

การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel
A STUDY OF CONCEPTUAL KNOWLEDGE AND PROCEDURAL KNOWLEDGE ON
MATRICES FOR MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS BY USING MICROSOFT EXCEL

นิรัช ลิ่วศิริวงศ์* ญานิน กองทิพย์ และชिरา ลำดวงหอม
Niruch Liwisirivongse*, Yanin Kongthip, and Chira Lumduanhom
E-mail: niruch.liwisirivongse@gmail.com, yanin@g.swu.ac.th, and chira@g.swu.ac.th

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110
Department of Mathematics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110 Thailand

*Corresponding author E-mail: niruch.liwisirivongse@gmail.com

(Received: May 12, 2021; Revised: May 29, 2021; Accepted: June 14, 2021)

ABSTRACT

The purposes of this study were as follows: 1) to study conceptual knowledge of Mathayomsuksa IV students on matrices after being taught by using Microsoft Excel program, and 2) to study procedural knowledge of Mathayomsuksa IV students on matrices after being taught by using Microsoft Excel program. The participants were 45 Mathayomsuksa IV students of Bodindecha (Sing Singhaseni) School in Bangkok, Thailand, in the second semester of the 2020 academic year. Experimental study for the research model is one-group posttest-only design. The participants were taught through 10 lesson plans of 50 minutes for each lesson plan. The conceptual knowledge and the procedural knowledge tests on matrices were used for evaluating the students' conceptual and procedural knowledges. The research findings revealed that: 1) after being taught by using the Microsoft Excel program, over 60% of the participants satisfied the criteria of having conceptual knowledge at a significant level of .05 and 2) after being taught by using the Microsoft Excel program, over 60% of the participants satisfied the criteria of having procedural knowledge at a significant level of .05.

Keywords: Conceptual knowledge; Procedural knowledge; Teaching by using Microsoft Excel; Matrices

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2) ศึกษาความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน 45 คน ดำเนินการทดลองโดยทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบหลังเรียนเท่านั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแฟ้มคำสั่งในโปรแกรม Microsoft Excel จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ เพื่อประเมินความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้ เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ 2) นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

คำสำคัญ: ความรู้เชิงมโนทัศน์; ความรู้เชิงกระบวนการ; การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel; เมทริกซ์

1. บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต กิจกรรมส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวันมีการนำคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ และคาดการณ์ถึงผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้น ทำให้เราสามารถเตรียมตัวรับมือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังถูกนำมาใช้ในการอธิบายหรือสรุปองค์ความรู้จากการสำรวจ หรือทดลองในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ [1] นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมถึงคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน สิ่งเหล่านี้สามารถสะท้อนให้เห็นได้ว่าคณิตศาสตร์นั้นทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์สะดวกสบายขึ้น [2]

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ผลคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test (O-NET)) ประจำปี 2563 จากผู้สอบ 363,752 คน คะแนนเฉลี่ยประเทศไทยคือ 25.41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 25.41 ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิชาอื่น จำนวนนักเรียนที่สอบได้เกินร้อยละ 50 มีเพียง 33,177 คน คิดเป็นร้อยละ 9.12 ส่วนผลคะแนนการสอบวัดความถนัดด้านวิชาคณิตศาสตร์ (Professional and Academic Aptitude Test (PAT 1) ประจำปี 2563 จากผู้สอบ 150,694 คน คะแนนเฉลี่ยประเทศไทยคือ 49 คะแนน จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 16.3 ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิชาอื่น จำนวนนักเรียนที่สอบได้เกินร้อยละ 50 มีเพียง 6,086 คน คิดเป็นร้อยละ 4.04 [3] นักวิชาการด้านการศึกษาให้ความเห็นว่าสาเหตุเกิดจากคุณภาพครู และข้อสอบไม่ไปในทิศทางเดียวกันกับหลักสูตร การสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยเน้นการท่องจำ ขณะที่ข้อสอบของสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติเป็นข้อสอบที่ต้องวิเคราะห์ซึ่งจำเป็นต้องใช้ทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ [4]

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ครูสอนความรู้เชิงกระบวนการซึ่งเน้นการท่องจำสูตร การดำเนินการตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นที่แน่นอน โดยนักเรียนไม่จำเป็นต้องเข้าใจความหมายของสิ่งที่ทำ [5] การเน้นการท่องจำส่งผลเสียต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะยาว เนื่องจากนักเรียนไม่ได้พัฒนาความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่จดจำขั้นตอนหรือวิธีการไปใช้ โดยไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ไม่เป็นระเบียบแบบแผน (Informal knowledge) นักเรียนจะจดจำเฉพาะคณิตศาสตร์ที่เป็นระเบียบแบบแผน (Formal knowledge) ที่ถูกสอนในระบบโรงเรียน คณิตศาสตร์ในความคิดของนักเรียนจึงลดความสำคัญลงเป็นเพียงการดำเนินการโดยใช้สัญลักษณ์ ทันทิที่นักเรียนได้เรียนรู้การคิดคำนวณตามขั้นตอนอย่างไม่มี ความหมาย ทำให้นักเรียนมุ่งหาแต่ผลลัพธ์ในการคำนวณโดยไม่เข้าใจแนวคิดอย่างแท้จริง ครูส่วนใหญ่ไม่เน้นการสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ อันเป็นเป้าหมายหลักของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นความรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถนำมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ สร้างองค์ความรู้ นำไปสู่การค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติ สามารถนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตจริงได้ ดังนั้นครูควรให้ความสำคัญกับความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพราะความรู้ทั้งสองนี้ต่างมีบทบาทที่สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การเรียนรู้ความรู้ทั้งสองประเภทอย่างสัมพันธ์กันจะทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ [6]

การเรียนรู้มโนทัศน์สิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น สามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่ออกจากกัน โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ของเนื้อหาสาระต่าง ๆ อย่างเข้าใจ และสามารถให้คำนิยามของมโนทัศน์นั้นด้วยตนเอง [7] ครูควรสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ก่อนแล้วจึงสอนความรู้เชิงกระบวนการ จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น [6] โดยแนวทางการพัฒนาความรู้ทั้งสองประเภทครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจปัญหา สอนการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการที่หลากหลาย และอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง [8] ครูสามารถใช้เทคโนโลยีช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนสำรวจลักษณะของข้อมูล สรุปออกมาเป็นข้อความคาดการณ์ สามารถสรุปความเข้าใจก่อนที่จะกล่าวถึงบทนิยาม หรือทฤษฎีบท

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างมาก การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์โดยให้มีการนำมาใช้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและระดับช่วงชั้น ซึ่งการใช้เทคโนโลยีส่งผลในทางบวก ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น แนวทางในการใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ 4 แนวทาง ได้แก่ 1) การใช้สื่อเทคโนโลยีสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนใช้สื่อเทคโนโลยีในการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจและสรุปความเข้าใจ 2) การใช้สื่อเทคโนโลยีในการฝึกทักษะและพัฒนาการเรียนรู้สร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อน ช่วยสรุปมโนทัศน์ และช่วยฝึกทักษะการคำนวณ สื่อเทคโนโลยีสามารถแสดงคำตอบและผลการประเมินให้นักเรียนทราบได้ทันที 3) การใช้สื่อเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ช่วยเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ ได้หลากหลายและซับซ้อนขึ้น 4) การใช้สื่อเทคโนโลยีในการนำเสนอ ครูสามารถใช้เพื่อนำเสนอเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอน แสดงแนวคิดเชื่อมโยงในลักษณะหลายมิติ ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิด ความสัมพันธ์ของเนื้อหา และสรุปเป็นมโนทัศน์ได้ง่ายและชัดเจน [9]

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นสื่อเทคโนโลยีประเภทหนึ่งที่ได้มีการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ นักเรียนจะต้องเรียนภาษาของโปรแกรมเหล่านั้นก่อนจึงจะสามารถใช้งานโปรแกรมซึ่งต้องใช้เวลามาก ต่างกับโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งนักเรียนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ง่าย โดยโปรแกรม Microsoft Excel สามารถสร้างตาราง สร้างกราฟ หาปริพันธ์ของฟังก์ชันตามกฎของซิมป์สัน คำนวณเมทริกซ์ของเกาส์ จอร์แดน คำนวณเมทริกซ์ผกผันในการแก้ระบบสมการเชิงเส้น โปรแกรม Microsoft Excel เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางได้หลากหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด การใช้ปัญหาเป็นฐาน การสร้างความรู้ด้วยตนเอง การสืบสวนสอบสวน การค้นพบเป็นต้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ข้างต้นช่วยส่งเสริมความรู้เชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับพีชคณิต นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือช่วยคำนวณ ช่วยแก้สมการ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบผลลัพธ์ รวมถึงสามารถแสดงผลการคำนวณ สูตร กราฟ ในหน้าจอคอมพิวเตอร์พร้อมกัน ทำให้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนจำนวนมากในเวลาเดียวกัน โดยไม่จำเป็นต้องเรียนรู้ภาษาในโปรแกรม [10], [11]

จากการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เรื่องเมทริกซ์ พบว่านักเรียนประสบปัญหาหลักในสองส่วน ส่วนแรกนักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในหลายหัวข้อประกอบด้วย บทนิยามของเมทริกซ์ องค์ประกอบของเมทริกซ์ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับการคูณของเมทริกซ์ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ ส่วนที่สองนักเรียนประสบปัญหาด้านความรู้เชิงกระบวนการในบางหัวข้อ เช่น การคูณเมทริกซ์ การคำนวณหาตัวผกผันการคูณของเมทริกซ์ การใช้กฎของคราเมอร์ และการดำเนินการตามแถว ซึ่งนักเรียนมักจะลืมกระบวนการ หรือคำนวณผิดพลาดเป็นจำนวนมาก [12] ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ ร่วมกับการใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาและสำรวจ นำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง อีกทั้งใช้โปรแกรมช่วยในการตรวจสอบกระบวนการที่ผิดพลาด ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงข้อผิดพลาดของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงกระบวนการ การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ โดยใช้เทคโนโลยีประกอบการจัดการเรียนรู้ และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการสำหรับวงการศึกษาต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel
2. เพื่อศึกษาความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่องเมทริกซ์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน นักเรียนกลุ่มดังกล่าว ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน จับฉลากเลือก มา 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียน กล่าวคือ ในห้องเรียนประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เก่ง ปานกลาง และอ่อน

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

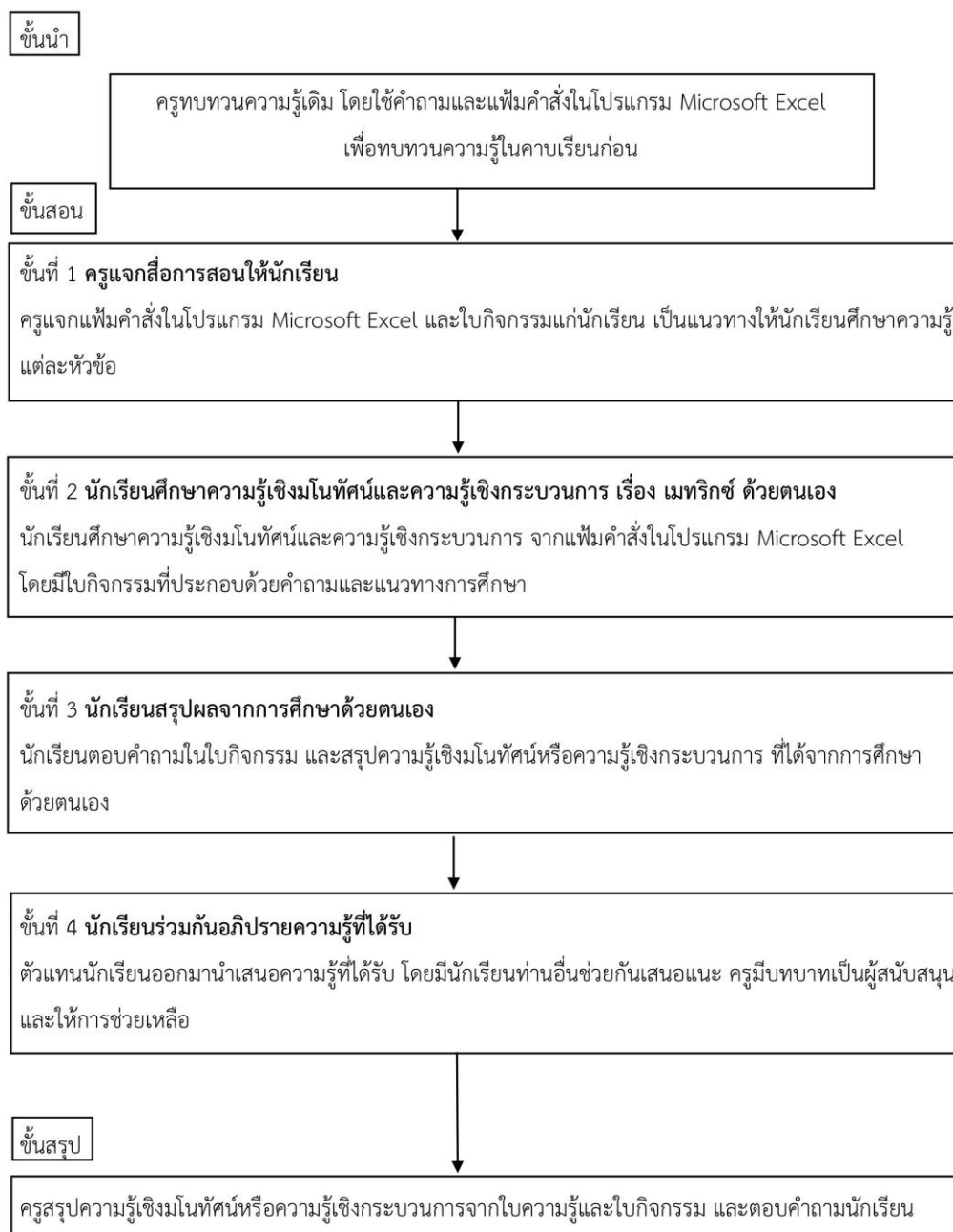
ตัวแปรตาม คือ 1) ความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ และ 2) ความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา และการใช้ภาษาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้และแฟ้มคำสั่งโปรแกรม Microsoft Excel ที่ใช้ประกอบการจัดเรียนรู้ความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และแฟ้มคำสั่ง ในโปรแกรม Microsoft Excel ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนซึ่งปรับมาจากการจัดการเรียนรู้ของ Joyce, Weil, และ Calhoun [7] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

4.1.2 แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และนำไปปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว มาทดลองนำร่องใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และคำนวณค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.52-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.21-0.45 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.62 โดยเป็นข้อสอบเต็มคำ จำนวน 10 ข้อ รวม 40 คะแนน ใช้เวลาสอบ 50 นาที

4.1.3 แบบทดสอบวัดความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และนำไปปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว มาทดลองนำร่องใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และคำนวณค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.31-0.76 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.32-0.52 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.87 โดยเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ รวมเป็น 30 คะแนน ใช้เวลาสอบ 50 นาที

4.2 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย โดยทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบหลังเรียนเท่านั้น เป็น (One-group posttest-only design) มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

4.2.1 ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อที่นักเรียนจะปฏิบัติตามได้ถูกต้อง โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวยินดีเข้าร่วมกระบวนการวิจัยตามมาตรฐานจริยธรรมในการวิจัยในมนุษย์

4.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ความรู้เชิงมนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด 10 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 3 สัปดาห์

4.2.3 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามข้อ 4.2.2 ครบทั้ง 10 แผน ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นข้อสอบเติมค่า จำนวน 10 ข้อ รวม 40 คะแนน และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ รวมเป็น 30 คะแนน ใช้เวลาสอบชุดละ 50 นาที

4.2.4 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมนทัศน์ และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ จากนั้นหาจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มขึ้นไป) เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

5. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ความรู้เชิงมนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel มีความสามารถด้านความรู้เชิงมนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

คะแนนความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน แสดงดังตารางที่ 1 และผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	45	40	27.27	5.92

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 27.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.92

ตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านเกณฑ์ (คน)	ร้อยละนักเรียนที่มีความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านเกณฑ์	ค่าสถิติทดสอบ Z	ค่าวิกฤต
45	34	75.56	2.143	1.65*

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สามารถผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงมนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

คะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน แสดงดังตารางที่ 3 และผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	45	30	21.98	4.47

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 21.98 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.47

ตารางที่ 4 แสดงค่าสถิติทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านเกณฑ์ (คน)	ร้อยละนักเรียนที่มีความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านเกณฑ์	ค่าสถิติทดสอบ Z	ค่าวิกฤต
45	34	75.56	2.143	1.65*

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สามารถผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้กระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สามารถสรุปและอภิปรายผลในแต่ละด้าน ได้ดังนี้

1. ด้านความรู้เชิงมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้เกี่ยวกับบทนิยาม ทฤษฎีบท และการดำเนินการต่าง ๆ เกี่ยวกับเมทริกซ์ด้วยตนเอง ผ่านการสำรวจโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ที่ออกแบบแฟ้มคำสั่งตามหลักวิธีการเสริมสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์โดยใช้แนวคิดของ Joyce, Weil, และ Calhoun [7] เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของเมทริกซ์ สำรวจเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่ออกจากกัน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ของเนื้อหาสาระต่าง ๆ อย่างเข้าใจ และสามารถให้คำนิยามของมโนทัศน์นั้นด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Mekanong [5] ที่ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยสรุปได้ว่า ครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้นักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการคิด สังเกต วิเคราะห์ ไตร่ตรอง อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้น สามารถใช้สื่อเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมร่วมกับการประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์นำไปสู่การเรียนรู้อย่างเข้าใจ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kittivarakul [13] ที่พบว่า การสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการค้นพบร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเสริมสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์ให้นักเรียนได้เป็นอย่างดี และ Beare [11] ที่กล่าวว่า โปรแกรม Microsoft Excel มีประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้สามารถเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด การใช้ปัญหาเป็นฐาน การสร้างความรู้ด้วยตนเอง การสืบสวน สอบสวน การค้นพบ และการมุ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นำไปสู่การสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับพีชคณิตให้นักเรียน

2. ด้านความรู้เชิงกระบวนการ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีแฟ้มคำสั่งโปรแกรม Microsoft Excel ที่แสดงกระบวนการในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด ส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบกระบวนการในการดำเนินการต่าง ๆ ในเนื้อหาเมทริกซ์ เช่น การบวกเมทริกซ์ การคูณเมทริกซ์ การหาดีเทอร์มิแนนต์ การหาเมทริกซ์ผกผัน และการดำเนินการตามแถว อีกทั้งแฟ้มคำสั่งโปรแกรม Microsoft Excel เป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนในการตรวจสอบข้อผิดพลาดของนักเรียนในแบบฝึกหัด ช่วยให้นักเรียนพบข้อผิดพลาดและสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเองให้ถูกต้องได้ และในกระบวนการจัดการเรียนรู้นี้ยังมีการให้นักเรียนได้สรุปและอภิปรายความรู้เชิงกระบวนการที่นักเรียนได้รับ นำไปสู่การพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการให้นักเรียนได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับ Beare [11] ที่กล่าวว่า โปรแกรม Microsoft Excel สามารถเป็นตัวช่วยคำนวณเบื้องต้น ช่วยวิเคราะห์และดำเนินการเกี่ยวกับข้อมูล สืบหาข้อมูล แก่สมการ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบผลลัพธ์ สามารถตอบสนองผู้ใช้งานในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล การเปลี่ยนแปลงสูตร แสดงผลการคำนวณ สูตร กราฟ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์พร้อมกัน สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และจัดการกับข้อมูลจำนวนมากโดยไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมใด ๆ และ Suksamai [14] ที่พบว่า การสอนที่เน้นกระบวนการ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เป็นผู้คิด เป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เอง โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมให้มีการกระทำ ขณะที่นักเรียนทำงานหรือคิดเรื่องนั้นจนสำเร็จ หรือบรรลุผลแล้ว นักเรียนย่อมเกิดการเรียนรู้เองจากการปฏิบัติ ทำให้รู้วิธีการว่า ต้องคิด ต้องทำให้เป็นไปตามขั้นตอนอย่างไร จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนติดตัวออกไป โดยครูเป็นผู้ช่วยชี้แนะหรือย้ำขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ “วิธีการ” ตามขั้นตอนควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหา โดยนักเรียนสังเกตจากตัวอย่างต้นแบบ หรือวิธีการกระทำที่แสดงให้ดูแล้วให้ทำตามแบบและฝึกฝนจนกว่าจะเกิดความชำนาญ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chinnasa [15] ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมากกว่ารับความรู้จากผู้สอน โดยผู้สอนทำหน้าที่เพียงคอยกระตุ้น จัดสถานการณ์ ให้ข้อมูล และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านขั้นตอนทำกิจกรรม ขั้นตอนอภิปรายในชั้นเรียน และการทำแบบฝึกหัดช่วยเสริมสร้างความรู้เชิงกระบวนการได้เป็นอย่างดี

7. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

7.1) ข้อเสนอแนะจากผลวิจัย

7.1.1 การจัดการเรียนรู้ความรู้เชิงคณิตศาสตร์ ครูสามารถจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจข้อมูล มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้เกี่ยวกับบทนิยาม และทฤษฎีบทต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ให้คำชี้แนะ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้เชิงคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

7.1.2 การจัดการเรียนรู้ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกตกระบวนการ และสรุปกระบวนการนั้น ๆ ออกมาด้วยตนเองแทนการบรรยายได้

7.1.3 การจัดการเรียนรู้ที่ให้โอกาสนักเรียนได้สำรวจข้อมูล มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบ เหมาะสำหรับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางขึ้นไป สำหรับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานอ่อน ครูจำเป็นต้องมีบทบาทในการช่วยเหลือและใช้คำถามชี้แนะมากขึ้น

7.1.4 คำถามกระตุ้นในใบกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียนสังเกต สำรวจ และค้นพบ มีความสำคัญมาก ครูจำเป็นต้องออกแบบและเลือกใช้คำถามที่เหมาะสม

7.1.5 ในช่วง 1-3 คาบเรียนแรก ครูควรออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาแต่ละคาบเรียนในปริมาณไม่มากเกินไป และครูจำเป็นต้องช่วยเหลือในการอธิบายค่อนข้างมาก เพราะเป็นเวลาในการปรับตัวให้คุ้นเคยกับกระบวนการเรียนรู้รูปแบบที่แปลกใหม่ แล้วค่อย ๆ เพิ่มปริมาณเนื้อหาและลดบทบาทครูในคาบเรียนถัดไป

7.1.6 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เหมาะกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลายหัวข้อ เนื่องจากโปรแกรมมีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน และนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์กับการทำงานในชีวิตจริงได้

7.1.7 สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel มีดังนี้

(1) ห้องเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนรู้ที่จำเป็น การใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในแท็บเล็ตจะไม่สะดวก เนื่องจากมีหลายฟังก์ชันที่ไม่สามารถทำได้เหมือนฟังก์ชันในคอมพิวเตอร์

(2) แฟ้มคำสั่งในโปรแกรมควรมีการกำหนดขนาดตัวอักษร และสีที่เหมาะสม โดยเฉพาะแฟ้มคำสั่งที่ครูแสดงให้นักเรียนดูควรใช้ตัวอักษรขนาดใหญ่มาพอ

(3) ครูควรลงแฟ้มคำสั่งในคอมพิวเตอร์ของนักเรียนให้เรียบร้อยก่อน เพื่อป้องกันปัญหาสัญญาณอินเทอร์เน็ตของโรงเรียนขัดข้อง และปัญหาการดาวน์โหลดแฟ้มคำสั่ง

7.1.8 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยให้นักเรียนสังเกตและสำรวจ ครูควรเดินรอบห้องเพื่อที่จะช่วยแนะนำนักเรียนและให้คำปรึกษา เนื่องจากนักเรียนบางคนไม่ถนัดการใช้โปรแกรมอาจตามเพื่อนไม่ทันและต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ

7.1.9 สำหรับหัวข้อที่ค่อนข้างยาก ตัวอย่างเช่น หัวข้อการดำเนินการตามแถวของเมทริกซ์ ครูควรเพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาสำรวจ และวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น

7.2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

7.2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

7.2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

7.2.3 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด สังเกต และสำรวจ สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

7.2.4 ควรมีการศึกษาความพึงพอใจ หรือเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] Sricharoen, B. (2012). **The importance of Mathematics to Science in Secondary School**. [online]. Available: <https://library.ipst.ac.th/handle/ipst/321> Retrieved Jan 1, 2020, (in Thai)
- [2] Kongsilp, N. (2018). **Teaching mathematics in the 21st century**. Pathum Thani: Pim Phichit. 22-23. (in Thai)
- [3] National Institute of Educational Testing Service. (2020). **Announcement of exam results**. [online]. Available: <https://www.niets.or.th/th/catalog/view/2989> Retrieved Jan 2, 2021. (in Thai)
- [4] Thairath Online. (2014). **Analysis of 'O-Net Score' Why is still bad**. [online]. Available: <https://www.thairath.co.th/content/413042> Retrieved Jan 2, 2014. (in Thai)
- [5] Makanong, A. (2015). **Mathematics for high school teachers**. 2nd ed. Bangkok: Innovation Development Promotion Center Textbooks and academic documents, Faculty of Education, Chulalongkorn University. 2-8. (in Thai)
- [6] Toomtong, B. (2011). **Learning mathematics research**. Mahasarakham: Mahasarakham University. 49-50. (in Thai)
- [7] Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2003). **Models of teaching**. 9th ed. Boston: Pearson. 161-178.
- [8] Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2015). "Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics." In R. C. Kadosh & A. Dowker, (Eds.). **Oxford handbook of numerical cognition**. United Kingdom: Oxford University Press. 1118-1134.

- [9] Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012). **Professional math teacher the path to success**. Bangkok: 3-Q Media. 110. (in Thai)
- [10] Hsiao, F. S. (1985). "Micros in mathematics education-Uses of spreadsheets in CAL." **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**. 16(6), 705-713.
- [11] Beare, R. (1993). **How spreadsheets can aid a variety of mathematical learning activities from primary to tertiary level**. Technology in mathematics teaching: A bridge between teaching and learning. 117-124.
- [12] Wongtunnoi, T. (2019). Interview, June 06. (in Thai)
- [13] Kittivarakul, V. (2019). "A Study Of Mathayomsuksa Iii Students' Conceptual Knowledge And Proof Abilities On Circle Via Conjecturing And Proving Method with Geogebra Programe." Master's thesis, Srinakharinwirot University, 70. (in Thai)
- [14] Suksamai, S. (2000). **Teaching methods and teaching styles of Thai, English, Mathematics and Science subjects. Secondary level**. Bangkok: Educational Research Division, Department of Academic Affairs, 19-21. (in Thai)
- [15] Chinnasa, P. (2000). "The Effect of AEC Teaching Method in Polynomial and Polinomial Fractions on Conceptual and Procedural Knowledge of Mathayomsuk II Students." Master's thesis, Srinakharinwirot University, 88-91. (in Thai)