

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องเมทริกซ์ โดยใช้เครื่องคำนวณ เชิงกราฟสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กมลริณ ทักษะเมธิ\* และ สายัณห์ โสธรโร

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2) สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 เป็นการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะกลุ่ม จำนวน 41 คน ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอน 16 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการสอนผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเมทริกซ์และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียนเรื่องเมทริกซ์ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งสามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีประสิทธิภาพ ( $E_1 / E_2$ ) เท่ากับ 88.82/90.3 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เมทริกซ์ เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

# Instructional Activity Package on Matrices by Using Graphic Calculator for Matayomsuksa Four Students

Phummarin Tassanametee\* and Sayun Sotaro

---

## ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to study the student achievement of Matayomsuksa Four on Matrices; 2) to construct an instructional activity package which had an effectiveness criterion of 80/80, and 3) to evaluate the attitudes of students toward the instructional activity package. The study was preceded during the second semester of the 2017 academic year with Mathyomsuksa Four students at Satee Phuket School in Phuket, Thailand. Forty one students were selected as the experiment group using the cluster sampling approach. The researcher taught them totally sixteen hours. An achievement test was given to measure their performance on the matrices at the end of instruction. A questionnaire for investigating their attitudes was also distributed to them in order to find out their preference. After using instructional activity packages, the results revealed that there are more than eighty percent of the subjective students who performed better than seventy percent of the total score at .01 level of significance. This shows that the Mathayomsuksa Four students had the ability to learn with the matrices by using the instructional activity package created by the researcher. The implementation of the instructional activity package showed that the educational efficiency ( $E_1 / E_2$ ) of the instructional activity packet was effective at 88.82/90.3, which higher than a predetermined threshold (80/80). In addition, the questionnaire results showed that they had a high level of positive attitudes on matrices in which the graphic calculator was included to teach them.

**Keywords:** instructional activity package, matrix, graphing calculator

## บทนำ

เทคโนโลยีมีบทบาทที่สัมพันธ์กับการศึกษาในประเทศไทย เนื่องจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2553 ฉบับที่ 3 หมวดที่ 9 ที่ว่าด้วยเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา [1] กล่าวไว้ว่าเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันกระบวนการปฏิรูปการศึกษาให้ขับเคลื่อนไปสู่จุดหมายในทิศทางที่เกิดประสิทธิภาพแก่การพัฒนาการศึกษาไทยซึ่งสอดคล้องกับสังคมแห่งโลกาภิวัตน์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและทั่วถึง [2] เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ อย่างรวดเร็ว ความรู้ที่เคยเป็นความจริงและใช้ได้ก็จะหมดสภาพ มีความรู้ชุดใหม่เข้ามาแทนที่ เป้าหมายหลักของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงไม่ใช่สาระความรู้ แต่คือการฝึกฝนทักษะของการเรียนรู้ตลอดชีวิต [3]

ปัจจุบันจิตศาสตร์เป็นหนึ่งในสาระวิชาหลักในศตวรรษที่ 21 มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ คาดการณ์ นำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตทุกด้าน ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข [4] และจิตศาสตร์ถือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนได้คิดสร้างสรรค์ไว้แล้วถ่ายทอดไปยังชนรุ่นหลัง ทั้งยังมีเรื่องให้ศึกษาค้นคว้าอีกมากโดยไม่ได้ต้องคำนึงถึงผลที่จะนำไปให้ต่อไป [5] นอกจากนี้จิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้วิทยาการและเทคโนโลยีต่างๆ เจริญก้าวหน้า [6]

จิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมาก ผู้ถ่ายทอดวิชาอย่างครูจิตศาสตร์ก็มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน ครูควรเข้าใจและเห็นคุณค่า ไม่ทำให้ให้นักเรียนหลายคนเข้าใจหลักการจิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนหรือสับสนในหัวข้อที่ยาก [7] โดยเนื้อหาเรื่องเมทริกซ์เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งของวิชาจิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาทางจิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน การวางแผน การตัดสินใจ การลงทุน และยัง สามารถประยุกต์ใช้ทางวิทยาศาสตร์และจิตศาสตร์ระดับสูง ซึ่งเนื้อหาเรื่องนี้มีบทนิยามและการคำนวณจำนวนมาก ทำให้การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนอาจมีความลำบาก วิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว คือการนำสื่อเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน [8] ซึ่งในที่นี้จะใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ รุ่น TI-Nspire CX CAS ผลิตโดยบริษัท Texas Instruments เป็นเครื่องมือในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้ครูจิตศาสตร์สามารถนำเสนอแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้มากขึ้น นักเรียนมีประสิทธิภาพในการเรียน มีความมั่นใจ สนุกกับการเรียน มีปฏิสัมพันธ์ที่มากขึ้น ทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี [9] เครื่องคำนวณเชิงกราฟรุ่นนี้มีประสิทธิภาพสูงชันจากรุ่นก่อนหน้าคือมีการแสดงผลได้หลากหลาย สามารถบันทึก และแบ่งปันได้ [10] นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยขยายความคิดทางจิตศาสตร์ให้กว้างขึ้น สามารถนำข้อมูลในชีวิตจริงเข้ามาสู่การคำนวณ สอดคล้องกับสภาพสังคมเทคโนโลยีในปัจจุบัน [11]

การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยจัดการเรียนการสอนวิชาจิตศาสตร์ย่อมส่งผลดีให้กับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนสามารถสังเกต ตรวจสอบ เปรียบเทียบ จนหาข้อสรุปและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ก่อให้เกิดความคงทนของความรู้ [12] ทั้งนี้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้นมีเนื้อหาอิงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้การสำรวจ สังเกต ทบทวนสิ่ง ที่เกิดขึ้น และสร้างความคิดรวบยอดและข้อความคาดการณ์ต่างๆ ได้ จากนั้นสามารถนำมาสรุปเป็นบทนิยาม และสามารถนำบทนิยามไปใช้ได้

จากเหตุผลข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของเทคโนโลยี ที่สามารถช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพตามความคาดหวัง โดยนำเครื่องคำนวณเชิงกราฟมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเมทริกซ์ ในการบวก ลบ คูณ การหาดีเทอร์มิแนนต์ และหาค่าตอบของระบบสมการ เพื่อให้ให้นักเรียนมองเห็นภาพ เข้าใจหลักการคิดคำนวณมากยิ่งขึ้น สามารถเรียนรู้ได้เอง ตั้งข้อคาดการณ์ได้ เรียนรู้ได้เร็ว มีคำตอบที่ถูกต้องแม่นยำ ทำแบบฝึกหัดของนักเรียนให้มากขึ้น และเพิ่มความมั่นใจในการคิดคำนวณ

## ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
2. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## สมมติฐานในการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สอบผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

- 1.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
- 1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสตรีภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 41 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Sampling) จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวน 137 คน ทั้งสามห้องเรียนได้จัดนักเรียนแบบคละความสามารถทางการเรียนโดยใช้คะแนนสอบเป็นเกณฑ์

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

- 2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
- 2.2 ตัวแปรตาม คือ
  - 2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
  - 2.2.2 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์ โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
  - 2.2.3 ความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### 3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาเมทริกซ์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 แบ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. เมทริกซ์ สัญลักษณ์ และประเภทของเมทริกซ์	3 คาบ
2. การเท่ากัน การบวก และการคูณเมทริกซ์ด้วยค่าคงตัว	2 คาบ
3. การลบ และสมบัติเกี่ยวกับเมทริกซ์ศูนย์	1 คาบ
4. การคูณเมทริกซ์ด้วยเมทริกซ์ เมทริกซ์สลับเปลี่ยน	2 คาบ
5. อินเวอร์สการคูณของเมทริกซ์ และการหาอินเวอร์สของเมทริกซ์มิติ $2 \times 2$	1 คาบ
6. ดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์	2 คาบ
7. การหาอินเวอร์สการคูณของเมทริกซ์	1 คาบ
8. การใช้เมทริกซ์แก้ระบบสมการเชิงเส้น และกฎของคราเมอร์	2 คาบ
9. การดำเนินการตามแถวในการแก้ระบบสมการเชิงเส้น และหาอินเวอร์ส	2 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 7 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการชี้ให้นักเรียนให้นักเรียนแต่ละคนให้เกิดการสังเกตผลลัพธ์ ทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้น คาดเดา สร้างความคิดรวบยอด เชื่อมโยงไปยังบทนิยาม จากนั้นให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปอีกครั้งเพื่อความถูกต้องโดยมีครูช่วยชี้แนะ เมื่อนักเรียนเข้าใจบทนิยามแล้วจากนั้นฝึกการคำนวณในส่วนที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ (ใช้ดินสอและกระดาษ) และใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 – 9 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการคิดคำนวณหาคำตอบโดยสอดคล้องกับบทนิยาม เนื่องจากนักเรียนสามารถป้อนคำสั่งทีละคำสั่งตามลำดับการคิดคำนวณ ทำให้การเรียนการสอนในห้องเรียนเป็นไปอย่างรวดเร็ว ลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการคำนวณ จากนั้นให้นักเรียนฝึกการคำนวณในส่วนที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ (ใช้ดินสอและกระดาษ) และใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

### เครื่องมือและวิธีดำเนินการวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มนำร่อง ประกอบด้วย

- 1.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
- 1.2 ใบกิจกรรมและใบงาน สำหรับใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน
- 1.3 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องเมทริกซ์ มีทั้งหมด 9 แผนการจัดการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเมทริกซ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มนำร่อง

3. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเวลาตามหน่วยการจัดการเรียนรู้ มีใบกิจกรรมที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟทำพร้อมบันทึกไฟล์ลงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟและใบงานที่ให้นักเรียนฝึกคิดคำนวณโดยไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟทุกคาบเรียนเป็นรายบุคคล จากนั้นผู้วิจัยนำไปกิจกรรม ใบงาน และไฟล์จากเครื่องคำนวณเชิงกราฟ ไปตรวจให้ทุกครั้งเพื่อเป็นคะแนนของการประเมินผลการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนรวมทั้งหมด และดำเนินการทดสอบย่อย 2 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 เนื้อหาที่ใช้ทดสอบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 4 ครั้งที่ 2 เนื้อหาที่ใช้ทดสอบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 - 6 โดยทั้งสองครั้งของการทดสอบย่อยนั้นข้อสอบแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการคำนวณ ให้เขียนคำตอบลงในกระดาษและบันทึกไฟล์ลงในเครื่องคำนวณเชิงกราฟ และตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการคำนวณ คิดคะแนนการทดสอบย่อยเป็นร้อยละ 30 ของคะแนนรวมทั้งหมด

2. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

2.1 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเมทริกซ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ข้อสอบเป็นแบบอัตนัยจำนวน 1 ฉบับ เนื้อหาที่ใช้ทดสอบจะครอบคลุมทุกเรื่องของเมทริกซ์ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 9 ข้อสอบแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการคำนวณ และตอนที่ 2 ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการคำนวณ ใช้เวลาการทดสอบจำนวน 2 คาบ คิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนรวมทั้งหมด

2.2 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า มี 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที เพื่อวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาเมทริกซ์และการจัดกิจกรรมโดยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### ผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 89.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.56 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.38 คะแนน

**ตารางที่ 1** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการเรียนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง (41 คน)

คะแนน	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลข คณิต ( $\bar{x}$ )	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็น ร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ระหว่างเรียน	50	44.41	88.82	4.31
หลังเรียน	50	45.15	90.3	5.78
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>100</b>	<b>89.56</b>	<b>89.56</b>	<b>8.38</b>

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 คน ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม มีจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 95.12 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเมทริกซ์ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01

**ตารางที่ 2** ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (41 คน) ที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเมทริกซ์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม และทดสอบจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของ คะแนนรวม (คน)/จำนวน นักเรียนทั้งหมด (คน)	ค่าร้อยละของจำนวน นักเรียนที่ได้คะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ของคะแนนรวม	สถิติ ทดสอบ Z	ค่า วิกฤต
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	39 / 41	95.12	2.421**	2.326

\*\* ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01

จากตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 88.82 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 90.3 นั่นคือ  $E_1 / E_2 = 88.82/90.3$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

**ตารางที่ 3** การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2 =$  ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ [13]

รายการ	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ )	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม
คะแนนจากการทำใบกิจกรรมและทดสอบย่อย ( $E_1$ )	50	44.41	88.82
คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ )	50	45.15	90.3

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน จาก วราวุธ นุตวรรตน์ [14] ลักษณะของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งมี 5 ระดับ ข้อความเป็นข้อความทางบวก ซึ่งมีเกณฑ์การตรวจ ให้คะแนนในแต่ละความพึงพอใจ ดังนี้

- มากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน
- มาก ให้คะแนน 4 คะแนน
- ปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน
- น้อย ให้คะแนน 2 คะแนน
- น้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยรวม ซึ่งเป็นผลจากความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ทั้งนี้ใช้เกณฑ์การประเมินของประคอง วรรณสุด [15] ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
- คะแนนเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
- คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
- คะแนนเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
- คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าคะแนนระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในแต่ละด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะในด้านเนื้อหาที่ได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.37 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าการเรียนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟทำให้ทักษะการคำนวณเมทริกซ์ดีขึ้นเนื่องจากความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟทั้งฉบับ จะมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 แสดงว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟอยู่ในระดับมาก



**ตารางที่ 4** ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

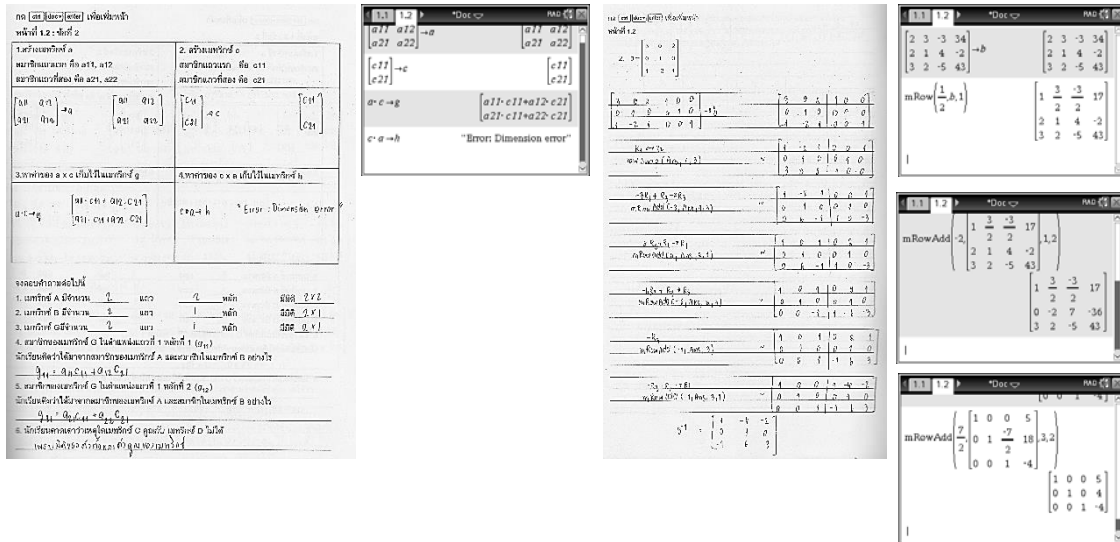
ข้อความ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลผลระดับความพึงพอใจ
<b>ด้านเนื้อหา</b>			
1. เนื้อหาจากชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เหมาะกับระดับความรู้ ความเข้าใจของข้าพเจ้า	4.37	0.77	มาก
2. การเรียนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ทำให้ทักษะการคำนวณเมทริกซ์ดีขึ้น	4.56	0.67	มากที่สุด
3. การเรียนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ทำให้สามารถให้เหตุผล ตั้งข้อความคาดการณ์ และสรุปความรู้ได้อย่างชัดเจน	4.24	0.77	มาก
4. การเรียนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ทำให้เข้าใจเนื้อหาเมทริกซ์มากขึ้น	4.29	0.87	มาก
5. ข้าพเจ้ามีมโนคติของเมทริกซ์และเข้าใจเนื้อหาชัดเจนมากขึ้น	4.37	0.73	มาก
รวมเฉลี่ยด้านเนื้อหา	4.37	0.76	มาก
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน</b>			
6. จากใบกิจกรรมทำให้เข้าใจเนื้อหาเมทริกซ์และการใช้งานเครื่องคำนวณเชิงกราฟมากขึ้น	4.24	0.80	มาก
7. การจัดลำดับเนื้อหาในใบกิจกรรม มีความต่อเนื่อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.27	0.81	มาก
8. การออกแบบใบกิจกรรมน่าสนใจ	4.05	0.71	มาก
9. กิจกรรมการเรียนการสอนน่าสนใจ ส่งเสริมบรรยากาศในการเรียน	4.07	0.91	มาก
10. กิจกรรมการเรียนการสอน กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.29	0.68	มาก
รวมเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน	4.19	0.78	มาก
<b>ด้านสื่อการเรียนการสอน</b>			
11. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้สนุก เพลิดเพลิน กระตือรือร้นกับการเรียนมากขึ้น	3.98	0.94	มาก
12. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้ง่าย สะดวก ตรงตามความต้องการ	4.05	0.86	มาก
13. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้เกิดการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.20	0.87	มาก
14. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยพัฒนาทักษะการคิดและการเชื่อมโยง	4.20	0.87	มาก
15. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้เห็นรูปธรรมมากขึ้น	4.34	0.85	มาก
รวมเฉลี่ยด้านสื่อการเรียนการสอน	4.15	0.88	มาก
<b>ด้านการวัดผลและประเมินผล</b>			
16. ข้าพเจ้ารู้สึกมั่นใจและกล้าแสดงออกมากขึ้น	3.90	1.00	มาก
17. ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกและมีส่วนร่วมกับการเรียน	4.07	0.88	มาก
18. เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และทำงานกับเพื่อนมากขึ้น	4.10	0.92	มาก
19. เพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกัน	4.22	0.82	มาก
20. ข้าพเจ้ามีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	4.39	0.86	มาก
รวมเฉลี่ยด้านการวัดผลและประเมินผล	4.14	0.89	มาก
<b>รวมทั้งฉบับ</b>	<b>4.21</b>	<b>0.83</b>	<b>มาก</b>

## สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเมทริกซ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับ .01 สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียนเรื่องเมทริกซ์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 88.82 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 90.3 นั่นคือ  $E_1 / E_2 = 88.82/90.3$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80
3. ระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ในแต่ละด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะในด้านเนื้อหาที่ได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.37 โดยที่คะแนนระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อคำถามในด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากและมากที่สุด เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจทั้งฉบับ จะมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 แสดงว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟอยู่ในระดับมาก

## การอภิปรายผลการวิจัย

1. จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ พบว่า นักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุดังต่อไปนี้
  - 1.1 ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความพร้อม ได้แก่ การใช้งานเบื้องต้นสำหรับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ เนื้อหาเรื่องเมทริกซ์ที่ครอบคลุมตามหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ ใบบทกรรมพร้อมเฉลยที่สามารถชี้ให้นักเรียนเกิดการสังเกตดังรูปที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของ ไชยยศ เรืองสุวรรณ [16] ที่กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นนวัตกรรมการใช้สื่อประสม ที่อาศัยวิธีการจัดระบบการดำเนินงานมาบูรณาการสื่อประสมต่างๆ เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพในการเรียนการสอน และชาญชัย อินทรสุวานนท์ [17] ที่กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนใช้เพื่อสอนเนื้อหาตามหลักสูตร ซึ่งเรียงลำดับเนื้อหาไว้ และเป็นเครื่องมือสำเร็จรูปที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 88.82 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 90.3 นั่นคือ  $E_1 / E_2 = 88.82/90.3$  ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ [13] ที่ได้เสนอเกณฑ์ของประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนด้านความรู้ ไม่ควรต่ำกว่า 80/80 ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้มีคุณภาพ ทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนที่แท้จริง



รูปที่ 1 ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

1.2 เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ดังรูปที่ 2 สามารถใช้งานได้ง่าย ทั้งการคำนวณ ตรวจสอบคำตอบ แก้ไข และบันทึกงาน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองเมื่อนักเรียนเรียนรู้การใช้งานพื้นฐานเรียบร้อยแล้ว ทำให้เกิดการสังเกต คาดการณ์ และสรุปผล เชื่อมโยงไปยังบทนิยามได้ง่าย สอดคล้องกับประโยชน์หลักของการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟที่เกกซ์ส อินสตรูเมนต์ ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ [7] ที่กล่าวว่า เครื่องคำนวณจะส่งเสริมการคาดคะเน ผู้ใช้งานสามารถฝึกฝนได้มากขึ้น เข้าใจความเชื่อมโยง และสามารถวิเคราะห์จากข้อมูลจริงได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเมทริกซ์มากขึ้น การนำเครื่องคำนวณเชิงกราฟไปช่วยสอนเนื้อหาการดำเนินการตามแถวจะทำให้ให้นักเรียนสามารถคำนวณได้ ทีละขั้นตอน อย่างรวดเร็วและลดความผิดพลาด เช่นเดียวกับที่ คีธ โจนส์ [18] กล่าวว่า เครื่องคำนวณทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยการตรวจสอบข้อมูลที่ละขั้นตอนได้อย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ เพราะนักเรียนสนุกสนานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งใจเรียนในห้องเรียนมากขึ้น ไม่พุดคุยส่งเสียงดังและลงมือทำใบกิจกรรมด้วยตนเอง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 เครื่องคำนวณเชิงกราฟพร้อมแท่นชาร์จสำหรับการใช้ในการเรียนการสอน



**รูปที่ 3** บรรยากาศการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์ โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำให้นักเรียนทราบเนื้อหาหลักที่จะเรียน โดยในแต่ละคาบการเรียนการสอนจะมีทั้งส่วนที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟและไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ทำให้นักเรียนเรียนรู้การคิดทั้งสองวิธี สำหรับส่วนที่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟนั้น การบวกเมทริกซ์ คูณเมทริกซ์ด้วยค่าคงที่ เมทริกซ์สลับเปลี่ยน อินเวอร์สการคูณของเมทริกซ์ ดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ จะเน้นให้นักเรียนใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟคำนวณและสังเกตผลลัพธ์ที่ได้แล้วคาดเดาเชื่อมโยงไปยังบทนิยาม ทำให้นักเรียนสนุกและทำทายในการเรียนมากขึ้น แก่ระบบสมการเชิงเส้นและการดำเนินการตามแถวนักเรียนจะใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการดำเนินการตามแถวได้ที่ละขั้นตอนตามหลักการดำเนินการตามแถวที่นักเรียนได้รับความรู้พื้นฐาน คำนวณจนได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำ ลดความผิดพลาดระหว่างการคำนวณ สำหรับส่วนที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณกราฟเชิงกราฟ นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วและเข้าใจมากขึ้นเมื่อได้ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟมาก่อนแล้ว ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ฮันเตอร์ จูดี สเปนนาโต [19] ที่ทำการวิจัยความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนเมื่อใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ใช้ดินสอและกระดาษว่า นักเรียนมีความสามารถของการให้เหตุผลเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟกับการวิเคราะห์ควบคู่กันในระหว่างการสอนและการวัดผลสัมฤทธิ์ โดยมีความสามารถการให้เหตุผลครบทุกประการเช่นเดียวกับนักเรียนที่ใช้ดินสอและกระดาษ

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประเมินผลจากคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบวัดความพึงพอใจ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจหลังจากเรียนเรื่องเมทริกซ์อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิจิตร อุตตะโปน [20] เกตุกนก หนูดี [21] นันทชัย นวลสอาด [22] และวราวุธ บุตรรัตน์ [14] ที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุดังต่อไปนี้ นักเรียนสามารถสังเกตหลายๆ ครั้ง สรุปด้วยตนเอง ตั้งข้อคาดการณ์ นำไปสูบทนิยามได้ ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนาน ภาคภูมิใจในข้อสรุปของตนเองที่ถูกต้อง เข้าใจบทนิยามได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการช่วยคำนวณ เมื่อนักเรียนสามารถทราบถึงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว ทำให้ลดเวลาการคำนวณ การคำนวณผิดพลาดน้อย และสามารถทำโจทย์ปัญหาได้มากขึ้น

## ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย

1. นักเรียนบางส่วนขาดเรียนในคาบแรกๆ ซึ่งเป็นคาบที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟเบื้องต้นสำหรับการเรียนเรื่องเมทริกซ์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟได้อย่างคล่องแคล่ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนหาเวลาว่างมาพบเป็นการส่วนตัวและแนะนำการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
2. นักเรียนในห้องที่สามารถทำได้รวดเร็วก่อนทำเสร็จก่อน นักเรียนบางส่วนไม่สามารถทำได้ทัน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการเดินไปดูแลนักเรียนที่ทำไม่ทัน และให้นักเรียนที่ทำเสร็จก่อนช่วยเหลือเพื่อนๆ เพื่อให้การเรียนในห้องเป็นไปอย่างเรียบร้อยและพร้อมเพรียงกัน
3. เพื่อป้องกันปัญหาแบตเตอรี่ของเครื่องคำนวณเชิงกราฟหมดในคาบการเรียนการสอน เมื่อหมดคาบเรียนแต่ละครั้ง ให้นักเรียนจดหมายเลขเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่แบตเตอรี่ใกล้หมด แล้วผู้วิจัยนำไปชาร์จแบตเตอรี่เพิ่ม
4. การทำแบบทดสอบในส่วนที่ไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟนั้น ผู้สอนต้องการให้นักเรียนเขียนให้ละเอียดและชัดเจน จึงต้องเน้นย้ำว่าให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

## ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป
  - 1.1 ครูควรศึกษาการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ทดลองใช้งานให้เกิดความคล่องแคล่วทั้งการใช้งานแบบปกติและแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น ก่อนนำไปใช้สอนนักเรียน
  - 1.2 การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ครูควรศึกษาชุดกิจกรรมให้เข้าใจ และสามารถปฏิบัติได้อย่างละเอียด เพื่อให้มีความพร้อมก่อนนำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนไปใช้
  - 1.3 สำหรับการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ครูควรมีผู้ช่วยสอนที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องคำนวณเชิงกราฟ เพื่อให้คำแนะนำนักเรียนตอบปัญหา และแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น ได้อย่างรวดเร็ว
2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย
  - 2.1 ควรทำวิจัยเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ กับการสอนรูปแบบอื่นๆ
  - 2.2 ควรนำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีผลการเรียนอ่อนหรือใช้เพื่อซ่อมเสริมคะแนนของเนื้อหาเรื่องเมทริกซ์ แล้วสังเกตพฤติกรรมการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3 ควรนำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างอื่นให้มากขึ้น เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนดียิ่งๆ ขึ้นไป และมีข้อสรุปที่แน่นอน
  - 2.4 ควรศึกษาความคงทนของความเข้าใจเรื่องเมทริกซ์ของนักเรียน หลังนักเรียนได้เรียนเมทริกซ์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเมทริกซ์โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย อาจารย์ ดร.ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ และอาจารย์จรัสศรี โตะเต๊ะ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

1. The National Education Commission. 2010. National Education Act B.E. 2542. Bangkok. Thai. Prime Minister's Office. (in Thai)
2. Paje, S. 2010. Media and Technology for Education. Phrae. Phrae Thai Industrial Printing Limited Partnership. p. 517. (in Thai)
3. Panich, V. 2014. Building Learning into the 21st Century. Bangkok. The Siam Commercial Foundation. (in Thai)
4. Ministry of Education. 2009. The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Limited. (in Thai)
5. Chuchart, S. 1999. The Importance of Mathematics. *Journal of Graduate Studies*. 3(3): 77. (in Thai)
6. Chanchareon, L. 1997. Elementary Mathematics Teaching Behavioral Teaching Manual. (Master's Thesis). Nakhon Ratchasima Rajabhat University. (in Thai)
7. Idris, N., Nor, N. M., Chew, C. M., Lim, H. L., and White, A. 2011. Comparative Studies on the Integration of Graphing Calculator in Mathematics Assessment in Australia, Singapore, and Malaysia. Kuala Lumpur. McGraw-Hill Malaysia.
8. The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 2008. Additional Mathematics Course Textbook, Mathematics Volume 2, Grade 9-12. Office of the Welfare Promotion Commission for Teachers and Education Personnel. Bangkok. (in Thai)
9. Tan, C.-K., and Tan, C.-P. 2015. Effects of the Handheld Technology Instructional Approach on Performances of Students of Different Achievement Levels. *Computers & Education*. 82: 306-314.
10. Lyublinskaya, I., and Tournaki, N. 2011. The Effect of Teaching and Learning with Texas Instruments Handheld Devices on Student Achievement in Algebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 30(1): 5-35.
11. The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 2007. Mathematical Skills/Processes. Bangkok. Kurusapa Printing Ladphrao. (in Thai)
12. Boonyasiri, N. 2011. How to use ICT for Teaching and Learning. Bangkok. National Institute of Technology for Education. Office of the Education Council. (in Thai)
13. Brahmawong, C. 1977. System of Instruction media. Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)

14. Butrat, W. 2013. Instructional Activity Package on Conic Sections by Using C.A.R. Program for Mathayomsuksa IV Students. (Master's Thesis). Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand. (In Thai)
15. Kanasutra, P. 1995. Statistics for Behavioral Research. Ed. 2nd. Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
16. Ruangsuwan, C. 1978. Principles of Technological Theory and Innovation. Pra-San Printing. Kalasin. (In Thai)
17. Intarasunanont, C. 1995. Learning Center and Instructional Activity Package. Department of Education Program in Educational Technology. Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand. (In Thai)
18. Jones, K. 2005. Graphing Calculators in the Teaching and Learning of Mathematics. A Research Bibliography. *MicroMath* 21(2): 31-33.
19. Spinato, H. J. 2011. The Effects of Graphing Calculator use on High-School Students' Reasoning in Integral Calculus. University of New Orleans Theses and Dissertations. New Orleans, Louisiana, United States.
20. Utapone, P. 2007. The Instructional Package Using Problem-Based Learning on the Introduction to Data Analysis in Mathayomsuksa III. (Master's Thesis). Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand. (In Thai)
21. Nudeem K. 2010. Instructional Activity Package on Linear Programming by Using C.A.R. Program and Euler Program for Mathayomsuksa III Students. (Master's Thesis). Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand. (In Thai)
22. Nuansa-Ard, N. 2011. Instructional Activity Package on Trigonometric Ratio by Using Cooperative Learning With STAD Technique for Mathayomsuksa IV Students. (Master's Thesis). Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand. (In Thai)

ได้รับบทความวันที่ 8 มกราคม 2561

ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 17 พฤษภาคม 2561