รหัสบทความ P-155

แบบประเมินบทความวิจัย

การประชุมวิชาการระดับชาติ "การศึกษาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ครั้งที่ 3" ประจำปี 2562

วันศุกร์ที่ 31 พฤษภาคม 2562

ณ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร

1. ชื่อบทความ : การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้เรื่องปริมาตรและพื้นที่ผิวของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และทรงกลม ตามแนวทางของ Polya ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจกับโปรแกรม GeoGebra เรื่องการหาปริมาตร

2. หัวข้อการประเมินบทความ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ
	ผ่าน/แก้ไข	ไม่ผ่าน	
1. บทคัดย่อภาษาไทย			
2. Abstract		/	1) ตรวจสอบไวยากรณ์ และคุณภาพของบทคัดย่อ 2) สัมพันธ์เนื้อหาของตัวอย่างที่ใช้ เช่น ระดับใดมีเรียนของ ม.สวนสุนันทา หรือสามารถเทียบ Mathayomsuksa 4
3. บทนำ	/		
4. วัตถุประสงค์การวิจัย	/		
5. สมมติฐานการวิจัย (ถ้ามี)	-	-	-
6. วิธีดำเนินการวิจัย	/		
7. ผลการวิจัย	/		
8. สรุปผลการวิจัย	/		
9. อภิปรายผล	/		
10. ข้อเสนอแนะ	/		
11. เอกสารอ้างอิง	/		- การอ้างอิงตามรูปแบบ
12. องค์ความรู้ใหม่และคุณค่าทางวิชาการ	/		
13. ความถูกต้องตามรูปแบบ (Template)	/		

ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ

- ☐ 1) บทความ**ผ่านเกณฑ์**โดยไม่ต้องแก้ไข
- ☑ 2) บทความ**ผ่านเกณฑ์** และแก้ไขตามข้อเสนอแนะ
- ☐ 3) บทความ**ไม่ผ่านเกณฑ์**

การพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebraที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 จำนวน 30คนของโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม จังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้ระยะเวลาในการวิจัยทั้งหมด 12 ชั่วโมง เครื่องมือวิจัยได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนอยู่ในระดับมากขึ้นไป กล่าวคือ สำหรับความรู้เชิงมโนทัศน์นั้น นักเรียนร้อยละ 80.00 มีความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด นักเรียนร้อยละ 13.33 มีความรู้อยู่ในระดับมาก และนักเรียนร้อยละ 6.67มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนความรู้เชิงขั้นตอนนั้น นักเรียนร้อยละ 66.67 มีความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด นักเรียนร้อยละ 20.00 มีความรู้อยู่ในระดับมาก และนักเรียนร้อยละ 13.33 มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนโดยรวมนักเรียนร้อยละ 81.82 มีความรู้อยู่ในระดับมากขึ้นไป

คำสำคัญ: ทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน,โปรแกรม GeoGebra,ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน, ภาคตัดกรวย

The development of conceptual and procedural knowledge throughlearning activities based on theory of constructionism and using GeoGebra softwareon conic section topic of grade 9 students

ABSTRACT

This research aimed to study the effects of using learning activities based on theory of constructionism GeoGebrasoftwarein the topic of conic section on conceptual knowledge and procedural knowledge of 9th grade students. The number of participants were 30 students of Phichitpittayakom School, Phichit province in the second semester of 2018 academic year. The instruments used in the research were three lesson plans based on theory of constructionism GeoGebra software in the topic of application of conic, activity sheets, and conceptual knowledge and procedural knowledge test. Data were analyzed by content

analysis and data creditability by triangulation method. The results showed that student hadconceptual and procedural knowledge mostly in high and highest level.For conceptual knowledge,80.00 percent of students was in the highest level. 13.33 percent of students was in high level and 6.67 percent of students wasin moderate level. For the proceduralknowledge, 66.67 percent of students was in the highest level. 20 percent of students was inhigh level and 13.33 percent of students wasin a moderate level. Overall, 81.82 percentof student was in high and highest level

Keywords: Theory of Constructionism, GeoGebra Software, Conceptual Knowledge and ProceduralKnowledge, Conic Section

บทนำ

ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องพัฒนาให้นักเรียนเกิดควบคู่กัน ซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตทั้งในแง่ของการพัฒนาสังคมและการพัฒนามนุษย์ ในแง่ของสังคมนั้นคณิตศาสตร์จะถูกใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมในสาขาวิชาต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในแง่ของการพัฒนามนุษย์นั้นคณิตศาสตร์จะถูกใช้เป็นองค์ความรู้ที่ช่วยในการพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (อัมพร ม้าคนอง, 2557) จากนโยบายสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ ในการจัดทำโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในสถานศึกษา สังกัด สพฐ. ตั้งแต่ปี 2550 โดยมีปรัชญาและวัตถุประสงค์การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพเพื่อเป็นฐานในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในโลกปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเศรษฐกิจการเมืองสังคมเทคโนโลยีและวัฒนธรรมการพัฒนาผู้เรียนซึ่งเป็นกำลังสำคัญของชาติไทยในอนาคต (สสวท., 2555)

ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขึ้นพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของความรู้ทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 –2560 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 30 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) ผลสอบนี้สะท้อนให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งสาเหตุที่คุณภาพของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่น่าเป็นที่พอใจนั้น อาจมาจากการที่นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาไม่ดีพอหรือมีข้อผิดพลาดระหว่างทำข้อสอบซึ่งสอดคล้องกับคะแนนสอบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์หรือ Professional and Academic Aptitude Test 1 (PAT 1) ซึ่งเป็นข้อสอบที่เน้นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมาแก้ปัญหาตามขั้นตอน พบว่านักเรียนยังมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำโดยมีคะแนนเฉลี่ย48.45จากคะแนนเต็ม 300

(สัมพันธ์ พันธุ์พฤกษ์, 2561) อีกทั้งนักเรียนยังขาดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการที่จำเป็น (สสวท., 2555) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของอัมพร ม้าคนอง (2553) ที่กล่าวว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอทั้งในเรื่องของความรู้พื้นฐานการคิดวิเคราะห์คิดสังเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณและไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนขาดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและความรู้ทางขั้นตอน เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการมากเกินไปทำให้นักเรียนมีการคิดคำนวณตามขั้นตอนอย่างไม่มีความหมาย ทำให้เกิดข้อจำกัดในการตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดและนำไปสู่การแก้คำตอบที่ไม่สมเหตุสมผลทั้งนี้เป็นเพราะการเรียนการสอนทั่วไปผู้สอนมักสอนแต่ขั้นตอนหรือกระบวนการสอนโดยการบอกวิธีทำ ให้ตัวอย่างและมุ่งให้นักเรียนทำตามตัวอย่างไม่ให้โอกาสนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการฝึกคิดวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน(Constructionism)ซึ่งมีแนวคิดว่าผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมมีการผสมผสานระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างผลิตผลที่มีความหมายกับผู้เรียน การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่เปิดโอกาสให้ลงมือทำด้วยตนเอง โดยผ่านการสร้างชิ้นงานด้วยสื่อ วัสดุหรือเทคโนโลยี และอุปกรณ์ต่าง ๆ การได้นำเสนอความรู้ของตนเองออกมาเป็นรูปธรรมชัดเจนขึ้น และเกิดการสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ต่อไป (สุชิน เพ็ชรักษ์, 2544) โดยเทคโนโลยีที่เหมาะสมนำมาเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นคือ โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมฟรีมีคุณสมบัติในการใช้งานทั้งด้านเรขาคณิต และพีชคณิต ความแตกต่างของโปรแกรมนี้กับโปรแกรมคณิตศาสตร์พลวัตโปรแกรมอื่น คือ การสร้างกราฟภาคตัดกรวยได้เพียงการคลิกไม่ต้องใช้การสร้างฟังก์ชันให้เกิดความยุ่งยาก อีกทั้งยังสามารถแสดงสมการภาคตัดกรวยเป็นรูปทั่วไปหรือ สมการมาตรฐาน ของกราฟนั้น ๆ ได้อีกด้วย (อธิภูมิ พาสงค์, 2559)จากการศึกษางานวิจัยของโสภาพรรณ ชื่นทองคำ (2550) ได้จัดการเรียนรู้กระบวนการ 5S ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ขั้นที่1 จุดประกายความคิด (Spackling) ขั้นที่2 สะกิดให้ค้นคว้า (searching) ขั้นที่ 3 นำพาสู่การปฏิบัติ (studying) ขั้นที่4 จัดองค์ความรู้ (Summarizing) ขั้นที่5 นำเสนอควบคู่การประเมิน (Show and Sharing) โดยผู้วิจัยนำโปรแกรม GeoGebra เป็นเครื่องมือในขั้นนำพาสู่การปฏิบัติเพื่อค้นหาความรู้เชิงมโนทัศน์ และขั้นจัดองค์ความรู้เพื่อพัฒนาความรู้เชิงขั้นตอนควบคู่กับการใช้ความรู้เชิงมโนทัศน์ที่เกิดขึ้น ทำให้กระบวนการเรียนรู้นี้มีจุดเด่นในด้านการใช้สื่อเทคโนโลยีกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็นแนวทางในการแสวงหาความรู้ เน้นกิจกรรมที่น่าสนใจชวนให้ค้นคว้า และนำพาผู้เรียนไปสู่การปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเองจนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองได้อย่างเป็นระบบและมีการแลกเปลี่ยนผลงาน ความคิด วิธีการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมต่อการนำมาพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจและเห็นความสำคัญที่ต้องการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน โดยการจัดการเรียนรู้โดยตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebraเรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้นำเนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติม ค31203คณิตศาสตร์สำหรับห้องเรียนพิเศษหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรขาคณิตวิเคราะห์ เรื่องที่ 2 ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 เรื่อง ได้แก่ วงกลมจำนวน 6 ชั่วโมง และพาราโบลาจำนวน 6 ชั่วโมง โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกัน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คนที่เรียนรายวิชาเพิ่มเติม ค31203คณิตศาสตร์สำหรับห้องเรียนพิเศษ โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebraเรื่องภาคตัดกรวยประกอบด้วย เนื้อหาเรื่องวงกลมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1และ 2 และเรื่องพาราโบลาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 เป็นเนื้อหาที่มีความรู้เชิงมโนทัศน์เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสมการกับกราฟและความรู้เชิงขั้นตอนเป็นการหาความสัมพันธ์ในสมการรูปมาตรฐานโดยผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมที่ให้นักเรียนสร้างชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม GeoGebra

2. ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยออกแบบเป็นคำสั่งโดยให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งและบันทึกข้อมูลเพื่อสร้างองค์ความรู้ และนำความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนไปสร้างชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม GeoGebraทั้งนี้ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงก่อนนำมาใช้จริงในชั้นเรียน

3. แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนของนักเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน4ข้อ ประกอบด้วยการหาสมการวงกลม การหาจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลม การหาสมการพาราโบลา และการหาจุดยอด โฟกัส ไดเรกตริกซ์ ความยาวของลาตัสเรกตัม แต่ละข้อมีคำถามย่อย 5 ข้อ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และครอบคลุมความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน โดยดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยทราบ
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebraเรื่อง ภาคตัดกรวยโดยใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง
3. ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างองค์ความรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebraเพื่อสร้างชิ้นงานตามคำสั่งและนำเสนอชิ้นงานนั้นในชั่วโมงเรียนโดยบันทึกผลไว้ในใบกิจกรรม

4. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนเป็นรายบุคคล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ผลการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra โดยข้อมูลจากการวิจัยได้มาจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อตีความและสรุปข้อมูลให้ทราบถึงการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนของนักเรียนจากการศึกษาใบกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเปรียบเทียบค่าเป็นร้อยละในแต่ละระดับความรู้เป็นเกณฑ์ 4 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง และน้อย โดยปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบอัตนัยของอัมพร ม้าคนอง (2553) ดังตาราง 1 และทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Method Triangulation) แบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด ซึ่งทำการตรวจสอบโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดเดียวกันจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบ มาทำการวิเคราะห์พิจารณาถึงผลการวิจัยว่ามีผลสรุปที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

ตาราง 1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความรู้ที่แสดงออก
ความรู้เชิงมโนทัศน์ (conceptual knowledge)	3 (มากที่สุด)	แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ถูกต้องอย่างสมบูรณ์
	2 (มาก)	แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ถูกต้องค่อนข้างอย่างสมบูรณ์
	1 (ปานกลาง)	แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ถูกต้องบ้างบางส่วน
	0 (น้อย)	แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ
ความรู้เชิงขั้นตอน (Procedural knowledge)	3 (มากที่สุด)	แสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณการระบุปัญหาการใช้กฎกลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องอย่างสมบูรณ์
	2 (มาก)	แสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณการระบุปัญหาการใช้กฎกลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องค่อนข้างอย่างสมบูรณ์

1 (ปานกลาง)	แสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณการระบุปัญหาการใช้กฎกลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องบ้างบางส่วน
0 (น้อย)	แสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณการระบุปัญหาการใช้กฎกลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

ผลการวิจัย

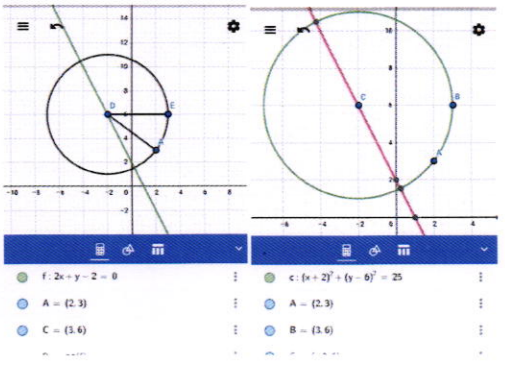
จากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนดังนี้

1. ความรู้เชิงมโนทัศน์พบว่า นักเรียนสามารถแสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (ระดับมากที่สุด) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 นักเรียนสามารถแสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ถูกต้องค่อนข้างอย่างสมบูรณ์ (ระดับมาก) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 และมีนักเรียนเพียง 2 คน ที่สามารถแสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ถูกต้องบ้างบางส่วน (ระดับปานกลาง) คิดเป็นร้อยละ 6.67 เมื่อพิจารณาโดยรวม พบว่า นักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์อยู่ในระดับมากขึ้นไป จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 93.33

2. ความรู้เชิงขั้นตอน พบว่า นักเรียนสามารถแสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณการระบุปัญหาการใช้กฎกลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (ระดับมากที่สุด) จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 นักเรียนสามารถแสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณการระบุปัญหาการใช้กฎกลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องค่อนข้างอย่างสมบูรณ์ (ระดับมาก) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และมีนักเรียน 4 คน ที่สามารถแสดงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณการระบุปัญหาการใช้กฎกลวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องบ้างบางส่วน (ระดับปานกลาง) คิดเป็นร้อยละ 13.33 เมื่อพิจารณาโดยรวม พบว่า นักเรียนมีความรู้เชิงขั้นตอน อยู่ในระดับมากขึ้นไป จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67

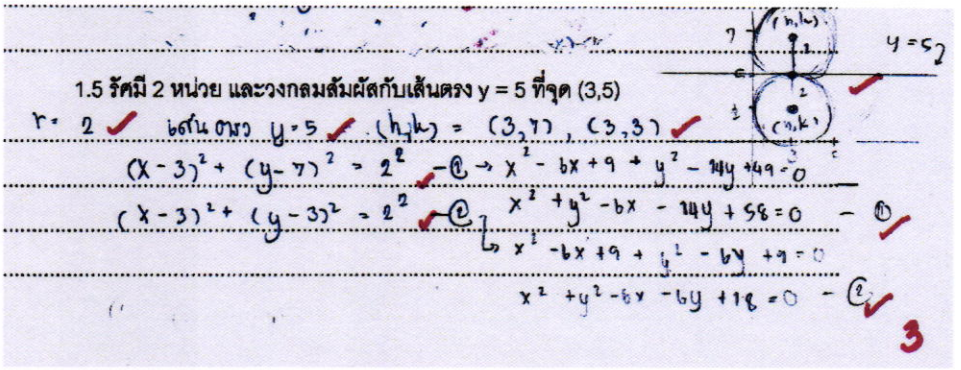
อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนโดยรวม พบว่า นักเรียนจำนวน 24 คน มีความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.00 นักเรียนจำนวน 5 คน มีความรู้อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 16.67 และนักเรียนจำนวน 1 คน มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 3.33 ซึ่งนักเรียนที่มีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนในระดับมากขึ้นไป มีจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82

1.3 จงสร้างกราฟวงกลมที่ผ่านจุด A(2,3) และ B(3,6) และจุดศูนย์กลางอยู่บนเส้นตรง 2x + y -2 = 0



ภาพ 1 ชิ้นงานของนักเรียนที่แสดงถึงความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนจากการสร้างชิ้นงานโดยโปรแกรม GeoGebra จากคำสั่งในใบกิจกรรม

ภาพ 1 แสดงการสร้างชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม GeoGebraของนักเรียน 2 กลุ่มที่มีความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนครบถ้วนสมบูรณ์ โดยคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 1มีขั้นตอนการสร้างโดยเริ่มสร้างกราฟเส้นตรงจากโจทย์กำหนดและ ลงจุดทั้ง 2 จุดตามที่โจทย์กำหนด และใช้ความรู้เชิงมโนทัศน์ว่ารัศมีจะต้องเท่ากันเพื่อหา รัศมี โดยการเลื่อนจุดบนสมการเส้นตรงให้มีระยะทางเท่ากัน จากนั้นจึงสร้างกราฟวงกลมจากคำสั่งจุดศูนย์กลางและจุดใด ๆ บนกราฟวงกลม ส่วนคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 2 มีขั้นตอนการสร้างแบบย้อนกลับจากกลุ่มที่ 1 คือนักเรียนได้สร้างสมการวงกลมจากการคำนวณCA = CBและหาจุดศูนย์กลางได้ (-2,6) และรัศมีเท่ากับ 5 แล้วจึงพิมพ์สมการวงกลมที่ได้ผ่านรูปสมการมาตรฐานซึ่งเป็นความรู้เชิงมโนทัศน์ คือ $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$เพื่อตอบและใส่ส่วนต่าง ๆ ตามคำสั่งในใบกิจกรรมกำหนด



ภาพ 2คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน

จากภาพที่ 2แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์จากการเขียนบรรทัดที่ 1 โดยหลักการต้องรู้รัศมี และจุดศูนย์กลาง เพื่อนำไปสู่ความสัมพันธ์ในแบบรูป คือ สมการรูปมาตรฐาน และมีความรู้เชิงขั้นตอนจากการวาดรูปในการวิเคราะห์ตามโจทย์เพื่อให้ได้รัศมี และจุดศูนย์กลาง ขั้นต่อมานักเรียนแสดงการแทนค่าและเขียนรูปสมการมาตรฐานของวงกลมโดยตัดทอนขั้นตอนบางขั้นตอนแต่ยังสามารถแสดงข้อมูลครบถ้วนมีขั้นตอนการจัดรูปให้เป็นสมการวงกลมรูปทั่วไปโดยยกกำลังสองสมบูรณ์ทั้ง 2 สมการซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับดีมาก

การอภิปรายผลการวิจัย

หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ความรู้เชิงมโนทัศน์นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เชิงมโนทัศน์จากการทำแบบทดสอบอยู่ในระดับมากขึ้นไป กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์จะได้ว่าจำนวนนักเรียนในระดับความรู้เชิงมโนทัศน์ดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการสร้างชิ้นงาน เนื่องจากขั้นนำพาสู่การปฏิบัติ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นเครื่องมือที่จะทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ที่แสดงความรู้เกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และเหตุผลของ

ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน จนเกิดองค์ความรู้ใหม่ ส่งผลให้ความรู้เชิงมโนทัศน์ของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดี และพบว่าความรู้เชิงมโนทัศน์ของนักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ Cuban (2001) ที่กล่าวว่า GeoGebra จะทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจ กับแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจตั้งข้อสังเกตและคาดการณ์

ความรู้เชิงขั้นตอนนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เชิงขั้นตอนจากการทำแบบทดสอบตั้งแต่ระดับมากขึ้นไป และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และลดลงเกี่ยวกับการแก้ปัญหา จากโจทย์ที่ให้ข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากขึ้นซึ่งต้องใช้มโนทัศน์จากความรู้เดิมจึงส่งผลให้นักเรียนบางคนไม่สามารถหากฎกลวิธีและขั้นตอนเพื่อหาคำตอบทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนขึ้นนั้นได้ เมื่อเทียบกับปัญหาเพียงใช้ความรู้เชิงมโนทัศน์ในเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่ อย่างไรก็ตามในขั้นจัดองค์ความรู้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้การสร้างชิ้นงานจากโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความรู้เชิงขั้นตอนดังกล่าวและสะท้อนผลหลังตรวจชิ้นงานในแต่ละครั้ง ทำให้นักเรียนอธิบายกฎกลวิธีและขั้นตอนได้ตรงประเด็น จึงส่งผลต่อพัฒนาการทางความรู้เชิงขั้นตอนที่อยู่ในระดับมากขึ้นไป สอดคล้องกับรินรดี พรวิริยะสกุล (2557) และ Hohenet (2007) ที่กล่าวว่า GeoGebra จะทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจ กับแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ตั้งข้อสังเกตและคาดการณ์

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. **ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้**

1.1 ครูผู้สอนควรใช้โปรแกรม GeoGebra อย่างชำนาญเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และตรวจชิ้นงานของนักเรียนโดยอ่านขั้นตอนการสร้างของนักเรียนจากโปรแกรม Geogebraที่สอดคล้องกับการนำเสนอของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง

1.2 ครูผู้สอนควรออกแบบใบกิจกรรมในข้อคำสั่งการสร้างชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม GeoGebraด้วยกลวิธีที่หลากหลาย ท้าทาย และซับซ้อน เพื่อให้เรียนรู้แนวคิดที่มีขั้นตอนที่หลากหลาย

2. **เสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

ควรศึกษาการใช้โปรแกรม GeoGebraร่วมกับแนวคิดทฤษฎีในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของการวาดรูปทางเรขาคณิต 2 มิติ และ 3 มิติ การวาดกราฟจากสมการ รวมไปถึงการคำนวณต่าง ๆ เช่นการหาค่าอนุพันธ์ ปริพันธ์ และยังสามารถคำนวณค่าทางสถิติได้

เอกสารอ้างอิง

รินรดี พรวิริยะสกุล (2557). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*.คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สัมพันธ์ พันธุ์พฤกษ์, (2561) .*ผลออกแล้ว GAT – PAT คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่ง เดลินิว ออนไลน์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2561. เข้าถึงได้จาก https://www.msn.com/th-th/news/national.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2561.เข้าถึงได้จาก http//www.niets.or.th.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555).*เอกสารโครงสร้างหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์มาตรฐานสากล ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพุทธศักราช 2555 ฉบับปรับปรุง*. มปป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560*. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

สุชิน เพ็ชรักษ์. (2544). *รายงานการวิจัยเรื่องกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแห่งชาติสกศ.

โสภาพรรณ ชื่นทองคำ. (2550). *การใช้กระบวนการ 5 s ตามทฤษฎีConstructionism พัฒนาการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์*. ผลงานทางวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาภาคเหนือตอนบน.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*: การพัฒนาเพื่อการพัฒนา.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อธิภูมิ พาสงค์. (2559). *การใช้โปรแกรมGeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

Cuban, Kirkpatrick, Peck (2001). *High access and low use of technologies in high school classrooms*: Explaining an apparent paradox. American Educational Research Journal, 38, 813-834.

Hohen water (2007). *Incorporating GeoGebra into Teaching Mathematics at the College Level. Proceedings of ICTCM 2007, Boston, MA available* on address http://www.geogebra.org/publications/2007_ICTCM_geogebra/.index=17&did=76648711&SrchMode=1&sid=6&Fmt=2&VInst= PROD& in high school classrooms: Explaining an apparent paradox. american.