

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

★ พัทรินทร์ เศรษฐชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร.อังสนา จันแดง

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งโดยภาพรวมและจำแนกตามระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเป็นเนื้อหาหลักสูตรปกติ คือ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” จำนวน 54 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงและแบบมีชั้นภูมิ การประเมินผลพิจารณาจากผลการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาตามระดับผล การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน ของนักเรียน พบว่า ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 70 และ 60 ตามลำดับ นอกจากนี้ นักเรียนมีเจตคติต่อการ เรียนเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ด้าน สาระการเรียนรู้ในระดับ “ปานกลาง” ด้านกิจกรรม การเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้ ในระดับ “มาก”

Abstract

The objective of this thesis is to study the learning achievement and attitude towards mathematics in general and by students' grading levels: excellent, moderate and weak; of high school students. The content used for this study is "Analytic Geometry in Three-dimensional Space", which is a supplemental course. The sample is the 54 high school students in the first semester of 2005 of Bangmodwittaya "Sisukwadjounupatamp" School. Those students were selected by specific (or systematic) and stratified sampling based on their school records on mathematics. The assessments were conducted both during and after their classes. The result revealed that the learning achievement of the students passed the criterion of 60%. Also their learning achievement after was better than before the class with statistical significant at 0.01. When looking at the mathematical school records, the excellent, moderate and weak

groups passed the criterion of 80%, 70% and 60% respectively. The students' attitude towards the Analytic Geometry of Three-dimensional Space in the learning aspect is "Moderate"; the activity, media, measurement and assessment aspects is "High".

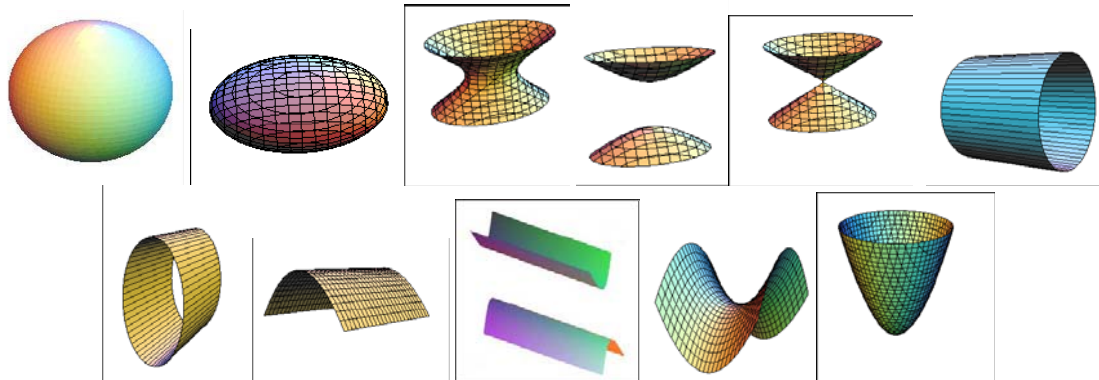
Keywords: Analytic Geometry in Three-dimensional Space/ Learning Achievement

ความเป็นมาของปัญหาการวิจัย

จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ถึง 4 จะเรียนเนื้อหาเรขาคณิตทั้ง สองมิติและสามมิติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละช่วงชั้น พระราชบัญญัติการศึกษา ได้กำหนดว่า สถานศึกษาสามารถจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมให้กับ นักเรียนที่มีศักยภาพการเรียนรู้ได้ตามความ เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ใน ปริภูมิสามมิติ เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งในวิชา แคลคูลัส (Calculus) ระดับอุดมศึกษา ที่ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึง ความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้เรขาคณิตสอง มิติไปสู่สามมิติ จึงได้เรียบเรียงเนื้อหาขึ้นมาใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งเรื่อง ดังกล่าวประกอบด้วย

1. การหาจุดตัดของพื้นผิวกำลังสองกับ แกนพิกัดทั้งสาม
2. การหารอยตัดของพื้นผิวกำลังสองกับ ระนาบที่กำหนดให้
3. การทดสอบสมมาตรของพื้นผิวกำลังสอง กับสิ่งที่กำหนดให้
4. การหาขอบเขตของพื้นผิวกำลังสอง

รูปทรงที่ใช้ในการเรียนครั้งนี้ ได้แก่ ทรงกลม ทรงรี ทรงไฮเพอร์โบล่าชั้นเดียว ทรงไฮเพอร์โบล่าสองชั้น ทรงกรวยเชิงวงรี ทรงพาราโบล่าเชิงวงรี ทรงพาราโบล่าเชิงไฮเพอร์โบล่าหรือรูปอานม้า ทรงกระบอกกลม ทรงกระบอกรี ทรงกระบอกเชิงพาราโบล่า ทรงกระบอกเชิงไฮเพอร์โบล่า



และปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นส่วนประกอบในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ Computer Algebra System(CAS) กำลังได้รับความสนใจนำมาสร้างสื่อการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่ง โดยเฉพาะการอธิบายมโนคติเรื่องรูปทรงชนิดต่างๆทางคณิตศาสตร์ Mathematica เป็นซอฟต์แวร์ตัวหนึ่งในระบบ CAS ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการและมีมโนคติเกี่ยวกับรูปทรงชนิดต่างๆ และเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกรายละเอียดของรูปทรงชนิดต่างๆได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ
2. ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ

ประโยชน์ของการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาส่วนอื่นๆต่อไป
2. เป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาที่จะนำผลการวิจัยไปใช้พัฒนาหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสนใจและความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่มีพื้นฐาน เรื่อง ภาคตัดกรวย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระดับพื้นฐาน กรุงเทพมหานครเขต 3 กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ผู้วิจัยใช้เทคนิคการสุ่มแบบเจาะจงให้เป็นนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเรื่อง ภาคตัดกรวย ของโรงเรียนบางมด วิทยา สังกัด สพฐ. กรุงเทพมหานคร เขต 3 ศธ. ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบมีชั้นภูมิ แบ่งประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ เก่ง ปานกลาง อ่อน โดยพิจารณาจากผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้เปิดรับสมัครจากนักเรียนที่มีความสมัครใจ ผลปรากฏว่า มีนักเรียนที่ให้ความสนใจเป็นกลุ่มตัวอย่างที่จะเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ จำนวน 66 คน แต่เนื่องจากในระหว่างขั้นของการทดลองสอนมีนักเรียนบางคนขาดเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องคัดนักเรียนผู้นั้นออกจากแผนการทดลอง ซึ่งทำให้เหลือนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 54 คน โดยจำแนกตามระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน ได้กลุ่มละ 18 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่

- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ จำนวน 18 ชั่วโมง
- ระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ของนักเรียน สายวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

ตัวแปรตาม ได้แก่

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ
- เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ

สมมติฐาน

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ของกระทรวงศึกษาธิการ คือ ร้อยละ 80 70 60 ตามลำดับ ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ

2. นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน ที่เรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ มีเจตคติอยู่ในระดับดี

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้อง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง เมื่อสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 18 ชั่วโมง ซึ่งใช้เวลาในการทดลองคาบละ 2 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยนำกระดาษคำตอบจากการทดสอบดังกล่าวมาตรวจให้คะแนนแล้วทำการบันทึกผล เพื่อนำผลคะแนนไปวิเคราะห์ต่อไป

2. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียน วิชา เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากที่มีการทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว จากนั้นผู้วิจัยนำชุดแบบสอบถามมาบันทึกผล เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณคะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจำแนกตามระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง และอ่อน หลังการเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 70 60 ที่กำหนดไว้

2. คำนวณร้อยละคะแนนเฉลี่ยของคะแนนจากเอกสารแนะแนวทางและเอกสารฝึกหัดทั้งหมด ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน ระหว่างการเรียนและหลังการเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80/80 70/70 60/60 ตามลำดับ

3. คำนวณจำนวนและร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูก เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจำแนกตามระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน

4. คำนวณค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับเจตคติของการ ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจำแนกตามระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน จำนวน 54 คน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าสถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น(Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha coefficient)

$$\text{สูตร} \quad r_\alpha = \left[\frac{k}{(k-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ r_α = คือ ค่าความเชื่อมั่น

k = คือ จำนวนข้อคำถาม

s_i^2 = คือ ความแปรปรวนของแบบสอบถาม ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ i

$\sum_{i=1}^k s_i^2$ = คือ ผลรวมของความแปรปรวนของข้อคำถามแต่ละข้อ

s_t^2 = คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวมของข้อคำถามทั้งหมด

การหาประสิทธิภาพการสอน โดยใช้สูตร E_1/E_2 ของ

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

E_1	คือ	ประสิทธิภาพการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
E_2	คือ	ประสิทธิภาพการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเนื้อหาครบถ้วนแล้ว
$\sum X$	คือ	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเนื้อหาครบถ้วนแล้ว
N	คือ	จำนวนผู้เรียน
A	คือ	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
B	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ผลการวิจัย

1. แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ของนักเรียนโดยจำแนกตามระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน หลังเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 70 60 ตามลำดับ

ระดับผลการเรียน วิชาคณิตศาสตร์	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	\bar{X}	S.D.	\bar{X} ร้อยละ
เก่ง	46	40	43.33	1.83	94.19
ปานกลาง	46	27	38.17	4.25	82.97
อ่อน	41	26	33.17	3.67	72.10

จากตารางแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 70 และ 60 ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อ่อนสามารถเรียนได้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

2. แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากเอกสารแนบแนวทางและเอกสารฝึกหัดทั้งหมด ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ โดยจำแนกตามระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระหว่างการเรียนและหลังการเรียน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80/80 70/70 60/60 ตามลำดับ

ระดับผลการเรียน วิชาคณิตศาสตร์	E_1	E_2	E_1/E_2
เก่ง	$E_1 = \frac{237.97}{270} \times 100 = 88.13$	$E_2 = \frac{43.33}{46} \times 100 = 94.19$	88.13/94.49
ปานกลาง	$E_1 = \frac{203.36}{270} \times 100 = 75.31$	$E_2 = \frac{38.17}{46} \times 100 = 82.97$	75.31/82.97
อ่อน	$E_1 = \frac{216.22}{270} \times 100 = 80.08$	$E_2 = \frac{33.17}{46} \times 100 = 72.10$	80.08/72.10

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน คือ 88.13/94.49 75.31/82.97 80.08/72.10 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80/80 70/70 60/60 ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อ่อน มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำเอกสารแนบแนวทางและเอกสารฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 80.08 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ของนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อ่อน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยลดลง คือ 72.10 เมื่อคำนวณคะแนนเฉลี่ย พบว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งหมด คือ 219.19 จากคะแนนเต็ม 270 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยสอบครั้งสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมด คือ 38.22 จากคะแนนเต็ม 46 คะแนน

3. ผลการวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยเนื้อหา 4 เรื่อง ดังนี้
ตอนที่ 1 การหาจุดตัดของสมการพื้นผิวกำลังสองกับแกนพิกัดทั้งสาม จำนวน 6 ข้อ เป็นคำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมระดับความเข้าใจและระดับการนำไปใช้

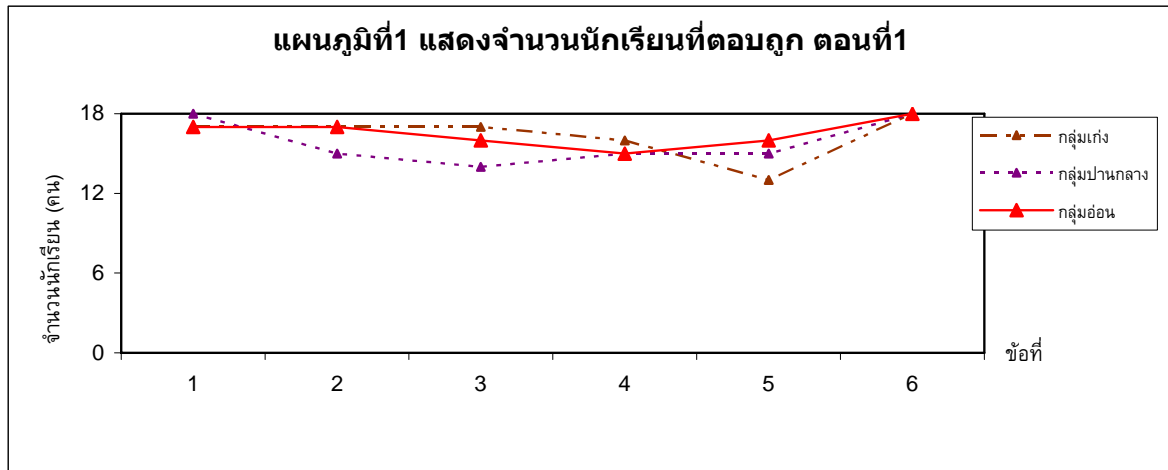
ตัวอย่าง ข้อคำถาม

1. การหาจุดตัดของสมการพื้นผิว $\frac{x^2}{5} - \frac{y^2}{25} + z^2 = 1$ กับแกน X , แกน Y และแกน Z

1.1 นักเรียนมีวิธีการหาจุดตัดของสมการพื้นผิว $\frac{x^2}{5} - \frac{y^2}{25} + z^2 = 1$ กับแกน X ได้อย่างไร ทำได้

โดยแทนค่า _____ ลงในสมการพื้นผิวกำลังสอง จะได้สมการ _____

1.2 จุดตัดของสมการพื้นผิว $\frac{x^2}{5} - \frac{y^2}{25} + z^2 = 1$ บนแกน X คือ _____



นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เก่ง ปานกลาง อ่อน มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ที่สามารถบอกวิธีการหาจุดตัดและหาจุดตัดของสมการพื้นผิวกำลังสองที่กำหนดให้กับแกน X แกน Y แกน Z ได้ และมีเพียง 1 - 3 คน ที่ไม่สามารถบอกวิธีการหาจุดตัดและหาจุดตัดของสมการพื้นผิวกำลังสองที่กำหนดให้กับแกน X แกน Y แกน Z ได้ แสดงว่า ในจำนวนของนักเรียนที่ตอบถูกยังมีนักเรียนบางส่วนขาดมโนคติในการพิจารณาการหาจุดตัดของสมการพื้นผิวที่กำหนดให้แกน X แกน Y แกน Z ได้นอกจากนี้ นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน ทั้งหมด 54 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ที่สามารถหาจุดตัดของสมการพื้นผิวกำลังสองที่กำหนดให้กับแกน Z ได้

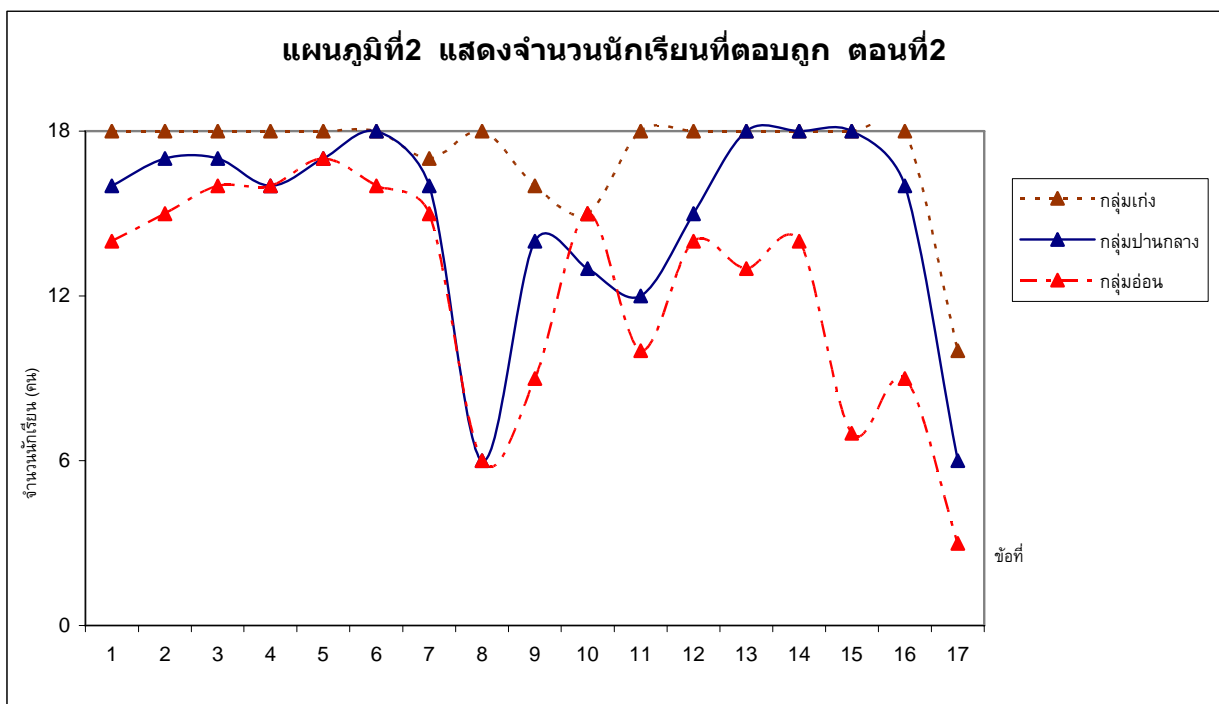
ตอนที่ 2 เรื่อง การหารอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสองกับระนาบ XY ระนาบ XZ และระนาบ YZ จำนวน 11 ข้อ เป็นคำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมระดับความรู้/ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

ตัวอย่างข้อคำถาม

16. จงหารอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสอง $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} - \frac{z^2}{4} = 1$ กับระนาบต่อไปนี้
- 16.1 รอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสอง $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} - \frac{z^2}{4} = 1$ กับระนาบ XY คือสมการของกราฟใด
ตอบ _____
- 16.2 รอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสอง $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} - \frac{z^2}{4} = 1$ กับระนาบ XZ คือสมการของกราฟใด
ตอบ _____
- 16.3 รอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสอง $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} - \frac{z^2}{4} = 1$ กับระนาบ YZ คือสมการของกราฟใด
ตอบ _____
- 16.4 รอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสอง $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} - \frac{z^2}{4} = 1$ กับระนาบ $x = k$ เมื่อ $k \neq 0$ คือสมการของกราฟใด ตอบ _____
- 16.5 จากคำถาม ข้อ 16.1 - 16.4 จะได้ พื้นผิวของสมการ นักเรียนคิดว่า คือรูปทรงชนิดใด
ตอบ _____

17. กำหนดให้ รอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสอง $16x^2 + 4y^2 = 9z^2$ กับระนาบ $z = k$ เมื่อ $k = 0$ เป็น จุดกำเนิด เมื่อ $k \neq 0$ เป็นสมการของกราฟ วงรี และมีแกน X รอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสอง $16x^2 + 4y^2 = 9z^2$ กับระนาบ $y = k$ เมื่อ $k = 0$ เป็นสมการของกราฟ เส้นตรง 2 เส้น เมื่อ $k \neq 0$ เป็นสมการของกราฟ ไฮเพอร์โบลา และมีแกน Z รอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสอง $16x^2 + 4y^2 = 9z^2$ กับระนาบ $x = k$ เมื่อ $k = 0$ เป็นสมการของกราฟ เส้นตรง 2 เส้น เมื่อ $k \neq 0$ เป็นสมการของกราฟ ไฮเพอร์โบลา และมีแกน Z จากข้อมูลที่กำหนดให้ จะได้ พื้นผิวของสมการ นักเรียนคิดว่า คือรูปทรงชนิดใด

ตอบ _____



คำถามข้อ 1 – 7 นักเรียนทั้งสามกลุ่มมากกว่าร้อยละ 90 ที่สามารถบอกความหมายของคำที่กำหนดให้ได้ และมีเพียงนักเรียนบางส่วนที่ไม่เข้าใจถึงลักษณะของระนาบที่ขนานกับระนาบหลัก เกิดความสับสนระหว่างระนาบหลักกับระนาบที่ขนานกับระนาบหลัก คำถามข้อ 8 มีจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกลดลงมาก โดยเฉพาะนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง อ่อน มีเพียงกลุ่มละ 6 คน ที่สามารถตอบคำถามดังกล่าวได้ ยกตัวอย่างคำถามข้อ 16 เป็นการหารอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสองที่กำหนดให้กับระนาบหลัก มีนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อ่อนตอบถูกเพียง 9 คน จากทั้งหมด 18 คน และเมื่อพิจารณาคำถามข้อ 17 ให้นักเรียนบอกชื่อรูปทรง เมื่อครูกำหนดรอยตัดของสมการพื้นผิวกำลังสองมาให้ พบว่า มีนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เก่ง ปานกลาง อ่อน ตอบถูกเพียง 10 6 3 คน ตามลำดับ

ตอนที่ 3 เรื่อง การทดสอบสมมาตรของสมการพื้นผิวกำลังสองกับจุดกำเนิด แกน X แกน Y แกน Z ระนาบ XY ระนาบ XZ และระนาบ YZ จำนวน 5 ข้อ เป็นคำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์

ตัวอย่างข้อคำถาม

3. ในการทดสอบสมมาตรของสมการพื้นผิวกำลังสอง $y = \frac{x^2}{8} + \frac{z^2}{8}$ กับระนาบ YZ

นักเรียนสามารถทำได้โดยแทน _____ ลงในสมการพื้นผิว

จะได้สมการ _____

5. สมการพื้นผิวกำลังสอง $9x^2 + 4y^2 - z^2 + 18x - 16y - 11 = 0$

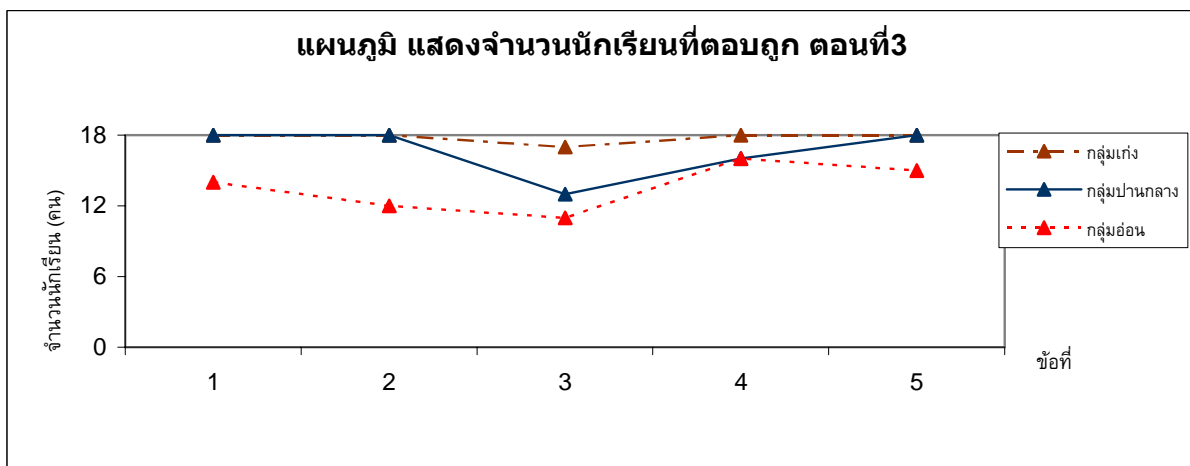
มีสมมาตรกับสิ่งใดต่อไปนี้ (เลือกคำตอบที่ถูกต้อง, คำตอบอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ)

ก. มีสมมาตรกับจุดกำเนิด ข. มีสมมาตรกับแกน X ค. มีสมมาตรกับแกน Y

ง. มีสมมาตรกับแกน Z จ. มีสมมาตรกับระนาบ XY ฉ. มีสมมาตรกับระนาบ XZ

ช. มีสมมาตรกับระนาบ YZ

ตอบ _____



คำถามข้อ 1 - 2 นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เก่ง ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 100 ที่สามารถบอกวิธีการทดสอบสมมาตรกับจุดกำเนิดและแกน Z ได้ แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับจำนวนนักเรียนที่สามารถบอกวิธีการทดสอบสมมาตรกับ ระนาบ YZ ซึ่งเป็นคำถามข้อ 3 ผลปรากฏว่า มีเพียงนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อ่อน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ที่ไม่สามารถบอกวิธีการทดสอบสมมาตรกับ ระนาบ YZ ได้ จะสังเกตว่าจำนวนของนักเรียนที่ตอบถูกลดลง แต่เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ยังสามารถบอกวิธีการทดสอบสมมาตรกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ จึงส่งผลให้นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน โดยเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 90 ที่สามารถตรวจสอบได้ว่าสมการพื้นผิวกำลังสองที่กำหนดให้มีสมมาตรกับสิ่งใดบ้าง

ตอนที่ 4 เรื่อง การหาขอบเขตของสมการพื้นผิวกำลังสอง จำนวน 5 ข้อ เป็นคำถามที่ใช้วัด พฤติกรรมระดับความเข้าใจ การนำไปใช้

ตัวอย่างข้อคำถาม

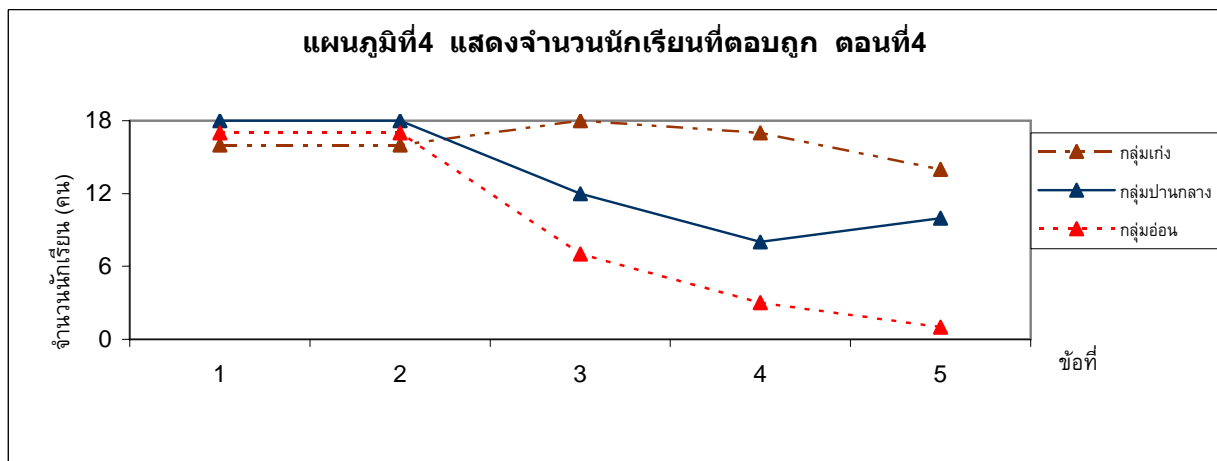
3. ค่าของ z ที่สอดคล้องกับสมการพื้นผิว คือ _____

4. จงหาขอบเขตของสมการพื้นผิว $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} + \frac{z^2}{4} = 1$ ตอบคำตอบในรูปของเซต

ตอบ ขอบเขต คือ _____

5. จงหาขอบเขตของสมการพื้นผิว $\frac{z^2}{4} - \frac{y^2}{9} - \frac{x^2}{4} = 1$ ตอบคำตอบในรูปของเซต

ตอบ ขอบเขต คือ _____



คำถามข้อ 1 – 2 นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เก่ง ปานกลาง อ่อน มากกว่าร้อยละ 80 ที่สามารถหาเงื่อนไขของค่า x , ค่า y ที่ทำให้สมการพื้นผิวกำลังสองเป็นจริงได้ แต่คำถามข้อ 3 มีนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อ่อน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 61.11 ที่ไม่สามารถหาเงื่อนไขของค่า z ที่ทำให้สมการพื้นผิวกำลังสองเป็นจริงได้ ตั้งแต่คำถามข้อ 3 – 5 จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อ่อน จากการสอบถามนักเรียนถึงสาเหตุของข้อผิดพลาด พบว่า นักเรียนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการพิจารณาหาเงื่อนไขของตัวแปรที่ทำให้สมการพื้นผิวเป็นจริง และนักเรียนยังสับสนเกี่ยวกับลักษณะของรูปปิดและรูปเปิดที่มีผลต่อขอบเขตของสมการพื้นผิวกำลังสอง

4. แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความคิดเห็น/ระดับความเป็นจริง ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})			อันดับ		
	เก่ง	ปานกลาง	อ่อน	เก่ง	ปานกลาง	อ่อน
ด้านสื่อการเรียนรู้	4.29	4.44	4.22	1	2	1
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.17	4.47	4.18	2	1	2
ด้านการวัด/ประเมินผลการเรียนรู้	3.95	4.16	4.04	4	3	3
ด้านสาระการเรียนรู้	4.07	3.93	3.72	3	4	4

นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง อ่อน มีระดับความคิดเห็น/ความเป็นจริง ต่อสื่อการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ เป็นอันดับ 1 และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปานกลาง อ่อนมีระดับความคิดเห็น/ความเป็นจริงต่อสาระการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ เป็นอันดับ 4 จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนมากชอบสื่อการเรียนรู้ที่สร้างจากโปรแกรม Mathematica และรูปภาพที่ใช้ประกอบการเรียนมีเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 70 และ 60 ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำเอกสารแนะแนวทางและเอกสารฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 88.13 75.31 80.08 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับเกณฑ์ดี และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลาง อ่อน มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ คิดเป็นร้อยละ 94.19 82.97 72.10 ดังนั้น ประสิทธิภาพการสอน คือ 88.13/94.49 75.31/82.97 80.08/72.10 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80/80 70/70 60/60 ที่กำหนดไว้

3. นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เก่ง ที่เรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาจุดตัดของพื้นผิวกำลังสองกับแกนพิกัดทั้งสาม การหารอยตัดของพื้นผิวกำลังสองกับระนาบที่กำหนดให้ การทดสอบสมมาตรของพื้นผิวกำลังสองกับสิ่งที่กำหนดให้ การหาขอบเขตของสมการพื้นผิวกำลังสอง อยู่ในระดับดี และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง อ่อนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาจุดตัดของพื้นผิวกำลังสองกับแกนพิกัดทั้งสาม การทดสอบสมมาตรของพื้นผิวกำลังสองกับสิ่งที่กำหนดให้ อยู่ในระดับดี ส่วนเรื่องที่ต้องปรับปรุง คือ การหารอยตัดของพื้นผิวกำลังสองกับระนาบที่กำหนดให้ การหาขอบเขตของสมการพื้นผิวกำลังสอง

4. นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เก่ง ปานกลางและอ่อนที่เรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ อยู่ในระดับ “ปานกลาง” ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับ “มาก”

อภิปรายผล

1. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 70 และ 60 ที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางวิชาคณิตศาสตร์อ่อนสามารถเรียนได้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีความรู้ความเข้าใจจากการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การจัดสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของครูสามารถจัดให้มีความเหมาะสมกับวัยและความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียน ดังที่ พ.ร.บ การศึกษาได้กำหนดไว้ว่า ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อเป็นการส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้แสดงออกเต็มที่และตรงตามศักยภาพของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ให้นักเรียนให้ความเห็นว่า เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติไม่ใช่เรื่องยาก ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะมีการพิจารณาบรรจุเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติไว้ในหลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดไว้ในส่วนคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้เรขาคณิตสองมิติกับสามมิติและเพื่อเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสนใจ มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งเป็นการช่วยลดช่องว่างระหว่างความรู้ระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา โดยที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ศึกษาต่อในสาขาวิชาอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยชนะ ใจบุญ(2545) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถเรียนเรื่อง เวกเตอร์ในปริภูมิสามมิติได้สูงกว่าเกณฑ์ 60% ของกระทรวงศึกษาธิการ แสดงให้เห็นว่านักเรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่าสามารถเรียนเนื้อหาในระดับชั้นที่สูงกว่าได้

2. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง อ่อน มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำเอกสารแนวทางการและเอกสารฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 88.13 80.08 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำเอกสารแนวทางการและเอกสารฝึกหัด อยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง สามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงสุด ดังนั้น ประสิทธิภาพการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน คือ 88.13/94.49 75.31/82.97 80.08/72.10 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80/80 70/70 60/60 ที่กำหนดไว้

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การเตรียมความพร้อมทั้งทางด้านการเตรียมตัวก่อนสอน การวางแผนการสอนและการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของครูถือเป็นเรื่องสำคัญ เป็นหน้าที่หลักของครูทุกคน นักเรียนให้ความเห็นว่า ความสนใจ การเอาใจใส่ของครูต่อนักเรียนในชั้นเรียนเป็นเรื่องสำคัญ เช่น ครูสรุปเนื้อหาสาระที่สำคัญหลังจากสอน ครูเข้าสอนตรงเวลา ในขณะที่สอนครูให้ความสนใจนักเรียนทุกคนเท่าเทียมกัน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย ครูมีความเป็นกันเองกับนักเรียน การใช้คำถามของครูซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดแนวคิด ครูมีความตั้งใจและสนใจในการสอน เป็นต้น โดยเฉพาะนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อ่อน ถือเป็นเรื่องสำคัญ เพราะเป็นการช่วยกระตุ้นนักเรียนให้มีความกระตือรือร้นใส่ใจต่อการเรียนอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ ครูยังมีวิธีการวัดผลที่หลากหลายและมีเทคนิคในการจัดสอบ มีการทดสอบรวมเมื่อจบบทเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อ่อนให้ความสำคัญกับการที่ครูตรวจเอกสารฝึกหัดและตรวจเอกสารแนวแนวทางสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิบูล โสนะโชติ(2544) พบว่า ประสิทธิภาพการสอนจะต้องประกอบด้วย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมกับวัยและความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน

3. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เก่ง มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาจุดตัดของพื้นผิวกำลังสองกับแกนพิกัดทั้งสาม การหารอยตัดของพื้นผิวกำลังสองกับระนาบที่กำหนดให้ การทดสอบสมมาตรของพื้นผิวกำลังสองกับสิ่งที่กำหนดให้ การหาขอบเขตของพื้นผิวกำลังสอง อยู่ในระดับดี และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง อ่อน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาจุดตัดของพื้นผิวกำลังสองกับแกนพิกัดทั้งสาม การทดสอบสมมาตรของพื้นผิวกำลังสองกับสิ่งที่กำหนดให้ อยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ รูปภาพเป็นสื่อสำคัญที่จะทำให้นักเรียนเกิดจินตนาการและมีมโนคติในเนื้อหาดังกล่าว ทั้งภาพจากแผ่นโปสเตอร์และภาพเคลื่อนไหวที่สร้างจากโปรแกรม Mathematica นักเรียนชอบรูปภาพเคลื่อนไหวที่สร้างจากโปรแกรม Mathematica อยู่ในระดับ"มากที่สุด" เพราะมีส่วนช่วยให้นักเรียนอยากเรียนรู้ รู้สึกตื่นเต้น มีความสนใจ รู้สึกประทับใจที่ครูเลือกใช้สื่อประเภทอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ Ungsana Chundang(1996) กล่าวว่า การใช้รูปภาพที่สร้างโปรแกรม Mathematica เป็นสื่อการสอนวิชาแคลคูลัส ทำให้นักศึกษาได้แนวคิดพื้นฐานและเข้าใจคุณสมบัติของทฤษฎีบทต่างๆจากการเรียนเรื่องดังกล่าว นอกจากนี้เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ เป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อ่อน ได้ให้ความเห็นอีกว่า เอกสารแนวแนวทางและเอกสารฝึกหัดก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญและจดจำสิ่งที่เรียนไปได้มากยิ่งขึ้น จะสังเกตได้จากการส่งงานซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้จะมีกระตือรือร้นเป็นพิเศษ เมื่อมีข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ไข นักเรียนจะรีบนำกลับไปแก้ไขทันที จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า การเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ครูควรตระหนักและใส่ใจกับเรื่องนี้ เพราะเป็นส่วนประกอบสำคัญอันหนึ่งที่จะทำให้ให้นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนเรื่องที่ต้องปรับปรุง สำหรับกลุ่มปานกลางและอ่อน คือ การหารอยตัดของพื้นผิวกำลังสองกับระนาบที่กำหนดให้ การหาขอบเขตของพื้นผิวกำลังสอง

บรรณานุกรม

- สุวัฒนา อุตย์รัตน์ . 2541 .การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ . กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อังสนา จันแดง และ วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. 2547. แคลคูลัส 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Hyang Sook Kim and P.J.Ryan , 2002, Teaching and Learning Models for Mathematics using
Mathematica , Elementary Computer Applications, New York, Wiley.
- Serais W.and T.Varge. 1971. Teaching School Mathematics. Harmondsworth: Penguin Books.
- Ungsana Chundang , 1996, On the Use of Computer Algebra Systems in Calculus Course for Thai
Engineering Students Universitar Gesamthochschule Kassel