากับ 0.45 – 0.75

8. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงปรากฏว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 0.66 และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนมีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 0.71

9. พิมพ์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยเลือกที่สามารถวัดความสามารถทางการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนมากับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ วัดความสามารถทางการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและวัดความสามารถทางการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ที่เหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบ 2 ฉบับคู่ขนานกัน ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

3. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบดูความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่วัด โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 1.00 และได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนอยู่ระหว่างเท่ากับ 1.00

4. นำแบบทดสอบการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. นำแบบทดสอบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคันธพิทยาคาร จังหวัดตรัง จำนวน 26 คน ที่เคยเรียนมา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

6. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

การเก็บรวมรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP กับห้องทดลอง และใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับห้องควบคุม ดำเนินการทั้งหมดจำนวน 8 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง ใช้เวลาทั้งหมด 16 ชั่วโมง

3. ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4. ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ นำผลคะแนนที่ได้วิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

พรรณนาลักษณะของข้อมูลทั้งหมดด้วยสถิติบรรยาย ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง คะแนนต่ำสุดและคะแนนสูงสุด และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r) จากนั้นเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยการทดสอบความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One-Way MANOVA)

ผลการวิจัย

ก่อนนำเสนอผลการวิจัยหลัก 2 ส่วนภายใต้วัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยขอนำเสนอลักษณะข้อมูลตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH) และความสามารถการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (CON) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติในรูปสถิติบรรยาย โดยกำหนดตัวแปร ดังนี้

รายการ	**จัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP**		**จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ**	
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	**ความสามารถในการเชื่อมโยง**	**ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**	**ความสามารถในการเชื่อมโยง**
ก่อนได้รับการจัดกิจกรรม	ACH_{E_Pre}	CON_{E_Pre}	ACH_{C_Pre}	CON_{C_Pre}
หลังได้รับการจัดกิจกรรม	ACH_{E_Post}	CON_{E_Post}	ACH_{C_Post}	CON_{C_Post}

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง คะแนนต่ำสุดและคะแนนสูงสุด พบว่า ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้งสองของกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 54 คน มีลักษณะคล้ายคลึงกันโดย ACH_{E_Pre}, ACH_{E_Post}, ACH_{C_Post}, CON_{E_Pre}, CON_{E_Post}, CON_{C_Post}) เป็นการแจกแจงแบบเบ้ขวา ส่วน ACH_{C_Pre}, CON_{C_Pre} เป็นการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย มีความโด่งน้อย ค่าเฉลี่ยและ ค่าการกระจายวัดด้วยสัมประสิทธิ์การแปรผันของตัวแปร ACH_{E_Pre}, ACH_{C_Pre}, CON_{E_Pre}, CON_{C_Pre} ค่อนข้างสูง ส่วน ACH_{E_Post}, ACH_{C_Post}, CON_{E_Post}, CON_{C_Post} ค่อนข้างต่ำ การแจกแจงแจงตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่าง 54 คน พบว่า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวแปรความสามารถในการเชื่อมโยงของทั้งสองกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (กลุ่มทดลอง : ACH_{E_Pre} = 3.815, S.D. = 1.495 ; CON_{E_Pre} = 1.296, S.D. = 0.823 กลุ่มควบคุม ACH_{C_Pre} = 3.630, S.D. = 1.497 ;

CON_{C_Pre} = 1.222, S.D. = 0.847) และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวแปรความสามารถในการเชื่อมโยงของทั้งสองกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (กลุ่มทดลอง : ACH_{E_Post} = 15.037, S.D. = 1.786 ; CON_{E_Post} = 14.667, S.D. = 1.664 กลุ่มควบคุม ACH_{C_Post} = 11.778, S.D. = 2.242 ; CON_{C_Post} = 10.259, S.D. = 1.631) โดยค่าเฉลี่ยตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติบรรยายของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (CON) ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบปกติ

	$\bar{X}$	S.D.	C.V	Skewness	Kurtosis	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
ACH_{E_Pre}	3.815	1.495	0.392	.192	-.481	3.224	4.406
ACH_{E_Post}	15.037	1.786	0.119	.596	-.247	14.330	15.744
ACH_{C_Pre}	3.630	1.497	0.413	-.493	-.580	3.037	4.222
ACH_{C_Post}	11.778	2.242	0.190	.190	-.374	10.891	12.665
CON_{E_Pre}	1.296	.823	0.633	.270	-.196	0.971	1.622
CON_{E_Post}	14.667	1.664	0.113	.306	-.423	14.008	15.325
CON_{C_Pre}	1.222	.847	0.693	-.051	-.836	0.887	1.557
CON_{C_Post}	10.259	1.631	0.117	.179	-.016	9.614	10.905

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร ACH, CON โดยใช้การทดสอบของ Mauchy'test of Sphericity พบว่า ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม โดยไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (sig : 0.010 < 0.05 และ 0.014 < 0.05) จึงมีการปรับองศาอิสระโดยใช้สูตร ของ Greenhouse-Geisser (Epsilon = 0.694 < 0.75 และ 0.715 < 0.75) แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาการวัดซ้ำ มีผลต่อตัวแปร ACH, CON กล่าวโดยสรุปได้ว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน และ หลังเรียน มีลักษณะแตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (CON) ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบปกติ

(Mauchly's Test of Sphericity)

Within Subjects Effect	Measure	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon		
						Green house-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Learn	ACH	.542	15.120	5	.010	.694	.755	.333
	CON	.560	14.319	5	.014	.715	.782	.333

ส่วนที่ 1 ผลความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP

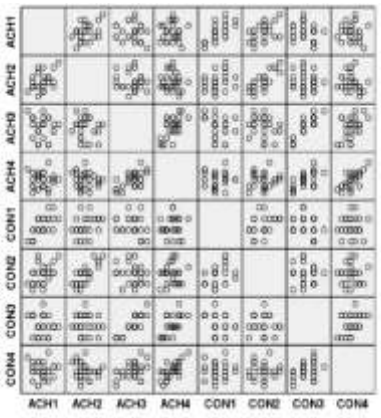
ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 8 ตัว โดยวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทีละคู่ และนำเสนอในรูปเมทริกซ์สหสัมพันธ์ แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 8 ตัว จำนวน 28 ค่า คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละครั้งของการวัด ทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมในห้องทดลองและห้องควบคุม ดังนี้ ACH_{E_Pre} กับ CON_{E_Pre} , ACH_{E_Post} กับ CON_{E_Post} , ACH_{C_Pre} กับ CON_{C_Pre} และ ACH_{C_Post} กับ CON_{C_Post} มีค่าเท่ากับ 0.671, 0.768, 0.886, 0.711 ตามลำดับ แสดงว่าตัวแปรทั้งสี่คู่นี้ มีความสัมพันธ์ทางบวกขนาดความสัมพันธ์สูงมาก และมีจริงโดยนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีความแปรปรวนร่วมกันร้อยละ 0.450, 0.590, 0.785 และ 0.506 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3 และแผนภาพกระจายในรูปเมทริกซ์ที่ 4.1

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (CON) ก่อนและหลังเรียนในกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบปกติ (ตัวแปรตาม 8 ตัว)

		ACH1	ACH2	ACH3	ACH4	CON1	CON2	CON3	CON4
ACH1	Pearson Correlation	1							
ACH2	Pearson Correlation	.406*	1						
	Sig. (2-tailed)	.036							
ACH3	Pearson Correlation	-.169	-.110	1					
	Sig. (2-tailed)	.399	.586						
ACH4	Pearson Correlation	-.013	-.104	.582**	1				
	Sig. (2-tailed)	.950	.607	.001					
CON1	Pearson Correlation	.671**	.332	-.282	.079	1			
	Sig. (2-tailed)	.000	.090	.154	.696				
CON2	Pearson Correlation	.469*	.768**	-.221	.041	.384*	1		

		ACH1	ACH2	ACH3	ACH4	CON1	CON2	CON3	CON4
	Sig. (2-tailed)	.014	.000	.267	.838	.048			
CON3	Pearson Correlation	-.209	-.056	.886**	.553**	-.263	-.136	1	
	Sig. (2-tailed)	.295	.780	.000	.003	.184	.498		
CON4	Pearson Correlation	-.058	-.215	.419*	.711**	.027	-.052	.374	1
	Sig. (2-tailed)	.772	.282	.030	.000	.896	.797	.055	

*. P < 0.05 level (2-tailed). **. P < 0.01 level (2-tailed), n= 27



ภาพที่ 4.1 แผนภาพกระจายในรูปเมทริกซ์

ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ (Repeated MANOVA) พบว่าค่าเฉลี่ยการวัดซ้ำสองครั้งของตัวแปร ACH และ CON โดยจำแนกเป็นตัวแปรย่อยแต่ละตัวได้แก่ ACH_{E_Pre} = 3.815, ACH_{E_Post} = 15.037 ACH_{C_Pre} = 3.630, ACH_{C_Post} =11.778, CON_{E_Pre} =1.296, CON_{E_Post} =14.667, CON_{C_Pre} =1.222, CON_{C_Post} =10.259 เมื่อทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ของตัวแปร ACH ,CON ว่าเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์หรือไม่ ด้วย Mauchly's test of Sphericity พบว่า ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น สรุปได้ว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ เพราะว่า $p < .05$ จึงมีการปรับค่าองศาอิสระโดยใช้สถิติ สูตรของ Huynh – Felth แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาการวัดซ้ำก่อนและหลัง มีผลทำให้ระดับค่าตัวแปร ACH และ CON แต่ละครั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F(ACH) = 312.479, df = 2.266, sig = .000 , F(CON) = 754.580, df = 2.345, sig = .000) และมีแนวโน้มของแบบแผนความแตกต่างเป็นเส้นตรง (ACH มีค่า Linear = 210.313, F= 44.227, sig = .000 และ CON มีค่า Linear = 244.017, F = 117.635, sig = .000) สรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แต่ละกลุ่มมีค่าเฉลี่ยตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน

และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.4 - 4.5

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way-MANOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐานของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักยอมรับสมมติฐานรอง โดยตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่า F = 312.479 และค่า sig = .000 ตัวแปรความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีค่า F = 754.580 และค่า sig = .000 สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.4 - 4.5

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทดสอบพหุคูณเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรม ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (**Multivariate Tests**)

Source	Measure		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ผลการเรียนรู้	ACH	Huynh-Feldt	2676.546	2.266	1181.109	312.479	0.000
	CON	Huynh-Feldt	3651.435	2.345	1557.178	754.580	0.000
ความคลาดเคลื่อนError	ACH	Huynh-Feldt	222.704	58.919	3.780		
	CON	Huynh-Feldt	125.815	60.968	2.064		

หมายเหตุ Mauchly Test, ACH =0.542, CON=0.560, Approx X2, ACH=15.120, CON=14.319, DF ACH=5, CON=5, P(sig ACH = .010, CON = .014**)**

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบภายในกลุ่มประชากรของตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (CON) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSPและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (**Tests of Within - Subjects Contrasts**)

Source	Measure	Learn	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
ผลการเรียนรู้	ACH	Linear	210.313	1	210.313	44.227	.000	.630
	CON	Linear	244.017	1	244.017	117.635	.000	.819
Error(Learn)	ACH	Linear	123.637	26	4.755			
	CON	Linear	53.933	26	2.074			

ผลการเปรียบเทียบรายคู่เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ด้วยการทดสอบบอนเฟอโรนี พบว่ามีกลุ่มประชากรนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GPS พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปร ACH_{E_Post} แตกต่างจากค่าเฉลี่ย ACH_{E_Pre} และ ACH_{C_Post} ส่วนตัวแปร ACH_{C_Post} แตกต่างจากตัวแปร ACH_{C_Pre} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงค่าเฉลี่ยตัวแปร CON_{E_Post} แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของตัวแปร CON_{E_Pre} และ CON_{C_Post} ส่วนตัวแปร CON_{C_Post} ก็แตกต่างจาก CON_{C_Pre} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (CON) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP กับ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

Measure	(I) Learn	(J) Learn	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[b]	95% Confidence Interval for Difference[b]	
						Lower Bound	Upper Bound
ACH	E_Pre	E_Post	-11.222*	.347	.000	-12.214	-10.231
		c_Pre	.185	.440	1.000	-1.072	1.442
		C_Post	-7.963*	.522	.000	-9.452	-6.474
	E_Post	E_Pre	11.222*	.347	.000	10.231	12.214
		c_Pre	11.407*	.472	.000	10.059	12.756
		C_Post	3.259*	.579	.000	1.606	4.912
	c_Pre	E_Pre	-.185	.440	1.000	-1.442	1.072
		E_Post	-11.407*	.472	.000	-12.756	-10.059
		C_Post	-8.148*	.353	.000	-9.156	-7.141
	C_Post	E_Pre	7.963*	.522	.000	6.474	9.452
		E_Post	-3.259*	.579	.000	-4.912	-1.606
		c_Pre	8.148*	.353	.000	7.141	9.156
CON	E_Pre	E_Post	-13.370*	.298	.000	-14.221	-12.520
		c_Pre	.074	.256	1.000	-.656	.804
		C_Post	-8.963*	.348	.000	-9.956	-7.970
	E_Post	E_Pre	13.370*	.298	.000	12.520	14.221
		c_Pre	13.444*	.379	.000	12.363	14.526
		C_Post	4.407*	.460	.000	3.094	5.721
	c_Pre	E_Pre	-.074	.256	1.000	-.804	.656
		E_Post	-13.444*	.379	.000	-14.526	-12.363
		C_Post	-9.037*	.295	.000	-9.879	-8.196
	C_Post	E_Pre	8.963*	.348	.000	7.970	9.956
		E_Post	-4.407*	.460	.000	-5.721	-3.094
		c_Pre	9.037*	.295	.000	8.196	9.879

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำและการเปรียบเทียบรายคู่ครั้งนี้ ยืนยันสมมติฐานวิจัยที่กำหนดว่า “ค่าเฉลี่ยตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของประชากรกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP สูงกว่ากว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหลังเรียนของทั้งสองกลุ่ม”

สรุปผลการวิจัย

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีความสัมพันธ์กันสูง ในทิศทางเดียวกัน

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัย ที่พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน โดยเริ่มจากผู้สอนสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนดูรูปภาพ 3 มิติที่สามารถเคลื่อนไหวได้ ผ่านโปรแกรม GSP แล้วตอบประเด็นคำถามที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเดิมที่เรียนผ่านมาเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาใหม่ อีกทั้งผู้เรียนยังได้ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มด้วยตนเองโดยร่วมกันวิเคราะห์ สังเคราะห์ วางแผนระดมความคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มผ่านใบงาน ใบกิจกรรม และใช้โปรแกรม GSP ตรวจสอบความถูกต้องและเน้นย้ำข้อค้นพบ จากนั้นผู้เรียนได้นำข้อค้นพบ ไปออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานผ่านโปรแกรม GSP ภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์สอดคล้องกับศาสตร์อื่น เช่น ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กล่องบรรจุภัณฑ์ ผู้สอนได้กำหนดสถานการณ์ว่า “บริษัทหนึ่งต้องการบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปร่างเป็นพีระมิดและที่สามารถบรรจุน้ำส้มได้ 500 มิลลิลิตร แล้วให้นักเรียนออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อนำเสนอต่อบริษัทนั้น จำนวน 1 ชิ้น สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) อัมพร ม้าคนอง (Makhanong, 2003) รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Jancharaporn, 2016) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนสามารถเกิดขึ้นได้เสมอในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพียงผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ นำเนื้อหาสาระและความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เกิดเป็นการเรียนรู้แนวคิดใหม่ และยังสอดคล้องกับ กฤษฎา ขุนอาจ (Khunart, 2018) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. จากผลการวิจัย ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้สื่อ GSP ที่ผู้วิจัยออกแบบ เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทดลองปฏิบัติจริงผ่านสื่อ และผู้เรียนจะได้สังเกตประเด็นสำคัญผ่านการตอบคำถามในใบกิจกรรม และเสริมความเข้าใจอีกครั้งด้วยใบงาน เช่น ผู้เรียนเขียนสูตรแสดงความคิดรวบยอดเรื่องปริมาตรของพีระมิดได้จากกิจกรรม “ความสัมพันธ์ของปริมาตรพีระมิด กับ ปริมาตรปริซึม”ซึ่งการทดลองนี้เป็นการทดลองหาปริมาตรพีระมิดจากปริมาตรปริซึม โดยการให้นักเรียนใช้ภาชนะรูปทรงพีระมิดฐานเปิดตวงทรายใส่ในปริซึมฐานเปิดจนเต็ม แล้วทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรพีระมิดและปริมาตรปริซึม อีกทั้งทำให้ผู้เรียนจำสูตรได้แม่นยำ เช่น เมื่อเรียนผ่านไปได้กล่าวถึงสูตรการหาปริมาตรของพีระมิดนักเรียนจะตอบได้ทันทีทุกครั้งโดยไม่เปิดหนังสือ สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (Kammanee, 2005) (Bonwell, Chorles and Eison, 1991; Meyers Chet and Jones, 1993) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนต้องมีการปฏิบัติมากกว่าการนั่งฟัง การเรียนรู้ต้องเรียนรู้อย่างตื่นตัว เน้นการปฏิสัมพันธกับกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้อ่าน เขียน ตั้งคำถามและอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้เกิดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และ นำไปสู่การสรุปองค์ความรู้ และยังสอดคล้องกับ วัฒนศิริ ชมหมู่ (Chommoo, 2018) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่ร่วมกับแอพพลิเคชัน วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียรู้เชิงรุกเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้อย่างตื่นตัว เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การระดมสมอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่ การสร้างสรรค์ชิ้นงาน และนำเสนอชิ้นงานจึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้การใช้สื่อ GSP ประกอบการบรรยาย ยังช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพของรูปทรงที่ชัดเจน ประกอบกับให้ผู้เรียนใช้สื่อ GSP ในการออกแบบ/สร้างสรรค์ชิ้นงาน และทำให้ ผู้เรียนเข้าใจบทเรียน เรื่อง พีระมิด กรวย และทรงกลม มากขึ้น เนื่องจาก ผู้เรียนเห็นภาพของรูปทรงที่ชัดเจน แม่นยำ สามารถเปลี่ยนรูปทรง เรขาคณิต 2 มิติ ให้เป็น 3 มิติได้ รวมทั้งผู้เรียนสามารถนำเอาความคิดรวบยอดต่าง ๆ มาปรับประยุกต์ออกแบบชิ้นงาน เช่น ใช้โปรแกรม GSP ในการคำนวณหา พื้นที่ฐาน และความสูงของพีระมิด ที่ทำให้ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ 500 มิลลิลิตร เสรี สุขโยธิน (Sukhoyotin, 2013) ได้กล่าวไว้ในว่าโปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพและน่าสนใจมาก เพราะ โปรแกรม GSP สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานได้หลากหลาย สำรวจ และนำเสนอภาพเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี จึงอธิบายเนื้อหายาก ๆ ผ่านการมองเห็นภาพให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุดมศักดิ์ เล็กวงษ์มณีพันธ์ (Lekwongmaneephan, 2020) ที่ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของวงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad พบว่า โปรแกรม GSP สามารถเป็นตัวช่วยให้นักเรียนได้คิดตัดสินใจอย่างมีระบบ มีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม กล้าคิด กล้าแสดงออก สามารถสร้างองค์ความรู้ และค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของวงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรปรับแผนการจัดเรียนรู้ โดยเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมขั้นประยุกต์ให้มากขึ้น เพื่อนักเรียนจะได้มีเวลาทำกิจกรรมให้สมบูรณ์

1.2 ออกแบบกิจกรรมการทดลอง ให้หลากหลาย และเป็นกระบวนการเชิงรุกที่แท้จริง เพื่อกระตุ้นความสนใจผู้เรียน โดยอาจใช้สื่อวัสดุอื่นๆ ร่วมด้วย

1.3 หากมีการใช้สื่อ GSP ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรอบรมวิธีการใช้สื่อเบื้องต้นให้กับนักเรียน นักเรียนบางคนยังใช้สื่อ GSP ไม่คล่อง ทำให้ทำกิจกรรมไม่ทันตามเวลาที่กำหนด

2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำวิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP ขยายรูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการเชื่อมโยง ในระยะยาว โดยทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน CAR เพื่อพัฒนาตัวแปรความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้เกิดเป็นทักษะ

2.2 ควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้สื่อ GSP ไปทดลองศึกษากับตัวแปรอื่นๆ ทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา หรือ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

References

Bonwell, Charles, C. and Eison, J. (1991). **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom**. Ashe-Eric Higher Education Reports.

Chommoo, W. (2018). **Practical Lesson on Geometric Transformation for Grade 2 Secondary SchoolStudents.** [Online]. Retrieved October 24, 2022,form http://www.sk2.go.th /reis/data/research/25620912_131202_9367.pd.

Institute for the Promotion of Science and Technology Education. (2017). **Organizing Learning Content for Mathematics Groups in Grades 1-2 of the Basic Education Curriculum**. Graphico Publishing. (in Thai)

Institute for the Promotion of Science and Technology Education. (2012). **Mathematics Assessment**. SE-Education Publishing. (in Thai)

Jancharaporn, R. (2 0 1 6). **Activities for Promoting Mathematical Skills and Processes. Unpublished Document.** Master of Education Thesis Program in Curriculum and Instruction Graduate School Faculty of Education Sukhothai Thammathirat University. (in Thai)

Kammanee, T. (2005). **Teaching Science: Knowledge for Learning Management Process.** Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)

Keursang, P. (2013) "Promotion of Ethical Leadership in Local Government According to the Sufficiency Economy Philosophy in the Northern Region Middle Section"**. Journal of Local Administration Studies and Social Sciences.** 4(1): 205-220. (in Thai)

Khunart, K. (2018) "Learning Outcomes Accompanied by Various Open Methods SSCS, Mathematical Questions, and Challenges Sent to Different Levels in Year 2. The Results of Learning Management using the OPEN SSCS Guideline for Mathematical Problem Solving and the Grade 2 Students' Ability to Connect". **Journal of Science Education, Naresuan University** 21(4): 34-46 (in Thai)

Lekwongmaneephan, U. (2020). **Organizing Learning Activities on the Properties of Circles using the Geometer's Sketchpad for Secondary School for Grade 2 students**. Master of Education Thesis Program in Curriculum and Instruction Graduate School Faculty of Education Suan Sunandha Rajabhat University. (in Thai)

Makanaong, A. (2003). **Mathematics: Teaching and Learning Center for Academic Texts and Documents**. Bangkok: Chulalongkorn University.Press. (in Thai)

Meyers, Chet, and Jones, T (1993). **Promoting Active Learning. Strategies for the College Classroom**. Ashe-Eric Higher Education Reports.

Pannich, W. (2013). **Enjoy Learning in the 2st Century**.Bangkok: Sodsri-Saridwongse Foundation. (in Thai)

Phothisan, R. and Chimmatham, K. (2013). "Development of Mathematics Learning Activities in the Style of Zuppa Using the Geometer's Sketchpad as a Learning Tool: Fractions in Grade 4". **Journal of Graduate Education Research** 7(1): 16-25. (in Thai)

Sukhoyotin, S. (2013). **GSP: Mathematics Program that Must Be Learned**. Bangkok: Creative Work The Book Publisher. (in Thai)