

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดทางเรขาคณิต เรื่องวงกลม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม
THE GEOMETER'S SKETCHPAD (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
A STUDY OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND GEOMETRIC THINKING
ON CIRCULAR OF MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS LEARNING BY USING
THE GEOMETER 'S SKETCHPAD PROGRAM (GSP) WITH CONCEPT
OF FLIPPED CLASSROOM ACTIVITIES

พิพากษา บุญฤทธิ* และสุนิสา สุมิรัตน์

pipaksa boonrid and sunisa sumirattana

Pipaksa.bo@taweethapisek.ac.th and Sunisasu@swu.ac.th

สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ (คณิตศาสตร์) คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110
Educational Science and Learning Management (Mathematics),
Faculty of Education Srinakharinwirot University, Bangkok 10110 Thailand

*Corresponding author E-mail: Pipaksa.bo@taweethapisek.ac.th

(Received: November 26, 2018; Received: January 7, 2019; Accepted: February 27, 2019)

ABSTRACT

The objectives of study were to 1) compare academic achievement of Mathayomsuksa 3 students who were taught by teaching using the Geometer's Sketchpad Program (GSP) with concept of Flipped Classroom activities with 70 percent standardize criterion 2) compare academic achievement of them before and after learning 3) study levels of Geometric Thinking based on the Van Hiele Model by using the Geometer's Sketchpad Program (GSP) with concept of Flipped Classroom activities before and after learning. The subjects of this study were 32 Mathayomsuksa 3 students of Taweethapisek School, Bangkok Yai District, Bangkok, during the first semester of 2018 academic year. The students were randomly selected by using the cluster random sampling. The instruments in data collection consisted of achievement test, geometric thinking level test. The one group Pretest-Posttest design was used for this study. The data were statistically analyzed by using t-test one-group and t-test for dependent samples. The results of study revealed that 1) Academic achievement of students had achieved 60 percent standardize criterion statistically at the .05 level of significance. 2) Students had academic achievement statistically higher than before the experiment at the .05 level of significance. 3) The students had most increasing levels of Geometric thinking based on the Van Hiele Model at level 2 and level 3

Keywords: Geometer's Sketchpad Program (GSP); Flipped Classroom; Geometric thinking
based on the Van Hiele Model

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่อง วงกลมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่อง วงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ศึกษาระดับความคิดทางเรขาคณิตก่อนและหลังเรียนเรื่อง วงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทวีธาภิเศก เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 สุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลมและแบบวัดความคิดทางเรขาคณิต เรื่องวงกลม แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน (โดยมีค่าความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.53 และ 0.68ตามลำดับ) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t-test one group t-test for dependent samples โดยผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง วงกลมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 2) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวงกลมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 3) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความคิดทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียนโดยมากที่สุดอยู่ในระดับ 2 และระดับ 3

คำสำคัญ: โปรแกรม The Geometer's Sketchpad(GSP) แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ระดับความคิดทางเรขาคณิต

1. บทนำ

ธรรมชาติของคณิตศาสตร์เป็นวิชาเกี่ยวกับการคิด ที่ต้องอาศัยประสบการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จนนำไปสู่ความคิดรวบยอดซึ่งมีแบบแผนหรือกฎที่แน่นอนโดยแต่ละขั้นตอนมีเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ทั้งยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์และความเจริญก้าวหน้าของโลกในแง่ที่คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและอื่นๆ [1] สำหรับเรขาคณิตเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์ที่ปรากฏอยู่รอบตัวทั้งที่เป็นธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยเนื้อหาทางเรขาคณิตส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรมที่มีโครงสร้างประกอบด้วย ข้อตกลงเบื้องต้นในรูปของคำนิยาม อนุยามและสัจพจน์ การให้เหตุผลเพื่อสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่นำไปใช้ได้อย่างเป็นระบบ และมีบทบาทสำคัญต่อวิทยาการสาขาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ เรขาคณิตยังเป็นวิชาที่มีการฝึกทักษะความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทักษะการคิดหาเหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนและชีวิตประจำวัน ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีเหตุผลทำงานเป็นระบบ ด้วยความสำคัญดังกล่าวทำให้เรขาคณิตถูกกำหนดเป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 อนึ่งจากการศึกษาค้นคว้าวิธีการพัฒนาการเรียนสอนเรขาคณิตโดย Chaweewan Sawetamalya [2] ได้อธิบายไว้ว่า เรขาคณิตเป็นวิชาที่อุดมไปด้วยสื่อที่สามารถดึงดูดความสนใจและจินตนาการโดยกิจกรรมในเรขาคณิตพื้นฐานสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถนำมาใช้แนะนำความคิดใหม่ ๆ หรือทบทวนความคิดเดิม โดยเริ่มต้นจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่สามารถสัมผัสได้สร้างความเข้าใจที่มีความหมายก่อนที่จะพิสูจน์อย่างเป็นทางการเป็นขั้นตอน โดยกิจกรรมจะส่งเสริมให้มองเห็นภาพในใจ ส่งผลต่อการทำงานที่คล่องแคล่ว สร้างสรรค์ยิ่งขึ้นและนำไปสู่การพัฒนาความคิดทางเรขาคณิตที่สูงขึ้น [3] โดยจากการศึกษาของ Pierre Van Hiele และ Dina Van Hiele-Geldof ที่พบปัญหาในการเรียนเรขาคณิตนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิชาเรขาคณิตและลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตและได้รับความนิยมนับเป็นอย่างมากซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ระดับ 0 การนึกภาพ (Visualization) ระดับ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ระดับ 2 การอนุมานอย่างไม่มีแบบแผน (Informal Deduction) ระดับ 3 การอนุมานอย่างมีแบบแผน (Deduction)และระดับ 4 การคิดสุดยอด (Rigor) ซึ่งสอดคล้องกับ Royal Thai Government Gazette [4] ได้อธิบายการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตโดยใช้สื่อคือ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ไว้ว่า สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สะดวกขึ้นเพราะสามารถแสดงการเคลื่อนไหวให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรมเหมือนการสาธิตหรือการทดลองส่งผลให้ผู้เรียนมองเห็นภาพได้อย่างถูกต้องฝึกคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาต่าง ๆ สามารถพิสูจน์ทฤษฎี นิยาม สัจพจน์ ตั้งข้อคาดเดาและสืบค้นเพื่อยืนยันเหตุผล เกิดจินตนาการในการ

ค้นคว้าหาเหตุผล เพิ่มเติมความรู้ ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ง่ายขึ้นและสามารถนำมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลายทางเรขาคณิต เช่น เส้นตรงและมุม การสร้างความเท่ากันทุกประการ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เส้นขนาน ความคล้าย วงกลม ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์สร้างงานศิลปะได้

ผู้วิจัยค้นคว้ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถเพิ่มเวลาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มากขึ้นโดยไม่จำกัดเฉพาะเวลาในห้องเรียนเท่านั้นซึ่งพบว่า Jindarat Phonok [5] และ Supatta Outamung [6] ได้อธิบายลักษณะการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ไว้อย่างชัดเจนว่าเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถศึกษาสาระสำคัญของบทเรียนที่ครูจัดเอาไว้ก่อนชั้นเรียนจากแหล่งความรู้ ที่ครูจัดเตรียมไว้ เช่น เอกสาร วิดีทัศน์ สื่อต่าง ๆ แล้วบันทึกหรือจดประเด็นสำคัญ นำผลงานหรือปัญหาที่บันทึกไว้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูหรือเพื่อนในห้องเรียนผ่านกิจกรรมทั้งเดี่ยวและกลุ่มซึ่งนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติจนนำไปสู่การเรียนรู้จริง (Mastery Learning) และช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์รายบุคคลระหว่างนักเรียนกับครูนำไปสู่การช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคล สนับสนุนความสามารถและความแตกต่างของของนักเรียนแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ได้

จากเหตุผลและประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบห้องเรียนกลับด้านที่สามารถเอื้อให้โปรแกรม GSP มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้นข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม เพื่อฝึกคิดการพิสูจน์ วิเคราะห์และการแก้ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับทฤษฎีทางเรขาคณิต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่องวงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่องวงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.3 เพื่อศึกษาระดับความคิดทางเรขาคณิตก่อนและหลังเรียนเรื่องวงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

3. สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านทำให้ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานดังนี้

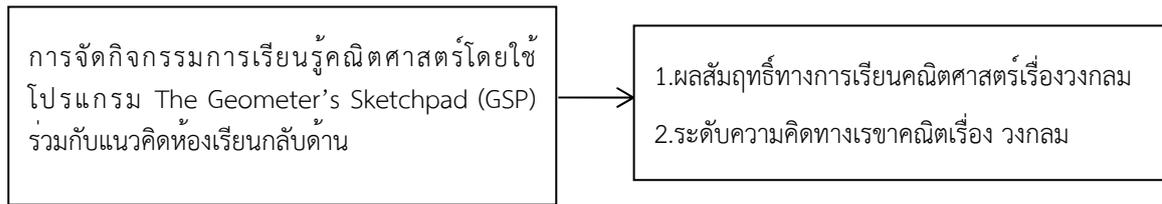
3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่อง วงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่อง วงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3.3 ระดับความคิดทางเรขาคณิตหลังเรียนเรื่อง วงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนเรียน

4. กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการวิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนทวีธาภิเศก แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 32 คนจากทั้งหมด 3 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ

5.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาเรื่อง วงกลมในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีประกอบด้วย ส่วนประกอบของวงกลม มุมในครึ่งวงกลม มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม มุมในส่วนโค้งของวงกลม คอร์ดของวงกลม เส้นตัดและเส้นสัมผัสวงกลม

5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

5.3.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

5.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลมและระดับความคิดทางเรขาคณิตเรื่องวงกลม

6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

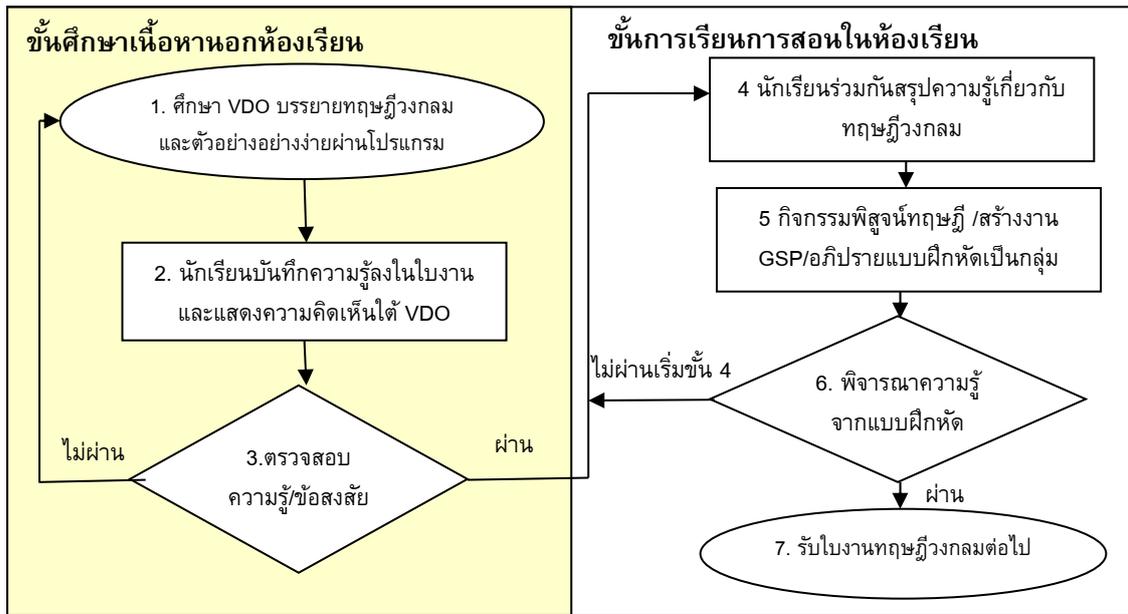
6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม เป็นแบบเลือกตอบ 4 จำนวน 20 ข้อ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบแล้วนำมาพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์เรื่องวงกลม (Item Objective Congruence :IOC) ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1 และนำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยเรียนเรื่องวงกลมไปแล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเพื่อคัดเลือกข้อสอบหลังเรียนจำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ที่ตั้งแต่ 0.50-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25-0.63 และค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.53 แล้วดำเนินการสร้างข้อสอบคูขนานฉบับก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบคูขนานที่จัดทำขึ้น

6.1.2 แบบวัดระดับความคิดทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลม แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบแล้วนำมาพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์เรื่องวงกลม (Item Objective Congruence :IOC) ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1 และระดับความคิดทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยกำหนด พิจารณาค่าที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 และแบบวัดที่ผ่านการคัดเลือกนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยเรียนเรื่องวงกลมไปแล้ว นำมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเพื่อคัดเลือกข้อสอบหลังเรียนจำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากอยู่ที่ตั้งแต่ 0.25-0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25-0.88 และค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.68 แล้วดำเนินการสร้างแบบวัดระดับความคิดทางเรขาคณิตคูขนานฉบับก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบคูขนานที่จัดทำขึ้น

6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

6.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเรื่อง วงกลม จำนวน 11 แผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการสอนจำนวน 11 คาบเรียน โดยเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมชัดเจนของเนื้อหา ความสอดคล้องของเนื้อหา กิจกรรม สื่อ โปรแกรม GSP วิดีโอในชั้นศึกษาเนื้อหาในห้องเรียน การวัดประเมินผลและนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแล้วปรับปรุงข้อบกพร่องเพื่อจัดทำแผนการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเรื่อง วงกลม

7. วิธีการดำเนินการวิจัย

7.1 ขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหารโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน โดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7.2 การเตรียมการก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยทดสอบวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนเรื่องวงกลม โดยเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ 10 ข้อ ซึ่งนักเรียนต้องผ่านเกณฑ์การทดสอบร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มและดำเนินการสอนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนเรื่อง วงกลม ให้กับนักเรียนที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์จำนวนเวลา 1 คาบ จนทำแบบทดสอบผ่าน

7.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) โดยใช้แบบทดสอบ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม จำนวน 20 ข้อ และแบบวัดความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม จำนวน 20 ข้อกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน จำนวนเวลา 2 คาบ

7.4 ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเรื่อง วงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และสาธิตการเรียนในชั้นศึกษาเนื้อหาในห้องเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนจะได้ปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้องจำนวนเวลา 1 คาบ

7.5 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเรื่อง วงกลมซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเองใช้เวลาในการสอนจำนวนเวลา 10 คาบ

7.6 ทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยใช้แบบทดสอบ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม จำนวน 20 ข้อ และแบบวัดความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลม จำนวน 20 ข้อกับกลุ่มตัวอย่างโดยเป็นแบบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนเวลา 2 คาบ

7.7 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความคิดทางเรขาคณิตมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

8.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านหลังเรียนและก่อนเรียนโดยใช้ค่าสถิติ T-Test for dependent Samples

8.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าสถิติ T-Test One Group

8.3 ศึกษาระดับความคิดทางเรขาคณิตเรื่อง วงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน หลังเรียนกับก่อนเรียนโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ การหาค่าร้อยละ และนำเสนอค่าทางสถิติโดยใช้ตารางแจกแจงความถี่และกราฟ

9. สรุปผลงานวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง วงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลมก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

| การทดสอบ | N | \bar{X} | S.D. | t | Sig.(2-tailed) |
|-----------|----|-----------|------|--------|----------------|
| ก่อนเรียน | 32 | 8.438 | 2.03 | 21.39* | .000 |
| หลังเรียน | 32 | 14.875 | 2.34 | | |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า $t = 21.39$, $p < .05$ นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($M=14.875$, $S.D.=2.34$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M=8.438$, $S.D.=2.03$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง วงกลม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่องวงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70

| การทดสอบ | N | \bar{X} | S.D. | t | Sig. (2-tailed) |
|-----------|----|-----------|------|-------|-----------------|
| หลังเรียน | 32 | 14.875 | 2.34 | 2.117 | .042 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เรื่องวงกลม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.875 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.34 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (20คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.117$, $p < .05$) นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

3. ผลการศึกษาระดับความคิดทางเรขาคณิตก่อนและหลังเรียนเรื่องวงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับความคิดทางเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน (จำนวน 32 คน)

| ลำดับความคิดทางเรขาคณิตของนักเรียน | จำนวนนักเรียน | | | |
|-------------------------------------|---------------|--------|-----------|--------|
| | ก่อนเรียน | | หลังเรียน | |
| | จำนวน | ร้อยละ | จำนวน | ร้อยละ |
| ไม่ระบุ | 2 | 6.25 | 0 | 0 |
| ระดับ 0 (การนึกภาพ) | 4 | 12.5 | 2 | 6.25 |
| ระดับ 1 (การวิเคราะห์) | 11 | 34.375 | 4 | 12.5 |
| ระดับ 2 (การอนุมานอย่างไม่มีแบบแผน) | 11 | 34.375 | 13 | 40.625 |
| ระดับ 3 (การอนุมานอย่างมีแบบแผน) | 4 | 12.5 | 13 | 40.625 |
| รวม 32 | 32 | 100 | 32 | 100 |

จากตารางที่ 3 ระดับความคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 2 และ 3 สูงขึ้นโดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความคิดทางเรขาคณิตมากที่สุดอยู่ในระดับ 2 (การอนุมานอย่างไม่มีแบบแผน) และระดับ 3 (การอนุมานอย่างมีแบบแผน) คิดเป็นร้อยละ 40.625

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงลำดับความคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนจำนวนนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

| ก่อนเรียน | ผลการเปลี่ยนแปลงลำดับความคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนจำนวนนักเรียน | | | | | รวมก่อนเรียน |
|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| | ไม่ระบุ | ระดับ 0 การนึกภาพ | ระดับ 1 การวิเคราะห์ | ระดับ 2 การอนุมานอย่างไม่มีแบบแผน | ระดับ 3 การอนุมานอย่างมีแบบแผน | |
| ไม่ระบุ | - | 1(3.125) | - | 1(3.125) | - | 2(6.25) |
| ระดับ 0 การนึกภาพ | - | 1(3.125) | 1(3.125) | 2(6.25) | - | 4(12.5) |
| ระดับ 1 การวิเคราะห์ | - | - | 2(6.25) | 4(12.5) | 5(15.625) | 11(34.375) |
| ระดับ 2 การอนุมานอย่างไม่มีแบบแผน | - | - | 1(3.125) | 6(18.75) | 4(12.5) | 11(34.375) |
| ไม่ระบุ | - | 1(3.125) | - | 1(3.125) | - | 2(6.25) |
| ระดับ 0 การนึกภาพ | - | 1(3.125) | 1(3.125) | 2(6.25) | - | 4(12.5) |
| ระดับ 1 การวิเคราะห์ | - | - | 2(6.25) | 4(12.5) | 5(15.625) | 11(34.375) |
| ระดับ 2 การอนุมานอย่างไม่มีแบบแผน | - | - | 1(3.125) | 6(18.75) | 4(12.5) | 11(34.375) |
| ระดับ 3 การอนุมานอย่างมีแบบแผน | - | - | - | - | 4(12.5) | 4(12.5) |
| รวมหลังเรียน | 0(0) | 2(6.25) | 4(12.5) | 13(40.625) | 13(40.625) | 32(100) |

จากตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของระดับความคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน หลังเรียนกับก่อนเรียน พบว่า นักเรียนมีระดับความคิดทางเรขาคณิตคงที่มากที่สุดในระดับ 2 (การอนุมานอย่างมีแบบแผน) คิดเป็นร้อยละ 18.75 ระดับ 3 (การอนุมานอย่างมีแบบแผน) คิดเป็นร้อยละ 12.5 ระดับ 1 (การวิเคราะห์) คิดเป็นร้อยละ 6.25 และ ระดับ 0 (การนึกภาพ) คิดเป็นร้อยละ 3.125 ตามลำดับ

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของระดับความคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน หลังเรียนกับก่อนเรียน พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดจากระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 1 เป็นระดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 15.625 โดยมีรายละเอียดดังนี้

| | | |
|---|----------------|----------------------|
| การเปลี่ยนแปลงจากระดับความคิดทางเรขาคณิตที่ไม่สามารถระบุได้ | เป็นระดับ 1 | คิดเป็นร้อยละ 3.125 |
| การเปลี่ยนแปลงจากระดับความคิดทางเรขาคณิตไม่สามารถระบุได้ | เป็นระดับ 2 | คิดเป็นร้อยละ 3.125 |
| การเปลี่ยนแปลงจากระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 0 | เป็นระดับที่ 1 | คิดเป็นร้อยละ 3.125 |
| การเปลี่ยนแปลงจากระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 0 | เป็นระดับที่ 2 | คิดเป็นร้อยละ 6.25 |
| การเปลี่ยนแปลงจากระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 1 | เป็นระดับที่ 2 | คิดเป็นร้อยละ 12.5 |
| การเปลี่ยนแปลงจากระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 1 | เป็นระดับที่ 3 | คิดเป็นร้อยละ 15.625 |
| การเปลี่ยนแปลงจากระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 2 | เป็นระดับที่ 3 | คิดเป็นร้อยละ 12.5 |

9. อภิปรายผล

9.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่อง วงกลมของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งพอสรุปสาเหตุได้ต่อไปนี้

9.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ใช้เวลานานอกชั้นเรียนศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจทฤษฎีวงกลมใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) แล้วใช้เวลาในห้องเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด หรือการพิสูจน์ทฤษฎีต่างๆ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิดทั้งรายบุคคลและกลุ่ม ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และลดข้อสงสัยของนักเรียนเกี่ยวกับแบบฝึกหัดต่างๆ

9.1.2 ครูผู้สอนแบ่งเวลาในห้องเรียนใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เพื่อให้นักเรียนสำรวจและทบทวนเนื้อหาโดยใช้โปรแกรม GSP และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

9.1.3 ขณะที่นักเรียนได้รับการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ครูผู้สอนเก็บรวบรวมข้อมูล แก้ไขข้อบกพร่องที่พบขณะทดลองเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

9.1.4 การเสริมแรงด้านบวก เช่น การให้กำลังใจ การกล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจทฤษฎีวงกลมใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) ใน Google Classroom นอกห้องเรียนผ่านการตรวจใบงาน และขณะนักเรียนทำกิจกรรมในห้องเรียน เป็นการส่งเสริมพฤติกรรมในด้านบวกและสร้างสรรค์

9.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ผลปรากฏว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งพอสรุปสาเหตุได้ต่อไปนี้

การเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเรื่อง วงกลม เมื่อนักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการเรียนการสอนโดยนักเรียนใช้เวลาออกชั้นเรียนศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจทฤษฎีวงกลมใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือช่วยแสดงการเคลื่อนไหวรูปวงกลมให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรมผ่านสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ใน Google Classroom คือ วิดีทัศน์ ใบความรู้ เป็นต้น ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ยืดหยุ่นในระยะเวลาสถานที่ระยะเวลาในการเรียน แล้วใช้เวลาในห้องเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด หรือการพิสูจน์ทฤษฎีต่างๆ สร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เพิ่มโอกาสการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องและสามารถเรียนได้ลึกซึ้งมากขึ้น

9.3 ระดับความคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านหลังเรียนกับก่อนเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความคิดทางเรขาคณิตสูงขึ้นซึ่งพอสรุปว่ามาจากสาเหตุต่อไปนี้

9.3.1 การเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการแสดงการเคลื่อนไหวจากนามธรรมเป็นรูปธรรม ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพได้อย่าง กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ฝึกคิดวิเคราะห์อย่างเป็นลำดับจากพื้นฐานไปสู่การแก้ปัญหาต่างๆ พิสูจน์ทฤษฎี นิยามของวงกลมได้ ทำให้พัฒนาระดับความคิดทางเรขาคณิตไปสู่ในระดับสูงขึ้น

9.3.2 การเรียนการสอนโดยนักเรียนใช้เวลาออกชั้นเรียนศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจทฤษฎีวงกลมแล้วใช้เวลาในห้องเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด หรือการพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ ทำให้ครูสามารถอธิบายเนื้อหาได้ละเอียด ฝึกการพิสูจน์พร้อมทั้งให้โจทย์ที่มีความท้าทายกับนักเรียนทำให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการให้เหตุผลในการพิสูจน์เรื่องวงกลมมากขึ้น

10. ข้อเสนอแนะ

10.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน ผู้สอนควรตรวจสอบความพร้อมของนักเรียน ซึ่งแจ้งกระบวนการประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับให้กับนักเรียน ผู้ปกครอง เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการศึกษาข้อมูลออกชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

10.2 ผู้สอนควรมีการจัดการที่ดี เช่นการจัดเตรียมห้องคอมพิวเตอร์เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานจริง ทฤษฎีต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึงเพื่อความสะดวกในการเรียนการสอน และส่งผลต่อความสอดคล้องตามจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

10.3 ผู้สอนควรเสริมแรงด้านบวกให้กับนักเรียนเป็นระยะอย่างต่อเนื่องทั้งชั้นการศึกษาเนื้อหาออกชั้นเรียนและในห้องเรียน เพื่อแสดงถึงการให้กำลังใจ ชมเชย กับนักเรียนที่ทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดเพื่อให้นักเรียนคนอื่นเห็นคุณค่า และประโยชน์ของการเรียนการสอนนี้

10.5 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

10.6 ควรจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการสำรวจทฤษฎีนอกห้องเรียนเพื่อให้เกิดความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม GSP ต่อยอดความรู้ในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ด้วย

10.7 ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ หรือระดับชั้นเรียนอื่น ๆ และทำตัวแปรอื่นๆ เช่น เจตคติในด้านบวกต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ฯลฯ

11. การนำไปใช้ประโยชน์

11.1 การศึกษาครั้งนี้ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องวงกลมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามศักยภาพตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล

11.2 การศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GSP และแนวคิดห้องเรียนกลับด้านได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Wanvipar sutthikiant. 1999. **A Development of Multimedia Computer Assisted Instruction in Mathematics.** Bangkok: Srinakharinwirot University.
- [2] Chaweewan Sawetamalya. 2001. **Teaching mathematics : a sourcebook of activities, and strategies.** Bangkok: Suwiryasan.
- [3] Crowley, M. L. 1987. **The van Hiele model of the development of geometric thought. Learning and teaching geometry.** USA: NCTM.
- [4] Royal Thai Government Gazette. 1999. **National Education Act B.E. 2542.** Retrieved November 24, 2559, form <http://www.moe.go.th/main2/plan/p-r-b42-01.htm>
- [5] Jindarat Phonok. 2014. **Flipped Classroom.** Retrieved July 22, 2559, form <http://www.royin.go.th/?s=flipped+classroom>
- [6] Supatta Outamung. 2015. **Flipped Classroom : A DREAM COME TRUE IN TEACHING THAI LANGUAGE.** *Journal of Education Faculty of Education Srinakharinwirot University*, 16(1), p. 51-58.

-
- [7] Vicharn Panich. 2013. Teacher teaching Flipped Classroom for students (2 nd edition). Bangkok: The siam commercial foundation.
- [8] Sams A., & et.al. 2014. Flipped Learning Retrieved 14 July 2017 https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/FLIP_handout_FNL_Web.pdf
- [9] Wannakarn Boonyok Sirirat Petsangsri and Krissana Kiddee . 2018. The Development of Online Learning Using Flipped Classroom to Enhance Learning Achievement on Presentation Using Computer Software for Grade 10 Students. Journal of Industrial Education King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, 17(2), p. 32-40.
- [10] Thanawit Thannamtip. 2013. Effect of Learning Activities Using Inquiry Medthod on Circle by Using The Geometer’s Sketchpad Program for Mathayomsuksa three Students at Yothinburana School. Kasetsart Education Review, 28(2), p. 111-116.