

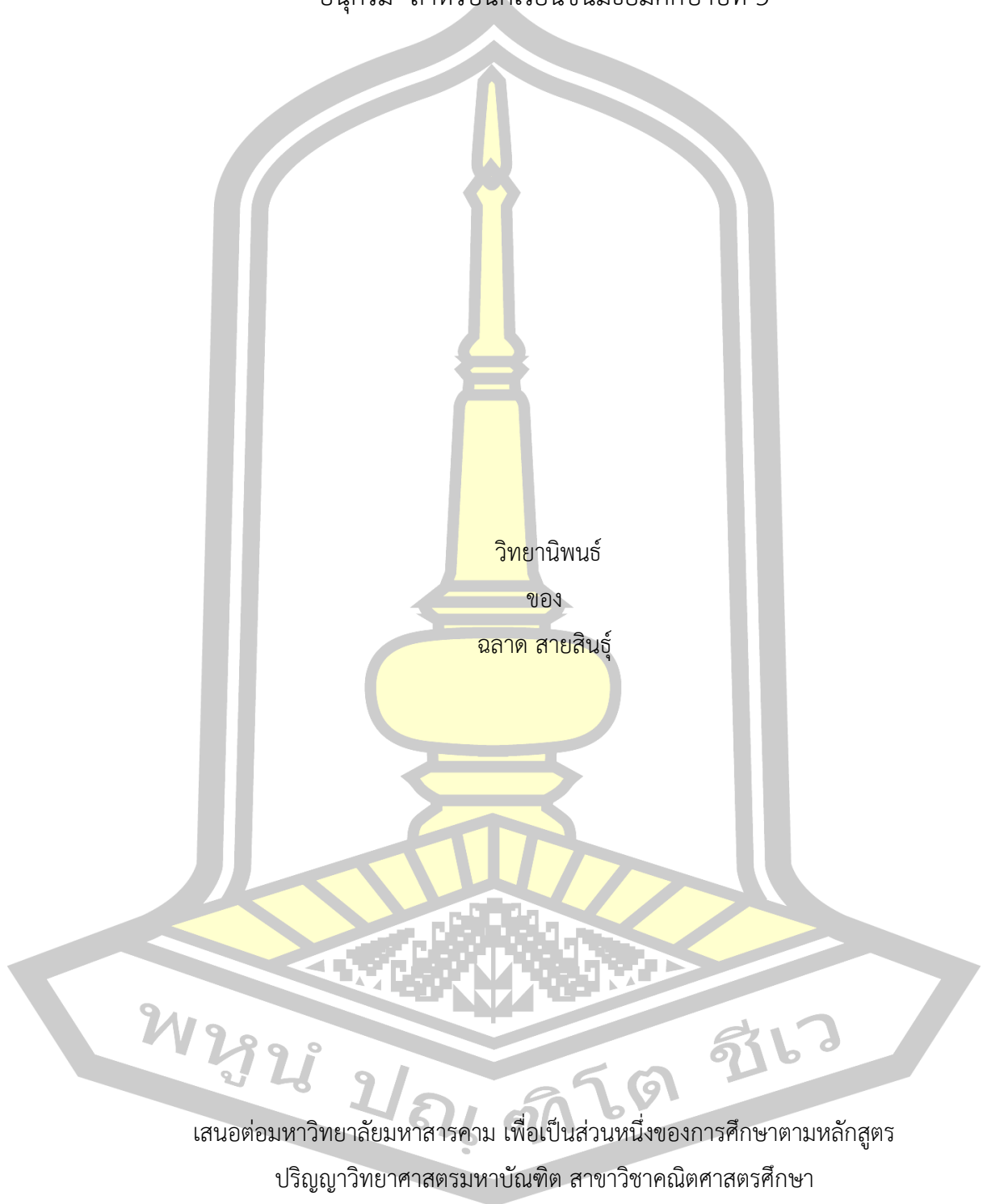
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์
ของ
ฉลาด สายสินธุ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ตุลาคม 2561

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีไอจิบราเรื่อง ลำดับและ
อนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

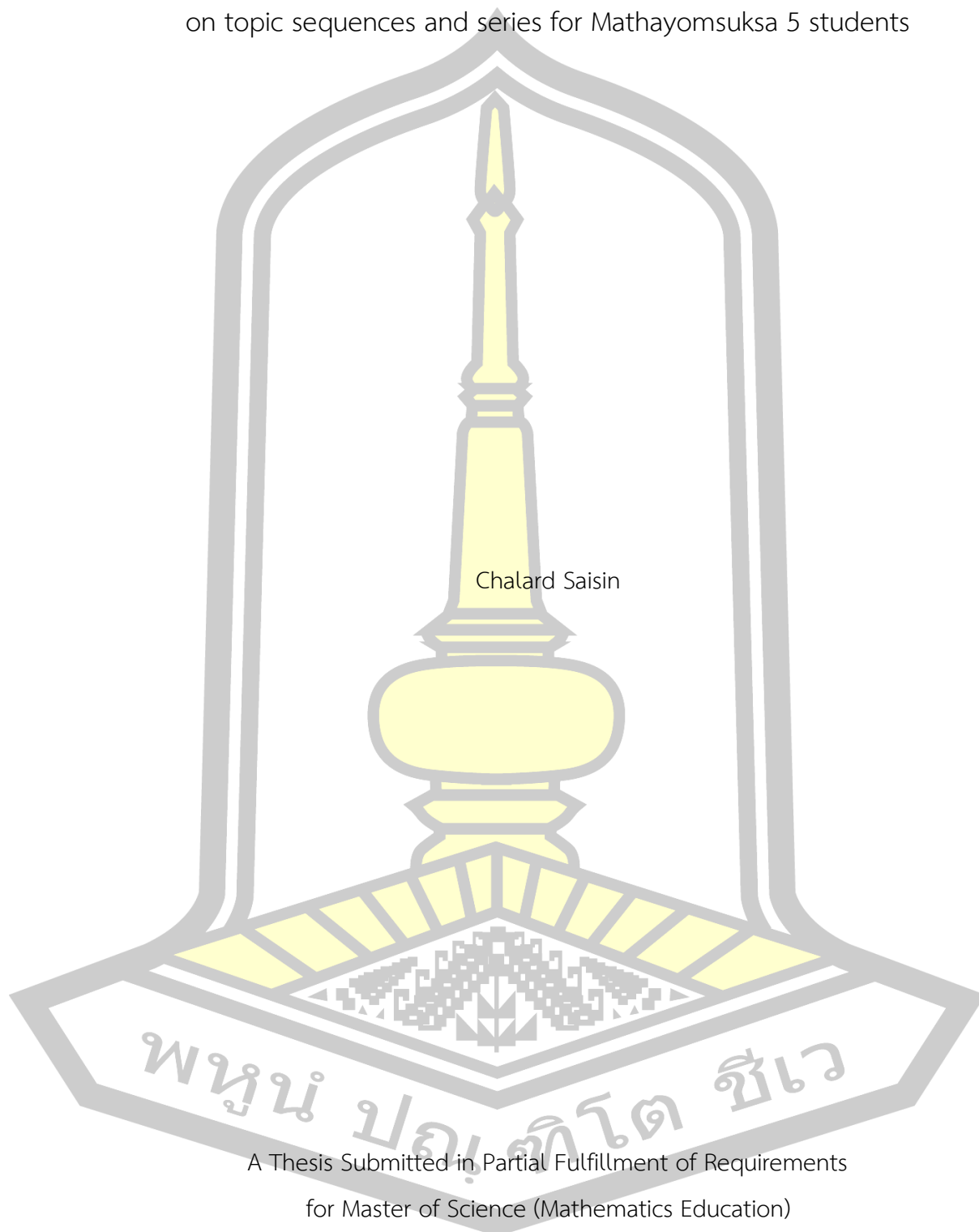


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ตุลาคม 2561

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of mathematics learning activities by using GeoGebra program
on topic sequences and series for Mathayomsuksa 5 students



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Mathematics Education)

October 2018

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายฉลาด สายสินธุ์ แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ว่าที่ ร.ท.ดร. ญัฏฐชัย จันทชุม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รศ. ดร. นิภาพร ชุตินันต์)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ขวลิต บุญปก)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วัน.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
ผู้วิจัย	ฉลาด สายสินธุ์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ รองศาสตราจารย์ ดร. นิภาพร ชุตินันต์		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 4) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และ 5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามีดังนี้ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 แผน ที่มีค่าเฉลี่ยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 4.17 – 4.95 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมิน 2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 แผน ที่มีค่าเฉลี่ยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 4.70 – 4.85 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมิน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์ (IOC) ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 มีค่าความยากรายข้อ (p) ตั้งแต่ 0.54 – 0.76 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.22 – 0.61 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับคำนวณตามวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน เท่ากับ 0.8581 และ 4) แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีข้อคำถาม 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) ตั้งแต่ 0.60 – 1.00 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r_{xy}) ตั้งแต่ 0.22 – 0.68 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับเท่ากับ 0.7639 คำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาตามวิธี

ของครอบครัว ประชากรได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนบัวขาว ปีการศึกษา 2560 จำนวน 8 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 336 คน กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนบัวขาว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 43 คน เป็นกลุ่มทดลอง และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบัวขาว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ $88.28/78.84$ และ $86.40/75.25$ ตาม ลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ $75/75$ ที่กำหนดไว้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเท่ากับ 0.6408 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 64.08 และ ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเท่ากับ 0.5805 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือ มีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 58.05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $.05$ 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $.05$ หรือ นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความคงทนในการเรียนรู้ 5) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายด้านและรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ลำดับและอนุกรม, โปรแกรมจีโอจีบรา, ดัชนีประสิทธิผล, ความพึงพอใจ



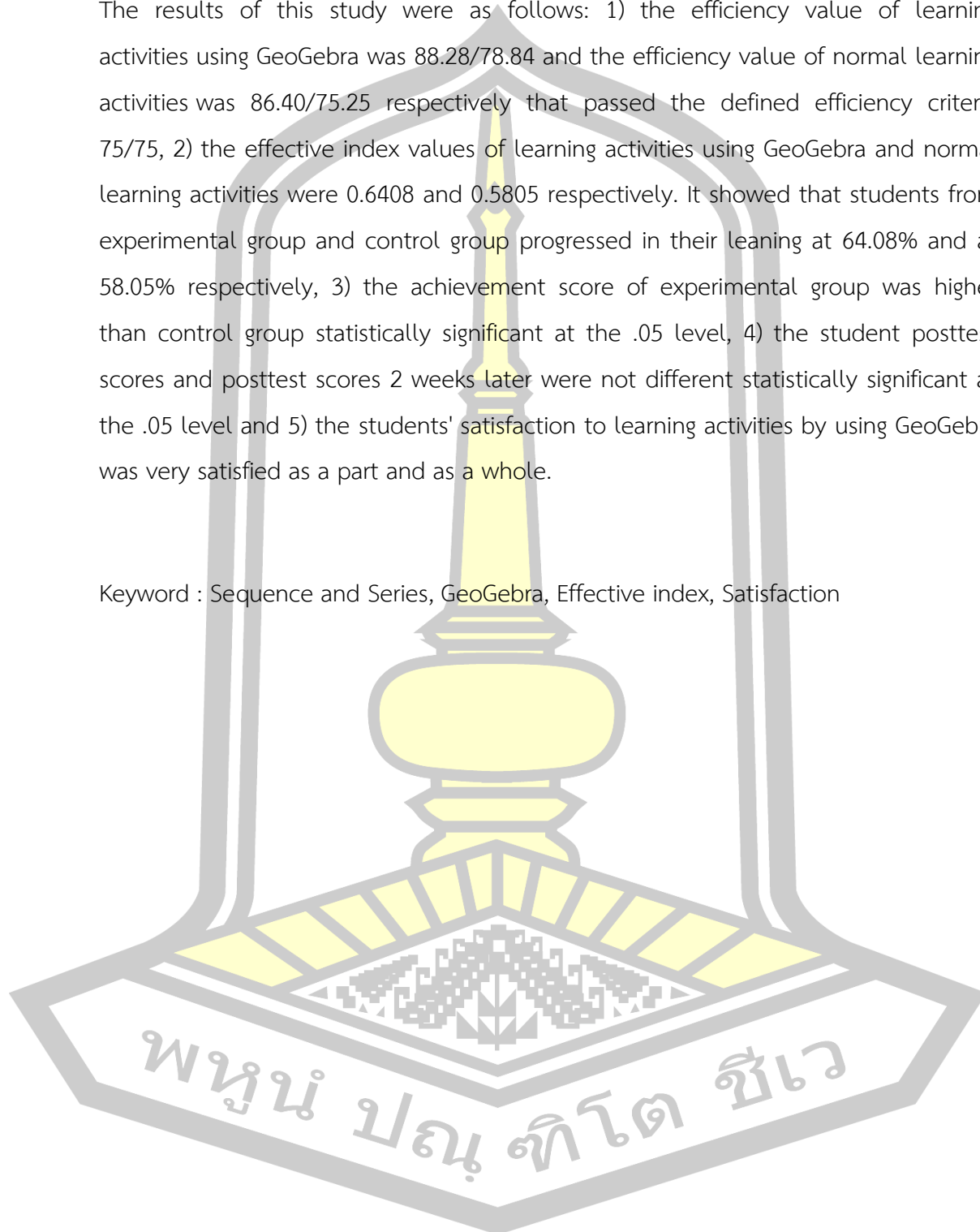
TITLE	Development of mathematics learning activities by using GeoGebra program on topic sequences and series for Mathayomsuksa 5 students		
AUTHOR	Chalard Saisin		
ADVISORS	Assistant Professor Maliwan Tunapan , Ph.D. Associate Professor Nipaporn Chutiman , Ph.D.		
DEGREE	Master of Science	MAJOR	Mathematics Education
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2018

ABSTRACT

The purposes of this study were to 1) develop learning activities by using GeoGebra and normal learning activities with required efficiency 75/75, 2) study effective index of learning activities by using GeoGebra and normal learning activities, 3) compare learning achievement scores between 2 groups of students, first group learned with activities by using GeoGebra and second group learned with normal activities 4) study learning retention of students who learned with activities by using GeoGebra and 5) study students' satisfaction to learning activities by using GeoGebra. The instruments used in this study to gather datum were as follows: 1) 18 plans of learning activities by using GeoGebra that passed evaluating score criteria (ranged from 4.17 - 4.95), 2) 18 plans of normal learning activities that passed evaluating score criteria (ranged from 4.70 - 4.85), 3) a 4 - multiple choice achievement test consisted of 30 items with item IOC values ranged from 0.67 - 1.00, item difficulty values ranged from 0.54 - 0.76, item discriminant values ranged from 0.22 - 0.61 and 85.81% of test reliability calculated by Kuder - Richardson way, 4) a questionnaire consisted of 20 questions with item IOC values ranged from 0.60 - 1.00, item discriminant values (r_{xy}) ranged from 0.22 - 0.68 and 76.39% of questionnaire reliability calculated by alpha coefficient of Cronbach way. The samples in this study were chosen by cluster random sampling way were 2 groups, experimental group consisted of 43 students form class 5/3 and control group

consisted of 40 students from class 5/4 on second semester of academic year 2017. The results of this study were as follows: 1) the efficiency value of learning activities using GeoGebra was 88.28/78.84 and the efficiency value of normal learning activities was 86.40/75.25 respectively that passed the defined efficiency criteria 75/75, 2) the effective index values of learning activities using GeoGebra and normal learning activities were 0.6408 and 0.5805 respectively. It showed that students from experimental group and control group progressed in their learning at 64.08% and at 58.05% respectively, 3) the achievement score of experimental group was higher than control group statistically significant at the .05 level, 4) the student posttest scores and posttest scores 2 weeks later were not different statistically significant at the .05 level and 5) the students' satisfaction to learning activities by using GeoGebra was very satisfied as a part and as a whole.

Keyword : Sequence and Series, GeoGebra, Effective index, Satisfaction



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากบุคคล ดังนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร้อยโท ดร.ณัฐชัย จันทชุม ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชูติมันต์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก กรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ กรรมการสอบ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต เอี่ยมเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรุณี บุญชารี อาจารย์ศิริณกาญจน์ ภูมิรัง อาจารย์พรทิพย์ นาดรีชน และ อาจารย์ลัดดาวัลย์ บุญเรือง ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้สนับสนุนทุนอุดหนุนในการศึกษาค้นคว้านี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้ประสาทความรู้ ให้การช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าทั้งในระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา ขอขอบคุณ คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และช่วยเหลือด้วยดีมาตลอด ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบัวขาว ที่ให้ความร่วมมือ ในการทดลองใช้ และทดลองเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คุณความดีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่บิดามารดา ญาติ และคณาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสาทความรู้แก่ผู้ศึกษาค้นคว้า

ฉลาด สายสินธุ์

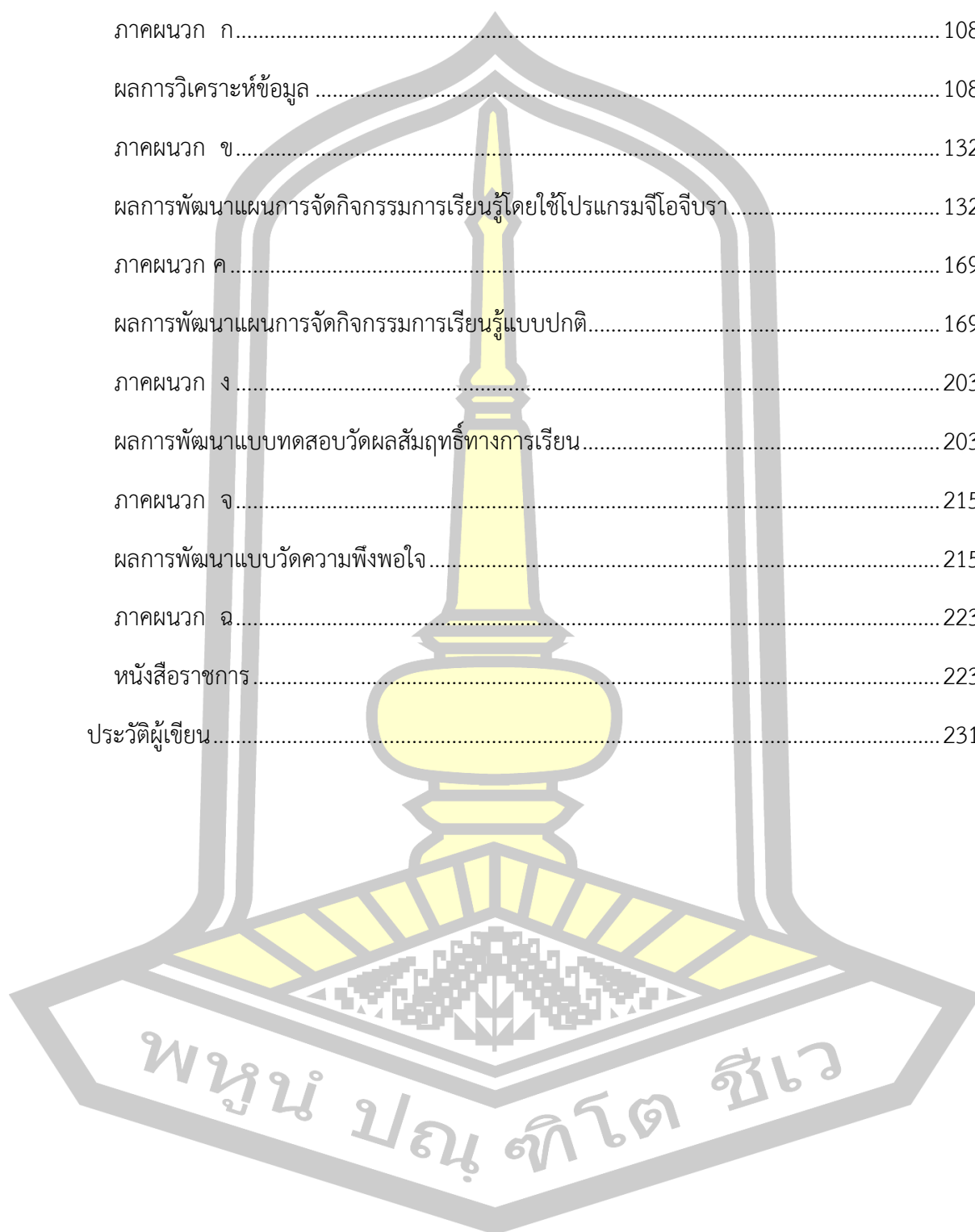


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพประกอบ.....	ด
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551	9
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	16
โปรแกรมจีโอเจิบรา	30
การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	43
การหาดัชนีประสิทธิผล.....	47

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	49
ความคงทนในการเรียนรู้.....	55
ความพึงพอใจในการเรียนรู้.....	61
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	67
บทที่ 3	73
วิธีดำเนินการวิจัย	73
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	73
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	73
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	74
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	81
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	82
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
บทที่ 4	90
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	90
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล	90
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	91
บทที่ 5	94
สรุปผล อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ	94
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	94
สรุปผลการวิจัย.....	94
อภิปรายผล.....	95
ข้อเสนอแนะ	100
บรรณานุกรม.....	101

ภาคผนวก.....	107
ภาคผนวก ก.....	108
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	108
ภาคผนวก ข.....	132
ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา.....	132
ภาคผนวก ค.....	169
ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ.....	169
ภาคผนวก ง.....	203
ผลการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	203
ภาคผนวก จ.....	215
ผลการพัฒนาแบบวัดความพึงพอใจ.....	215
ภาคผนวก ฉ.....	223
หนังสือราชการ.....	223
ประวัติผู้เขียน.....	231



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ความแตกต่างระหว่างหน่วยเก็บจำชั่วคราวและหน่วยเก็บจำถาวร	59
ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา เวลาเรียนและจำนวนข้อสอบ เรื่อง ลำดับและอนุกรม	77
ตาราง 3 เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	78
ตาราง 4 ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและ กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (E_1)	91
ตาราง 5 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติ (E_2)	91
ตาราง 6 ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติ	92
ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียน กลุ่มควบคุม	92
ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน - หลังเรียน 2 สัปดาห์ของนักเรียน กลุ่มทดลอง	93
ตาราง 9 ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ...	93
ตาราง 10 คะแนนระหว่างเรียนจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 – 18 และคะแนนจากการ ทดสอบย่อย 4 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	109
ตาราง 11 คะแนนระหว่างเรียนจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 – 18 และคะแนนจากการ ทดสอบย่อย 4 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	112
ตาราง 12 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	115
ตาราง 13 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	119
ตาราง 14 คะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม	123
ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่ม ควบคุม	126

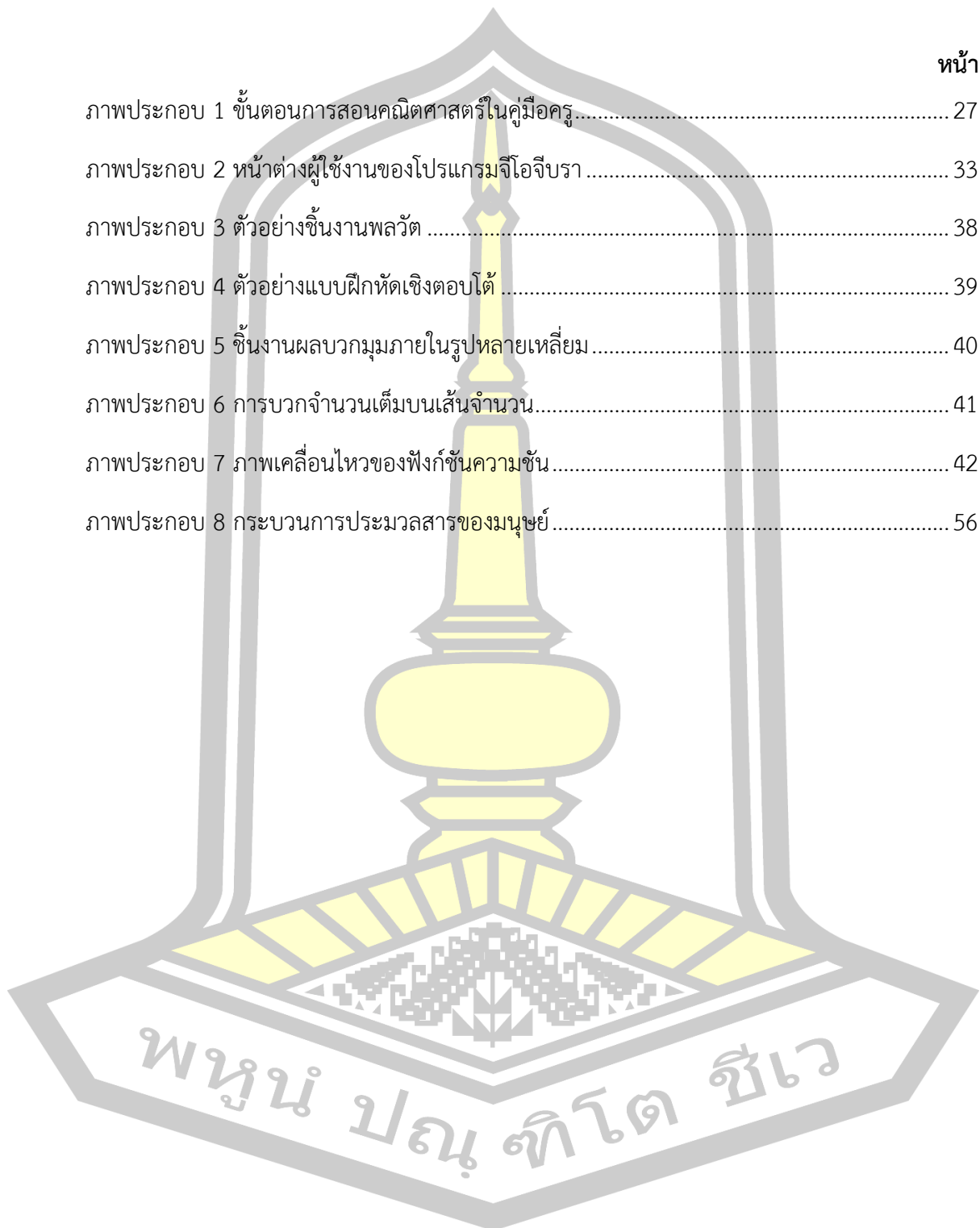
ตาราง 38 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 1	184
ตาราง 39 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 2	185
ตาราง 40 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 3	186
ตาราง 41 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 4	187
ตาราง 42 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 5	188
ตาราง 43 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 6	189
ตาราง 44 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 7	190
ตาราง 45 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 8	191
ตาราง 46 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 9	192
ตาราง 47 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 10	193
ตาราง 48 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 11	194
ตาราง 49 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 12	195
ตาราง 50 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 13	196
ตาราง 51 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 14	197
ตาราง 52 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 15	198
ตาราง 53 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 16	199
ตาราง 54 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 17	200
ตาราง 55 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 18	201
ตาราง 56 สรุปผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	202
ตาราง 57 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ ...	208
ตาราง 58 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ	210
ตาราง 59 ค่าความยาก (p) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ เฉพาะที่เลือกไว้ 30 ข้อ	212

ตาราง 60 คะแนนรวมของนักเรียนรายคน กลุ่มที่นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไป ทดลองใช้	213
ตาราง 61 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) ของข้อคำถามวัดความ พึงพอใจรายข้อ.....	220
ตาราง 62 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของข้อคำถามวัดความพึงพอใจรายข้อ เฉพาะที่เลือกไว้ 20 ข้อ..	221



สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ในคู่มือครู.....	27
ภาพประกอบ 2 หน้าต่างผู้ใช้งานของโปรแกรมจีโอจิบรา	33
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างชิ้นงานพลวัต	38
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบฝึกหัดเชิงตอบโต้	39
ภาพประกอบ 5 ชิ้นงานผลบวกมุมภายในรูปหลายเหลี่ยม	40
ภาพประกอบ 6 การบวกจำนวนเต็มบนเส้นจำนวน.....	41
ภาพประกอบ 7 ภาพเคลื่อนไหวของฟังก์ชันความชัน	42
ภาพประกอบ 8 กระบวนการประมวลผลสารของมนุษย์.....	56



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน และรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 56)

ด้วยลักษณะของคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม เข้าใจยาก จึงทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายที่จะเรียนรู้ ยิ่งกว่านั้นในห้องเรียนส่วนใหญ่ ครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ช้าหรือฟังบรรยายไม่ทันหรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่บรรยายก็จะเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน เมื่อต้องเรียนเรื่องใหม่จะยิ่งประสบปัญหามากขึ้น เพราะขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นความรู้พื้นฐาน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง และจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในที่สุด (ฟาฏินา วงศ์เลขา, 2553) มาเจเรค (Majerek, 2014: 52) กล่าวถึงอุปสรรคในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่า การสอนความคิดรวบยอดโดยขาดการแสดงภาพอย่างเพียงพอ การเขียนกราฟของฟังก์ชันโดยใช้เพียงกระดาษ วัตถุที่ไม่มีการเคลื่อนไหวไม่เอื้อต่อการสร้างความรู้ใหม่ ๆ จากผลสอบของนักเรียนชั้น ม. 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 ถึงปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าผลสอบวิชาคณิตศาสตร์ในสาระการเรียนรู้พีชคณิตมีคะแนนเฉลี่ย 23.91 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2557) และ 31.12 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2558) ตามลำดับ ซึ่งเป็นคะแนนที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ อีกทั้งยังต่ำกว่าคะแนน ในสาระอื่น ๆ โดยส่วนใหญ่ จากรายงานผลสัมฤทธิ์ของโรงเรียนบัวขาว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 – 2558 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบัวขาวมีผลการเรียนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานเท่ากับ 2.73 และ 2.37 (โรงเรียนบัวขาว, 2558) ตามลำดับ สาเหตุอาจเกิดจากการใช้สื่อประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยังไม่เพียงพอ อาจเกิดจากธรรมชาติและลักษณะของวิชา เป็นต้น

สื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน กล่าวคือ เป็น

ตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจบทเรียน ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ ส่งเสริมประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมให้กับนักเรียน ตามทฤษฎีพัฒนาสติปัญญาการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบ เกิดความคิดที่ต่อเนื่อง ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างบทเรียนกับสิ่งแวดล้อม ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ลดเวลาในการเรียนรู้ สื่อบางอย่างใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ได้ นักเรียนศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจ และ ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลช่วยเพิ่มช่องทางในการเรียนรู้ เป็นช่องทางให้ครูและนักเรียนได้เสนอความคิดของตนเองผ่านสื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 91 - 92)

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีการพัฒนาให้ทันสมัยและใช้งานได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในหลากหลายสาขาวิชา การเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านสื่อเทคโนโลยีได้ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ให้มีการนำมาใช้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและระดับช่วงชั้น ซึ่งส่งผลในทางบวก ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ครูสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนรู้ทั้งครูเป็นผู้นำมาใช้เอง เป็นผู้อำนวยการความสะดวกและแนะนำการใช้ให้กับนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 110) ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และสามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ (Majerek, 2014: 52)

โปรแกรมจีเอสพี (ดอกเกตุ ดวงโสม, 2556: 3) เป็นโปรแกรมใช้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพอีกโปรแกรมหนึ่ง สรรวจและวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ สามารถใช้เรขาคณิตพลวัต สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีปฏิสัมพันธ์ได้หลากหลาย ตั้งแต่การค้นหาในระดับพื้นฐานเกี่ยวกับรูปร่างและจำนวน ไปจนถึงภาพวาดขั้นสูงที่มีความซับซ้อน และสามารถเคลื่อนไหวได้ สามารถใช้ช่วยจัดกิจกรรมในสาระต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ได้ เช่น เรขาคณิต พีชคณิต ทรีโกโนเมตรี แคลคูลัส เป็นต้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จีเอสพีเป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยสร้างสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตัวเองและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยพัฒนาทักษะการนิภาพ (Visualization) ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา การใช้โปรแกรมจีเอสพีในการเรียนการสอนเป็นการบูรณาการสาระคณิตศาสตร์และทักษะเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนมีโอกาพัฒนาพหุปัญญา ได้แก่ ปัญญาด้านภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์และด้านศิลปะ (วัชรพล บรรดา, 2555: 3) จีเอสพีเป็นโปรแกรมหนึ่งที่ผู้สอนเรียนรู้ได้ไม่ยาก สามารถนำไปสอดแทรกกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่จะทำให้

ผู้เรียนมีโอกาสสำรวจทักษะการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้เอง ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์กลายเป็นเรื่องสนุกสนานและง่ายขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำโจทย์ปัญหา (สุกษา เพ็ญจันทร์, 2555: 2)

โปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra) เป็นซอฟต์แวร์สำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอนในเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษา ถึงอุดมศึกษา มีศักยภาพที่จะส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมการทดลองทางคณิตศาสตร์ การสำรวจ การเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นซอฟต์แวร์ที่เชื่อมโยงเรขาคณิต พีชคณิต และสเปรดชีตเข้าด้วยกัน และเป็นพลวัตเต็มรูปแบบ (Hohenwarter et al., 2018) โปรแกรมสามารถแสดงทั้งองค์ประกอบพีชคณิตเชิงจำนวน แสดงพิกัด สมการ หรือสมการอิงพารามิเตอร์ องค์ประกอบเชิงเรขาคณิตเป็นชุดวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับองค์ประกอบเชิงพีชคณิต โดยองค์ประกอบทั้ง 2 ชนิดสามารถแก้ไขได้โดยตรงจากผู้ใช้งาน โดยองค์ประกอบเชิงพีชคณิตอาจสามารถแก้ไขโดยการใส่แป้นพิมพ์ แล้วองค์ประกอบเชิงเรขาคณิตก็จะเปลี่ยนแปลงแบบสอดคล้องกัน ทำให้ขอบเขตความสามารถในการใช้งานของโปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมความเข้าใจในทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โปรแกรมสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถใช้งานออนไลน์ได้ รองรับได้หลายระบบปฏิบัติการเช่น Window, Linux, MacOS Andriod เป็นต้น รองรับได้หลายภาษา (Preiner, 2008) รวมทั้งภาษาไทย มาเจเรค (Majerek, 2014: 52) กล่าวว่า ซอฟต์แวร์จีโอจีบรามีลักษณะเด่นคือ ใช้งานได้ฟรี หน้าต่างมีความชัดเจน และง่ายต่อการเข้าใจ รองรับได้หลายภาษา สามารถนำไปใช้งานบนเว็บไซต์ได้โดยใช้โปรแกรม JavaScript สามารถบันทึกไฟล์ไปใช้งานได้หลากหลายนามสกุล รองรับการทำงานกับโปรแกรม LaTeX วัตถุทุกอย่างเป็นพลวัต เป็นต้น นอกจากนี้มีความสามารถพื้นฐานในการวาดภาพเส้น เขียนกราฟของฟังก์ชัน คำนวณและวัดมุม หาจุดสัมผัส หาพื้นที่ ความยาวเส้นรอบวงวงกลม ค่าสูงสุดค่าต่ำสุดของฟังก์ชัน หาคู่พหุคูณ และ ปริมาณพหุคูณของฟังก์ชัน สามารถใช้เป็นเครื่องคิดคำนวณขั้นสูง สามารถสร้างและรองรับการดำเนินการของเวกเตอร์ และเมทริกซ์ รวมทั้งสามารถแก้ระบบสมการเชิงเส้นได้ จีโอจีบราได้รับรางวัลระดับนานาชาติมาแล้วมากมาย อาทิเช่น รางวัล Archimedes 2016: MNU Award in category Mathematics (Hamburg, Germany) รางวัล Microsoft Partner of the Year Award 2015: Finalist, Public Sector: Education (Redmond, WA, USA) รางวัล MERLOT Award for Exemplary Online Learning Resources – MERLOT Classics 2013 (Las Vegas, Nevada, USA) รางวัล NTLC Award 2010: National Technology Leadership Award 2010 (Washington D.C., USA) รางวัล Tech Award 2009: Laureate in the Education Category (San Jose, California, USA) รางวัล BETT Award 2009: Finalist in London for British Educational Technology Award รางวัล eTwinning Award 2006: 1st prize for "Crop Circles Challenge" with GeoGebra (Linz, Austria) รางวัล Comenius 2004: German Educational Media Award (Berlin, Germany) รางวัล Learnie

Award 2005: Austrian Educational Software Award for "Spezielle Relativitätstheorie mit GeoGebra" (Vienna, Austria) และรางวัล EASA 2002: European Academic Software Award (Ronneby, Sweden) เป็นต้น (Wikipedia, 2018)

จากผลการนำโปรแกรมจีเอสพีและโปรแกรมจีโอจีบราไปจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน เช่น จากผลการศึกษาของรัตนศุภญาณ์ดา ชันธแสง (2555) ผลการศึกษาของสุภาฯ เพ็ญจันทร์ (2555) จากผลการศึกษาของดอกเกตุ ดวงโสมมา (2556) พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้ดีขึ้น และส่งผลทางบวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนทำนองเดียวกับกับผลการศึกษาของชยุตม์ ล้อธีรพันธ์ (2557) ผลการศึกษาของนพดล อุณหศิริกุล (2558) ผลการศึกษาของสุทิน บัณฑิตา (2558) อธิภูมิ พาสงค์ (2559) และ วิภาพร ทิพย์รักษา และ ไพรินทร์ สุวรรณศรี (2560) จากผลการนำโปรแกรมจีโอจีบราไปใช้จัดกิจกรรมในชั้นเรียนของซาฮา และคณะ (Saha, Ayub and Tarmizi, 2010) ผลการศึกษาของเซนกิน และคณะ (Zengin, Furkan and Kutluca, 2012) ผลการศึกษาของซุลไนดี และซาคาเรีย (Zulnaidi and Zakaria, 2012) ผลการศึกษาของชาดานัน และลีอง (Shadaan and Leong, 2013) ผลการศึกษาของอาร์เบียน และชุกอร์ (Arbain and Shukor, 2015) ผลการศึกษาของบิสต์ (Bist, 2017) และโอคอล (Ocal, 2017) พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และส่งผลทางบวกต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้ศึกษาค้นคว้าสนใจศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม จีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีสมมติฐานของการวิจัยดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
2. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราหลังเรียนกับหลังเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดี ผลของการวิจัยจะเป็นแนวทางในพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ยิ่งกว่านั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนในเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 336 คน ทางโรงเรียนจัดห้องแบบคละความสามารถและจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรสถานศึกษาอ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้อง ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ได้นักเรียนห้อง ม.5/3 มีนักเรียนจำนวน 43 คน และห้องเรียน ม.5/4 มีนักเรียนจำนวน 40 คน รวมนักเรียนทั้งหมด 83 คน จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ห้องเรียนโดยการสุ่มอย่างง่าย ได้ห้องเรียน ม.5/3 เป็นกลุ่มทดลอง จะได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และ ห้องเรียน

ม.5/4 เป็นกลุ่มควบคุม จะได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2. ตัวแปรของการวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา
- 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียน มีความรู้พื้นฐานเพียงพอสำหรับเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

ใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบราและใบความรู้ สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปเป็นวิธีอย่างง่าย

ให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ ความคิดรวบยอด สำหรับนำไปใช้ต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ

ให้นักเรียนฝึกทักษะจากโจทย์ปัญหา รวมทั้งขั้นตอนการแก้ปัญหของโจทย์ จากการใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้

ให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาค้นเองเดียวกัน หรือ ใกล้เคียงกับปัญหาจากการฝึกทักษะจากการใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา หรือ ปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

ตรวจสอบจากการอภิปราย ตอบคำถามขณะใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา ตรวจสอบการทําแบบฝึกหัด หรือ งานอื่นๆ ที่ได้มอบหมายให้นักเรียนปฏิบัติ

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

สอนเนื้อหาใหม่ โดยใช้เอกสารประกอบการสอน แบบฝึก หรือ หนังสือเรียน

ประกอบกิจกรรมการสอน

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปเป็นวิธีอย่างง่าย

ให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ ความคิดรวบยอด สำหรับนำไปใช้ต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ

ให้ผู้เรียนฝึกทักษะจากการทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือ แบบฝึกทักษะที่ครูมอบหมายให้

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้

ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาแบบเดียวกัน หรือ ใกล้เคียงกันกับโจทย์ปัญหาจากหนังสือเรียน หรือ แบบฝึกทักษะที่ครูมอบหมายให้

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

ประเมินผลจากการอภิปราย ตอบคำถาม ตรวจการทำแบบฝึกหัด หรือ งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

3. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์

75 ตัวแรก เป็นเกณฑ์ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 เกือบจากคะแนนการส่งแบบฝึกหัดคะแนนคุณลักษณะและคะแนนทดสอบย่อยระหว่างเรียนทั้ง 4 ครั้ง

75 ตัวหลัง เป็นเกณฑ์ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 เกือบจากแบบทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 1

4. ดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าที่แสดงการพัฒนาการของนักเรียน ว่าก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นเท่าใด

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียนในการเข้าถึงความรู้ วัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. ความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำและระลึกได้ถึงความรู้ที่เคยเรียนรู้หรือเคยรับรู้ วัดหลังจากเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์

7. ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกทางบวกเมื่อความต้องการ จุดมุ่งหมาย หรือแรงจูงใจของผู้เรียนได้รับการตอบสนองหรือประสบความสำเร็จ วัดจากแบบวัดความพึงพอใจ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. โปรแกรมจีโอเจิบรา
4. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้
5. การหาดัชนีประสิทธิผล
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ความคงทนในการเรียนรู้
8. ความพึงพอใจในการเรียนรู้
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551

1. ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

2.1 จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.2 การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

2.4 พีชคณิต: แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ความสำคัญของวิชา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

4. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะ

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างประกอบด้วย อนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่างๆ ขึ้น และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผลและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง

5. วิสัยทัศน์การเรียนรู้

โรงเรียนบัวขาวมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีเหตุมีผล รอบคอบ รับผิดชอบ สามารถนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

6.ภารกิจของกลุ่มสาระ

- 6.1 จัดส่งเสริมสนับสนุน การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2544
- 6.2 จัดกิจกรรมโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 6.3 จัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทำงานอย่างเป็นระบบ ระเบียบ มีวินัย
- 6.4 จัดกิจกรรมโดยเน้นผู้เรียนให้มีการคิดอย่างรอบคอบ มีเหตุมีผล และมีความรับผิดชอบ
- 6.5 จัดให้มีแหล่งเรียนรู้ในสาระกลุ่มการเรียนรู้คณิตศาสตร์

7. เป้าหมายการจัดการเรียนการสอน

- 7.1 เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐาน
- 7.2 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถทำงานได้
อย่างเป็นระบบ มีระเบียบ วินัย มีเหตุผล มีความรับผิดชอบ มีความรอบคอบ
- 7.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และ
ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

8. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 8.1 มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การ
วัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นพร้อมทั้งสามารถนำความรู้
นั้นไป

ประยุกต์ได้

8.2 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอ การ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

8.3 มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีเหตุผล มีวิจารณ์ญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมี เจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

9. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

9.1 สารที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

1) มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้ จำนวนในชีวิตจริง

2) มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและ ความสัมพันธ์ระหว่างการ ดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

3) มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

4) มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

9.2 สารที่ 2 การวัด

1) มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด

2) มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

9.3 สารที่ 3 เรขาคณิต

1) มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2) มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

9.4 สารที่ 4 พีชคณิต

1) มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2) มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

9.5 สารที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

1) มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

2) มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ

คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

3) มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

9.6 สารที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1) มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

10. หมายเหตุ

10.1 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ นั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวินัย มีจิตสาธารณะ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

10.2 ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่าง การเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

11. คุณภาพของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

11.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หา ค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการ คำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

11.2 นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

11.3 มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับ แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

11.4 เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

11.5 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และ ฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

11.6 เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไป ได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหา

ผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

11.7 รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

11.8 เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูล

11.9 วัดอุปสรรค สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

11.10 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

11.11 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

12. คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ค33104 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 40 ชั่วโมง/ ภาค จำนวน 1 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

ศึกษา วิเคราะห์ในสาระกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ การทดลองสุ่ม แฉม เปลสเปซ เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ ลำดับ การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิตอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต

โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัว ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป และรายงาน โดยคำนึงถึงมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้การวัดและประเมินผลด้วยวิธีการหลากหลายตามสภาพจริงให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผล สามารถเลือกและใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม นำประสบการณ์ด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ อย่างสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ รวมทั้งเห็นคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีวินัยใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน และมีจิตสาธารณะในตนเอง

รหัสตัวชี้วัด

ค 5.2 ม.5/2

ค 5.2 ม.5/2

ค 5.3 ม.6/1

ค 4.1 ม.6/5

ค 4.2 ม.6/6

รวม 5 ตัวชี้วัด

13. โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ค33104 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 40 ชั่วโมง/ภาค จำนวน 1.0 หน่วยกิต

13.1 บทที่ 1 ความน่าจะเป็น

1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด: ค 5.2 ม.5/2 อธิบายการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และนำผลที่ได้ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้

(1) สาระสำคัญ: กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ การทดลองสุ่ม แซมเปิลสเปซ เหตุการณ์ ความน่าจะเป็น

(2) เวลา/คะแนน: 12 ชั่วโมง / 35 คะแนน

2) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด: ค 5.3 ม.5/2 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

(1) สาระสำคัญ : ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

(2) เวลา/คะแนน: 8 ชั่วโมง / 15 คะแนน

13.2 บทที่ 2 ลำดับและอนุกรม

1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด: ค 4.1 ม.6/4 เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด

(1) สาระสำคัญ: ลำดับ พจน์ทั่วไปของลำดับ

(2) เวลา/คะแนน: 4 ชั่วโมง / 10 คะแนน

2) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด: ค 4.1 ม.6/5 เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้

(1) สาระสำคัญ: ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต

(2) เวลา/คะแนน: 8 ชั่วโมง / 20 คะแนน

3) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด: ค 4.2 ม.6/6 เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้

(1) สาระสำคัญ: อนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต

(2) เวลา/คะแนน: 8 ชั่วโมง / 20 คะแนน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

กล่าวว่า การที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิดมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว และเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ 2 ประการคือ

1) กระบวนการดูดซึม (assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ซึมซาบประสบการณ์ใหม่ เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็จะรวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (accommodation) เป็นกระบวนการที่ต้องเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ หลังจากที่มีการซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามาและปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้ว ถ้าประสบการณ์ใหม่ที่รับเข้ามามีสมบัติเหมือนกับประสบการณ์เดิม แล้วประสบการณ์ใหม่จะถูกซึมซาบและปรับเข้าหาประสบการณ์เดิม คือ ทำให้ประสบการณ์เดิมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ที่ซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

เพียเจต์ (ประสาธ อิศรปริดา, 2549: 75 อ้างอิงจาก Piaget, 1974) แบ่งพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นด้วยกัน ซึ่งในแต่ละขั้นเด็กจะมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

1) ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (0 – 2 ปี) เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการ

สัมผัสและการกระทำเท่านั้น เด็กจะสนใจสิ่งต่าง ๆ และจะเลียนแบบในสิ่งที่พบเห็น ในตอนปลาย ๆ ของขั้นนี้ เด็กทำสิ่งต่าง ๆ ซ้ำ ๆ ด้วยวิธีต่าง ๆ ที่แปลกออกไป และเริ่มสร้างภาพความคิดในใจได้

2) ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (2 – 7 ปี) เด็กขั้นนี้จะมีพัฒนาการทางภาษาและการใช้สัญลักษณ์ก้าวหน้ารวดเร็วมาก จะเริ่มมีจินตนาการ เลียนแบบได้โดยไม่ต้องเห็นแม่แบบ ชอบเล่นสมมติโดยใช้สิ่งหนึ่งแทนสิ่งที่เป็นจริง เด็กในวัยนี้ยังมีขีดจำกัดในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เนื่องจากมีลักษณะที่ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง มีการรับรู้แบบมุ่งสู่ศูนย์กลาง ใส่ใจเฉพาะสภาวะที่ปรากฏโดยไม่ใส่ใจกระบวนการก่อนจะเกิดสภาวะนั้น และยังไม่อาจคิดย้อนกลับได้

3) ขั้นการคิดแบบเหตุผลรูปธรรม (7 – 11 ปี) เด็กส่วนใหญ่ในขั้นนี้จะอยู่ในระดับประถมศึกษาขึ้นไป ข้อจำกัดที่ปรากฏในขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผลจะหมดไป ฉะนั้นเขาจึงสามารถเข้าใจโน้ตัมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ การจัดหมวดหมู่หรือแบ่งหมู่ การจัดเรียงลำดับของสิ่งของ เวลา และอัตราเร่ง โดยความเข้าใจโน้ตัมดังกล่าวจะจำกัดอยู่ในเรื่องที่เป็นรูปธรรมเท่านั้น

4) ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (11 ปีขึ้นไป) เด็กจะสามารถคิดแก้ปัญหาหรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลนอกเหนือจากสิ่งที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ สามารถคิดสมมุติฐานหรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล และสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่กำหนด

1.2 ทฤษฎีการเสริมสร้างองค์ความรู้ (Constructivism)

นักจิตวิทยากลุ่มนี้ (สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) มีแนวคิดว่า นักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนัก ก่อนที่ครูจะจัดการสอนให้เน้นว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเองและการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้อย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือ นักเรียนเพียงแต่จดจำสิ่งต่าง ๆ ที่มีผู้บอกเท่านั้น แต่การเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะความรู้ (Inquiry Process)

1.3 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ (วัชรพล บรรดา, 2555: 14 อ้างอิงจาก กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2541) เสนอทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill theory) เป็นทฤษฎีที่เน้นการฝึกฝน ให้ทำแบบฝึกหัดมาก ๆ ซ้ำ ๆ จนเด็กคุ้นเคยกับวิธีการนั้น ๆ

2) ทฤษฎีการเรียนรู้โดยบังเอิญ (Incidental Learning Theory) เด็กจะเรียนรู้ได้ดี

เมื่อเกิดความต้องการ หรือ อยากรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดตามเหตุการณ์ที่เด็กประสบกับตัวเอง

3) ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) เด็กจะเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อสิ่งนั้นมีความหมายกับตัวเด็ก และเป็นเรื่องที่เด็กได้พบเห็นและปฏิบัติในชีวิตประจำวัน

2. หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ครูเป็นผู้มีความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะครูเป็นผู้กำหนดแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งการที่นักเรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์ได้จะต้องใช้หลักการต่าง ๆ เพื่อจัดการเรียนการสอนให้ส่งผลดีกับนักเรียนให้มากที่สุด มีนิกวิชาการได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้มากมาย ยกตัวอย่างดังนี้

เรย์ส และคณะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 14 - 25) ได้เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวข้างต้นไว้ 11 หลักการ ดังนี้

1) การให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น

การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งในด้านกว้างและด้านลึก สามารถมองเห็นความสมเหตุสมผลของคำตอบของสิ่งที่กำลังศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้มากที่สุด การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น อาจทำได้ด้วยการจัดกิจกรรมที่มีการลงมือปฏิบัติ แต่ต้องเป็นการปฏิบัติที่ต้องใช้ความคิดเข้ามาเกี่ยวข้องในการลงมือทำด้วย ซึ่งสามารถกระทำได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน หรือกับครู การมีประสบการณ์ตรงจากการใช้สื่อปฏิบัติหรือการใช้อุปกรณ์การเรียนรู้ เช่น หนังสือเรียนหรือเทคโนโลยีในการสอนประจำวันของครู สิ่งหนึ่งที่ท้าทายความสามารถของครูคือ การจัดเตรียมประสบการณ์ที่กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนให้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น

2) การเรียนรู้คือการพัฒนา

การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นไม่ได้เกิดขึ้นเอง นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดี เมื่อเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนนั้นมีความเหมาะสมกับพัฒนาการของนักเรียนในรูปแบบที่ทำให้เกิดความสนุกสนานและน่าสนใจ กลุ่มที่มีพรสวรรค์เกี่ยวกับการพัฒนาทางสติปัญญาของนักเรียนที่มีส่วนใกล้เคียงกับการที่จะรับรู้หรือค้นพบความรู้ที่ครูสอนให้ได้เสนอแนะว่า นักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมากในการพัฒนาและความพร้อมที่จะเรียนรู้ ดังนั้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 บางคนอาจเข้าใจการบวกก่อนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 บางคน ในทำนองเดียวกันนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต้นต้นบางคนอาจจะพบความยากลำบากในการนึกสร้างภาพวัตถุในใจนักเรียนเหล่านั้นอาจต้องการที่จะจับต้องและมองเห็นวัตถุนั้นจริง ๆ ก่อนที่จะสร้างความหมายจากสิ่งเหล่านั้น ในขณะที่เพื่อนร่วมชั้นอีกหลายคน อาจสามารถนึกสร้างภาพวัตถุในใจได้โดยง่าย

ครูมีบทบาทสำคัญยิ่งในการตัดสินใจเกี่ยวกับระดับพัฒนาการของนักเรียน ตลอดจนตัดสินใจเกี่ยวกับส่วนที่ใกล้เคียงกับการที่จะรับรู้หรือค้นพบตามที่ครูสอนให้ การตัดสินใจดังกล่าวจะส่งผลในการสร้างสภาพแวดล้อมของห้องเรียน ให้มีความเหมาะสมกับการที่จะกระทำการสำรวจทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียน นอกจากนี้ครูยังต้องเป็นผู้ให้คำแนะนำที่จำเป็นและช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ รู้จักสร้างการเชื่อมโยง และการพูดคุยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อีกด้วย

3) การเรียนรู้เกิดจากการเรียนรู้ที่มีมาก่อนแล้ว

เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นทั้งความรู้ที่เป็นโน้ตทัศน์ และความรู้ที่เป็นวิธีการ ซึ่งความท้าทายสำหรับนักเรียนไม่ใช่แค่การพัฒนาความรู้ทั้งสองอย่างดังกล่าว แต่เป็นการสร้างความเข้าใจระหว่างความรู้ทั้งสองอย่างด้วย ดังนั้นครูจะต้องจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบมีความเหมาะสมและทำให้นักเรียนเข้าใจได้ ซึ่งความรู้เดิมมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมาก เช่น การพยายามประมาณระยะทางเป็นกิโลเมตรคงไร้ประโยชน์ หากนักเรียนไม่ได้มีความรู้เดิมว่ากิโลเมตรคือ อะไร เป็นต้น

ตามหลักการเรียนรู้แบบบันไดเวียน (Spiral Approach) จะทำให้นักเรียนมีโอกาสมากมายที่จะพัฒนาและขยายมโนทัศน์ให้กว้างและลึกขึ้นไปเรื่อย ๆ ตามช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยที่การเรียนรู้แบบนี้จะมีการรวบรวมความรู้และการสร้างการเรียนรู้ใหม่จากการเรียนรู้เดิม อันเป็นผลช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยการเพิ่มระดับความยุ่งยากและซับซ้อนในสิ่งที่เรียนขึ้นไปเรื่อย ๆ ยกตัวอย่างเช่น ในเรื่องการวัดมุม ซึ่งนักเรียนประถมศึกษาคุ้นเคยและรู้จักมาแล้วระดับหนึ่ง และเมื่อสอนเนื้อหาเกี่ยวกับ “มุม” ในระดับที่สูงขึ้น ละเอียดยิ่งขึ้นและซับซ้อนขึ้น นักเรียนก็สามารถเอามโนทัศน์เกี่ยวกับการวัดมุมที่มีอยู่เดิม มาเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาที่ซับซ้อนขึ้น

4) การสื่อสารมีส่วนสำคัญในการสร้างความเข้าใจ

การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยการปฏิบัติสามารถนำไปสู่โอกาสที่หลากหลายในการคิด การพูดและการฟัง ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการพูด การอธิบายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การคาดการณ์ การอภิปราย การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนด้วยการพูดหรือการเขียน เป็นการกระตุ้นให้เกิดการเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การสื่อสารโดยการปฏิบัติเช่นนี้ล้วนเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ครูจะต้องจัดให้มี และครูจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับความเคร่งครัดในการใช้ภาษาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องก่อนวัยอันสมควร นักเรียนในทุกกระดับชั้นควรรู้จักสื่อสารด้วยการพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ก่อนการสื่อสารด้วยการเขียนหรือสัญลักษณ์

5) คำถามที่ดีช่วยส่งเสริมการเรียนรู้

ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ครู นักเรียนและเพื่อนนักเรียนด้วยกันควรมีโอกาสที่จะถามคำถามซึ่งกันและกัน คำถามเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมาก ในกระบวนการเรียนรู้ ครูควรจะต้อง

รู้ว่าเมื่อไหร่ควรจะต้องตอบคำถาม เมื่อไหร่จะต้องถามคำถามได้อีก ซึ่งคำถามครั้งหลังนี้อาจเป็นคำถามที่ช่วยให้สามารถตอบคำถามก่อนหน้านี้ได้

ในการถามคำถามของครูบางคำถามอาจเป็นคำถามที่ไม่ดี หรือถามขึ้นเพราะเข้าใจผิด บางคำถามอาจเหมาะกับบางเวลา ซึ่งในหลายครั้งที่คำถามมีคำตอบเฉพาะ มีความเหมาะสม เช่น ห้ายกกำลังสามได้เท่าไร แต่ในบางคำถามที่มีลักษณะปลายเปิด อาจมีความหมายและมีความเหมาะสมมากกว่า เช่น จะทำอะไรให้สามารถใส่ลูกปิงปองเข้าไปในกล่องขนาดตามที่กำหนดได้มากที่สุด ซึ่งการตั้งคำถามที่ดีนั้นสามารถกระตุ้นการคิดและการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดี

คำถามที่ดีมีหลายรูปแบบ โดยทั่วไปควรเป็นคำถามที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการคิด การวิพากษ์วิจารณ์ การสร้างความสัมพันธ์และสนับสนุนการเชื่อมโยงอย่างมีความหมาย

6) สื่อปฏิบัติช่วยในการเรียนรู้

สื่อปฏิบัติ มีบทบาทสำคัญในการสอนนักเรียนให้เรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา เนื่องจากโดยธรรมชาติแล้ว คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม สื่อปฏิบัติที่เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองจะช่วยให้มีโน้ตทัศน์ต่าง ๆ มีความเป็นรูปธรรมสำหรับนักเรียนมากขึ้น ทั้งนี้การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อนักเรียนสามารถเข้าใจในความสัมพันธ์พื้นฐานต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เหล่านั้น ภายใต้บริบทที่มีความหมายเช่น ในการพัฒนานโน้ตทัศน์เกี่ยวกับวงกลม ครูอาจใช้จานใบหนึ่งแสดงถึงโน้ตทัศน์ได้ โดยจานใบนี้ยังสามารถใช้ยกเป็นตัวอย่างเพื่ออธิบายโน้ตทัศน์อื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น พื้นที่ อาณาบริเวณ เส้นรอบรูป และเส้นผ่านศูนย์กลางที่นักเรียนไม่ทราบว่า มีสมบัติใดบ้างที่บ่งลักษณะของวงกลม ในระหว่างที่โน้ตทัศน์กำลังจะเกิดขึ้น การเลือกอุปกรณ์ที่ใช้แสดงถึงวงกลม จำเป็นจะต้องเป็นสื่อที่แสดงถึงลักษณะของวงกลมได้อย่างชัดเจน ควรหลีกเลี่ยงอุปกรณ์ที่มีลักษณะอื่นแฝงอยู่จนอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน เช่น จานที่เลือกมาจะต้องไม่มีลวดลาย หรือถ้ามีก็ต้องไม่เป็นลวดลายที่ดึงดูดความสนใจมากเกินไป ขอบจานจะต้องไม่บิดหรือมีรอยแตกร้าว เพราะอาจทำโน้ตทัศน์ของนักเรียนเกี่ยวกับวงกลมคลาดเคลื่อน

การใช้อุปกรณ์หรือสื่อปฏิบัติหลาย ๆ อย่างเพื่อนำเสนอโน้ตทัศน์หนึ่ง ถือว่าเป็นการแสดงอย่างเป็นรูปธรรมที่มีความหลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้ลักษณะหรือคุณลักษณะร่วมของโน้ตทัศน์นั้น ๆ ปรากฏชัดเจนขึ้นสำหรับนักเรียน เช่น การใช้จานกลม เหยี่ยวบาท แหวนเกลี้ยง เป็นสื่อรูปธรรมแสดงถึงโน้ตทัศน์ของวงกลม เป็นต้น

7) อภิปัญญา (Metacognition) มีผลต่อการเรียนรู้

อภิปัญญาเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง โดยคิดทบทวนหรือคิดไตร่ตรอง เพื่อวิเคราะห์ดูว่าความคิดนั้นถูกต้องหรือบกพร่องตรงไหน นักเรียนที่หมั่นคิดทบทวนความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองเสมอจะเป็นผู้ที่สละแสวงหาความเข้าใจ และอยากเห็นความ

สมเหตุสมผลของคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนรู้ โดยนักเรียนจะต้องรู้จักตระหนักถึงจุดแข็ง จุดอ่อน และ ลักษณะพฤติกรรมทั่วไปของตนเอง ตลอดจนองค์ประกอบทั้งหมดของกระบวนการ รวมถึง ยุทธศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย

บ่อยครั้งที่อภิปรายหรือการคิดทบทวนความคิดของตนเองของนักเรียนเองช่วยให้ นักเรียนสามารถควบคุมและแก้ไขพฤติกรรมของตนเองได้เช่น ถ้าปกรณรู้ว่าเขามักจะทำผิด บ่อยครั้งในการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข ปกรณก็จะใช้ความระมัดระวังมากขึ้นในการกดปุ่มบน เครื่องคิดเลข โดยอาจกดปุ่มให้ช้าลงและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากเครื่องคิด เลข การพัฒนาทางอภิปรายของนักเรียนจำเป็นต้องอาศัยการสังเกตและทบทวนความคิดของตนเอง เช่น นักเรียนคิดว่ารู้อะไรแล้ว นักเรียนคิดจะทำอะไรต่อ ตลอดจนการคิดในสิ่งที่เรียนรู้ เช่น นักเรียน คิดว่านักเรียนจะแก้ปัญหายังไง หรือคิดว่าวิธีแก้ปัญหานั้นมีข้อดีหรือข้อเสียอย่างไร

8) เจตคติของครูมีความสำคัญยิ่ง

เจตคติที่ดีของครูที่มีต่อการเรียนการสอน มักส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย ทั้งนี้เพราะการสอนของครูมีความสำคัญต่อนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้ เกิดแรงจูงใจให้อยากเรียน พบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ และเห็นคุณค่า ของคณิตศาสตร์ ครูที่สนุกกับการสอนคณิตศาสตร์ โดยให้ความสนใจต่อการมีส่วนร่วมและความ กระตือรือร้นของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากจะมีส่วนโน้มน้าวให้นักเรียนชอบ คณิตศาสตร์แล้ว ยังสามารถโน้มน้าวให้นักเรียนสนใจและตั้งใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วย เช่น ในการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ ถ้าครูให้ความสำคัญกับทักษะการคิดคำนวณ นักเรียนก็จะมองเห็นว่าการคิด คำนวณเป็นสิ่งที่สำคัญมาก แต่ถ้าครูให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์หรือวิธีการแก้ปัญหา ที่หลากหลาย ก็จะส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการคิดที่หลากหลาย ยิ่งไปกว่านั้นถ้าครูแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การแก้ปัญหามีโอกาสให้นักเรียนมีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเห็นนั้นเป็นการ แก้ปัญหาที่มีคุณค่าควรแก่การยกย่องแล้ว นักเรียนก็จะคิดว่าการวิพากษ์ วิจารณ์แนวคิดเพื่อการ แก้ปัญหานั้นสำคัญ การแสดงว่าอะไรเป็นสิ่งที่สำคัญและมีคุณค่าในแต่ละชั้นเรียนคณิตศาสตร์นั้น มีอิทธิพลอย่างมากไม่เพียงแต่กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ละวิธีการเรียนรู้ แต่ยังมีอิทธิพลต่อเจตคติของนักเรียน ที่มีต่อคณิตศาสตร์อีกด้วย

9) ประสบการณ์มีอิทธิพลต่อความวิตกกังวล

ความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกในทางลบต่อคณิตศาสตร์อย่างมาก อาการเบื้องต้นของความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์เช่น การขาดความมั่นใจ ไม่ชอบคิดคำนวณ มี แรงจูงใจต่ำ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ ความรู้สึกในทางลบทั้งหลาย อาจมาจากความรู้สึกไม่ ปลอดภัย กลัวความล้มเหลว กลัวการถูกลงโทษ กลัวความอับอาย หรือกลัวถูกตราหน้า นักเรียนบาง คนที่มีความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์ อาจดูได้จากการที่เป็นคนที่มีเจตคติทางลบต่อคณิตศาสตร์

มีงานวิจัยหลายชิ้นแสดงว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่ มีความรู้สึกในทางบวกต่อคณิตศาสตร์ แต่ความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อนักเรียนเลื่อนชั้นไปเรียนในระดับมัธยมศึกษา นักเรียนที่มีความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์มีแนวโน้มที่จะเลือกเรียนคณิตศาสตร์น้อยลงในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้ส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถไปเรียนในหลาย ๆ วิชาชีพที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน วิธีการที่ครูจะช่วยให้นักเรียนขจัดหรือลดปัญหาความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์มีดังนี้

- (1) ควรเน้นย้ำถึงความหมายและความเข้าใจมากกว่าการจดจำอย่างไม่เข้าใจ การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องมีลักษณะของความสมเหตุสมผล นักเรียนที่พยายามจดจำเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่เรียนโดยปราศจากความเข้าใจนั้น มีความเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์
- (2) ควรแสดงหรือสาธิตยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหาแทนการสอนที่มุ่งใช้กลวิธี เพื่อให้ได้คำตอบหรือผลลัพธ์แต่อย่างเดียว การส่งเสริมให้นักเรียนให้เสนอคำแนะนำที่หลากหลาย ตลอดจนการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองความคิด แล้วดูว่าเกิดอะไรขึ้น จะช่วยให้นักเรียนตระหนักว่า ความผิดพลาดในยุทธศาสตร์หรือขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นเป็นเรื่องธรรมดา ครูควรเตือนให้นักเรียนระลึกว่า การทำตามกระบวนการของการแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องใช้เวลานั้นสำคัญมากกว่าผลลัพธ์หรือคำตอบ การให้ความสำคัญกับกระบวนการมากกว่าคำตอบ จะช่วยลดความวิตกกังวลของนักเรียนอันเนื่องมาจากการได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องได้
- (3) ควรจัดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจและท้าทาย และควรเป็นสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประสบความสำเร็จ ซึ่งผลจากประสบการณ์ที่ได้ประสบความสำเร็จทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น
- (4) ควรทำให้นักเรียนทุกคนได้รู้สึกซาบซึ้งในคุณค่า ประโยชน์และความสำคัญของคณิตศาสตร์ ครูต้องชี้ให้นักเรียนเห็นว่าทุกคนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ควรหลีกเลี่ยงการแสดงความคาดหวังในการเรียนคณิตศาสตร์ ว่าขึ้นอยู่กับเชื้อชาติ ศาสนา เพศ หรือพื้นฐานทางครอบครัวของนักเรียน
- (5) เป็นผู้นำให้นักเรียนเห็นถึงความสนุกสนานในการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- (6) ควรรักษาและแสดงออกถึงเจตคติในทางบวกของครูที่มีต่อคณิตศาสตร์และที่มีต่อนักเรียน
- (7) ควรมีโอกาสให้นักเรียนได้บอกครูถึงความรู้สึกที่มีต่อคณิตศาสตร์ว่า อะไรคือสิ่งที่นักเรียนชอบ ทำไมนักเรียนชอบสิ่งเหล่านั้น การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง ซึ่งการวินิจฉัยเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนเล่ามา สามารถช่วยครูให้ทราบถึงความวิตกกังวลในคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

(8) ควรระวังในการเน้นย้ำเกี่ยวกับอัตราเร็วในการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดในห้องเรียน ต้องไม่ทำงานมากเกินไป นักเรียนบางคนอาจชอบความท้าทายจากการแข่งขัน แต่บางคนอาจไม่รู้สึกดีนักกับความกดดันในเรื่องเวลา การแข่งขันในเรื่องเวลาอาจนำนักเรียนไปสู่ความวิตกกังวลและความกลัวในคณิตศาสตร์ได้

(9) การศึกษาและการเรียนรู้ การใช้เทคนิควินิจัย ในการชี้ตัวนักเรียนที่มีปัญหาหรือต้องการความช่วยเหลือจากครู ซึ่งจะสามารถทำให้ครูช่วยเหลือนักเรียนให้กลับมาเรียนทันเพื่อน ๆ ได้ในเวลาอันสั้น

(10) ความถนัดตามธรรมชาติของแต่ละเพศนั้นมีความเท่าเทียมกัน

ความหลากหลายซับซ้อนของแรงผลักดันในสังคมที่ส่งผลให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันทางเพศนั้น สัมพันธ์กับการเรียนคณิตศาสตร์เช่น พ่อแม่ของนักเรียนอาจแสดงความคาดหวังในชั้นเรียนที่มีต่อลูกชายและลูกสาวแตกต่างกัน ครูอาจปฏิบัติต่อเด็กชายและเด็กหญิงในชั้นเรียนแตกต่างกัน เช่น ครูอาจเรียกถามคำถามนักเรียนชายบ่อยกว่านักเรียนหญิง ในการตอบคำถามได้ถูกต้อง ครูอาจชมนักเรียนหญิงน้อยกว่านักเรียนชาย และครูมีความใส่ใจในการให้กำลังใจนักเรียนหญิงที่ตอบคำถามไม่ถูกต้องน้อยกว่า นอกจากนั้นครูยังมีแนวโน้มที่จะมองความผิดพลาดของนักเรียนชายว่าเกิดจากการขาดความสนใจ ในขณะที่ครูกลับมองว่าความผิดพลาดของนักเรียนหญิงเกิดจากตัวของนักเรียนเอง สิ่งเหล่านี้อาจทำให้นักเรียนหญิงคิดว่าตัวเองไม่มีความรู้ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจส่งผลต่อการเรียนรู้ได้

(11) ความทรงจำสามารถทำให้ดีขึ้นได้

ความทรงจำเป็นลักษณะหนึ่งที่สำคัญของการเรียนรู้ เช่น ถ้านักเรียนสามารถบอกเวลาจากนาฬิกาในห้องเรียนได้ แต่ไม่สามารถบอกเวลาจากนาฬิกาที่บ้านได้ สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีปัญหาทางด้านความทรงจำ ความทรงจำ สะท้อนให้เห็นถึงความคงทนในการเก็บความรู้ไว้ การรักษาทักษะที่ได้รับการฝึกฝน หรือพฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่มักใช้บ่อย ๆ ให้ได้นาน การลืมเป็นปัญหาในการเรียนทุกวิชา แต่เมื่อเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากขึ้น ความสำคัญของปัญหาการลืมก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย การลืมเกิดขึ้นได้ในทุกช่วงเวลาหรืออาจเกิดในช่วงเวลาใด เวลาหนึ่ง

การทำให้ความทรงจำดีขึ้น มีข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

(11.1) การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการที่จะช่วยคำจุนความทรงจำทุกขั้นตอนของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความรู้ ทักษะและการแก้ปัญหา จะมีการพัฒนาขึ้นอย่างมีความหมาย การเรียนรู้ด้วยความเข้าใจจะส่งผลทำให้เกิดความทรงจำที่ยาวนานขึ้น

(11.2) บริบทของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ ส่งผลให้เกิดการเชื่อมโยงที่เป็นประโยชน์ต่อความทรงจำระยะยาว เช่น การสำรวจศึกษาเกี่ยวกับเส้นรอบรูปหรือเส้นรอบวงกลม อาจทำได้ด้วยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบรูปของวงกลมหลาย ๆ วง การลงมือปฏิบัติที่ได้

วัดเกี่ยวกับวงกลมได้บันทึกข้อมูลและสังเกตแบบรูปที่ได้ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงไปสู่การจดจำว่า อัตราส่วนของความยาวของเส้นรอบวงต่อความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางนั้นคงที่

(11.3) การสร้างความเชื่อมโยงช่วยให้เกิดความทรงจำระยะยาว การเชื่อมโยงช่วยทำให้นักเรียนมองเห็นว่า ความคิดทางคณิตศาสตร์นั้นสัมพันธ์กันและเกี่ยวข้องกับโลกของความจริงอย่างไร หัวข้อต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไม่ควรนำไปสอนเดี่ยว ๆ เหมือนกับเป็นหัวข้อที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ในทางตรงกันข้ามแต่ละหัวข้อคณิตศาสตร์ควรสอนเชื่อมโยงและบูรณาการกับสาระในหัวข้ออื่น ๆ ตามที่ควรจะเป็นและสอนสาระที่พัฒนาควบคู่ไปกับการแก้ปัญหาและการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ภายใต้บริบทที่มีความหมาย

(11.4) การทบทวนความคิดสำคัญ ๆ เป็นระยะ ช่วยตอกย้ำความรู้และความสามารถส่งผลทำให้เกิดความทรงจำในความรู้คณิตศาสตร์อย่างมาก ในเด็กทุกช่วงวัย การทบทวนนี้จะช่วยขัดเกลาและเสริมให้ความรู้ที่มีอยู่นั้นชัดเจนอยู่เสมอและยังส่งผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน เห็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ในขั้นสูงต่อไป ตลอดจนส่งเสริมความทรงจำให้ดีขึ้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าว ครูควรนำแนวคิดทั้งหลายเหล่านี้มาปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความสมดุลในการพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งครูจะต้องคำนึงถึงการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้รับความรู้คณิตศาสตร์ และมีประสบการณ์ที่มุ่งพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปัจจุบันถือเป็นสาระสำคัญที่ครูจะต้องพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

ยุพิน พิพิธกุล (ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์, 2555: 10 อ้างอิงจาก ยุพิน พิพิธกุล, 2539) ได้เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

- 1) ควรสอนจากเรื่องง่ายไปหาเรื่องยาก เช่น การยกตัวอย่างควรจะยกตัวอย่างเป็นตัวเลขง่าย ๆ ก่อนแล้วจึงไปสู่สัญลักษณ์
- 2) เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการสอนรูปธรรมประกอบ
- 3) สอนสัมพันธ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมด การรวบรวมเรื่องเดียวกันให้เป็นหมวดหมู่ เช่น เส้นสัมผัส เส้นขนาน สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น
- 4) เปลี่ยนวิธีสอนไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจ อาจจะมี กลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ การ์ตูนปริศนา ต้องรู้จักสอดแทรกให้

บทเรียนน่าสนใจ

- 5) ใช้ความสนใจของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงคลไจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงควรมีการนำเข้าสู่บทเรียนเร้าใจเสียก่อน
 - 6) ควรสอนผ่านประสาทสัมผัส ผู้สอนอย่าพูดเฉย ๆ โดยไม่ให้นักเรียนเห็นตัวอักษร ไม่เขียนกระดานดำ เพราะการพูดเฉย ๆ ไม่เหมาะกับวิชาคณิตศาสตร์
 - 7) ควรคำนึงถึงประสบการณ์เดิมและทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควรต่อเนื่องกับกิจกรรมเดิม
 - 8) เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน เช่น เซตที่เท่ากันกับเซตที่เทียบเท่ากัน ยูเนียนกับอินเตอร์เซกชัน เป็นต้น
 - 9) สอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้าง ไม่ใช่สอนเน้นแต่เนื้อหา
 - 10) เรื่องที่จะสอนไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ครูบางคนชอบให้โจทย์ยาก ๆ เกินหลักสูตรที่กำหนด อาจทำให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน ท้อถอย ในการสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาให้เหมาะสม สอนให้ผู้เรียนสรุปได้ด้วยตนเอง อย่ารีบร้อนบอกความรู้จนเกินไป
 - 11) การยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างจนนักเรียนเห็นรูปแบบ จะช่วยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้
 - 12) ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียน น่าเรียนยิ่งขึ้น วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนหนัก ครูไม่ควรจะเคร่งเครียดจนเกินไป
 - 13) ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้น และตื่นตัวอยู่เสมอ
 - 14) ผู้สอนควรแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเสมอ เพื่อจะนำสิ่งแปลกใหม่มาถ่ายทอดให้ผู้เรียน และผู้สอนควรเป็นผู้มีความศรัทธาในอาชีพของตน จึงจะทำการสอนได้ดี
- สิริพร ทิพย์คง (พัชรารัตน์ วัฒนบุตร, 2556: 10 - 11 อ้างอิงจาก สิริพร ทิพย์คง, 2545)
- ได้เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้
- 1) สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม เช่น หากครูต้องการสอนทฤษฎีเกี่ยวกับผลบวกของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ รวมกันเป็น 180 องศา ครูควรให้นักเรียนทุกคนตัดกระดาษเป็นรูปสามเหลี่ยมใด ๆ แล้วพับมุมทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมาจดกันที่ฐาน นักเรียนจะเห็นว่าผลบวกของมุมทั้งสามเท่ากับ 180 องศา เป็นต้น
 - 2) สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนก่อน แล้วค่อยสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัวนักเรียน เช่น การคะเนความยาว ครูควรให้นักเรียนคะเนความยาวของดินสอที่นักเรียนใช้ ความยาวของโต๊ะนักเรียนก่อน การคาดคะเนความกว้างและความยาวของห้องเรียน เป็นต้น
 - 3) สอนเรื่องที่ยากก่อนสอนเรื่องที่ยาก เช่น สอนการบวกก่อนสอนการคูณ สอนการแก้สมการตัวแปรเดียวก่อนแล้วค่อยสอนแก้สมการสองตัวแปร เป็นต้น

4) สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน เช่น การสอนเรื่องรูปวงกลม ครูควรสอนเกี่ยวกับจุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด รูปทั่วไปของสมการวงกลม แทนที่จะสอนโฟกัสของวงกลม พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา

5) สอนให้คิดตามลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล โดยขั้นตอนที่กำลังทำเป็นผลมาจากขั้นตอนก่อนหน้านั้น

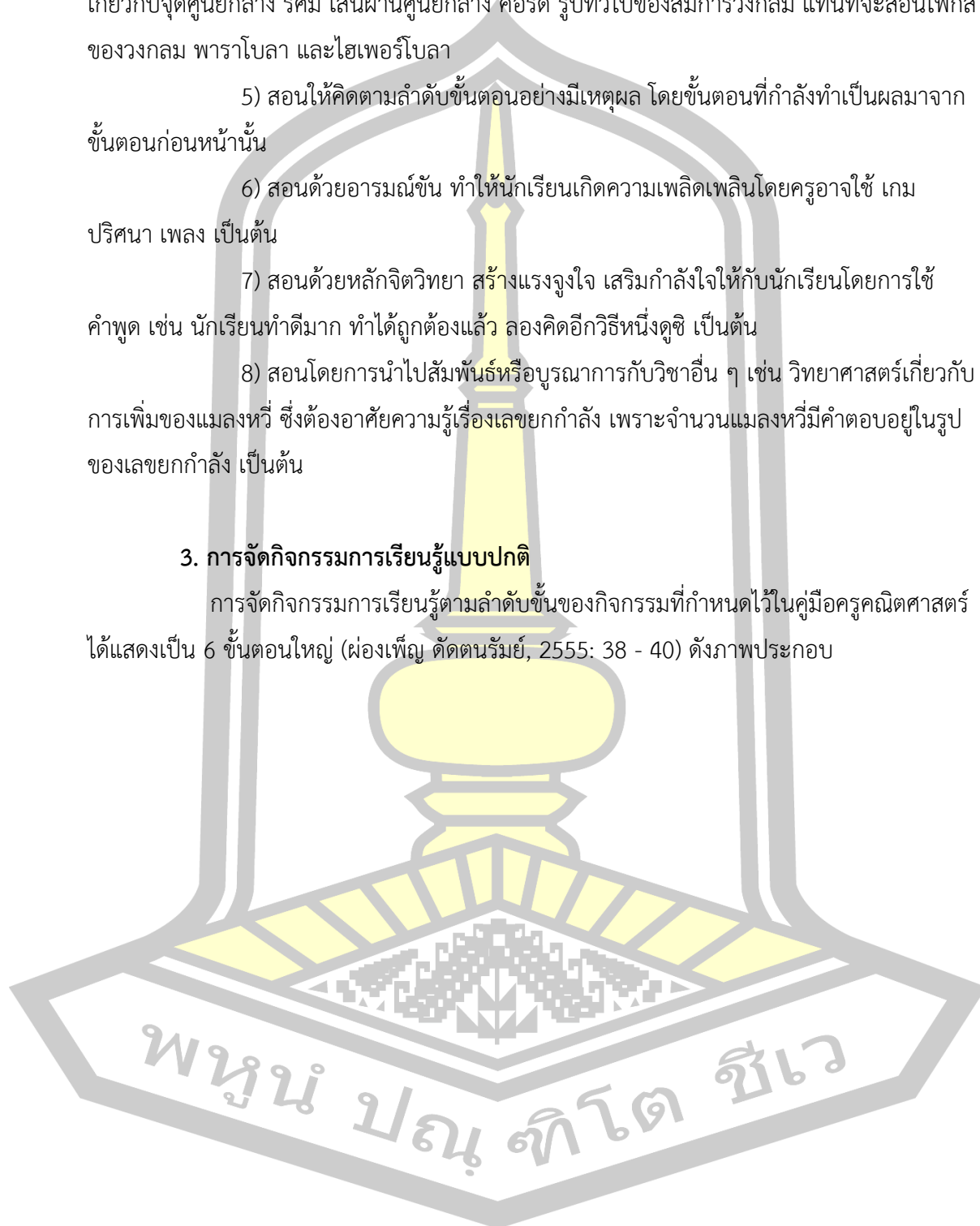
6) สอนด้วยอารมณ์ขัน ทำให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลินโดยครูอาจใช้ เกม ปริศนา เพลง เป็นต้น

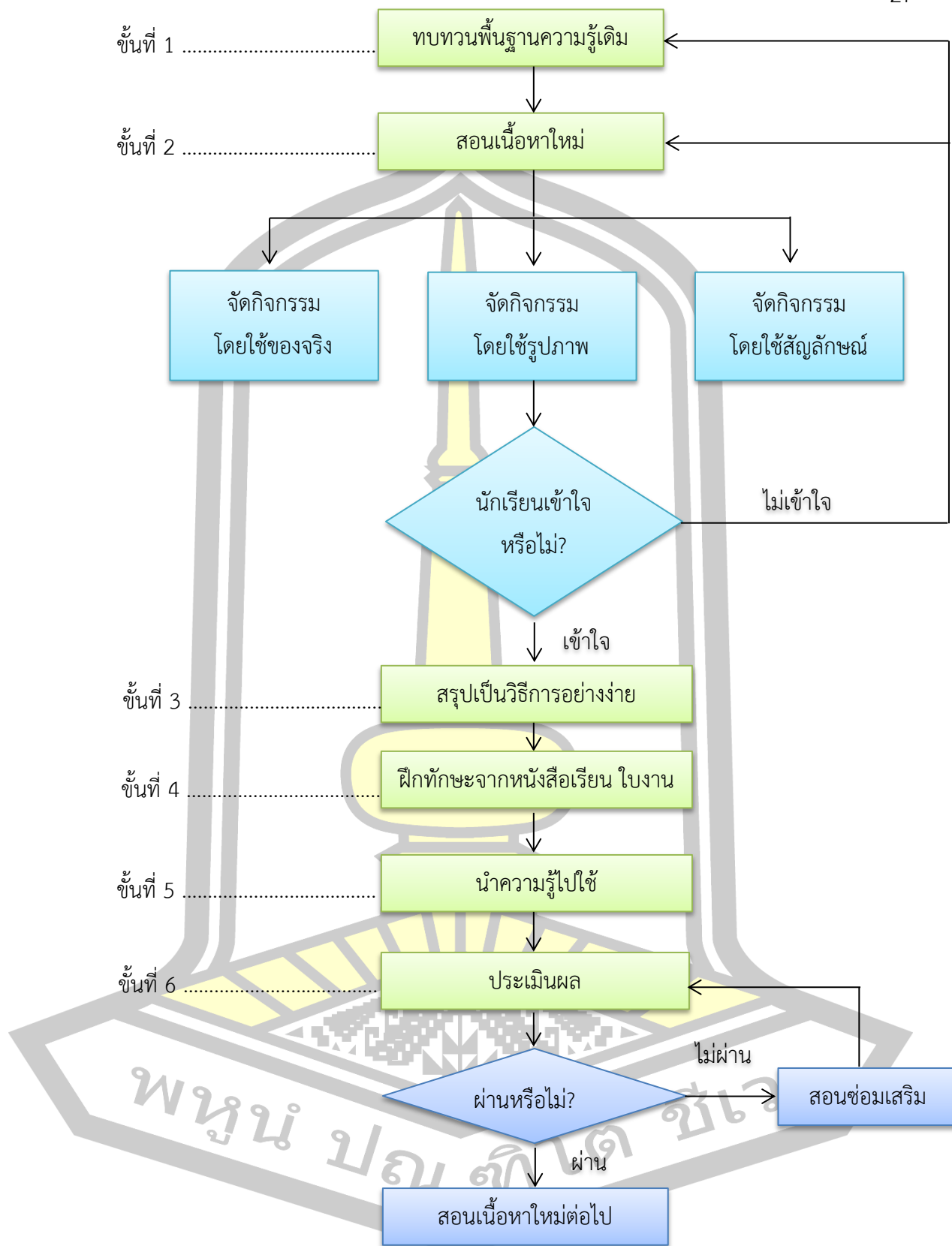
7) สอนด้วยหลักจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้กับนักเรียนโดยการใช้คำพูด เช่น นักเรียนทำดีมาก ทำได้ถูกต้องแล้ว ลองคิดอีกวิธีหนึ่งดูซิ เป็นต้น

8) สอนโดยการนำไปสัมพันธ์หรือบูรณาการกับวิชาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเพิ่มของแมลงหวี่ ซึ่งต้องอาศัยความรู้เรื่องเลขยกกำลัง เพราะจำนวนแมลงหวี่มีค่าตอบอยู่ในรูปของเลขยกกำลัง เป็นต้น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นของกิจกรรมที่กำหนดไว้ในคู่มือครูคณิตศาสตร์ได้แสดงเป็น 6 ขั้นตอนใหญ่ (ผ่องเพ็ญ ดัดตนรัมย์, 2555: 38 - 40) ดังภาพประกอบ





ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ในคู่มือครู

จากภาพประกอบแสดงลำดับขั้นตอนการสอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ขั้นการจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เดิม ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

ขั้นการจัดกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดในเนื้อหาของบทเรียน ที่นำมาจัดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนต่อไป

2.1 การใช้ของจริงหมายถึง ขั้นที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริง หรือ รูปประกอบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปนำไปสู่นามธรรม

2.2 การใช้รูปภาพ หมายถึง การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากภาพ หรือ เรียกว่าจัดประสบการณ์ระดับกึ่งรูปธรรม

2.3 การใช้สัญลักษณ์ หมายถึง ขั้นการจัดประสบการณ์ระดับนามธรรม หลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงและโดยใช้รูปภาพแล้ว ผู้สอนจะใช้ตัวเลขหรือเครื่องหมาย หรือ ประโยคสัญลักษณ์แทน เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประโยคสัญลักษณ์และข้อความ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปเป็นวิธีอย่างง่าย

ขั้นการจัดกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมแล้วสรุปความรู้ ความคิดรวบยอด เชื่อมโยงนำไปสู่วิธีคิด เพื่อสะดวกในการนำไปใช้ครั้งต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ

เมื่อผู้เรียนสรุปหลักการได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือ แบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้

ขั้นกิจกรรมการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องหรือใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ โดยให้ผู้เรียนทำโจทย์ปัญหา หรือ ทำกิจกรรมที่มักประสบในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

ขั้นกิจกรรมตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจตรวจสอบจากการทำแบบฝึกหัด จากการอภิปราย การซักถาม ถ้าพบว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่อง ผู้สอนจะต้องทำการซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

จากขั้นตอนการสอนข้างต้น จะเรียกขั้นตอนการสอนดังกล่าวว่า “การสอนแบบปกติ” ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มควบคุม แต่เนื่องจากสื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างเอกสารประกอบการสอน แบบฝึกหัด และใช้หนังสือเรียน

ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าจึงกำหนดรายละเอียดของขั้นตอนการสอนแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

สอนเนื้อหาใหม่โดยใช้เอกสารประกอบการสอน แบบฝึก หนังสือเรียน ประกอบ
กิจกรรมการสอน

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปเป็นวิธีอย่างง่าย

ให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ ความคิดรวบยอด สำหรับนำไปใช้ต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ

ให้ผู้เรียนฝึกทักษะจากการทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือ แบบฝึกทักษะที่ครู
มอบหมายให้

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้

ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาแบบเดียวกัน หรือ ใกล้เคียงกันกับโจทย์
ปัญหาจากหนังสือเรียน หรือ แบบฝึกทักษะที่ครูมอบหมายให้

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

ประเมินผลจากการอภิปราย ตอบคำถาม ตรวจการทำแบบฝึกหัด หรือ งานอื่นๆ ที่
ได้รับมอบหมาย

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
แตกต่างกันตรงสื่อประกอบการจัดกิจกรรม กล่าวคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติใช้สื่อ
ตามปกติ กล่าวคือ ใบความรู้ เอกสารประกอบ แบบฝึก และ หนังสือเรียน แต่การจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบราเพิ่มเติม ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าจึงให้
ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา หมายถึง กิจกรรมการเรียนการ
สอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียน มีความรู้พื้นฐานเพียงพอสำหรับเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

ใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบราและใบความรู้ สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปเป็นวิธีอย่างง่าย

ให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ ความคิดรวบยอด สำหรับนำไปใช้ต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ

ให้นักเรียนฝึกทักษะจากโจทย์ปัญหา รวมทั้งขั้นตอนการแก้ปัญหของโจทย์ จากการใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้

ให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือ ใกล้เคียงกับปัญหาจากการฝึกทักษะโดยสื่อโปรแกรมจีโอจีบรา หรือ ปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

ตรวจสอบจากการอภิปราย ตอบคำถามขณะใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา ตรวจการทำแบบฝึกหัด หรือ งานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

โปรแกรมจีโอจีบรา

1. ความเป็นมา

1.1 โปรแกรมจีโอจีบราคืออะไร

โปรแกรมจีโอจีบราเป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์พลวัต (Dynamic Mathematics Software : DMS) ที่ถูกออกแบบมาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ถึงระดับมหาวิทยาลัย สามารถใช้โปรแกรมจีโอจีบราในการแสดงโมโนทัศน์ (Mathematics Concept) ได้ดีเทียบเท่ากับการใช้โปรแกรมจีโอจีบราในการสร้างสื่อ วัสดุการสอน ยิ่งกว่านั้น โปรแกรมจีโอจีบรา มีศักยภาพที่จะส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered Approach) ส่งเสริมการทดลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Experiments) การสำรวจ (Explorations) และการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry Method)

สามารถดาวน์โหลดตัวติดตั้งได้ฟรีหรือใช้งานได้จากเว็บไซต์ www.geogebra.org หรือเว็บไซต์อื่น ๆ หากต้องการใช้งานออนไลน์สามารถใช้งานได้จากเมนู GeoGebra Web – Start โปรแกรมนี้ทำงานโดยอาศัยโปรแกรม Java และรองรับได้ทุกระบบปฏิบัติการ (เช่น Window, Linux , Max, IOS เป็นต้น) รองรับหลายภาษาไม่เพียงแต่เมนูใช้งาน (Menu) แต่คำสั่งต่าง ๆ (Commands) ก็ยังรองรับมากกว่า 35 ภาษา (GeoGebra 3.0) (Preiner, 2008: 36)

ความนิยมในการใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั่วโลก ในปี พ.ศ. 2551 จากบันทึกของเว็บไซต์ พบว่ามีผู้เข้ามาเยี่ยมชมเว็บไซต์ประมาณ 300,000 คนต่อเดือน จาก 188 ประเทศ และผู้พัฒนาโปรแกรมประมาณการณ์ว่า ครูทั่วโลกประมาณ 100,000 คน ได้ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการสร้างสื่อ วัสดุอุปกรณ์การสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับนักเรียน ลักษณะเด่นของโปรแกรมจีโอจีบราคือ ไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่าย ผู้ริเริ่มพัฒนาโปรแกรม

กล่าวว่า สาเหตุที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพราะว่า “การจัดการศึกษานั้นจะต้องฟรี” ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมรวมทั้งครูมีความเชื่อมั่นในการนำโปรแกรมดังกล่าวมาจัดกิจกรรมในห้องเรียน ถึงแม้ว่าจะไม่เคยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ในห้องเรียนมาก่อน ยิ่งกว่านั้นมีผู้ใช้โปรแกรมบางคนแปรเมนูการใช้งานรวมคำสั่งต่าง ๆ เป็นภาษาอื่น ๆ ทั้งหลังจากสร้างสื่อการเรียนการสอนแล้วยังได้มีการแบ่งปันสื่อบนเว็บไซต์ www.geogebra.org และคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการแก้ปัญหาให้กับผู้ใช้งานคนอื่น ๆ ด้วย (Preiner, 2008: 36)

1.2 ประวัติย่อของโปรแกรมจีโอจีบรา

การพัฒนาโปรแกรมริเริ่มขึ้นในปี 2544 เมื่อ มาร์คัส โฮเฮนวาร์เตอร์ ได้ทำโครงการวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ณ มหาวิทยาลัยซัลส์บวร์ก ประเทศออสเตรีย โดยเขาพยายามที่จะนำความสามารถของโปรแกรมเรขาคณิตพลวัต (Dynamic Geometry Software) และความสามารถของระบบพีชคณิตของคอมพิวเตอร์ (Computer Algebra) มารวมกัน ในขณะที่โปรแกรมอื่น ๆ พยายามแยกความสามารถทั้งสองออกจากกัน รวมทั้งให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาและนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยสามารถใช้งานโปรแกรมได้ (Preiner, 2008: 37)

หลังจากนั้นผู้ริเริ่มพัฒนาโปรแกรม ได้นำโปรแกรมเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตแล้ว ในปี พ.ศ. 2545 ครูทั้งในประเทศออสเตรียและประเทศเยอรมนี เริ่มใช้โปรแกรมจีโอจีบราในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปรากฏว่าได้รับผลตอบรับดีมากจากครูเหล่านี้ ในปีเดียวกัน โปรแกรมจีโอจีได้รับรางวัล EASA (European Academic Software Award) ณ เมือง Roneby ประเทศสวีเดน ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้ผู้ริเริ่มพัฒนาโปรแกรมพัฒนาความสามารถในการใช้งานและฟังก์ชันต่าง ๆ ของโปรแกรมจีโอจีบรามากยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยาศาสตร์ออสเตรีย (Austrian Academy of Science) ได้มอบทุน DOC Scholarship Award ให้กับมาร์คัสเพื่อการพัฒนาโปรแกรมจีโอจีบรา มาร์คัสจบปริญญาเอก (Ph.D.) จากการนำโปรแกรมไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศออสเตรีย หลังจากนั้นอีก 4 ปี โปรแกรมได้รับรางวัลอีกมากมายทั้งในทวีปยุโรป และรางวัลในประเทศออสเตรีย ประเทศเยอรมนีและประเทศฝรั่งเศสด้วย (Preiner, 2008: 37)

ในปี พ.ศ. 2549 มาร์คัสได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (National Science Foundation : NFS) และหุ้นส่วนทางวิทยาศาสตร์ (Science Partnership) ในโครงการอบรมครู ของมหาวิทยาลัยฟลอริดา แอตแลนติก สหรัฐอเมริกา ทำให้โปรแกรมจีโอจีบราได้รับการพัฒนามากยิ่งขึ้นอย่างเด่นชัด 2 ปีสุดท้ายก่อนหยุดความร่วมมือกับทั้งสองสถาบันดังกล่าว โปรแกรมจีโอจีบราได้รับการพัฒนาลักษณะเด่น เพื่อสร้างสื่อการเรียนการสอนแบบตอบโต้ได้ (Interactive Instructional Materials) เรียกลักษณะเด่นนี้ว่า แผ่นงานพลวัต

(Dynamic Worksheet) และมีโครงการเพิ่มความสามารถของโปรแกรมและขยายให้ครูและนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ สามารถใช้งานได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น

2. การออกแบบของโปรแกรมจีโอจีบรา

2.1 ลักษณะเด่นของโปรแกรมจีโอจีบรา

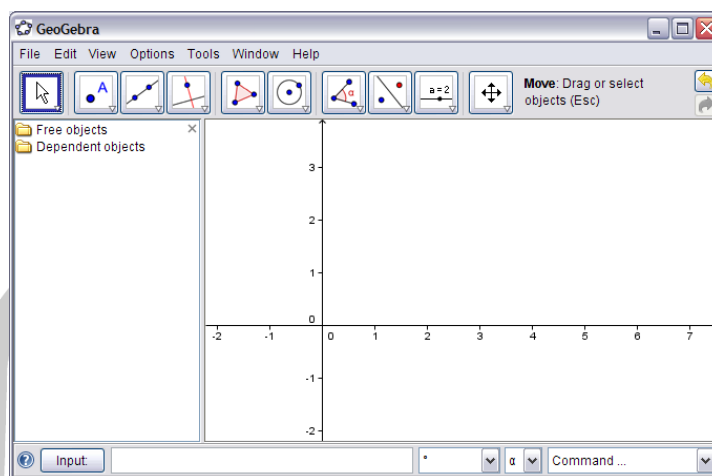
เมื่อไม่นานมานี้มีโปรแกรมทางการศึกษา 2 ประเภทที่เชื่อมโยงศาสตร์เรขาคณิตและพีชคณิตเข้าด้วยกัน และถูกนำไปจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ประเภทแรก โปรแกรมทางเรขาคณิตพลวัต (Dynamic Geometry Software : DGS) ที่ผู้ใช้งานสามารถสร้างเรขาคณิตโดยใช้สัจพจน์ของยูคลิดและยังคงไว้ซึ่งสมบัติและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิต

ในขณะที่โปรแกรมทางเรขาคณิตบางโปรแกรมได้มีการเพิ่มลักษณะพื้นฐานเชิงพีชคณิตโดยมีการแสดงสมการของเส้นตรงและภาคตัดกรวย รวมทั้งนิพจน์ทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แต่ผู้ใช้งานไม่สามารถแก้ไขได้โดยตรง ส่วนโปรแกรมอีกประเภท คือ ระบบพีชคณิตของคอมพิวเตอร์ (Computer Algebra System : CAS) ที่สามารถดำเนินการหรือกระทำทางพีชคณิต เรขาคณิต วิเคราะห์ และแคลคูลัส การใช้สมการของรูปภาพหรือวัตถุเชิงเรขาคณิต ระบบพีชคณิตของคอมพิวเตอร์ สามารถบอกตำแหน่งสัมพัทธ์ของวัตถุเชิงเรขาคณิต เมื่อเทียบกับวัตถุอื่น ๆ และสามารถแสดงภาพ ระบบพีชคณิตของคอมพิวเตอร์สามารถแสดงกราฟได้ แต่กราฟนั้นไม่สามารถแก้ไขโดยตรงจากผู้ใช้งานได้

โปรแกรมจีโอจีบราจะรวมความสามารถของโปรแกรมทั้ง 2 ประเภทนี้ เรขาคณิตพีชคณิต และแคลคูลัสจะถูกรวมเข้าด้วยกัน จะสามารถแสดงทั้งองค์ประกอบพีชคณิตเชิงจำนวน แสดงพิกัด สมการ หรือ สมการอิงพารามิเตอร์ และองค์ประกอบเชิงเรขาคณิตเป็นชุดวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับองค์ประกอบเชิงพีชคณิต โดยองค์ประกอบทั้ง 2 ชนิดสามารถแก้ไขได้โดยตรงจากผู้ใช้งาน เมื่อลากเมาส์แล้วสมบัติเชิงเรขาคณิตก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปแบบอัตโนมัติ ในทำนองเดียวกันสมบัติเชิงพีชคณิตอาจสามารถแก้ไขได้โดยการใช้แป้นพิมพ์แล้วสมบัติเชิงเรขาคณิตก็จะเปลี่ยนแปลงแบบสอดคล้องกัน การรวมความสามารถของโปรแกรมทั้ง 2 ประเภท ทำให้ขอบเขตความสามารถในการใช้งานของโปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมความเข้าใจในทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มากขึ้นในวิธีที่แทบจะเป็นไปไม่ได้เมื่อหลายปีที่แล้ว

2.2 หน้าต่างผู้ใช้งาน (GeoGebra user interface)

เมื่อโปรแกรมจีโอจีบรารวมความสามารถของโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตกับระบบพีชคณิตของคอมพิวเตอร์ หน้าต่างผู้ใช้งาน (Interface) ของโปรแกรมจีโอจีบราจึงมีองค์ประกอบแตกต่างจากโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ โดยการแบ่งหน้าต่างออกเป็น 2 ส่วน คือ หน้าต่างพีชคณิต (Algebra Window) และหน้าต่างภาพ (Graphical Window) ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 2 หน้าต่างผู้ใช้งานของโปรแกรมจีโอจิบรา

1) หน้าต่างภาพ (Graphical window)

หน้าต่างจะถูกวางไว้ทางขวาของหน้าต่างโปรแกรม ประกอบด้วยแผ่นภาพไว้สำหรับนำเสนอภาพเรขาคณิต แกนระบบพิกัดฉากและ กริด สามารถถูกแสดงหรือซ่อนโดยผู้ใช้งาน ในหน้าต่างภาพ วัตถุต่าง ๆ สามารถดัดแปลง แก้ไขได้โดยการลากด้วยเมาส์ ในขณะที่วัตถุหรือรูปภาพทางเรขาคณิต จะสร้างได้จากเครื่องมือบนแถบเครื่องมือ (toolbar)

2) แถบเครื่องมือ (Toolbar)

แถบเครื่องมือประกอบด้วยกล่องเครื่องมือสำหรับสร้างรูปเรขาคณิต หากต้องการใช้เครื่องมือใด สามารถทำได้โดยการใช้เมาส์เลือกที่กล่องเครื่องมือ นั้น ชื่อของกล่องเครื่องมือที่ถูกเลือกและตัวช่วยแถบเครื่องมือจะอยู่ทางขวาถัดจากแถบเครื่องมือ จะสามารถแสดงวิธีใช้ แสดงวิธีสร้างวัตถุขึ้นใหม่ มุมขวาสุดของแถบเครื่องมือ มีปุ่มย้อนกลับ (Undo) และปุ่มทำซ้ำ (Redo) ช่วยให้ผู้ใช้งานแก้ไขข้อผิดพลาดที่ละขั้นได้

3) หน้าต่างพีชคณิต (Algebra window)

หน้าต่างนี้อยู่ทางซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม ประกอบด้วยสิ่งที่แสดงวัตถุเชิงพีชคณิตและเชิงจำนวน ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

วัตถุอิสระ (Free objects)

สามารถแก้ไข ดัดแปลงได้โดยตรงจากผู้ใช้งานและเป็นอิสระจากวัตถุอื่น ๆ

วัตถุไม่อิสระ (Dependant objects)

เป็นวัตถุที่เกิดจากขั้นตอนการสร้างและขึ้นอยู่กับวัตถุเริ่มต้น (Parent objects) แม้ว่าจะไม่สามารถแก้ไขได้โดยตรงแต่เมื่อเปลี่ยนแปลงวัตถุเริ่มต้นแล้ววัตถุไม่อิสระจะ

เปลี่ยนแปลงไปด้วย จะเรียกวัตถุทั้ง 2 ชนิดว่า “วัตถุช่วย” (Auxiliary objects) หมายความว่า จะสามารถลบวัตถุช่วยออกจากหน้าต่างพีชคณิตได้

นิพจน์พีชคณิต (Algebraic expressions) สามารถแก้ไขได้โดยตรงในหน้าต่างพีชคณิต หากไม่ต้องการแสดงหน้าต่างพีชคณิต สามารถซ่อนได้โดยใช้เมนูมุมมอง (View menu)

4) ช่องนำเข้า (Input field)

ช่องนำเข้าตามปกติแล้วจะถูกวางไว้ด้านล่างของหน้าต่างโปรแกรม สามารถกรอกนิพจน์พีชคณิตได้โดยตรงโดยใช้แป้นพิมพ์

5) แถบเมนู (Menu bar)

แบบเมนูถูกวางไว้เหนือแถบเครื่องมือ จัดเตรียมเมนูไว้สำหรับให้ผู้ใช้งานได้บันทึก (save) พิมพ์ (print) ส่งออกชิ้นงาน (export constructions) และสามารถเปลี่ยนการตั้งค่าของโปรแกรม สร้างเครื่องมือกำหนดเอง (custom tools) และแก้ไขแถบเครื่องมือ (toolbar)

6) ขั้นตอนในการสร้าง (Construction protocol) และแถบนำทาง (Navigation bar)

ด้วยการใช้เมนูมุมมอง (view menu) ขั้นตอนการสร้างจะปรากฏเป็นหน้าต่างเสริม (additional window) ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทำซ้ำการสร้างที่ละขั้นตอน โดยใช้ปุ่มของแถบนำทาง ลักษณะเด่นนี้มีประโยชน์มากสำหรับค้นหาว่าชิ้นงานถูกสร้างอย่างไร หรือ ค้นหาข้อผิดพลาดของการสร้างชิ้นงาน ขั้นตอนในการสร้างสามารถเปลี่ยนแปลงได้เท่าที่ไม่ขัดแย้งกับความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ยิ่งกว่านั้นสามารถแทรกวัตถุเสริม (additional objects) ในตำแหน่งใด ๆ ก็ได้เพื่อที่จะขยาย (extend) หรือ ปรับปรุง (enhance) ชิ้นงานที่มีอยู่ก่อนแล้ว

แถบนำทางของขั้นตอนการสร้างตามปกติจะอยู่ด้านล่างของหน้าต่างภาพ แม้ว่าหน้าต่างใช้งาน มีหลายส่วนประกอบที่สามารถแสดงหรือซ่อนได้ การออกแบบนี้เรียกว่าหลัก KISS (KISS principle) จากวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จะสามารถตั้งค่าหน้าต่างให้ง่ายและสั้น (simple and short) เพื่อนำโปรแกรมไปใช้ประโยชน์ ในกรณีโปรแกรมจีโอจีบรา ผู้พัฒนาโปรแกรมพยายามออกแบบหน้าต่างใช้งานให้ส่งเสริมกระบวนการคิด (cognitive process) สำหรับการเรียนรู้ด้วยสื่อผสมและลดการคิดที่มากเกินไป เพื่อการเรียนรู้ที่ประสบความสำเร็จ (Preiner, 2008: 40)

2.3 หลักการใช้งาน E – learning โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

การออกแบบหน้าต่างใช้งานของโปรแกรมตั้งใจเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดย Clark and Mayer (Preiner, 2008: 40 อ้างอิงจาก Clark and Mayer, 2006) ได้ให้หลักการ E – learning ไว้ดังนี้

1) หลักการสื่อผสม (Multimedia principle)

“ใช้ทั้งคำอธิบายและภาพมากกว่าการใช้แต่คำอธิบายเพียงอย่างเดียว”

สามารถใช้หลักการนี้ได้หลายวิธีในหน้าต่างใช้งานของโปรแกรมโดยการรวม

ข้อความ (ทั้งที่เป็นจำนวนและนิพจน์พีชคณิต) กับ ภาพ

อันดับแรกหน้าต่างโปรแกรมมี 2 มุมมอง กล่าวคือ มุมมองจากหน้าต่างพีชคณิต และมุมมองจากหน้าต่างภาพ อันดับสอง สามารถเปิดขั้นตอนการสร้างชิ้นงานพลวัตและวางหน้าต่างไว้ข้างหน้าต่างภาพ ซึ่งจะประกอบด้วยทั้งชื่อ นิยาม คำสั่ง และนิพจน์พีชคณิตสำหรับวัตถุแต่ละชิ้นในชิ้นงานและมีแถบนำทาง เพื่อตรวจสอบขั้นตอนการสร้างทีละขั้นตอน ขั้นตอนการสร้างปัจจุบันจะถูกระบายสีในขณะที่เดียวกันวัตถุจะปรากฏในหน้าต่างภาพ อันดับสาม สามารถแทรกข้อความพลวัตและอพลวัตในหน้าต่างภาพเพื่อสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ แสดงการเปลี่ยนแปลงในนิพจน์พีชคณิต ระบายสีข้อความที่ หรือ แสดงผลการคำนวณ

อันดับสุดท้าย หลักการสื่อผสมส่งผลต่อการส่งออกชิ้นงาน กล่าวคือชิ้นงานพลวัตจะประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว คำอธิบายและงานสำหรับนักเรียน

2) หลักการความต่อเนื่อง (Contiguity principle)

“วางภาพและข้อความที่เกี่ยวข้องไว้ใกล้เคียงกัน”

การวางภาพและข้อความที่เกี่ยวข้องกันไว้ใกล้เคียงกันทำให้นักเรียนสามารถเจอความสอดคล้องได้ง่ายกว่า

3) หลักการความสอดคล้อง (Coherence principle)

“การเพิ่มวัสดุที่น่าสนใจดึงดูดการเรียนรู้”

การตกแต่งแต่พอดี ไม่ใส่สีเยอะจนเกินไป ไม่ใส่วัตถุอื่นที่ไม่จำเป็น เพราะมันจะดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่ทราบว่าต้องสนใจภาพใด ภาพที่ไม่จำเป็นสามารถซ่อนได้ โดยใช้เมนูมุมมอง (View)

3. การสร้างสื่อการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

แม้ว่าตอนแรกโปรแกรมจีโอจีบราถูกพัฒนาด้วยจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้สำรวจ และค้นพบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวนักเรียนเอง กลายเป็นการพัฒนาเครื่องมือที่สะดวก และมีประโยชน์มากสำหรับครู ที่จะสร้างสื่อวัสดุอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ด้วยจุดประสงค์เหล่านี้ จึงได้มีการพัฒนาการสร้างรูปแบบพลวัตเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานของครู หรือผู้ใช้งานทั่วไป ทำให้สามารถใช้งานได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น ทักษะที่จำเป็นมีดังนี้

3.1 ทักษะพื้นฐาน (basic skill)

1) การจัดการไฟล์ ผู้ใช้ควร

- (1) สร้างโฟลเดอร์ (Folder) และตั้งชื่อโฟลเดอร์ได้
- (2) ทราบวิธีการในการบันทึก (Save) ไฟล์ โดยใช้โปรแกรมอื่น ๆ ได้
- (3) เข้าใจนามสกุลของไฟล์จีโอจีบรา กล่าวคือ ggb สำหรับการแจกแจงและ

จัดการไฟล์โดยใช้โปรแกรมอื่น ๆ ที่เหมาะสมได้

(4) ถ่ายโอนไฟล์ด้วยตัวเองได้

2) การจัดการภาพ ผู้ใช้ควร

(1) สามารถเจาะจงนามสกุลของไฟล์ภาพได้

(2) สามารถปรับขนาดของภาพโดยใช้โปรแกรมที่เหมาะสมได้ (ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรมจัดการภาพ Irfan View เป็นต้น)

(3) สามารถดาวน์โหลดภาพจากอินเทอร์เน็ตได้ และตระหนักถึงความสำคัญของลิขสิทธิ์ของภาพดังกล่าว

(4) เข้าใจความละเอียด (Resolution) ของภาพสำหรับใช้กับจุดประสงค์ของงานที่แตกต่างกันได้

3) โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ข้อความ (Text Processing Software)

(1) คำนึงเกี่ยวกับการพิมพ์ข้อความ

(2) ควรรู้วิธีสร้างตารางได้

(3) สามารถใช้งานโปรแกรมแก้ไขสมการ (Equation Editor) เพื่อที่จะสร้างวัตถุสำหรับใช้จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้

(4) สามารถปรับขนาดของภาพในโปรแกรมพิมพ์เอกสารได้

(5) สามารถตรวจสอบขนาดของภาพเริ่มต้น (original size) เพื่อที่จะใช้ตอนพิมพ์ (print) เอกสารออกมาใช้ได้

(6) สามารถพิมพ์ (Print) เอกสารได้

4) การเข้าถึงอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้ควร

(1) รู้วิธีแจกไฟล์เอกสารโดยใช้ ซีดี (CD) และ แฟลชไดร์ (Flash Drive)

(2) รู้วิธีคัดลอก (copy) และ วาง (paste) ไฟล์จากอุปกรณ์พกพาของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้

(3) รู้วิธีอัปโหลด (upload) ไฟล์ขึ้นระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ออนไลน์ (online) ได้

(4) คำนึงเกี่ยวกับการจัดการหน้าเว็บเบื้องต้น รวมทั้งสามารถสร้างลิงค์เชื่อมโยง (hyperlink) สำหรับการเข้าถึงสื่อวัสดุการสอนออนไลน์ได้

3.2 สื่อการสอนออฟลวด (Static Instructional Materials)

โปรแกรมจีโอจีบราใช้สำหรับการผลิตสื่อ วัสดุการสอนแบบออฟลวด (Static)

ยกตัวอย่างเช่น เอกสารแจก เอกสารชิ้นงาน แบบทดสอบ และการนำเสนอที่สามารถพิมพ์และแจกให้นักเรียนได้โดยตรง

1) การพิมพ์ชิ้นงานของจีโอจีบรา

สามารถพิมพ์ชิ้นงานของจีโอจีบราบนกระดาษ โดยโปรแกรมอนุญาตให้ใส่ชื่อเรื่อง (title) ผู้สร้างเอกสาร (Author) วันที่ (Date) มีตัวอย่างก่อนพิมพ์ และอัตราส่วนก่อนพิมพ์ สามารถตั้งค่าโดยผู้ใช้ได้

2) การพิมพ์ขั้นตอนในการสร้าง (Construction Protocol)

หลังจากเปิดขั้นตอนในการสร้าง จะสามารถดูตัวอย่างก่อนพิมพ์จากเมนู ทำนองเดียวกันกับการพิมพ์ชิ้นงาน สามารถใส่ชื่อเรื่อง ผู้สร้างเอกสาร วันที่ อัตราส่วนก่อนพิมพ์ สามารถตั้งค่าโดยผู้ใช้ได้

3) การส่งออกชิ้นงานเป็นคลิปบอร์ด

สามารถส่งออกชิ้นงานเป็นคลิปบอร์ดของคอมพิวเตอร์ แล้วนำคลิปบอร์ดดังกล่าวไปแทรกในเอกสารต่าง ๆ ได้

4) การส่งชิ้นงานออกเป็นภาพ

สามารถส่งชิ้นงานออกเป็นภาพและผู้ใช้สามารถบันทึกและนำไปใช้ต่อได้ โดยที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดนามสกุลของไฟล์ภาพ และขนาดของภาพ รวมทั้งสามารถเลือกพิมพ์ให้เหมาะสมกับขนาดของกระดาษได้

3.3 สื่อการสอนเชิงโต้ตอบ (Interactive Instructional Materials)

จะสามารถใช้โปรแกรมสร้างสื่อวัสดุ การเรียนการสอนเชิงโต้ตอบ บนเว็บไซต์ได้ ซึ่งเรียกชิ้นงานนี้ว่า “ชิ้นงานพลวัต (Dynamic worksheet)” ชิ้นงานเหล่านี้สามารถใช้ได้ทั้งคอมพิวเตอร์ส่วนตัวหรือบนระบบอินเทอร์เน็ต แต่จะต้องลงโปรแกรมจาวา 1.4.2 หรือ รุ่นใหม่กว่า ซึ่งสามารถดาวน์โหลดจากอินเทอร์เน็ตได้แบบไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย นักเรียนไม่จำเป็นต้องรู้อะไรเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมจีโอจีบราเพื่อที่ใช้งานชิ้นงาน และไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมในเครื่อง เมื่อชิ้นงานเหล่านี้สามารถอัปโหลดให้นักเรียนศึกษาออนไลน์ได้ สามารถศึกษาได้ทุกที่ ที่มีอินเทอร์เน็ต

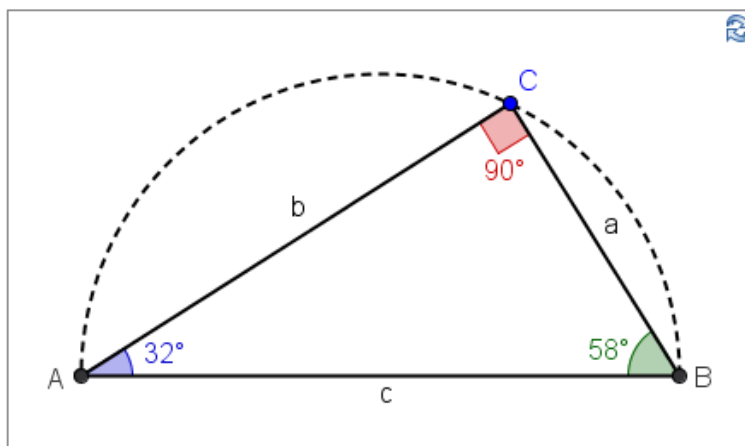
ชิ้นงานพลวัตเหล่านี้เป็นหน้าเว็บที่ตามปกติประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหวและคำอธิบายที่สอดคล้องกัน สามารถทำเป็นคำถามและงานให้นักเรียน ภาพเคลื่อนไหวสามารถกระตุ้นและทำให้เข้าใจมากขึ้น สามารถจัดการเรียนรู้แบบการทดลองทางคณิตศาสตร์ แบบชี้แนะให้ค้นพบ (guided discovery) และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะ (Preiner, 2008: 44)

ภาพประกอบต่อไปนี้แสดงชิ้นงานพลวัตที่ให้นักเรียนได้สำรวจทฤษฎีบทของทาลีส (Thales) จุด C ของรูปสามเหลี่ยม ABC อยู่บนครึ่งวงกลมเหนือส่วนของเส้นตรง AB การปฏิบัติตามคำแนะนำด้านล่าง จะชี้แนะให้นักเรียนค้นพบความหมายของทฤษฎีบทนี้ บอกให้รู้ว่าสามเหลี่ยม

ดังกล่าวจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (Right triangle) และนักเรียนสามารถแสดงว่าทฤษฎีนี้เป็นจริง โดยการใช้เมาส์ลากเปลี่ยนตำแหน่งของจุด C

Theorem of Thales

Below you can see a triangle whose vertex C lies on a semicircle over segment c.



1. Drag point C with the mouse along the semicircle and watch the angles of the triangle. Write down your observations on a sheet of paper.
 2. Try to phrase a conjecture including the words *semicircle*, *triangle*, and *angle*.
 3. Check your conjecture for at least 3 different triangles.
- Hint: Drag points A and B with the mouse to create a new triangle.

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างชิ้นงานพลวัต

1) การสร้างชิ้นงานพลวัต (Creating Dynamic Worksheets)

หลังจากสร้างภาพเคลื่อนไหว สามารถส่งออก (Export) ไฟล์โดยใช้เมนู file – Export – Dynamic Worksheet as Webpage (html) และสามารถใส่ชื่อของชิ้นงาน ชื่อผู้สร้าง และวันที่สร้างที่ส่วนบนของหน้าต่างภาพ หลังจากชิ้นงานพลวัตถูกบันทึกหลังจากกรอกรายละเอียดของไฟล์เสร็จและการคลิกปุ่มส่งออก จะมีหลายไฟล์บันทึกในคอมพิวเตอร์ แนะนำให้มีการสร้างโฟลเดอร์ก่อนการส่งออกชิ้นงานพลวัต จะช่วยให้ไฟล์ที่จำเป็นสำหรับชิ้นงานอยู่ในโฟลเดอร์เดียวกัน ซึ่งสำคัญมากเมื่อต้องการสร้างชิ้นงานเชิงตอบโต้สำหรับนักเรียน ซึ่งนักเรียนเพียงแค่เปิดไฟล์ที่มีนามสกุล html เท่านั้น

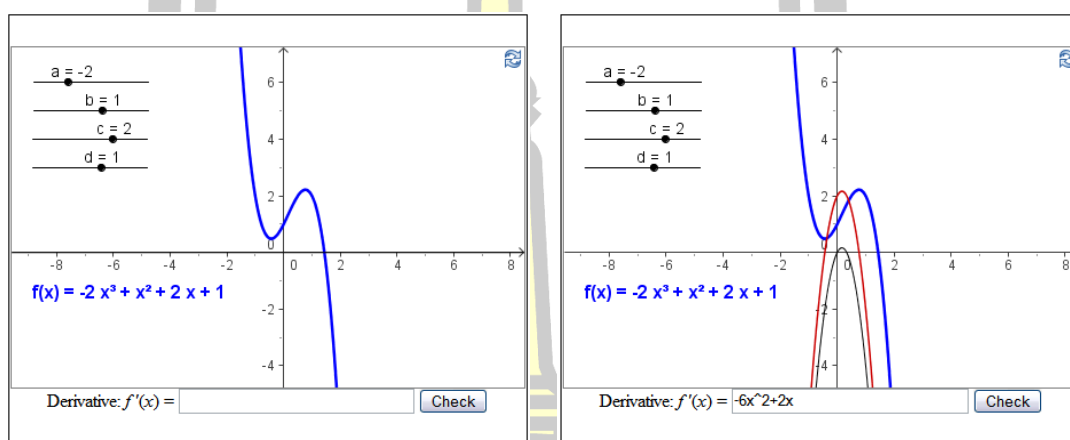
2) การปรับปรุงสื่อเชิงตอบโต้ (Enhancing Interactive Instructional Materials)

จีไอบีราอนุญาตให้มีการปรับปรุงชิ้นงานและเพิ่มการตอบโต้ ลักษณะเด่นของ

การปรับปรุงสามารถทำได้ง่ายโดยการใช้งานแถบพิเศษ (Advanced tab) ของช่องส่งออกของชิ้นงาน

3) การสร้างแบบฝึกหัดเชิงโต้ตอบได้ (Creating Interactive Exercises)

สำหรับผู้ที่มีประสบการณ์กับ HTML และการเขียนโปรแกรม จีโอจีบราเสนอ หน้าต่าง JavaScript สำหรับชิ้นงานพลวัต กล่าวคือ การเพิ่มข้อความ หรือ ปุ่ม สามารถใส่เข้าไปใน หน้าเว็บ เพื่อเพิ่มการตอบโต้สำหรับชิ้นงาน สามารถสร้างแบบฝึกหัดเชิงโต้ตอบได้ที่สามารถตรวจสอบ คำตอบของนักเรียนจากปัญหาที่กำหนด และสามารถให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) เกี่ยวกับ ความก้าวหน้าของนักเรียน (Preiner, 2008: 47)



(ก) การตั้งค่าเริ่มต้น

(ข) ผลสะท้อนกลับหลังผิดพลาด

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบฝึกหัดเชิงโต้ตอบได้

จากภาพประกอบ 4 แสดงกราฟและสมการพหุนามดีกรีสาม สร้างพารามิเตอร์โดยใช้สไลเดอร์ และมีการแทรกช่องนำเข้า (Input field) อนุญาตให้นักเรียนกรอก อนุพันธ์ของสมการพหุนามดีกรีสามดังกล่าว หลังจากกรอกและโดยการคลิกปุ่ม ตรวจสอบ (Check) นักเรียนจะได้รับผลสะท้อนกลับเกี่ยวกับคำตอบของเขา

ถ้าคำตอบไม่ถูกต้อง กราฟของที่นักเรียนกรอกและกราฟที่ถูกต้องจะปรากฏขึ้นพร้อมกัน เมื่อนักเรียนได้เปรียบเทียบและแก้ไขข้อผิดพลาดแล้วนักเรียนจะมีความพึงพอใจ

4. ตัวอย่างการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

4.1 หาผลบวกของมุมภายในรูปหลายเหลี่ยม

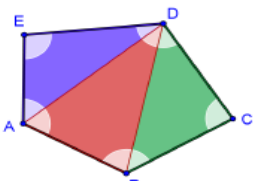
(Sum of Interior Angles of a Polygon)

ภาพประกอบ 5 แสดงชิ้นงานดังเดิมที่ขึ้นำนักเรียนไปสู่การคำนวณผลบวกของมุม

ภายในรูปหลายเหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยมถูกสร้างโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและส่งออกเป็นภาพก่อนแทรกใส่ในไฟล์เอกสาร หลังจากคำนวณผลบวกจริง ๆ ของรูปห้าเหลี่ยม (Pentagon) ในชิ้นงานโดยการแบ่งรูปหลายเหลี่ยมให้เป็นรูปสามเหลี่ยมหลาย ๆ รูป

นักเรียนจะได้รับกำลังใจให้วาดรูปหลายเหลี่ยมจากจำนวนจุดที่ต่างจากกันหลังจากกรอกตัวเลขที่หายไป (missing values) ในตาราง นักเรียนควรสามารถหาแบบรูปจากจำนวนจุดจำนวนเส้น จำนวนรูปสามเหลี่ยมที่เป็นไปได้ และผลบวกของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมแต่ละรูปอันดับสุดท้าย นักเรียนควรพยายามแปลงการค้นพบให้เป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้พวกเขาสามารถคำนวณหาผลบวกของมุมภายในรูปหลายเหลี่ยมใดๆ (Arbitrary polygon) ที่มี n จุด ขึ้นอยู่กับอายุ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และทักษะของนักเรียน ชิ้นงานนี้สามารถบูรณาการไปสู่สถานการณ์การสอนแบบดั้งเดิมได้หลาย ๆ วิธี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Calculating the sum of interior angles of a polygon



1. Try to **find the sum** of interior angles of the pentagon $ABCDE$.
Hint: What is the angle sum of a triangle?
2. **Explain** your answer and write it down.
3. Use the **table** below and **fill in the missing values** for polygons with 3, 4, 5, and 6 vertices.
Hint: You might want to draw sketches of the corresponding polygons.
4. Come up with a **conjecture** about calculating the sum of interior angles for any polygon with n vertices.
Hint: Look for patterns in each column!
5. Fill in the last row of the table by translating your conjecture into a mathematical **formula**!

Vertices	Sides	Triangles	Angle sum
3	3	1	180°
4		2	360°
5	5	3	
6			
n			

ภาพประกอบ 5 ชิ้นงานผลบวกมุมภายในรูปหลายเหลี่ยม

1) การสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher centered approach)

หลังจากแจกชิ้นงานแล้ว ครูควรชี้แนะผ่านทางชิ้นงาน นักเรียนจะสามารถทำงานไปพร้อม ๆ กับครู ในขณะที่ทุก ๆ ขั้นตอน ครูควรอธิบายและอธิบายอย่างละเอียด

2) การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Students centered approach)

นักเรียนทำงานคนเดียว หรือ ทำงานเป็นคู่ และพยายามค้นหาสูตรด้วยตัวนักเรียนเอง ครูควรเตรียมชิ้นงานอื่น ๆ ที่มีภาพรูปหลายเหลี่ยม หลาย ๆ ชิ้น เพื่อความสะดวกในการกรอกค่าที่หายไป นักเรียนคนไหนทำเสร็จก่อนควรจะสนับสนุนให้ช่วยเหลือเพื่อน (นักเรียนทุกคน) ทีมนักเรียนหาคำตอบของปัญหา ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบ เพื่อยืนยันว่านักเรียนเข้าใจโมโนทัศน์เบื้องหลังการได้มาของสูตร

3) การสอนแบบผสมผสาน (Mixed Approach)

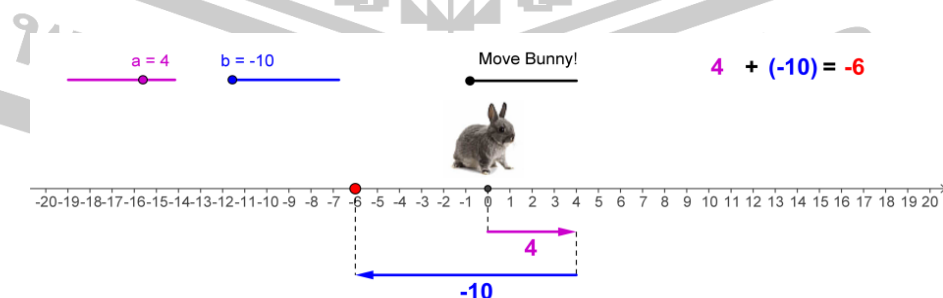
หลังจากการแนะนำและอภิปรายเกี่ยวกับผลบวกมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม ให้นักเรียนทำงานที่ 1 – 3 แบบเดี่ยวหรือคู่ หลังจากเติมค่าที่หายไปในตารางเสร็จแล้ว ครูควรช่วยชี้แนะนักเรียนไปสู่การหาแบบรูปของข้อมูลในตาราง ช่วยให้นักเรียนให้หาสูตรทั่วไปของผลบวกของมุมภายในรูปหลายเหลี่ยมใด

4.2 การบวกของจำนวนเต็มบนเส้นจำนวน (Integer Addition on the Number line)

ภาพประกอบ 6 แสดงขั้นตอนการบวกจำนวนเต็มบนเส้นจำนวนโดยใช้ภาพเคลื่อนไหว (Dynamic visualization) สามารถเลื่อนสไลเดอร์ a และ b โดยใช้เมาส์เพื่อสร้างปัญหาการบวกจำนวนที่สอดคล้องกับสไลเดอร์ทั้งสองจะแสดงด้วยลูกศรบนเส้นจำนวนและถูกปรับอัตโนมัติ ผลบวกของปัญหาจะถูกแสดงบนมุมขวาของภาพเคลื่อนไหว (dynamic figure)

หลังจากสร้างปัญหาการบวกแล้ว จะสามารถใช้เมาส์เลื่อนสไลเดอร์ เลื่อนกระต่าย! (Move Bunny!) ไปตามเส้นจำนวน เริ่มต้นจาก 0 กระต่ายจะเคลื่อนไหวไปตามเครื่องหมายของสไลเดอร์ a แล้วตามด้วยค่าของ สไลเดอร์ b และจบด้วยตำแหน่งของผลบวกของปัญหาดังกล่าว

เมื่อครูใช้รูปภาพเคลื่อนไหวดังกล่าว แต่ไม่ได้ใส่คำแนะนำใด ๆ สำหรับนักเรียน เพื่อที่ไม่ทำให้นักเรียนสับสน ชิ้นงานนี้ถูกส่งออกมาเป็นหน้าเว็บแต่บางส่วนของหน้าต่างใช้งานไม่ได้แสดงไว้ ชิ้นงานนี้สามารถใช้เพื่อแนะนำโมทัศน์ของการบวกจำนวนเต็มบนเส้นจำนวน หรือ เพื่อตรวจสอบคำตอบของปัญหาการบวกของนักเรียน โดยใช้การเคลื่อนไหวของกระต่าย

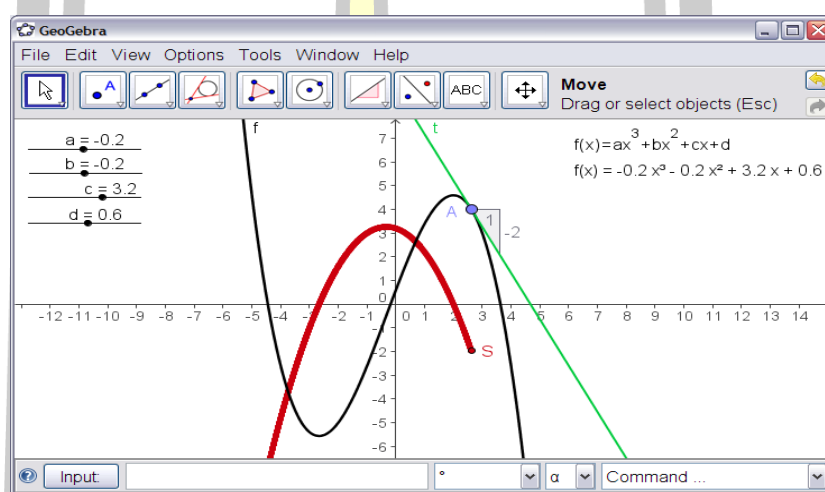


ภาพประกอบ 6 การบวกจำนวนเต็มบนเส้นจำนวน

3) แนะนำโน้ตส์เกี่ยวกับฟังก์ชันความชัน

(Introducing the Concept of Slope Function)

ภาพประกอบ 7 แสดงภาพเคลื่อนไหวของฟังก์ชันความชัน (Slope function) ของสมการพหุนามดีกรีสามที่กำหนดให้ สไลเดอร์ a, b, c และ d ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของสมการพหุนามดังกล่าว



ภาพประกอบ 7 ภาพเคลื่อนไหวของฟังก์ชันความชัน

เพื่อจะสร้างสมการพหุนามใหม่ กำหนดให้จุด A เป็นจุดบนกราฟของพหุนามดีกรีสาม และสามารถเลื่อนไปมาโดยการลากของเมาส์ได้ และจะแสดงเส้นสัมผัส t ที่จุด A และสามเหลี่ยมความชันบนหน้าต่าง รวมทั้งจุด S ที่จะปรับเปลี่ยนตามการเคลื่อนไหวของจุด A โดยที่จุด S มีพิกัดแรก เหมือนกันกับจุด A และมีพิกัดที่สองเป็นค่าของความชันของเส้นสัมผัส t

ภาพเคลื่อนไหวนี้ครูใช้เพื่อจะแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ของฟังก์ชันความชันและครูใช้เพื่อแสดงว่ากราฟของฟังก์ชันความชันไปสัมพันธ์กับความชันของเส้นสัมผัส (tangent line) ณ จุด A ใด ๆ ได้อย่างไร นักเรียนสามารถสร้างข้อคาดเดา (conjectures) เกี่ยวกับเส้นทาง (path) ของจุด S และข้อคาดเดาของนักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้โดยการสร้างรอย (trace) การเคลื่อนไหวของจุด S ดังกล่าว หลังจากการจัดกลุ่มกราฟของฟังก์ชันความชัน นักเรียนสามารถหาสมการของฟังก์ชันความชันได้ การใช้ช่องนำเข้า (Input field) นักเรียนสามารถรอกสมการเข้าไปและยืนยันได้ด้วยภาพเคลื่อนไหว เพื่อที่จะทำข้อคาดเดาของนักเรียนให้อยู่ในรูปทั่วไป สามารถสร้างสมการพหุนามใหม่ได้ด้วย สไลเดอร์ เมื่อนักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับฟังก์ชันความชันแล้ว ครู

สามารถแนะนำเรื่อง “อนุพันธ์” โดยการบันทึกสมการของรูปหลายเหลี่ยม (polygon) และบันทึกสมการฟังก์ชันความชันของสมการเหล่านั้น นักเรียนจะถูกชี้แนะไปสู่แบบรูป และค้นพบกฎที่จะคำนวณอนุพันธ์ของฟังก์ชันพหุนามด้วยตัวของนักเรียนเอง

การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ความหมายของประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เผชิญ กิจระการ (รัตนศุภญาณ์ดา ชันธุแสง, 2555: 37 อ้างอิงจาก เผชิญ กิจระการ, 2544) ให้ความหมายไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ผลรวมของการหาคุณภาพ (Quality) ทั้งเชิงปริมาณ (Quantitative) และเชิงคุณภาพ (Qualitative) ที่แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจได้ เป็นผลที่แสดงถึงผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับที่คาดหวัง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง คุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคummค่าที่ต่ำสุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์

จากความหมายดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์

2. ความจำเป็นที่ต้องหาประสิทธิภาพ

ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนด้วยเหตุผล 3 ประการ ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 8)

2.1 สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อการเรียนการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและสิ้นเปลืองเงินทอง

2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อการเรียนการสอน

สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิในโรงเรียนมีครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนการนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควร

มั่นใจว่า สื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อการเรียนการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพนั้น จะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

3. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical approach) (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 212 - 215)

3.1 วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล

กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of experts) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability) ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร

$$CVR = \frac{2N_e}{N} - 1$$

เมื่อ CVR แทน ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล

N_e แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ผู้เชี่ยวชาญจะประเมิน นวัตกรรมการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นใน

ลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) นิยมใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร สำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับได้จะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 5.00 ค่าที่คำนวณได้ต้องสูงกว่าค่าที่ปรากฏในตารางตามจำนวนผู้เชี่ยวชาญ จึงจะยอมรับว่านวัตกรรมการเรียน

การสอนมีประสิทธิภาพ ถ้าได้ค่าที่ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไข แนวทางการเรียนการสอนและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

3.2 วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์

วิธีการนี้จะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือเช่น แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากร้อยละของกระบวนการเรียนระหว่างเรียน โดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$ $E_1/E_2 = 85/85$, $E_1/E_2 = 90/90$ เป็นต้น

1) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

4) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าแนวทางการเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง)

3.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หรือ แนวคิดอื่น ๆ จะต้องนำไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้(ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 9)

1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1 : 1)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับนักเรียน 1 - 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวจะ

ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตก เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม

2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน 6 – 10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง อ่อน) ระหว่างที่ทดสอบประสิทธิภาพ ให้ประเมินผลจากระบวนการ คือ กิจกรรม หรือ งานที่มอบหมายให้ทำ และประเมินผลลัพธ์จาก การทดสอบหลังเรียน ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนจะใกล้เคียงกับเกณฑ์มากขึ้น

3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1 : 100)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนรู้จากระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นแล้วนำไปทดสอบภาคสนามกับนักเรียนกลุ่มอื่น อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2 – 3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกิน 3 ครั้ง

4. การยอมรับประสิทธิภาพ

4.1 สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ได้ 95/95

4.2 เท่ากับเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้พอดี เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ได้ 90/90

4.3 ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือหรือนวัตกรรมการเรียนการสอน (E_1/E_2) เป็นขั้นตอนทำการจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้ว การที่จะสรุปได้ว่านวัตกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพหรือไม่จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์ไว้เพื่อใช้ในการพิจารณาและยอมรับความผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 2.5

5. เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่านั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยให้พิจารณาจากพิสัยการเรียนรู้โดยจำแนกเป็นวิทยพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ในขอบข่ายวิทยพิสัย เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดและลดต่ำลงมากล่าวคือ 90/90 85/85 80/80 ส่วนเนื้อหาที่เป็นจิตพิสัยจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนาไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ในระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือขณะที่เรียนจึงอนุญาตให้ต่ำลงมาได้นั้นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ควรต่ำกว่า 75/75 แต่ไม่ควรต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นเกณฑ์ระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลไว้เท่านั้น (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 9)

เว็บไซต์ครูบ้านนอก(ครูบ้านนอกดอทคอม, 2552) กล่าวว่า สำหรับการตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรม ให้คำนึงถึงธรรมชาติของรายวิชา หรือเนื้อหา ความยากง่ายของรายวิชา หรือเนื้อหานั้น ถ้าง่ายก็ตั้งสูง ถ้าเนื้อหายากก็ตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เช่น คณิตศาสตร์จะตั้งประมาณ 70/70 หรือ 75/75 เพราะธรรมชาติของวิชานั้นเองและคำนึงถึงสมรรถภาพของผู้เรียนว่า ถ้าในห้องเรียนนั้นมีนักเรียนที่เรียนเก่งอยู่มาก ประสิทธิภาพของสื่อก็ต้องสามารถช่วยยกระดับความรู้ให้เข้าใกล้ 100 ให้มากที่สุดตามไปด้วย

จากข้อมูลข้างต้น เนื่องจากเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม เป็นเนื้อหาความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และนำไปใช้ เนื้อหาค่อนข้างยากและเป็นนามธรรม ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75 โดยยึดความหมายตามข้อ 1) กล่าวคือ ตัวเลข 75 ตัวแรก หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ส่วนตัวเลข 75 ตัวหลัง หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75

การหาดัชนีประสิทธิผล

การวินิจฉัยถ้าต้องการพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพก็สามารถพิจารณาได้โดยดูการพัฒนาการของนักเรียน พิจารณาก่อนและหลังเรียนเรื่องใด ๆ นักเรียนได้พัฒนาหรือมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าไร ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากการคำนวณหาค่า t - test (Dependent samples) หรือหาค่าดัชนีประสิทธิผล (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556: 218 - 220)

ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขหรือค่าที่แสดงการพัฒนาการของนักเรียน พิจารณาก่อนและหลังเรียนเรื่องใด ๆ นักเรียนได้พัฒนาหรือมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ หรือ เพิ่มขึ้นเท่าใด

1. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน โดยอาศัยการหาค่า t - test (Dependent

samples) พิจารณาว่านักเรียนมีการพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ โดยทำการทดสอบกับนักเรียนทุกคนก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วนำผลมาหาค่า t - test หากมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่านักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีการพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้

2. การหาพัฒนาการทางที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนโดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) มีสูตรดังนี้

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{Total - P_1}$$

เมื่อ	E.I.	แทน	ค่าดัชนีประสิทธิผล
	P_1	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	P_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

ดัชนีประสิทธิผลเป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า - 1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนผลสอบก่อนเรียนมีค่ามากกว่าหลังเรียนซึ่งหมายความว่ากระบวนการเรียนการสอนหรือวิถีกรรมกรเรียนการสอนที่ใช้ไม่มีคุณภาพ

- ถ้าหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนเต็มทุกคน ค่า E.I. จะเป็น 1.00 ไม่ว่าผลการสอบก่อนเรียนจะได้เท่าไรก็ตาม (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) หรืออาจกล่าวได้ว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องที่เรียน คิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนตามที่ต้องการ

- ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ค่า E.I. จะเป็นลบ ซึ่งต่ำกว่า - 1.00 ก็ได้ ลักษณะเช่นนี้ถือว่า การเรียนการสอนหลังการใช้สื่อล้มเหลว และเหตุการณ์เช่นนี้ไม่น่าเกิดขึ้น เพราะค่า E.I. ต่ำ หรือ เป็นลบ แสดงว่าคะแนนหลังสอนต่ำหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนสอนและก่อนจะหาค่า E_1 มาก่อนค่า E_2 คือ คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งจะเป็นค่าเดียวกับคะแนนหลังเรียนของการหาค่า E.I. ดังนั้น คะแนนหลังสอนต่ำหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนสอน ค่า E_2 จะไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

- การแปลความหมายของค่า E.I. ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไรหรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่านักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นน้อย เป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมาก่อนอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหาย

ค่าดัชนีประสิทธิผลสามารถนำมาประยุกต์ โดยการนำคะแนนที่ได้จากการวัดมาแปลงเป็นค่าร้อยละและหาค่าคะแนนสูงสุดที่ได้มาหาค่าประสิทธิผลด้วยการนำคะแนนก่อนเรียนไปลบจาก

คะแนนหลังเรียนได้เท่าไร นำไปหารด้วยคะแนนจากการวัดก่อนเรียนสูงสุดที่นักเรียนสามารถทำได้
ลบด้วยคะแนนที่ได้จากการวัดก่อนเรียนให้อยู่ในรูปร้อยละ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายท่าน ยกตัวอย่างเช่น
เรเบอร์ (สุกษา เพ็ญจันทร์, 2555: 63 อ้างอิงจาก Reber, 1985) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถทางวิชาการของนักเรียน ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้
แบบทดสอบมาตรฐาน

กู๊ด (ชัชวาลย์ รัตนสวนจิ, 2556: 51 อ้างอิงจาก Good, 1973) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนหมายถึง การเข้าถึงความรู้หรือพัฒนาทักษะทางการเรียน โดยทั่วไปจะพิจารณาจาก
คะแนนสอบหรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูได้มอบหมายหรือทั้งสองอย่าง

วิลสัน (สุพัตรา คำหงษ์สา, 2556 อ้างอิงจาก Wilson, 1971) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้
ซึ่ง วิลสัน ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์เกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญาโดยอิงอ้างอิงลำดับ
ชั้นพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy ไว้ 4 ระดับ ได้แก่

1.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation)

พฤติกรรมในระดับนี้เป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง
ๆ ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานที่นักเรียนได้
สะสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

2) ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงหรือจำ
ศัพท์หรือนิยามต่าง ๆ ได้ คำถามมักจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

3) ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการ
ใช้ข้อเท็จจริง นิยาม และกระบวนการคิดคำนวณที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามได้
คำถามจะเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกันความยุ่งยากในการตัดสินใจ
เลือกใช้กระบวนการคิด

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension)

ความเข้าใจเป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการ
คิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งเป็น 6 ชั้น

1) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) เป็นความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรม ซึ่งต้องประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น ๆ โดยใช้คำพูดของตัวเอง หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่ หรือตัวอย่างใหม่นอกจากที่เคยเรียนมาแล้วในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นพฤติกรรมด้านความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณเท่านั้น

2) ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปนัยทั่วไป (Knowledge of Principle, Rule and Generalization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถเอาหลักการ กฎ หรือ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมระดับการวิเคราะห์ได้

3) ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนจริง และโครงสร้างทางพีชคณิต

4) ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ โดยมี ความหมายเหมือนเดิม แต่ไม่รวมขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลังจากแปลแล้ว พฤติกรรมนี้เป็น พฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

5) ความสามารถในการติดตามแนวเหตุผล (Ability to Follow a line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต่างจากข้อความทั่วไป

6) ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) คำถามที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น โดยให้ผู้เรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา

1.3 การนำไปใช้ (Application)

พฤติกรรมขั้นนี้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบ อยู่ระหว่างเรียน หรือคล้ายกับแบบฝึกหัด นักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและ ดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งเป็น 4 ขั้น ได้แก่

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problem) ผู้เรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและ เลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make Comparison) เป็น ความสามารถในการเปรียบเทียบ หรือ ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ

ซึ่งการแก้ปัญหาในขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3) ความสามารถในการวิเคราะห์ (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องและข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากกัน มีการจัดสนใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนจบ

4) ความสามารถในการมองเห็นแบบแผน ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetry) ความสามารถในการขั้นนี้จะต้องอาศัยความสามารถอื่น ๆ ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล การระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนจึงสำรวจสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis)

พฤติกรรมระดับนี้เป็นความสามารถขั้นสูงสุดด้านความรู้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมพฤติกรรมส่วนใหญ่ที่กล่าวมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยแก้มาก่อน ประสบการณ์เกี่ยวกับการค้นพบ พฤติกรรมระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับบริบทที่ไม่เคยปฏิบัติมาก่อน การตอบคำถามในระดับนี้จะต้องอาศัยพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (heuristic Behavior) เป็นอย่างมาก วัตถุประสงค์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับนี้ แบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Non-routine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีแบบฝึกหัดและตัวอย่าง ผู้เรียนไม่เคยเห็นมาก่อน ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ ผสมกับความเข้าใจแนวคิดนี้ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

2) ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationship) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แทนการนำความสัมพันธ์เดิมที่จำได้มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

3) ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4) ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

5) ความสามารถในการสร้างและทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปนัยทั่วไป

(Ability to Formulate and Validate Generalizations) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการค้นพบสูตร หรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้กรณีทั่วไปได้

บุญชม ศรีสะอาด (ทัศนีย์ อนันตภูมิ, 2556: 35 อ้างอิงจาก บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจากการเรียนในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาที่สอน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียนในการเข้าถึงความรู้ทางวิชาการที่เป็นผลจากการเรียนในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของรายวิชา สามารถพิจารณาจากคะแนนจากแบบทดสอบหรือคะแนนจากงานที่ครูได้รับมอบหมายหรือทั้งสองอย่างรวมกัน

2. แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ระดับความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียนในการเข้าถึงความรู้ทางวิชาการที่เป็นผลจากการเรียนในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของรายวิชา สามารถพิจารณาจากคะแนนจากแบบทดสอบหรือคะแนนจากงานที่ครูได้รับมอบหมายหรือทั้งสองอย่างรวมกัน” จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวจะได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจสามารถวัดได้จากคะแนนแบบทดสอบหรือคะแนนจากงานที่ครูมอบหมาย มีนักวิชาการให้แนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายท่าน ยกตัวอย่างเช่น

“ข้อสอบ” เป็นเครื่องมือสำคัญในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้รับความนิยมนกันอย่างกว้างขวางทุกระดับชั้น ข้อสอบมี 2 แบบได้แก่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 216 - 218)

2.1 ข้อสอบแบบอัตนัย

ข้อสอบอัตนัย (Subjective test) เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงวิธีทำ หรือเรียบเรียงความรู้ความคิด แล้วคัดเลือกความคิดสำคัญ ๆ ที่เกี่ยวข้องมาเขียนคำตอบให้ครอบคลุม ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีคำตอบแน่นอน เช่น การเขียนอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผล ข้อสอบอัตนัยที่ดีเป็นข้อสอบที่มีคุณค่า ช่วยให้ครูทราบกระบวนการคิดของนักเรียน เช่น การจัดระเบียบและโครงสร้าง ความสามารถในการเขียน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถนำไปใช้ในการวัดความรู้และความคิดระดับสูงได้ดี แต่จุดด้อยของข้อสอบแบบอัตนัยอยู่ตรง “การตรวจให้คะแนน” เนื่องจากต้องใช้เวลาในการตรวจมากและความเที่ยงตรงในการให้คะแนนทำได้ยาก ดังนั้นครูจะต้องมีเกณฑ์ในการให้คะแนนที่ชัดเจนและเป็นระบบ ในการตรวจให้คะแนนครูควรตรวจข้อใดข้อหนึ่งให้เสร็จทุกคนก่อน

แล้วค่อยตรวจข้อสอบข้อต่อไป

ข้อสอบอัตนัยควรใช้เมื่อ

- 1) นักเรียนที่จะทดสอบมีจำนวนน้อยและไม่นำข้อสอบนั้นกลับมาใช้สอบอีก
- 2) ครูต้องส่งเสริมนักเรียนให้มีทักษะการเขียน การแสดงวิธีทำ เพื่อให้นักเรียนแสดง

ความคิดหรือวิธีการของตนเอง

- 3) เวลาในการออกข้อสอบน้อยกว่าเวลาในการตรวจข้อสอบ

2.2 ข้อสอบแบบปรนัย

ข้อสอบปรนัย (Objective test) เป็นข้อสอบที่มีคำตอบแน่นอน นักเรียนคิดและเขียนคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ข้อสอบมีลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือ มากกว่าหนึ่งลักษณะคละกัน ได้แก่ ข้อสอบที่ให้ผู้เรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง (Completion type) โดยเป็นคำตอบแน่นอน ข้อสอบที่ให้ผู้เรียนเขียนเครื่องหมายถูกหรือเครื่องหมายผิดหน้าข้อความที่กำหนดให้ (Trial false type) ข้อสอบจับคู่ (Matching type) และข้อสอบที่ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว (Multiple choice type)

หากเปรียบเทียบกับข้อสอบอัตนัย ข้อสอบปรนัยเป็นข้อสอบที่ใช้เวลาในการตรวจน้อย ครูสามารถตรวจได้ง่าย ให้คะแนนเป็นที่น่าเชื่อถือและเที่ยงตรง แต่ข้อสอบประเภทนี้มีจุดด้อยคือ “การวัดกระบวนการคิดของนักเรียน” เพราะให้นักเรียนเขียนคำตอบหรือเลือกคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ไม่ได้เขียนอธิบายกระบวนการคิดหรือวิธีการค้นหาคำตอบของนักเรียน

ข้อสอบปรนัยควรใช้เมื่อ

- 1) กลุ่มนักเรียนที่จะทำการทดสอบมีจำนวนมากและแบบทดสอบนั้นอาจนำกลับมาใช้ทดสอบอีก

- 2) ต้องการได้คะแนนที่มีความเชื่อถือได้

- 3) ต้องการการประเมินผลที่ค่อนข้างยุติธรรมและไม่มีความคิดเห็นส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

- 4) ครูมีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองในการสร้างข้อสอบได้ชัดเจนมากกว่าที่จะตรวจข้อสอบอัตนัยได้อย่างยุติธรรม

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำข้อสอบ ครูควรคำนึงถึงรูปแบบของข้อสอบ ขั้นตอนในการสร้างข้อสอบ การนำข้อสอบไปใช้และการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตลอดจนต้องใช้วิจารณ์ญาณในการเลือกใช้ข้อสอบให้เหมาะสมด้วย เช่น ในการสอบคัดเลือก ซึ่งกลุ่มนักเรียนที่จะทำการทดสอบมีเป็นจำนวนมากและใช้เวลาในการสอบน้อย ข้อสอบที่ใช้ควรเป็นข้อสอบปรนัย และถ้าต้องการวัดกระบวนการคิดของนักเรียนเพิ่ม อาจใช้ข้อสอบแบบอัตนัยชนิดเติมคำตอบสั้น ๆ ด้วยก็ได้

3. ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเครื่องมือที่นำมาใช้ จะต้องมีประสิทธิภาพ ซึ่งลักษณะของเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพควรจะต้องมีลักษณะที่สำคัญ คือ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 214 - 216)

- 3.1 มีความเที่ยงตรง (Validity)
- 3.2 มีความเชื่อมั่น (Reliability)
- 3.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity)
- 3.4 มีความไว (Sensitivity)
- 3.5 มีความยากพอเหมาะ (Difficulty)
- 3.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องและความแม่นยำในการวัด ซึ่งผลที่ได้จากการวัดตรงตามความต้องการหรือตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในทางวิชาการ นักการศึกษาได้จำแนกความเที่ยงตรงออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

- 1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เป็นความเที่ยงตรงในการวัดเนื้อหาวิชาหรือประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน
- 2) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง เป็นความเที่ยงตรงในการวัดพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของนักเรียน
- 3) ความเที่ยงตรงตามสภาพ เป็นความเที่ยงตรงในการวัดสภาพที่แท้จริงที่เป็นอยู่ในขณะนั้นของนักเรียน
- 4) เป็นความเที่ยงตรงในการวัดสภาพ คุณลักษณะหรือความสามารถที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตของนักเรียน

3.2 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่น หมายถึง ผลที่ได้จากการวัดมีความคงเส้นคงวา ความสม่ำเสมอ ความแน่นอน ไม่ว่าจะนำแบบทดสอบนั้นไปวัดกี่ครั้งก็ตาม

3.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity)

ความเป็นปรนัย หมายถึง ความชัดเจนของข้อคำถามแต่ละข้อซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจในความหมายของข้อคำถามได้ตรงกัน ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน ตลอดจนแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน

3.4 ความไว (Sensitivity)

ความไว หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ บอกระดับหรือปริมาณความสามารถของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างกันได้ในทางการวัดใช้คำอำนาจจำแนก (discrimination

power) เป็นดัชนีบ่งชี้ความไวของเครื่องมือ

3.5 ความยากพอเหมาะ (Difficulty)

ความยากพอเหมาะ หมายถึง ความยากของข้อสอบในแบบทดสอบ โดยกำหนดจาก อัตราส่วนของจำนวนผู้ตอบถูกข้อนั้นต่อจำนวนผู้ตอบข้อนั้นทั้งหมด

ให้ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ แล้ว

$$p = \frac{\text{จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก}}{\text{จำนวนผู้ตอบข้อนั้นทั้งหมด}}$$

ถ้า p น้อย แปลว่าข้อสอบยาก และ ถ้า p มาก แปลว่าข้อสอบง่าย

นอกเหนือจากลักษณะของข้อสอบที่ดีและมีประสิทธิภาพดังกล่าวไว้แล้วข้างต้นนั้น แล้ว ข้อสอบยังจะต้องวัดได้ครอบคลุมความสามารถทางวิชาการของนักเรียนทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และการสังเคราะห์ด้วย

ความคงทนในการเรียนรู้

1. ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

อดัม (ทศนีย์ อนันตภูมิ, 2556: 40 อ้างอิงจาก Adam, 1967) ได้ให้ความหมายว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่ระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคย เรียนหรือเคยมีประสบการณ์การรับรู้แล้ว หลังจากได้ทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

ศิริมา เผ่าวิริยะ (ศินิตา สร้อยแสง, 2554: 47 อ้างอิงจาก ศิริมา เผ่าวิริยะ, 2544) ได้ให้ ความหมายว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำและระลึกได้จากสิ่งเร้าที่ ได้รับจากการเรียนรู้ หรือการสะสมและประสบการณ์เดิมมาแล้ว หลังจากทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง

ประสาธ อิศรปรีดา (บุญยาพร ชมภู, 2552: 114 อ้างอิงจาก ประสาธ อิศรปรีดา, 2523) ให้ความหมายไว้ว่าความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การรักษาไว้ซึ่งผลที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ให้คงอยู่ต่อไป

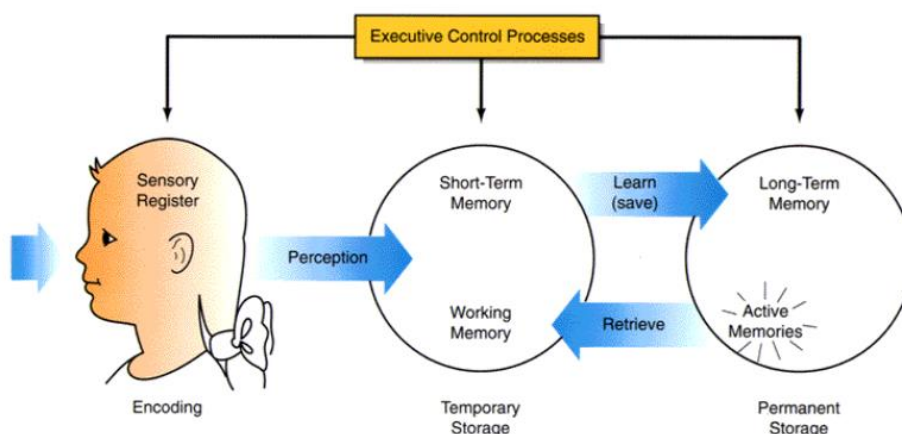
จากความหมายดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำและระลึกได้ถึงความรู้หรือประสบการณ์เดิม หรือความสามารถในการคงไว้ซึ่งความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมที่เคยเรียนรู้หรือเคยรับรู้ หลังจากผ่านไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการจำสำคัญมาก เพราะจะสะท้อนให้เห็นถึงความคงทนในการเก็บความรู้ไว้ หรือ การเก็บรักษาทักษะต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนไว้ หรือ พฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่มักใช้บ่อย ๆ ไว้ให้นาน การลืมเป็นปัญหาที่สำคัญทุก ๆ วิชา รวมวิชาคณิตศาสตร์ด้วย เมื่อเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากขึ้น ปัญหาการลืมนั้นก็เพิ่มขึ้นไปด้วย การลืมเกิดขึ้นได้ทุกช่วงเวลาหรืออาจเกิดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

2.1 ทฤษฎีกระบวนการประมวลสาร (Information Processing Theory)

ทฤษฎีกระบวนการประมวลสาร (ประสาธน์ อิศรปริดา, 2549: 255 - 278) ได้อธิบายการเรียนรู้ของมนุษย์ในรูปของการปฏิบัติงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ กระบวนการทำงานของคอมพิวเตอร์เริ่มด้วยการรับข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูลที่รับเข้ามา การเก็บจำข้อมูล และการเรียกข้อมูลออกมาใช้เมื่อต้องการดัง ภาพประกอบ



ภาพประกอบ 8 กระบวนการประมวลสารของมนุษย์

(อ้างอิงจาก <https://kkchilddevelopment.wordpress.com/child-development-2/cognitive-development-2/>)

ภาพประกอบ 8 ประกอบด้วย 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นกระบวนการเข้ารหัสสารข้อมูล (Encoding) ซึ่งเปรียบได้กับการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนการเก็บจำสารข้อมูลไว้ชั่วคราว (Short - Term memory) ซึ่งเปรียบได้กับสารข้อมูลที่ปรากฏบนจอภาพคอมพิวเตอร์ เมื่อปิดเครื่องหรือไฟฟ้าดับข้อมูลจะหายไป และส่วนที่ 3 เป็นส่วนเก็บจำข้อมูลถาวร

(Long – Term memory) ส่วนนี้เปรียบได้กับการบันทึกข้อมูลไว้ในฮาร์ดดิสก์ ลูกศรแสดงถึงการถ่ายสารข้อมูลจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง และทั้งหมดนี้อยู่ภายใต้การควบคุมของกระบวนการจัดการและควบคุม (Executive Control Processes) ซึ่งแสดงไว้ในกรอบสี่เหลี่ยมด้านบนสุดของภาพ

1) การเข้ารหัส (Encoding)

ในการเรียนรู้ของมนุษย์ ขั้นแรกสุดของกระบวนการประมวลผลคือการรับข้อมูลข่าวสารด้วยอวัยวะสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่าง (เช่น การได้ยิน การเห็น การสัมผัส เป็นต้น) จากสิ่งเร้าภายนอก อวัยวะรับสัมผัสจะเก็บสารข้อมูลบางส่วนไว้ในหน่วยบันทึก (Sensory – Register) ซึ่งอาจอยู่ในรูปเสียงก้องหู หรือภาพติดตา ถ้าหากสารข้อมูลนั้นมีมาก อินทรีย์ก็จะเลือกรับรู้ (Perception) และใส่ใจ (Attention) เฉพาะข้อมูลบางอย่าง

2) การเก็บจำชั่วคราว (Temporary Storage)

หลังจากรับรู้และใส่ใจต่อสารข้อมูลบางอย่างแล้ว สารนั้นก็จะถูกส่งไปยังหน่วยความจำระยะสั้น (Short – Term memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่มีสมรรถภาพจำกัด การเก็บสารข้อมูลนี้ สมองจะเก็บไว้ระยะเวลาสั้น ๆ โดยในช่วงเวลานั้น เป็นระยะที่สารข้อมูลจะถูกนำมาปฏิบัติหรือใช้ประโยชน์ (Working Memory)

สารข้อมูลที่มีความสำคัญจะถูกไปเก็บไว้ในหน่วยเก็บจำชั่วคราว หรือหน่วยเก็บจำระยะสั้น (Short – Term memory) นอกจากจะเก็บสารข้อมูลไว้แล้ว ยังมีการดำเนินการทางสมอง (Working Memory) ควบคู่ไปด้วย

(1) ความจุและเวลาในการเก็บจำ

ความจุในหน่วยเก็บจำชั่วคราวมีข้อจำกัด ในการทดลองพบว่าคนเราสามารถเก็บสารข้อมูลไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวได้ประมาณ 7 หน่วยข้อความเท่านั้น เช่น เราไม่อาจจำหมายเลขโทรศัพท์จากสมุดโทรศัพท์ได้ 2 หมายเลขในเวลาเดียวกัน

เวลาที่หน่วยความจำชั่วคราวเก็บสารข้อมูลไว้ แอทคินสันและชิฟฟริน (ประสาทอิศรปริดา, 2549: 265 อ้างอิงจาก Atkinson and Shiffrin, 1968) กล่าวว่า สารข้อมูลจะเก็บไว้ในหน่วยการจำชั่วคราวไม่เกิน 30 วินาที แต่สารข้อมูลนี้จะเก็บไว้ได้นานมากขึ้น ถ้าหากเรานึกและท่องไว้ หรือกำลังใช้ประโยชน์กับสารข้อมูลนั้น

(2) กระบวนการเก็บจำ

เนื่องจากสารข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยเก็บจำชั่วคราวยังกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้ลืมง่าย ฉะนั้นวิธีการที่จะเก็บสารข้อมูลให้คงที่นานขึ้น จะต้องมีการปฏิบัติกรจำด้วยการท่องในใจ หรือเชื่อมโยงสารข้อมูลที่กำลังจำในหน่วยเก็บจำชั่วคราวเข้ากับข้อมูลจากหน่วยเก็บจำถาวรที่มีอยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม การลืมอาจเกิดขึ้นได้ หากมีสิ่งสอดแทรก (Interference) หรือเมื่อเวลาผ่านไปนาน

(3) การเก็บสารข้อมูลให้คงทนมากขึ้น

เพื่อให้สามารถเก็บสารข้อมูลในหน่วยความจำชั่วคราวอยู่ได้นานมากกว่า 30 วินาที คนส่วนใหญ่มักใช้ 2 วิธีการดังนี้

- การท่องในใจ (Maintenance rehearsal) การท่องในใจนี้หากท่องนานเท่าใดก็จะสามารถเก็บสารข้อมูลไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวได้นานมากขึ้นเท่านั้น คนส่วนใหญ่จะท่องไว้เพื่อใช้ประโยชน์แล้วก็ทิ้ง เช่น การจำหมายเลขโทรศัพท์จากสมุดโทรศัพท์ เมื่อใช้เสร็จแล้ว เราก็ลืม
- การเชื่อมโยงสารข้อมูลกับความรู้เก่า (Elaborative rehearsal) เป็นวิธีการเชื่อมโยงสารข้อมูลที่พยายามจดจำเข้ากับสารข้อมูลที่มีอยู่แล้วในหน่วยความจำถาวร (Long – Term Memory) เช่น เมื่อพบชายคนหนึ่งในงานเลี้ยง ถ้าชื่อชายคนนั้นเหมือนชื่อน้องเรา เราก็ไม่ต้องท่องชื่อชายคนนั้น เพียงแต่เชื่อมโยงสารข้อมูลทั้งสองเข้าด้วยกันก็จำได้ การทำเช่นนี้ไม่เพียงแต่ช่วยเก็บสารข้อมูลในหน่วยปฏิบัติการจำ (Working Memory) เท่านั้น แต่ยังช่วยให้สารข้อมูลจากหน่วยความจำชั่วคราวส่งต่อไปยังหน่วยเก็บจำถาวรมากขึ้นด้วย

3) การเก็บจำถาวร (Permanent Storage)

สารข้อมูลจากหน่วยความจำชั่วคราวที่มีคุณค่าบางส่วน จะถูกส่งไปยังหน่วยเก็บจำถาวรหรือหน่วยเก็บจำระยะยาว (Long – Term memory) ซึ่งมีศักยภาพที่จะเก็บข้อมูลจำนวนมากไว้ได้มากมาย แม้ว่าจะถูกเก็บไว้ผิดกลุ่ม เมื่อเราต้องการใช้สารข้อมูลนี้ เราก็จะค้นหามัน บางครั้งพบว่ามันอยู่ระดับบนของจิต (Conscious) คือ ระลึกได้ทันที แต่สารข้อมูลบางอย่างก็อยู่ระดับล่างของจิต (Unconscious) ซึ่งยากที่จะระลึกขึ้นมา สารข้อมูลจากหน่วยการจำส่วนนี้จะถูกเรียกออกมาใช้ (Retrieve) โดยส่งย้อนไปยังหน่วยการจำชั่วคราว และจะเกิดปฏิบัติการในหน่วยการจำนี้ (Working Memory) กล่าวคือ มีการผสมผสานกับข้อมูลใหม่ที่เพิ่งรับมากับสารข้อมูลเก่าที่เรียกออกมาใช้ เพื่อช่วยให้เกิดความรู้หรือความเข้าใจสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ ตัวอย่างเช่น เมื่อท่านอ่านข้อความ “กระบวนการประมวลสาร (Information processing) มีลักษณะคล้ายกับการปฏิบัติงานของคอมพิวเตอร์” ท่านก็จะระลึกหรือรื้อฟื้นความรู้ (Retrieve) เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จากหน่วยความจำถาวรเพื่อที่จะเข้าใจความหมายของข้อความดังกล่าว

(1) ความจุและระยะเวลาในการจำ

หน่วยการเก็บจำถาวรจะมีความจุและระยะเวลาในการเก็บแตกต่างจากหน่วยเก็บจำชั่วคราว กล่าวคือ หน่วยเก็บจำชั่วคราวจะเก็บจำสารข้อมูลได้ประมาณ 7 หน่วย ในขณะที่หน่วยเก็บจำถาวรสามารถเก็บจำสารข้อมูลได้จำนวนมากไม่มีข้อจำกัด ยิ่งกว่านั้น ระยะเวลาในการเก็บจำก็ยาวนานและถาวร นอกจากจะแตกต่างกันในด้านความจุ และระยะเวลาในการเก็บจำแล้ว ยังมีความแตกต่างอื่น ๆ อีกหลายประการ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ความแตกต่างระหว่างหน่วยเก็บจำชั่วคราวและหน่วยเก็บจำถาวร

ชนิดการจำ	การเก็บจำชั่วคราว (STM)	การเก็บจำถาวร (LTM)
การรับสารข้อมูล	เร็วมาก	ค่อนข้างช้า
ความจุ	มีขีดจำกัด (ประมาณ 7 หน่วย)	ไม่มีขีดจำกัด
ระยะเวลาเก็บจำ	สั้นมาก (ประมาณ 20 – 30 วินาที)	ไม่มีข้อจำกัด
เนื้อหา	คำ จินตนาการ แนวคิด ประโยค	ประพจน์ สัมกับ เหตุการณ์ จินตนาการ
การเรียกใช้	ทันที	ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและการจัดระเบียบ

(2) เนื้อหาที่เก็บจำในหน่วยเก็บจำถาวร

ไพลิโอ (ประสาธ อิศรปริดา, 2549: 267 อ้างอิงจาก Paivio, 1986) เสนอว่าเนื้อหาสาระที่เก็บไว้ในหน่วยเก็บจำถาวรจะอยู่ในรูปของจินตภาพ (Visual Images) หรือในรูปของหน่วยทางภาษา (Verbal Units) หรือทั้งสองอย่าง เนื้อหาสาระทั้งหลายในหน่วยเก็บถาวร อาจจำแนกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ เนื้อหาสาระที่มีความหมาย (Semantic) เนื้อหาสาระที่เป็นเหตุการณ์ (Episodic) และเนื้อหาสาระที่เป็นเหตุการณ์ (Procedural)

(3) การเข้ารหัสสาระข้อมูลเพื่อเก็บไว้ในหน่วยการจำถาวร

เนื่องจากสาระข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยการจำถาวรมีจำนวนมากอย่างไม่มีการขีดจำกัด และจะถูกเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน การจะรับข้อมูลเพื่อเก็บไว้ในหน่วยการจำถาวรนี้ จะไม่ได้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทันทีเหมือนการจำชั่วคราว ทั้งนี้เพราะจะมีการเข้ารหัส (Encoding) ซึ่งจะเป็นการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างหน่วยการจำ ด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ในหน่วยความจำชั่วคราวกับข้อมูลข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วในหน่วยความจำถาวรนั่นเอง

(4) การเรียกข้อมูลจากหน่วยการจำถาวรออกมาใช้ (Retrieval)

ข้อมูลในหน่วยการจำถาวรมีจำนวนมาก แม้ว่าจะมีการเข้ารหัสและจัดเก็บไว้อย่างเป็นระเบียบ แต่การเรียกออกมาใช้ (Retrieval) ก็ต้องใช้เวลาในการระลึกออกมา อาจช้าบ้างเร็วบ้าง แตกต่างกันไป

(5) การลืม (Forgetting)

การลืมก็คือ การที่สาระข้อมูลในหน่วยการจำได้สูญหายหรือสลายไปในหน่วยการจำชั่วคราว (Short – Term Memory) นั้น ถ้าสาระข้อมูลสูญหายไป เราก็ไม่สามารถเรียกออกมาได้ ซึ่งปรากฏการณ์นี้คล้าย ๆ กับการที่ข้อมูลหายไปจากจอภาพคอมพิวเตอร์เมื่อไฟฟ้าดับ ก่อนที่จะเก็บสาระข้อมูลนั้นไว้ในจานบันทึก แต่สำหรับในหน่วยการจำถาวร (Long – Term

Memory) นักจิตวิทยาบางท่านเชื่อว่า สารระข้อมูลในหน่วยการจำถาวรนั้นไม่มีวันเสื่อมสลาย เพียงแต่เราไม่สามารถระลึกออกมาได้เท่านั้น แต่บางท่านเชื่อว่า สารระข้อมูลดังกล่าวอาจสูญหายไปหรืออาจแทนที่ด้วยข้อมูลอื่น

ผลการวิจัยในปัจจุบันพบว่า เมื่อมีสารระข้อมูลอื่นมาสอดแทรก (Interference) หรือเมื่อเวลาเนิ่นนานออกไป เราจะสามารถระลึกสารระข้อมูลออกมาได้น้อยลง และนักจิตวิทยาบางท่านอธิบายว่า การที่เราระลึกสารระข้อมูลออกมาได้น้อยนั้น เหมือนกับกลิ่นเนื้อที่หย่อนสมรรถภาพลงถ้าไม่ได้ใช้ สารระข้อมูลบางอย่างจะยังคงมีอยู่ แต่มันอาจอยู่ในระดับที่ลึกมาก จนไม่สามารถระลึกออกมาได้ (ประสาธ อิศรปริดา, 2549: 276 อ้างอิงจาก Anderson, 1990)

ส่วนการสอดแทรกที่ทำให้เกิดการลืมนั้น แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ (1) ความรู้ใหม่เข้าไปสอดแทรกในความรู้เก่า (2) ความรู้เก่าไปสอดแทรกความรู้ใหม่

หากต้องการนำทฤษฎีกระบวนการประมวลสาร ไปประยุกต์ในชั้นเรียน ให้ปฏิบัติดังนี้

- 1) กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียน
- 2) ช่วยแยกแยะรายละเอียดที่จำเป็นออกจากที่ไม่จำเป็น และเน้นสารระข้อมูลที่สำคัญ ๆ ให้ได้
- 3) ช่วย让孩子เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสารระข้อมูลใหม่กับสิ่งที่เขาารู้ก่อนแล้ว
- 4) 让孩子ท่องจำ ทำซ้ำ ๆ และทบทวนสารระความรู้ เพื่อให้สิ่งที่เรียนอยู่คงทน ถาวร
- 5) ครูสอนเนื้อหาที่มีความชัดเจนและเป็นระเบียบ
- 6) เน้นการจดจำอย่างเข้าใจความหมาย ไม่ใช่การจดจำแบบท่องจำ

3. แนวทางการวัดความคงทนในการเรียนรู้

ตามปกติความคงทนในการเรียนรู้กับความคงทนในการจำจะอยู่ร่วมกัน แต่สามารถแยกตรวจสอบได้อย่างอิสระ

ฮุสตัน และคณะ (ฮูตินันท์ ประทุมนันท์, 2545: 32 อ้างอิงจาก Houston et al., 1983) ได้เสนอวิธีในการทดสอบความคงทนในการจำไว้ 3 วิธี ดังนี้

3.1 การระลึกได้ (Recall) โดยให้นักเรียนเขียนหรือเล่าสิ่งที่ผ่านไปแล้ว โดยไม่ให้อีกโอกาสทบทวนก่อนการทดสอบ

3.2 การจำได้ (Recognition) โดยกำหนดคำถามและตัวเลือกตอบให้นักเรียนเลือกตอบตามความคิดเห็น การทดสอบวิธีนี้ นักเรียนจะตอบได้ง่ายกว่าวิธีการระลึกได้ (Recall)

3.3 การเรียนซ้ำ (Relearning) โดยให้นักเรียนฝึกทำบทเรียนในช่วงเวลาหนึ่งแล้วกลับมาฝึกซ้ำอีก ถ้านักเรียนจำบทเรียนได้มาก นักเรียนจะประหยัดเวลาในการฝึกครั้งหลัง

สำหรับระยะเวลาในการทดสอบความคงทนในการจำ มีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้

ศึกษาเกี่ยวกับช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบความคงทนในการจำ เช่น

แอทกินสันและชิฟฟริน (ฐิตินันท์ ประทุมนนท์, 2545: 33 อ้างอิงจาก Atkinson and Shiffrin, 1968) กล่าวว่าการศึกษาการทดสอบความคงทนในการจำ (Recognition) ควรเว้นระยะเวลาห่างจากการทดสอบครั้งแรกประมาณ 14 วัน เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่สารข้อมูลในหน่วยความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นสารความรู้ในหน่วยความจำระยะยาว

เกรเกอร์ (ฐิตินันท์ ประทุมนนท์, 2545: 33 อ้างอิงจาก Gregory, 1987) กล่าวว่านักจิตวิทยาการทดลองได้กำหนดเวลาในการวัดความคงทนในการจำไว้ดังนี้

ความคงทนในการจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory memory) ควรวัดหลังจากการเรียนรู้ประมาณ 1 วินาที เพราะเป็นเพียงความรู้สึกสัมผัสกับสิ่งเร้าด้วยอวัยวะสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง หรือ ส่วนใดส่วนหนึ่ง แต่ยังไม่รู้ความหมาย

ความคงทนในการจำระยะสั้น (Short – Term Memory) ควรวัดหลังจากการเรียนรู้ 1 นาที หรือน้อยกว่า เพราะเป็นความจำหลังจากเรียนรู้ที่คงอยู่ในระยะเวลาอันสั้น ที่ตั้งใจจำหรือจดจ่ออยู่กับสิ่งนั้น เมื่อไม่ได้ใส่ใจในสิ่งเหล่านั้นแล้วความจำก็จะเลือนหายไป

ความคงทนในการจำระยะยาว (Long – Term Memory) ควรวัดหลังจากการเรียนรู้ในช่วง 1 นาที หรือ หลายวัน หรือ หลายสัปดาห์ หลังการเรียนรู้ เพราะไม่ว่าจะทิ้งไว้นานเท่าใด ถ้าต้องการรื้อฟื้นความจำนั้นก็ระลึกออกมาได้ถูกต้อง

ความพึงพอใจในการเรียนรู้

1. ความหมายของความพึงพอใจ

คำว่า “ความพึงพอใจ” ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Satisfaction” มีความหมายโดยทั่ว ๆ ไปว่า ความรู้สึกในทางบวกของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด และมีนักวิชาการและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของคำว่า ความพึงพอใจ ไว้ ยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

จอร์จ และเลียวนาร์ด (ปราณี แสนสามารถ, 2557: 50 อ้างอิงจาก George and Leonard, 1980) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อความต้องการที่มีอยู่ของบุคคลนั้นบรรลุผล หรือได้รับการตอบสนอง

วอลเล่อร์สไตน์ (งพิไล อมรินทร์, 2556: 39 อ้างอิงจาก Wallerstein, 1971) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย และอธิบายว่า ความพึงพอใจเป็นขบวนการทางจิตวิทยา ไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน แต่สามารถสังเกตได้ว่า มีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรม การที่จะทำให้เกิดความพึงพอใจต้องใช้ปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของความพึงพอใจนั้น

โวลแมน (โกสุม เรื่องศรี, 2554: 57 อ้างอิงจาก Wolman, 1971) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก (Feeling) มีความสุข เมื่อเราได้รับผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย (Goal) ตามต้องการ (Wants) หรือ ตามแรงจูงใจ (Motivation)

ศุภสิริ โสมาเกต (โกสุม เรื่องศรี, 2554: 57 อ้างอิงจาก ศุภสิริ โสมาเกต, 2544) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก

ประสาธ อิศรปริดา (ชัชวาลย์ รัตนสวนจิก, 2556: 54 อ้างอิงจาก ประสาธ อิศรปริดา, 2541) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง พลังที่เกิดจากพลังทางจิตที่มีผลไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และหาสิ่งต้องการมาตอบสนอง

จากความหมายที่นักวิชาการและนักจิตวิทยาได้ให้ไว้ พอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกทางบวก หรือ มีความสุข เมื่อความต้องการ (Wants) จุดมุ่งหมาย (Goal) หรือ แรงจูงใจ (Motivation) ของบุคคลนั้น ๆ ได้รับการตอบสนองหรือประสบความสำเร็จ ความพึงพอใจไม่สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน แต่สามารถสังเกตได้ว่ามีหรือไม่มี ความพึงพอใจจากพฤติกรรมของบุคคลนั้น ๆ และบุคคลจะเกิดความพึงพอใจได้จะต้องมีปัจจัยหรือสาเหตุของความพึงพอใจนั้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

จากความหมาย ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกทางบวก หรือ มีความสุข เมื่อความต้องการ (Wants) จุดมุ่งหมาย (Goal) หรือแรงจูงใจ (Motivation) ของบุคคลนั้น ๆ ได้รับการตอบสนองหรือประสบความสำเร็จ ความพึงพอใจเป็นขบวนการทางจิตวิทยา ไม่สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน แต่สามารถสังเกตได้ว่ามีหรือไม่มี ความพึงพอใจจากพฤติกรรมของบุคคลนั้น ๆ และบุคคลจะเกิดความพึงพอใจได้จะต้องมีปัจจัยหรือสาเหตุของความพึงพอใจนั้น เมื่อความต้องการ (Wants) จุดมุ่งหมาย (Goals) หรือ แรงจูงใจ (Motivation) ได้รับการตอบสนองหรือประสบความสำเร็จแล้วบุคคลจะเกิดความพึงพอใจ มาสโลว์ (ประสาธ อิศรปริดา, 2549: 310 - 313 อ้างอิงจาก Maslow, 1970) ได้กล่าวถึงความต้องการของมนุษย์ 7 ชั้น และแม็คเคลแลนด์และแอ็ทกินสัน (ประสาธ อิศรปริดา, 2549 : 313 - 314 อ้างอิงจาก McClelland และ Atkinson, 1953) ได้กล่าวถึงความต้องการความสำเร็จ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีของมาสโลว์

มาสโลว์ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการของมนุษย์ โดยอธิบายว่า มนุษย์จะมีความต้องการจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ดังนี้

1) ความต้องการทางสรีระ (Physiological Needs) ได้แก่ ความต้องการอากาศ อาหาร การพักผ่อนหลับนอน เพศ การหลีกเลี่ยงความเจ็บปวด ฯลฯ

2) ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Needs) ได้แก่ ความต้องการความปลอดภัย มั่นคง ต้องการการคุ้มครองและหนีจากอันตราย ฯลฯ ความต้องการประเภทนี้มีมาตั้งแต่ยังเป็นทารก เราจะสังเกตเห็นว่า เด็กพยายามจะหลบหลีกจากสถานการณ์ที่เป็นอันตราย จะหลีกหนีจากสถานการณ์แปลกใหม่หรือคนแปลกหน้า

3) ความต้องการความรักและการยอมรับว่าเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม (Belongness and Love Needs) ได้แก่ ความต้องการเพื่อหรือมิตร ต้องการผู้ร่วมงาน ต้องการคู่รักหรือครอบครัว

4) ความต้องการการยกย่องสรรเสริญ (Esteem Needs) ได้แก่ ความต้องการให้ผู้อื่นยกย่อง เคารพนับถือตน ต้องการให้ผู้อื่นยอมรับว่าตนเองมีค่า หรือได้รับการยกย่องสรรเสริญ ต้องการเชื่อมั่นในความสามารถของตน ผู้ที่ล้มเหลวที่จะได้รับการสนองตอบความต้องการนี้ อาจทำให้เกิดความรู้สึกว่ามีปมด้อย หรือขาดความรู้สึกว่ามีผู้คอยช่วยเหลือคำจุน

5) ความต้องการรู้และเข้าใจ (Need to Know and Understand) เป็นความต้องการจะสัมฤทธิ์ผลทางปัญญา (Intellectual Achievement) หมายถึง ความปรารถนาที่จะรู้ (หรืออยากรู้) และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ อย่างแท้จริง มาสโลว์มีความเห็นว่า ความต้องการตั้งแต่ขั้นนี้เป็นต้นไป จะไม่เกิดขึ้นกับมนุษย์ทุกคน

6) ความต้องการสุนทรีย์ (Aesthetic Needs) ได้แก่ ความต้องการความเป็นระเบียบ (Order) สัจจะธรรม (Truth) และ ความงาม

7) ความต้องการสร้างภาพลักษณ์ของตนเอง และการพัฒนาตามศักยภาพแห่งตน (Self – Actualization Needs) เป็นความต้องการที่จะเข้าใจตนเอง และรู้จักตนเองอย่างถ่องแท้ ต้องการที่จะคิดหรือกระทำให้สอดคล้องกับสภาพที่แท้จริงของตนเองอย่างสร้างสรรค์ และต้องการพัฒนาสูงสุดตามศักยภาพของตน

2.2 ความต้องการความสำเร็จ (Achievement Needs)

แม็คเคลแลนด์และแอ็ทคินสัน ได้เสนอแนวคิดว่าการมุ่งกระทำ (Tendency to Undertake an Activity) ในกิจการใด ๆ จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1) การมุ่งสัมฤทธิ์ (Tendency to Achieve Success)

หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน มีหลักการดังนี้

(1) ในกลุ่มเด็กที่มีการมุ่งสัมฤทธิ์ หรือแรงจูงใจที่จะมุ่งสู่ความสำเร็จสูง ครูควรพยายามสอนเนื้อหาหรืองานที่มีความยากระดับปานกลาง ซึ่งท้าทายความสามารถของผู้เรียนมากกว่าการสอนเนื้อหาที่ง่าย หรือง่ายเกินไป

(2) จะต้องตระหนักเสมอว่า นักเรียนแต่ละคนมีแรงจูงใจที่จะมุ่งสู่ความสำเร็จแตกต่างกัน การมุ่งสัมฤทธิ์ที่แตกต่างกัน และมีประสบการณ์ในความสำเร็จของงานแตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ งานอย่างหนึ่งง่ายสำหรับคน ๆ หนึ่งแต่อาจยากสำหรับอีกคน ฉะนั้นจึงควรให้งานที่มีความยาก

แตกต่างกันและมีการคาดหวังความสำเร็จของเด็กแต่ละคนแตกต่างกัน

2) การหลีกเลี่ยงความล้มเหลว (Tendency to Avoid Failure)

หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน มีหลักการดังนี้

ครูไม่ควรให้งานที่มีความยากระดับปานกลาง สำหรับเด็กที่มีการหลีกเลี่ยงความล้มเหลวสูง เพราะเขาจะเลี่ยงการกระทำเพื่อไม่ต้องพบกับความล้มเหลว ควรให้งานที่ง่าย ๆ หรือยาก ๆ เพื่อที่จะให้เกิดการมุ่งกระทำขึ้น (ผู้ที่มีการหลีกเลี่ยงความล้มเหลวสูงจะชอบงานง่าย ๆ เนื่องจากจะไม่ต้องล้มเหลว หรือชอบงานที่ยาก ๆ เนื่องจากเมื่อล้มเหลว สามารถอ้างได้ว่างานนั้นยาก หรือผู้อื่นเกือบทั้งหมดก็ทำงานนั้นไม่ได้)

3) แรงจูงใจภายนอก หรือ สิ่งยั่วยุจากภายนอกตัวบุคคล (Extrinsic Motivation)

หมายถึง แรงจูงใจที่ได้รับจากภายนอก มาจากแรงเสริมชนิดต่าง ๆ เช่น ตั้งแต่ คำชม จนถึง การได้รับรางวัลเป็นสิ่งของ หรือเงินและตัวแปรต่าง ๆ ที่มาจากบุคคลหรือสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับ ความคาดหวังของผู้อื่น การตั้งเป้าหมายในการทำงาน ในกรณีของนักเรียน อาจจะ เป็นการตั้งเป้าหมายว่าจะได้เกรด “ดี” ก็มีอิทธิพลค่าแรงจูงใจในการเรียน หรือ ความตั้งใจหรือความคาดหวังของผู้ปกครอง รวมทั้งการตั้งรางวัลของผู้ปกครอง เป็นต้น หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนมีหลักการดังนี้

(1) ครูจะต้องบอกให้นักเรียนรู้ว่า ครูมีความคาดหวังอะไรกับนักเรียน เช่น ครูจะบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้ชัดเจน นักเรียนควรจะประกอบกิจกรรมอะไรบ้าง การวัดผล การประเมินผลมีเกณฑ์อย่างไร และเมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนแล้วจะนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

(2) ครูควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนอย่างชัดเจน หมายความว่า การให้ข้อมูลข่าวสารกับนักเรียนว่า “งาน” ที่นักเรียนทำดีหรือไม่ดี ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องอย่างไร โดยขยายความให้นักเรียนทราบว่า งานที่นักเรียนทำนั้นมีข้อดี ข้อเสีย อย่างไร ยกตัวอย่างเช่น การให้ A ในการเขียนแสดงวิธีทำของนักเรียนแล้วยังอธิบายเพิ่มเติมว่า การเขียนดีอย่างไรและหาเหตุผลมารองรับ

(3) ครูควรจะให้ข้อมูลกลับทันที ทุกครั้งที่มีโอกาส เพื่อจะช่วยให้เด็กนักเรียนมีแรงจูงใจสม่ำเสมอ ผลคือ ตั้งใจเรียนสม่ำเสมอ

(4) ครูควรทราบว่าความคาดหวังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจริง ๆ

3. แนวทางการวัดความพึงพอใจ

จากความหมายของความพึงพอใจ ความพึงพอใจ ไม่สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน แต่สามารถสังเกตได้ว่ามีหรือไม่มี ความพึงพอใจจากพฤติกรรมของบุคคลนั้น ๆ และบุคคลจะเกิดความพึง

พอใจได้จะต้องมีปัจจัยหรือสาเหตุของความพึงพอใจนั้น มีนักวิชาการได้เสนอเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความพึงพอใจ ยกตัวอย่างเช่น

เครื่องมือที่ใช้วัดความพึงพอใจในการเรียนรู้ เช่น แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยชุดข้อคำถามที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างตอบ โดยเขียนเครื่องหมายหรือเขียนตอบ หากมีกลุ่มตัวอย่างที่อ่านหนังสือไม่ได้ อาจใช้วิธีสัมภาษณ์ตามแบบสอบถาม นิยมใช้สอบถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดเห็นของบุคคล มีรายละเอียดดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546: 25 - 30)

3.1 โครงสร้างแบบสอบถาม

ส่วนประกอบของแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และ ข้อคำถาม มีรายละเอียดเพิ่มเติม ดังนี้

- 1) คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม เป็นส่วนแรกของการสอบถาม โดยระบุจุดมุ่งหมายและความสำคัญให้ตอบแบบสอบถาม อธิบายลักษณะของแบบสอบถาม วิธีตอบแบบสอบถามพร้อมยกตัวอย่างประกอบ และตอนสุดท้ายจะกล่าวขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามล่วงหน้า และระบุเจ้าของแบบสอบถาม
- 2) สถานภาพทั่วไป เป็นรายละเอียดส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น อายุ เพศ การศึกษา เป็นต้น
- 3) ข้อคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งอาจแยกเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ แล้วสร้างข้อคำถามวัดพฤติกรรมย่อย ๆ นั้น

3.2 รูปแบบของแบบสอบถาม

ข้อคำถามในแบบสอบถามอาจมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด หรือปลายปิด แบบสอบถามฉบับหนึ่งอาจเป็นแบบปลายเปิดทั้งหมด หรือ แบบปลายปิดทั้งหมด หรือ แบบผสมกันก็ได้

- 1) ข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open – Ended Form) เป็นคำถามที่ไม่ได้กำหนดคำตอบไว้เลือกตอบ แต่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบโดยใช้คำพูดของตนเอง
- 2) ข้อคำถามแบบปลายปิด (Closed Form) เป็นข้อคำถามที่มีคำตอบให้ผู้ตอบเขียนเครื่องหมายลงหน้าข้อความหรือตรงช่องที่ตรงกับความเป็นจริงหรือความเห็นของตนเอง มีหลายแบบ ได้แก่

(1) แบบให้เลือกตอบคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงหรือความคิดเห็นของตน เพียงคำตอบเดียวจาก 2 คำตอบ

(2) แบบให้เลือกตอบคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงหรือความคิดเห็นของตน เพียงคำตอบเดียวจากหลายคำตอบ

(3) แบบให้เลือกตอบคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงหรือความคิดเห็นของตน

ได้หลายคำตอบ

(4) แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) เป็นมาตราวัดชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือประเภทแบบสอบถาม แบบวัดด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติ แรงจูงใจในใฝ่สัมฤทธิ์ ฯลฯ โดยให้ผู้ตอบตอบตามระดับความคิดเห็นของตนเอง

(5) แบบผสม หมายถึง มีหลายแบบอยู่ด้วยกัน

(6) แบบให้เรียงลำดับ ความสำคัญ โดยให้ผู้ตอบเขียนเรียงลำดับความชอบ หรือความคิดเห็นต่อสิ่งนั้น ๆ

(7) แบบเติมคำตอบสั้น ๆ ลงในช่องว่าง คำตอบที่เติมมีความเฉพาะเจาะจง

3.3 หลักเกณฑ์ในการสร้างแบบสอบถาม มีดังนี้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายให้แน่นอนว่าต้องการถามอะไร
- 2) สร้างข้อคำถามให้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
- 3) เรียงข้อคำถามตามลำดับให้ต่อเนื่องสัมพันธ์กันตรงตามหัวข้อที่ได้วางโครงสร้างเอาไว้ตอนแรก
- 4) ไม่ควรให้ผู้ตอบตอบมากเกินไป เพราะจะทำให้เบื่อหน่าย และไม่ให้ความร่วมมือ
- 5) ให้ผู้ตอบคำถามมีความลำบากน้อยที่สุดในการตอบ ดังนั้นควรใช้ข้อคำถามแบบปลายปิด ผู้ตอบแบบสอบถามเพียงแต่เขียนเครื่องหมายในการตอบแบบสอบถาม
- 6) สร้างข้อคำถามให้มีลักษณะดี กล่าวคือ มีลักษณะดังนี้
 - (1) ใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่กำกวม ไม่มีความซับซ้อน
 - (2) ใช้ข้อความที่สั้นกะทัดรัด ไม่มีคำฟุ่มเฟือย
 - (3) เป็นข้อคำถามที่เหมาะสมกับผู้ตอบ โดยคำนึงถึงระดับสติปัญญา การศึกษา และความสนใจของผู้ตอบแบบสอบถาม
- (4) แต่ละข้อควรถามเพียงประเด็นเดียว
- (5) หลีกเลี่ยงคำถามที่จะตอบได้หลายทาง หรือ หลายคำตอบ
- (6) หลีกเลี่ยงคำถามที่จะทำให้ผู้ตอบเบื่อหน่าย ไม่รู้เรื่อง หรือไม่สามารถตอบได้
- (7) หลีกเลี่ยงคำถามที่ผู้ตอบตีความหมายแตกต่างกัน เช่น บ่อย ๆ เสมอ ๆ รวย หรือจน ไร่ หรือ ฉลาด เป็นต้น
- (8) ไม่ใช่คำถามที่ชักนำให้ผู้ตอบตอบตามแนวทางหนึ่งแนวทางใด
- (9) ไม่เป็นคำถามที่จะทำให้ผู้ตอบมีความอึดอัดใจที่จะตอบคำถาม
- (10) ไม่ถามในสิ่งที่รู้แล้ว หรือ วัดด้วยวิธีอื่นได้ดีกว่า
- (11) ไม่ถามเรื่องที่เป็นความลับของผู้ตอบแบบสอบถาม
- (12) คำตอบที่ให้เลือกในข้อคำถามควรมีให้ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างทุกคน

สามารถเลือกตอบได้ตรงกับความจริง ตามความคิดเห็นของเขา บางครั้งอาจมีตอนให้เติม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดความพึงพอใจที่มีข้อความชนิดปลายปิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ เพื่อวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี โดยคำนึงถึงโครงสร้างและลักษณะของแบบวัดความพึงพอใจที่ดี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

รัตนศุภานันดา ชันธุแสง (2555) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หาดชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี กลุ่มทดลองได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 มีนักเรียนจำนวน 38 คน สอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 มีนักเรียนจำนวน 36 คน เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีมีประสิทธิภาพ 75.13/72.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเท่ากับ 0.6642 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 66.42 ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีโดยรวมอยู่ในระดับมาก

สุภา เพ็ญจันทร์ (2555) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี และศึกษาความคงทน

ในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคำเขื่อนแก้วขุขันธ์ อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ซึ่งทางโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนที่ 1 มีนักเรียนจำนวน 39 คน เป็นกลุ่มทดลอง เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี ห้องเรียนที่ 2 มีนักเรียนจำนวน 34 คน เป็นกลุ่มควบคุม เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้อยู่แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี มีประสิทธิภาพ 78.11/76.13 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ดังกล่าวเท่ากับ 0.6319 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 63.19 ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ดอกเกตุ ดวงโสม (2556) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ทาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีกับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้อยู่แบบปกติ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนอัสสัมชัญอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม สอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีนักเรียนจำนวน 39 คน และเป็นกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม สอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้อยู่แบบปกติ มีนักเรียนจำนวน 35 คน รวมทั้งหมด 74 คน ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีมีประสิทธิภาพ 79.12/76.84 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ดังกล่าวเท่ากับ 0.6140 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 61.40 ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ชยุตม์ ล้อธีรพันธ์ (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจีเอสพีและโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรม

จีเอสพี และโปรแกรมจีไอจีบรา และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมจีเอสพี และโปรแกรมจีไอจีบรา กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทศบาลมิตรสัมพันธ์วิทยา อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 72 คน ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจีเอสพี และโปรแกรมจีไอจีบรา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ความพึงพอใจของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ต่อโปรแกรมจีเอสพีและโปรแกรมจีไอจีบราโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก

นพดล อุณหศิริกุล (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ม.6 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบราและกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบราและกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล” จังหวัดพังงา ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 80 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา สูงกว่านักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุทิน บัณฑิตา (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา ประกอบตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนนารอง อำเภอนารอง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบราประกอบอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบราช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

อธิภูมิ พาสงค์ (2559) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมจีไอจีบราประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวังน้ำเขียวพิทยาคม จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MATอยู่ในระดับมาก

วิภาพร ทิพย์รักษา และไพรินทร์ สุวรรณศรี (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านโปรแกรม GeoGebra ในการเพิ่มความเข้าใจและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนน้ำเกลี้ยง อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนห้อง ม.3/1 จำนวน 20 คน กลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนห้อง ม.3/2 จำนวน 19 คน ซึ่งนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีความเข้าใจ เรื่อง พาราโบลา ไม่แตกต่างกัน กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหารูปแบบของกราฟพาราโบลาผ่านโปรแกรม GeoGebra กลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความเข้าใจ และแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง พาราโบลา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความเข้าใจเรื่อง พาราโบลา สูงกว่านักเรียน กลุ่มควบคุม และมีความคงทนในการเรียนรู้เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

ซาฮา และคณะ (Saha et al., 2010) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษา 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 นักเรียนที่มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์สูง (high visual spatial ability : HV) และกลุ่มที่ 2 นักเรียนที่มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์ต่ำ (low visual spatial ability : LV) รวมทั้งหมด 53 คน ในกลุ่มที่ 1 แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มแรกได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ โปรแกรมจีโอจีบรา ส่วนอีกกลุ่มย่อยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และกลุ่มที่ 2 ก็ดำเนินการ ทำนองเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผล การศึกษายังพบว่าในกลุ่มที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมจี โอจีบราและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน ที่ระดับ นัยสำคัญ .05 แต่ในกลุ่มที่ 2 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เซนกิน และคณะ (Zengin et al., 2012) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 51 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองประกอบด้วย นักเรียนจำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุมประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 26 คนกลุ่มทดลองได้รับ การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra software in

computer assisted teaching method) ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist instruction) ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

ซุลไนดิ และซากาเรีย (Zulnaidi and Zakaria, 2012) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมจีโอจีบราที่มีต่อความคิดรวบยอด (Conceptual knowledge) และความรู้ด้านวิธีการ (Procedural knowledge) เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษาทั่วอินโดนีเซียทั้งหมด 124 คน 60 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและ 64 คน เป็นนักเรียนกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ความคิดรวบยอดและความรู้ด้านวิธีการของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

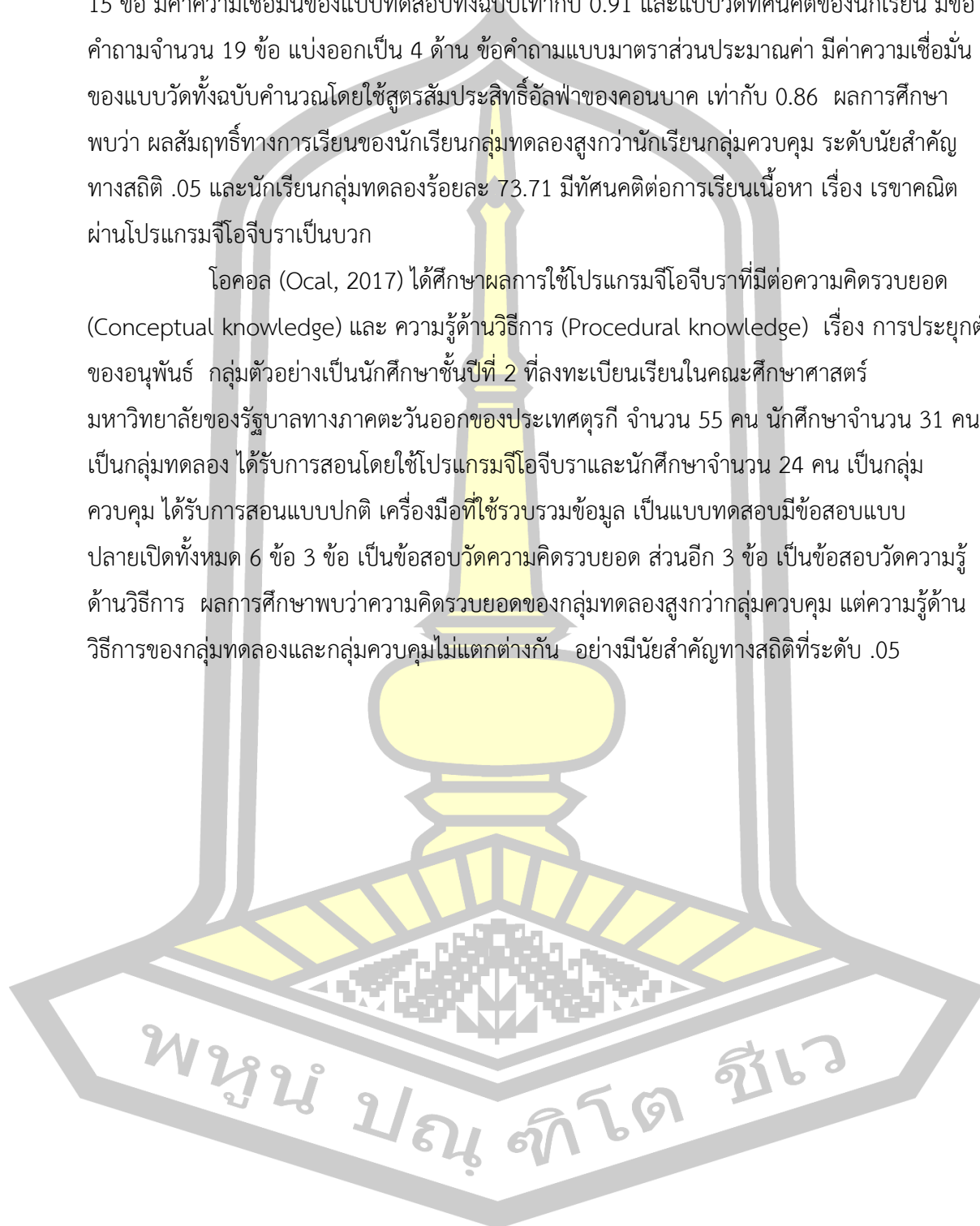
ชาดานัน และลีอง (Shadaan and Leong, 2013) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติและความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาในมาเลเซียจำนวน 53 คน เป็นกลุ่มควบคุม 25 คน ได้รับการสอนแบบปกติ และกลุ่มทดลอง 28 คน ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาร์เปียน และชุกอร์ (Arbain and Shukor, 2015) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจีโอจีบราและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติและความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมจีโอจีบรา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในมาเลเซียจำนวน 62 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม 32 คน ได้รับการสอนแบบปกติและกลุ่มทดลอง 30 คนได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราอยู่ในระดับมากและผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บิสต์ (Bist, 2017) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิต ผ่านโปรแกรมจีโอจีบราและนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิต ผ่านการสอนแบบปกติ และทัศนคติของนักเรียนต่อการเรียนเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิต ผ่านโปรแกรมจีโอจีบรา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 46 คน กลุ่มทดลองประกอบด้วยนักเรียน 30 คน เรียนด้วยโปรแกรมจีโอจีบราและกลุ่มควบคุมประกอบด้วยนักเรียน 16 คน ได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 15 ข้อ และข้อสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.91 และแบบวัดทัศนคติของนักเรียน มีข้อคำถามจำนวน 19 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับคำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของคอนนาค เท่ากับ 0.86 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 73.71 มีทัศนคติต่อการเรียนเนื้อหา เรื่อง เรขาคณิต ผ่านโปรแกรมจีโอจีบราเป็นบวก

โอคอล (Ocal, 2017) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมจีโอจีบราที่มีต่อความคิดรวบยอด (Conceptual knowledge) และ ความรู้ด้านวิธีการ (Procedural knowledge) เรื่อง การประยุกต์ของอนุพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยของรัฐบาลทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 55 คน นักศึกษาจำนวน 31 คน เป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและนักศึกษาจำนวน 24 คน เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล เป็นแบบทดสอบมีข้อสอบแบบปลายเปิดทั้งหมด 6 ข้อ 3 ข้อ เป็นข้อสอบวัดความคิดรวบยอด ส่วนอีก 3 ข้อ เป็นข้อสอบวัดความรู้ด้านวิธีการ ผลการศึกษาพบว่าความคิดรวบยอดของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ความรู้ด้านวิธีการของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการเป็นขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
5. การจัดการกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 336 คน ซึ่งจัดห้องแบบความสามารถและทางโรงเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรสถานศึกษาอ้างอิงตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้อง ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ได้นักเรียนห้อง ม.5/3 มีนักเรียนจำนวน 43 คน เป็นกลุ่มทดลอง จะได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และห้องเรียน ม.5/4 มีนักเรียนจำนวน 40 คน เป็นกลุ่มควบคุม จะได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

- 1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม

สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 แผน

1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 แผน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ลำดับและอนุกรม เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ

2.2 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จำนวน 1 ฉบับ มีข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัย ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ รายละเอียดการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ มีดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบัวขาวพุทธศักราช 2551 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา วิเคราะห์เนื้อหาในคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.4 – ม.6)

1.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ และแนวคิดในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

1.3 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1.4 นำเสนอแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านได้ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พร้อมแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบและประเมินผลแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องและความครอบคลุมของแต่ละองค์ประกอบของแผน เกี่ยวกับ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล สำหรับแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งมีอยู่ 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (ปราวณี แสนสามารถ, 2557: 60 อ้างอิงจาก บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

4.51 – 5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประกอบด้วย

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรณี บุญขารี อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
- 2) นางศิริณกาญจน์ ภูมิรัง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์ วุฒิการศึกษา กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา) เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
- 3) นางพรทิพย์ นาดรีชน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์ วุฒิการศึกษา ค.บ. (คณิตศาสตร์) เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา จำนวน 18 แผน ที่ผ่านการประเมินการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบกับระดับความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็นเพื่อหาค่ามาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 5.00

1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้ง

1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบัวขาว พุทธศักราช 2551 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา วิเคราะห์เนื้อหาในคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.4 – ม.6)

2.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ และแนวคิดในการจัดทำแผนการเรียนรู้แบบปกติ

2.3 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

2.4 นำเสนอแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านได้ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พร้อมแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบและประเมินผลแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องและความครอบคลุมของแต่ละองค์ประกอบของแผน เกี่ยวกับ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล สำหรับแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งมีอยู่ 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (ปราชญ์ แสนสามารถ, 2557: 60 อ้างอิงจาก บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

4.51 – 5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

2.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 18 แผน ที่ผ่านการประเมินการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบกับระดับความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การ

ประเมินระดับความคิดเห็นเพื่อหาค่ามาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 5.00

2.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2559 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อหาข้อบกพร่องของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอให้ ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้ง

2.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับนักเรียนกลุ่มควบคุม

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 คู่มือครู และหนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ดี และศึกษาการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละเรื่องแต่ละเนื้อหา กำหนดจำนวน ข้อสอบในแต่ละเนื้อหา ดังตาราง 2

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา เวลาเรียนและจำนวนข้อสอบ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

สาระสำคัญ	จำนวนชั่วโมงสอน	คะแนน	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง
1. ลำดับและพจน์ที่ n ของลำดับ	4	6	9	6
2. ลำดับเลขคณิต	4	7	11	7
3. ลำดับเรขาคณิต	4	7	11	7
4. อนุกรมเลขคณิต	3	5	7	5
5. อนุกรมเรขาคณิต	3	5	7	5
รวม	18	30	45	30

ตาราง 3 เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนข้อ สร้าง (ใช้จริง)
1. ลำดับและพจน์ที่ n ของลำดับ	1.1 บอกความหมายของลำดับได้	1	2 (1)
	1.2 บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้เป็นลำดับ จำกัดหรือลำดับอนันต์	1	2 (1)
	1.3 เขียนลำดับในรูปแจกพจน์ได้	1	2 (1)
	1.4 หาพจน์ที่ n ของลำดับที่กำหนดให้ได้	1	3 (3)
	รวม	4	9 (6)
2. ลำดับเลขคณิต	2.1 บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้เป็นลำดับ เลขคณิตหรือไม่	1	3 (2)
	2.2 หาพจน์ที่ n ของลำดับเลขคณิตได้	2	5 (3)
	2.3 นำความรู้เรื่องลำดับเลขคณิตไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้	1	3 (2)
	รวม	4	11 (7)
3. ลำดับเรขาคณิต	3.1 บอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้เป็น ลำดับเรขาคณิตหรือไม่	1	3 (2)
	3.2 หาพจน์ที่ n ของลำดับเรขาคณิตได้	2	5 (3)
	3.3 นำความรู้เรื่องลำดับเรขาคณิตไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้	1	3 (2)
	รวม	4	11 (7)
4. อนุกรมเลขคณิต	4.1 ระบอนุกรมที่เป็นอนุกรมเลขคณิตได้	1	2 (1)
	4.2 หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลข คณิตได้	1	2 (2)
	4.3 นำความรู้เรื่องอนุกรมเลขคณิตไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้	1	3 (2)
	รวม	3	7 (5)

ตาราง 3 (ต่อ)

สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนข้อ สร้าง (ใช้จริง)
5. อนุกรมเรขาคณิต	5.1 ระบอนุกรมที่เป็นอนุกรมเรขาคณิตได้	1	2 (1)
	5.2 หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตได้	1	2 (2)
	5.3 นำความรู้เรื่องอนุกรมเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	1	3 (2)
	รวม	3	7 (5)
	รวมทั้งหมด	18	45 (30)

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุม เนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นทั้งหมด 45 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอรับข้อเสนอแนะและวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมแบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดแล้วนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 (ประสาธน์ เองเฉลิม, 2556: 190) โดยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

ได้คะแนน	+ 1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
ได้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
ได้คะแนน	- 1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยบางข้อได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจนผ่านเกณฑ์การประเมิน

จากผลการประเมินพบว่าข้อสอบ 2 ข้อ คือ ข้อ 5 – 6 มีค่า IOC ต่ำกว่าเกณฑ์กล่าวคือ ข้อ 5 มีค่า IOC เท่ากับ -0.33 และข้อ 6 มีค่า IOC เท่ากับ 0.00 จึงตัดข้อสอบทั้ง 2 ข้อทิ้งและมีการสร้างข้อสอบทดแทนข้อสอบทั้ง 2 ข้อดังกล่าว ภายหลังจากการประเมินข้อสอบ 2 ข้อดังกล่าวอีกครั้ง มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 และ 0.67 ตามลำดับ นอกนั้นข้อสอบแต่ละข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 (ภาคผนวก ง)

3.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 45 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเดียวกันกับกลุ่มที่นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราไปทดลองใช้

3.7 นำผลการทดสอบที่ได้มาคำนวณหาค่าความยาก (Difficulty) ของข้อสอบรายข้อ และคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อโดยวิธีของเบรนนัน (Brennan) หลังจากนั้น คัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป สำหรับนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.8 นำผลการทดสอบของข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (r_{KR}) ผลการคำนวณได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเป็น 0.8581 (ภาคผนวก ง)

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบวัดความพึงพอใจ

แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าจะต้องประกอบด้วยเนื้อหาอะไรบ้าง

4.2 สร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบ จำนวน 1 ฉบับ มีข้อคำถาม 30 ข้อ แต่ละข้อเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 นำแบบวัดความพึงพอใจไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม และให้คำแนะนำสำหรับนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้

4.4 นำแบบวัดความพึงพอใจพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC)

4.5 นำแบบวัดความพึงพอใจผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเดียวกันกับกลุ่มที่นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้

4.6 นำผลมาคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (r_{xy}) (Item – Total Correlation)

4.7 เลือกข้อคำถามที่มีค่า r_{xy} ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปจำนวน 20 ข้อ มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับโดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับเท่ากับ 0.7639 (ภาคผนวก จ)

4.8 พิมพ์แบบวัดความพึงพอใจเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอไว้แล้ว
2. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ก่อนเรียน (Pre - test) แล้วบันทึกผลคะแนนที่ได้เป็นคะแนนก่อนเรียน
3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรมกับนักเรียนกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้น ม. 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ พร้อมเก็บรวบรวมคะแนนของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้จนครบ 18 แผน
4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม กับนักเรียนกลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้น ม. 5/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ พร้อมเก็บรวบรวมคะแนนของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้จนครบ 18 แผน
5. หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นลงแล้ว ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังเรียน (Post - test) โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนแล้วบันทึกผลคะแนนที่ได้เป็นคะแนนหลังเรียนครั้งแรก
6. นำแบบวัดความพึงพอใจไปให้นักเรียนกลุ่มทดลองตอบแล้วบันทึกผล
7. หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นลงแล้วอีก 2 สัปดาห์ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังเรียนอีกครั้ง โดยใช้

แบบทดสอบคู่ขนานกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครั้งแรกแล้วบันทึกผลคะแนนที่ได้เป็นคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 2

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาค้นคว้า ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

วิเคราะห์สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนนรวมจากการสังเกตแบบฝึกหัด คะแนนคุณลักษณะ และคะแนนจากการทดสอบย่อย 4 ครั้ง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบวัดความพึงพอใจ ทั้งรายข้อ รายด้านและรวมทั้งฉบับ

2. วิเคราะห์ค่าประสิทธิผลของเครื่องมือ

- 2.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ตามเกณฑ์ 75/75 โดยคำนวณค่า E_1 และ E_2 หลังจากนั้นวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
- 2.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ตามเกณฑ์ 75/75 โดยคำนวณค่า E_1 และ E_2 หลังจากนั้นวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
- 2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t - test (Independent samples)

3. วิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างหลังเรียนกับหลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ t - test (Dependent sample)

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจ

วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนทดลอง โดยการคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจ หลังจากนั้น นำค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจรายข้อ รายด้าน และรวมทั้งฉบับมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560: 121)

4.51 – 5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง	พึงพอใจมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย (Percentage)

หาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย มีสูตรคำนวณดังนี้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 224)

$$P = \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
 $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
 A แทน คะแนนเต็ม

1.2 คะแนนเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

หาค่าของคะแนนเฉลี่ย มีสูตรดังนี้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 225)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 n แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่ม

1.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

หาค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

(ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538: 79)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X_i	แทน	ค่าคะแนนแต่ละตัว
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	n	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่ม
	$\sum$	แทน	ผลรวม

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของข้อสอบรายข้อ

หาค่าความเที่ยงตรงของข้อสอบรายข้อโดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 190) มีสูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบ
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 ให้คัดเลือกไว้ แต่ถ้าข้อสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

2) ค่าความยาก (Difficulty) ของข้อสอบรายข้อ

หาค่าความยากของข้อสอบรายข้อโดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มสอบผ่านกับกลุ่มสอบไม่ผ่าน มีสูตรในการคำนวณดังนี้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 190)

$$p = \frac{R}{n}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยาก
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

ค่าความยากที่ใช้ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

3) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบรายข้อ

หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ ตามวิธีของเบรนนัน (Brennan)

คำนวณโดยใช้สูตร B – Index ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560: 106)

$$B = \frac{U - L}{n_1 - n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนนักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนนักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนสอบผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์

ค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้ ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน

(Kuder - Richardson)(ประสพท เนิ่งเฉลิม, 2556: 192)

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนทำถูกแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนทำผิดแต่ละข้อ ($q = 1 - p$)

2.2 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน

1) ค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถามรายข้อ

หาค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถามรายข้อโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 197)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 -1.00 ให้คัดเลือกไว้ แต่ถ้าข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

2) ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามรายข้อ

หาค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามรายข้อโดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item – Total Correlation) มีสูตรดังนี้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 197)

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามรายข้อ
 X แทน คะแนนรวมทั้งฉบับของผู้ตอบแต่ละคน
 Y แทน คะแนนในแต่ละข้อของผู้ตอบ
 n แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบวัดทั้งหมด

ถ้าค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้

3) หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับ

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) โดยใช้สูตรดังนี้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 198)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right)$$

เมื่อ α แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ
k แทน	จำนวนข้อคำถามทั้งหมด
$\sum S_i^2$ แทน	ผลรวมความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
S^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมรายคนของแบบวัดทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สูตร E_1/E_2

มีสูตรดังนี้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 214 - 215)

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{n} \right)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum Y}{n} \right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2 แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนระหว่างเรียนทุกส่วน
$\sum Y$ แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
A แทน	คะแนนเต็มของคะแนนระหว่างเรียน
B แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
n แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 หาคะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา โดยใช้สูตรดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.)

มีรายละเอียดสูตรดังนี้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556: 218 - 219)

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ	E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
	P_1	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนนักเรียนทุกคน
	P_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนนักเรียนทุกคน
	Total	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

4.1 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร t - test (Independent samples) มีสูตรดังนี้
(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538: 101 - 102)

(1) ถ้าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

(2) ถ้าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

พูน บัญชีโต ชีเว

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	$\bar{X}_1, \bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ
	S_1^2, S_2^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ
	n_1, n_2	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ตามลำดับ
	df	แทน	ชั้นของความอิสระ

4.2 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและหลังเรียน 2

สัปดาห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาค่าความคงทน โดยใช้สูตร t – test (Dependent sample) มีรายละเอียดดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538: 104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n - 1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	D	แทน	ผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

พหุ ประถมศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้า เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม จีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำเสนอ ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
S	แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$E.I.$	แทน ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1 หาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอ จีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ตอนที่ 2 หาค่าดัชนีประสิทธิผล ($E.I.$) ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างหลังเรียนและหลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์

ตอนที่ 5 หาค่าความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 หาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 4 ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (E_1)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนรวมระหว่างเรียน		E_1
		เต็ม	ที่ได้	
กลุ่มทดลอง	43	2,150	1,898	88.28
กลุ่มควบคุม	40	2,000	1,728	86.40

ตาราง 5 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (E_2)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนรวมหลังเรียน		E_2
		เต็ม	ที่ได้	
กลุ่มทดลอง	43	1,290	1,017	78.84
กลุ่มควบคุม	40	1,200	903	75.25

จากตาราง 4 และตาราง 5 จะพบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีค่าเท่ากับ 88.28/78.84 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 และพบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเท่ากับ 86.40/75.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

ตอนที่ 2 หาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 6 ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม		ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
กลุ่มทดลอง	1,290	530	1,017	0.6408
กลุ่มควบคุม	1,200	492	903	0.5805

จากตาราง 6 จะพบว่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีค่าเท่ากับ 0.6408 และดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเท่ากับ 0.5805

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	$\bar{X}$	S	df	t	p
กลุ่มทดลอง	43	23.65	2.298	81	2.039	.045*
กลุ่มควบคุม	40	22.58	2.510			

*p<.05

จากตาราง 7 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างหลังเรียนและหลังเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน - หลังเรียน 2 สัปดาห์ของนักเรียน
กลุ่มทดลอง

ทดสอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	$\bar{X}$	S	df	t	p
หลังเรียน	43	23.65	2.298	42	1.950	.058
หลังเรียน 2 สัปดาห์	43	23.42	1.979			

จากตาราง 8 จะพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 5 หาค่าความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 9 ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

ลำดับที่	ด้าน	$\bar{X}$	S	ระดับความพึงพอใจ
1	ด้านเนื้อหา	4.32	0.61	มาก
2	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.28	0.69	มาก
3	ด้านสื่อการเรียนรู้	4.40	0.49	มาก
4	ด้านการวัดผลประเมินผล	4.46	0.50	มาก
	รวมทุกด้าน	4.37	0.58	มาก

จากตาราง 9 จะพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรารายด้านและรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและ
กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
5 มีขั้นตอนและผลการศึกษาค้นคว้า รายละเอียดมีดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผลการวิจัย
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
ปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
75/75
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและ
กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
โปรแกรมจีโอจีบรา
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม
จีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยมีดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.28/78.84 และ 86.40/75.25 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเท่ากับ 0.6408 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 64.08 และ ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเท่ากับ 0.5805 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 58.05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือนักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความคงทนในการเรียนรู้

5. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายด้านและรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 78.84 และ 75.25 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับ รัตนศญาณ์ดา ชันธุแสง (2555) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง บริพันธ์ของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 สอดคล้องกับ สุภชา เพ็ญจันทร์ (2555) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.13 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ตั้งไว้สอดคล้องกับดอกเกตุ ดวงโสมมา (2556) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับชยุตม์ ล้อธีรพันธ์ (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ

นักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสุทิน บัวภาวะตา (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 สอดคล้องกับอธิภูมิ พาสงค์ (2559) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมจีโอจีบราประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเท่ากับ 0.6408 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 64.08 และ ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเท่ากับ 0.5805 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 58.05 สอดคล้องกับรัตนศุภณดา ชันธุแสง (2555) ได้ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6642 หรือนักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 66.42 สอดคล้องกับสุกษา เพ็ญจันทร์ (2555) ได้ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6319 แสดงว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าว มีความก้าวหน้าในการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 63.19 และสอดคล้องกับดอกเกตุ ดวงโสมมา (2556) ได้ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6410 หรือนักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 64.10

3. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับรัตนศุภณดา ชันธุแสง (2555) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสุกษา เพ็ญจันทร์ (2555) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

ประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับดอกเกตุ ดวงโสม (2556) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ นพดล อุณหศิริกุล (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ม.6 เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบราและกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับวิภาพร ทิพย์รักษาและไพรินทร์ สุวรรณศรี (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านโปรแกรมจีไอจีบรา เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับซาฮา และคณะ (Saha et al., 2010) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษา 2 กลุ่ม พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับซุลไนดีและซาคาเรีย (Zulnaidi and Zakaria, 2012) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมจีไอจีบราที่มีต่อความคิดรวบยอด และความรู้ด้านวิธีการ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ความคิดรวบยอดและความรู้ด้านวิธีการของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับชาดาดานและเลอง (Shadaan and Leong, 2013) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมจีไอจีบราและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับอาร์เบียนและชุกอร์ (Arbain and Shukor, 2015) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจีไอจีบราและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่ม

ควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับบิสต์ (Bist, 2017) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิต ผ่านโปรแกรมจีโอจีบราและ นักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิต ผ่านการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 สอดคล้องกับ โอคอล (Ocal, 2017) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมจีโอจีบราที่มีต่อความคิดรวบยอด (Conceptual knowledge) และ ความรู้ด้านวิธีการ (Procedural knowledge) เรื่อง การประยุกต์ของอนุพันธ์ ของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ปีที่ 2 ในมหาวิทยาลัยรัฐทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษา พบว่าความคิดรวบยอด เรื่อง การประยุกต์ของอนุพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่ม ควบคุม ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม จีโอจีบราหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือ นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความคงทนในการเรียนรู้ สอดคล้องกับ รัตน์ศุภณัฏฐา ชันธุแสง (2555) ได้ ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดย ใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่ม ทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ สุขชา เพ็ญ จันท์ (2555) ได้ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกิจกรรมการ เรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่อง กำหนดการเชิง เส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับวิภาพร ทิพย์รักษาและไพรินทร์ สุวรรณศรี (2560) ได้ ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านโปรแกรมจีโอจีบรา เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความคงทนใน การเรียนรู้ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนน้ำเกลี้ยง อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายด้านและรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับรัตน์ศุภณัฏฐา ชันธุแสง (2555) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อ กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีโดย รวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับสุขชา เพ็ญจันท์ (2555) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่ม ทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอส

พี เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี โดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับดอกเกตุ ดวงโสม (2556) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีโดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับชยุตม์ ล้อธีรพันธ์ (2557) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมจีโอจีบรา พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมจีโอจีบราโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับสุทิน บัณฑิตา (2558) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับอธิภูมิ พาสงค์ (2559) ได้ศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ผลการศึกษาพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับชาดานันและกวนยู (Shadaan and Leong, 2013) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา สอดคล้องกับอาร์เบินและชุกอร์ (Arbain and Shukor, 2015) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราอยู่ในระดับมาก

สาเหตุที่ทำให้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ เป็นไปตามความมุ่งมั่งหมายที่ตั้งไว้ อาจเกิดจาก 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติได้ผ่านการพัฒนาอย่างเป็นระบบถูกต้องตามขั้นตอน กล่าวคือก่อนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองวิธี ได้ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิเคราะห์เนื้อหาที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ 2) กิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 วิธี ได้ผ่านการแก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนรู้ ได้ประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองวิธี แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา มีค่าเฉลี่ยจากการประเมินระหว่าง 4.17 – 4.95 และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเฉลี่ยจากการประเมินระหว่าง 4.70 – 4.85 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้คือ 3.50 – 5.00 รวมทั้งมีการนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 วิธีไปทดลองใช้ ทำให้พบจุดที่ต้องแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลาในแต่ละขั้นตอนการสอน เป็นต้น 3) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน นักเรียนกลุ่มทดลองมีส่วนร่วมในการใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา

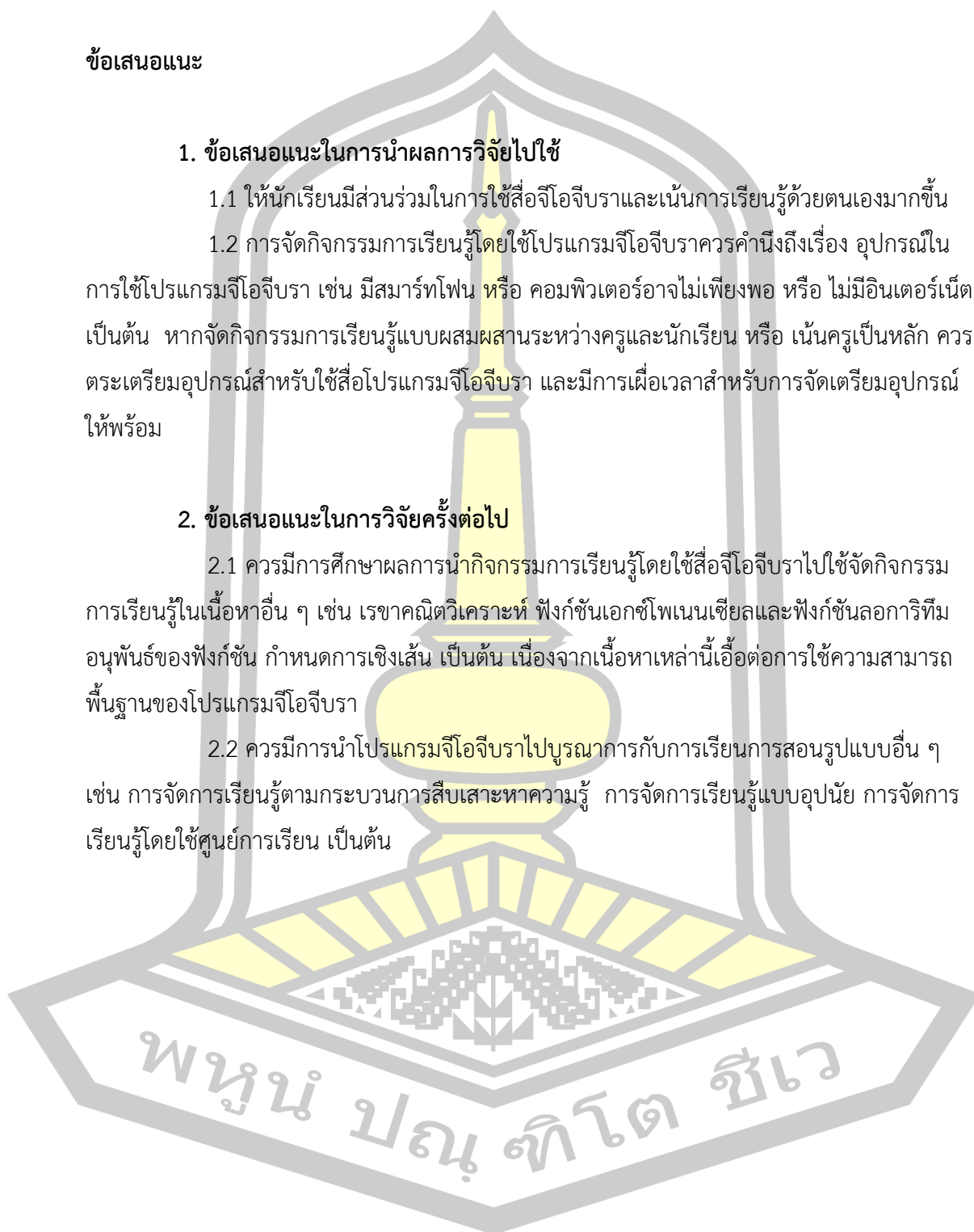
ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

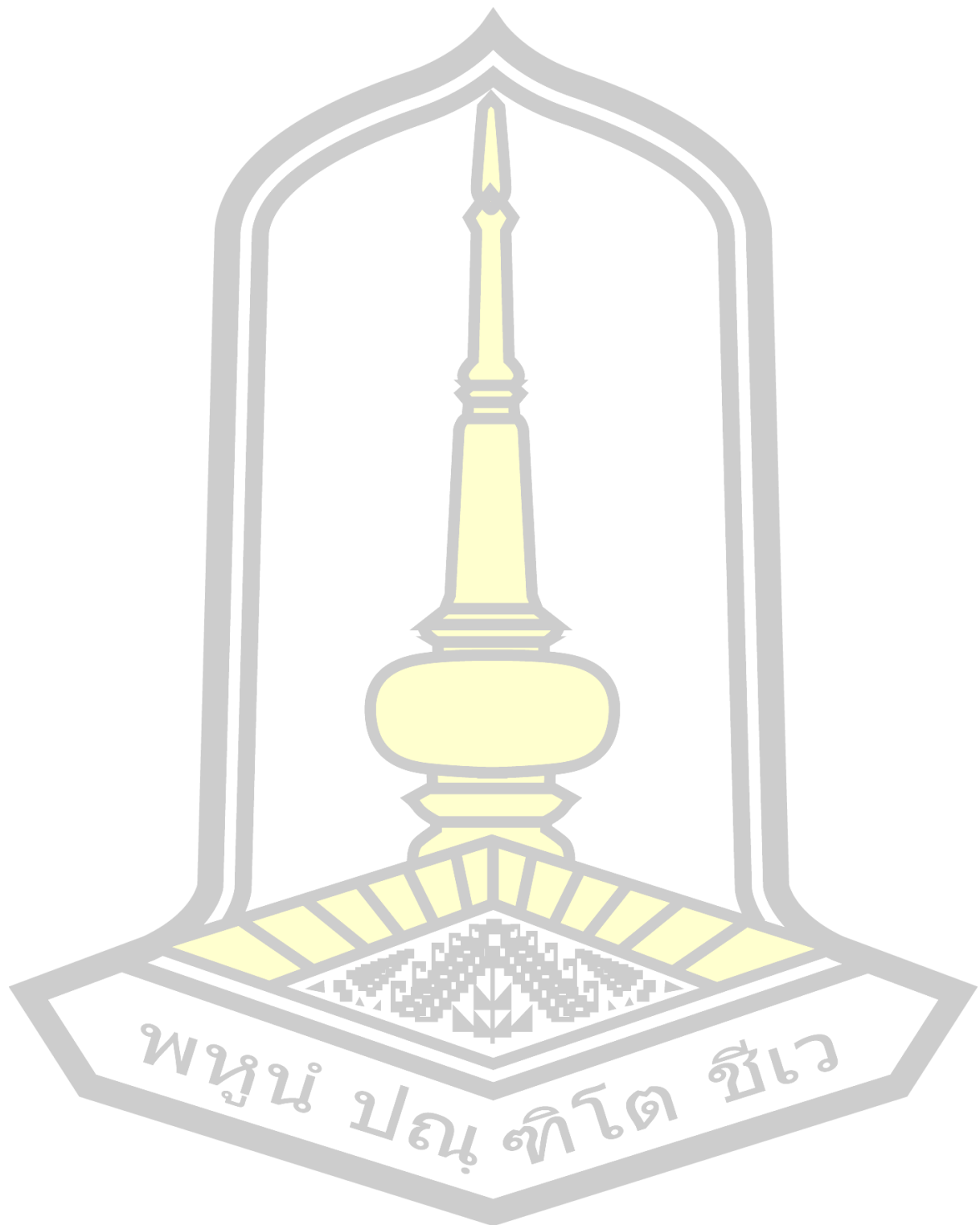
- 1.1 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อจีโอจีบราและเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น
- 1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราควรคำนึงถึงเรื่อง อุปกรณ์ในการใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เช่น มีสมาร์ตโฟน หรือ คอมพิวเตอร์อาจไม่เพียงพอ หรือ ไม่มีอินเทอร์เน็ต เป็นต้น หากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างครูและนักเรียน หรือ เน้นครูเป็นหลัก ควรเตรียมอุปกรณ์สำหรับใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา และมีการเผื่อเวลาสำหรับการจัดเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรมีการศึกษาผลการนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อจีโอจีบราไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ เช่น เรขาคณิตวิเคราะห์ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม อนุพันธ์ของฟังก์ชัน กำหนดการเชิงเส้น เป็นต้น เนื่องจากเนื้อหาเหล่านี้เอื้อต่อการใช้ความสามารถพื้นฐานของโปรแกรมจีโอจีบรา
- 2.2 ควรมีการนำโปรแกรมจีโอจีบราไปบูรณาการกับการเรียนการสอนรูปแบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย การจัดการเรียนรู้โดยใช้ศูนย์การเรียนรู้ เป็นต้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

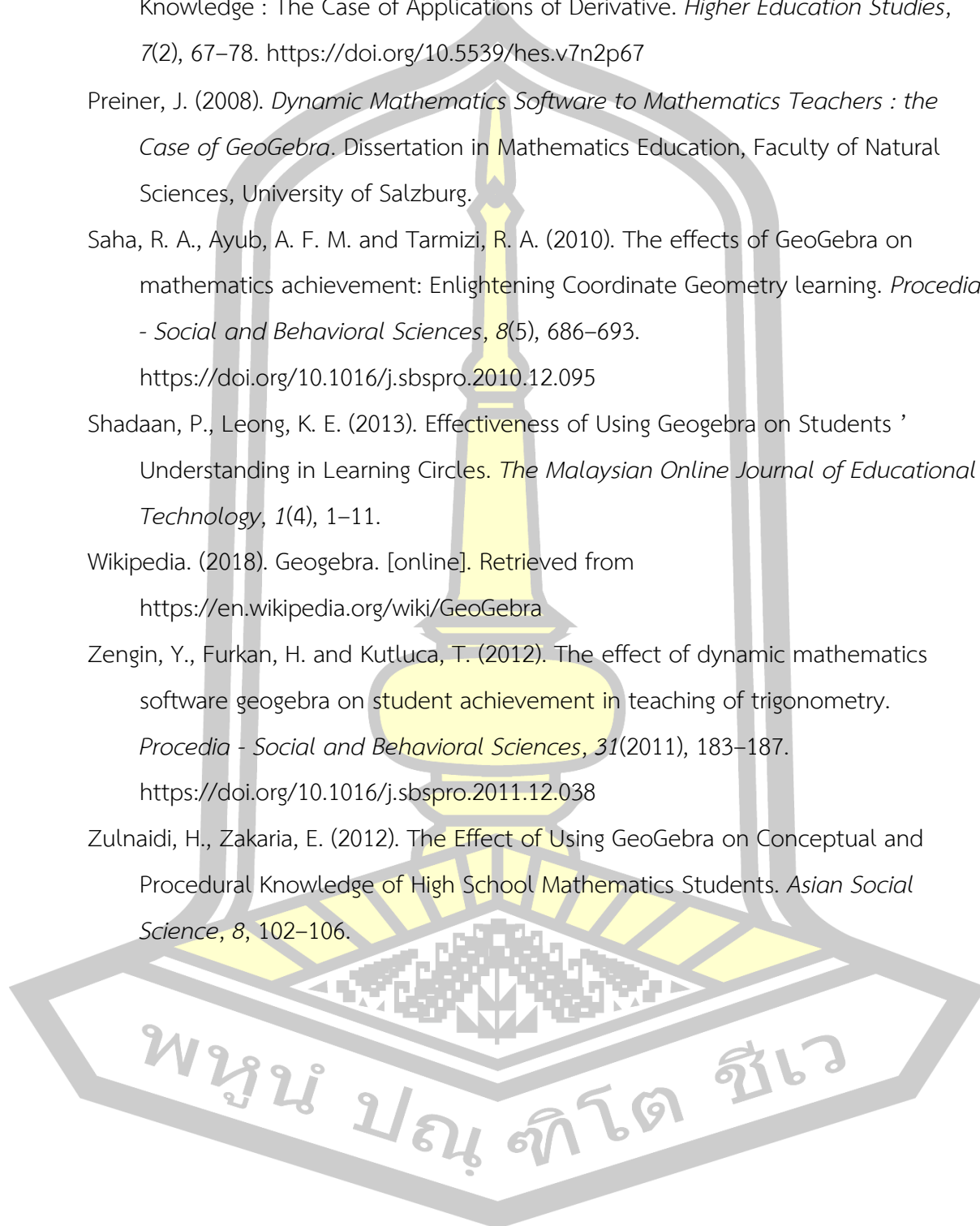
- กงพิไล อมรินทร์. (2556). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ TAI. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: องค์การขนส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- โกสมุญ เรืองศรี. (2554). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ครูบ้านนอกดอทคอม. (2552). การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม. [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://www.kroobannok.com/8099> [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2561].
- ชยุตม์ ล้อธีรพันธ์. (2557). การเปรียบเทียบการใช้ โปรแกรม GSP กับโปรแกรม GeoGebra ประกอบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6 (หน้า 137-145). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ชัชวาลย์ รัตนสวนจิ. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ ระหว่างการสอนแบบร่วมมือ (STAD) การสอนแบบ 4 MAT และการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน Developmental Testing of Media and Instructional Package. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 1-16.
- ฐิตินันท์ ประทุมรัตน์. (2545). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การอ่านภาษาอังกฤษและความคงทนในการจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย ที่มีความสามารถทางภาษาอังกฤษแตกต่างกัน โดยวิธีสอนอ่านแบบ MIA. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ดอกเกตุ ดวงโสมมา. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ทัศนีย์ อนันตภูมิ. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นพดล อุนทศิริกุล. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล.” การประชุมวิชาการระดับชาติ "มสธ วิจัย" ประจำปี 2559 (หน้า 914-920). สุโขทัย: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญยาพร ชมภู. (2552). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วย Courseware Geometer's Sketch กับ การสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2556). วิจัยการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธน์ อิศรปริดา. (2549). สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. มหาสารคาม: โครงการตำรา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปราณี แสนสามารถ. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยวิธีเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ผ่องเพ็ญ ดัดตนรัมย์. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยโปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พัชรรัตน์ วัฒนบุตร. (2556). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketch Pad (GSP) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พวงกต วงศ์เลขา. (2553). การเรียนคณิตศาสตร์: ความจำเป็นที่ไม่ควรมองข้าม. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://social.obec.go.th/node/22> [สืบค้นเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2558].

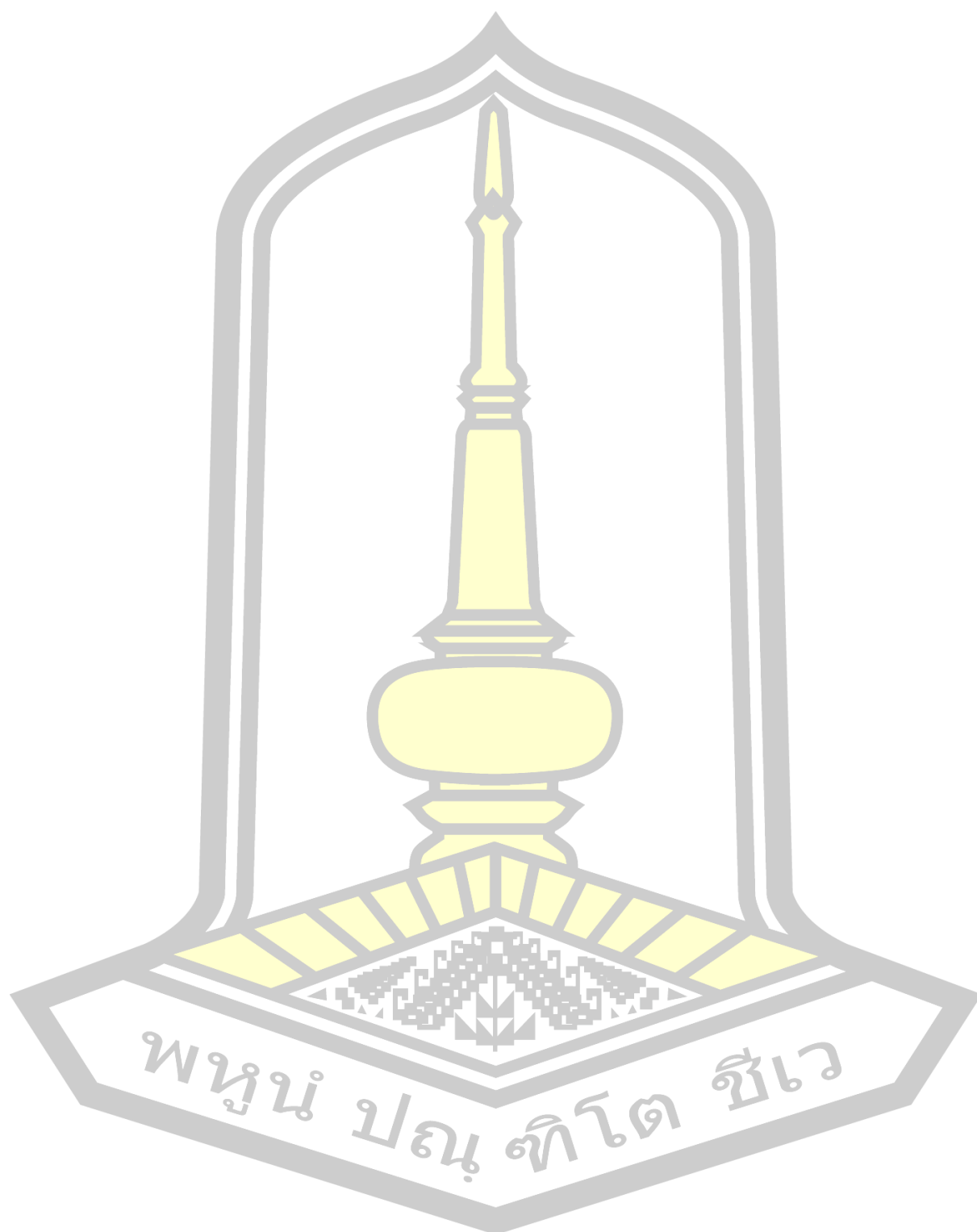
- รัตน์ศุภญาณ์ดา ชันธุแสง. (2555). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริพันธ์ ของฟังก์ชัน โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- โรงเรียนบัวขาว. (2558). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2557-2558. กาฬสินธุ์: โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์. (เอกสารอัดสำเนา).
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัชรพล บรรดา. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเพื่อ ส่งเสริมความรู้สึกเชิงจำนวน เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิภาพร ทิพย์รักษา และไพรินทร์ สุวรรณศรี. (2560). การศึกษาความเข้าใจและความคงทนในการ เรียนรู้ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน โปรแกรม GeoGebra. เอกสารการประชุมวิชาการ The 22nd Annual Meeting in Mathematics (AMM 2017). เชียงใหม่, ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศนิดา สร้อยแสง. (2554). ผลการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบกระบวนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงลัพธ์และแรงเสียดทาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศศิกันต์ พงษ์พัฒน์. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). รูปแบบการสอนที่พัฒนา กระบวนการคิดขั้นสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ได้จาก: <http://biology.ipst.ac.th/?p=688> [สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2558].
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2557). รายงานผลการทดสอบทาง การศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557. กรุงเทพฯ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). รายงานผลการทดสอบทาง การศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3 – คิว มีเดีย.

- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สุทิน บัวภาวะตา. (2558). ผลของการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารครูพิบูล*, ฉบับพิเศษ, 50–61.
- สุพัตรา คำหงษ์สา. (2556). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุภา เพ็ญจันทร์. (2555). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบโปรแกรมจีเอสพี เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อธิภูมิ พาสงค์. (2559). *การใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีการสอน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- Arbain, N., Shukor, N. A. (2015). The Effects of GeoGebra on Students Achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172(2007), 208–214.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
- Bist, P. R. (2017). Use of GeoGebra in Geometric Construction. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research(IJIR)*, 3(9), 337–347. Retrieved from:
<http://www.onlinejournal.in>
- Hohenwarter, M., et al. (2018). *Putting the world's leading dynamic mathematics software and materials in the hands of students and teachers everywhere*. Retrieved from: <https://www.geogebra.org/about?lang=eng> [accessed 30 August 2018].
- Majerek, D. (2014). Application of Geogebra for Teaching Mathematics. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8(24), 51–54.
<https://doi.org/10.12913/22998624/567>

- Ocal, M. F. (2017). The Effect of Geogebra on Students ' Conceptual and Procedural Knowledge : The Case of Applications of Derivative. *Higher Education Studies*, 7(2), 67–78. <https://doi.org/10.5539/hes.v7n2p67>
- Preiner, J. (2008). *Dynamic Mathematics Software to Mathematics Teachers : the Case of GeoGebra*. Dissertation in Mathematics Education, Faculty of Natural Sciences, University of Salzburg.
- Saha, R. A., Ayub, A. F. M. and Tarmizi, R. A. (2010). The effects of GeoGebra on mathematics achievement: Enlightening Coordinate Geometry learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8(5), 686–693. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.095>
- Shadaan, P., Leong, K. E. (2013). Effectiveness of Using Geogebra on Students ' Understanding in Learning Circles. *The Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(4), 1–11.
- Wikipedia. (2018). Geogebra. [online]. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/GeoGebra>
- Zengin, Y., Furkan, H. and Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software geogebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31(2011), 183–187. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.038>
- Zulnaidi, H., Zakaria, E. (2012). The Effect of Using GeoGebra on Conceptual and Procedural Knowledge of High School Mathematics Students. *Asian Social Science*, 8, 102–106.



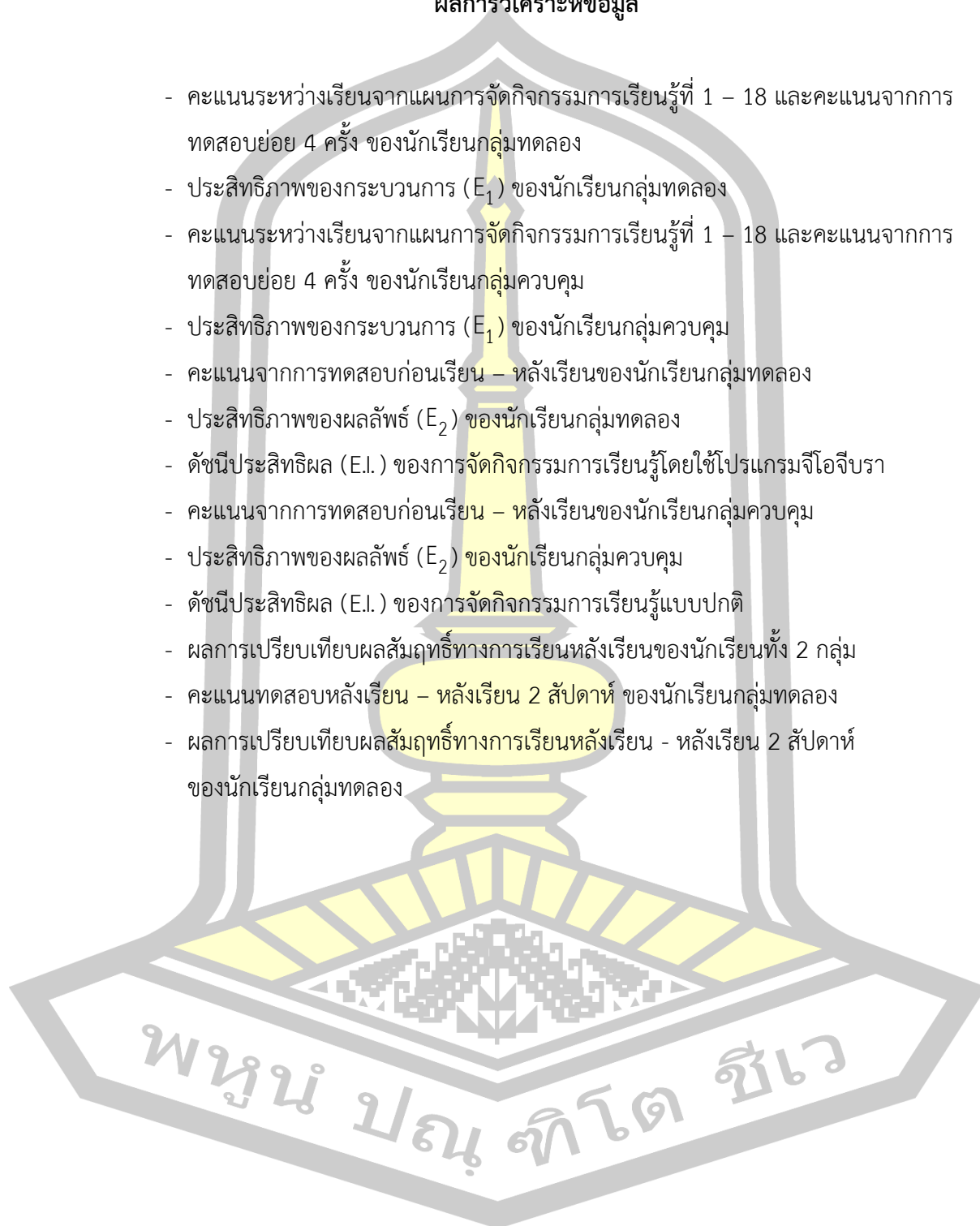
ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- คะแนนระหว่างเรียนจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 – 18 และคะแนนจากการทดสอบย่อย 4 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
- ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
- คะแนนระหว่างเรียนจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 – 18 และคะแนนจากการทดสอบย่อย 4 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มควบคุม
- ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม
- คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง
- ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
- ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา
- คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม
- ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม
- ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม
- คะแนนทดสอบหลังเรียน – หลังเรียน 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน - หลังเรียน 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง



ตาราง 10 คะแนนระหว่างเรียนจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 – 18 และคะแนนจากการทดสอบย่อย 4 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน	คะแนนจากการทดสอบย่อย				รวมคะแนน
	แผนที่ 1 – 18	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
	30 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	50 คะแนน
1	30	4	4	5	5	48
2	30	3	3	5	5	46
3	30	5	5	5	3	48
4	30	3	3	5	5	46
5	30	3	3	5	5	46
6	30	3	3	5	3	44
7	30	3	3	3	5	44
8	30	3	3	3	5	44
9	30	2	3	2	4	41
10	30	1	3	3	4	41
11	30	3	3	4	5	45
12	30	5	5	5	4	49
13	30	3	3	5	4	45
14	30	4	4	5	5	48
15	30	3	3	4	5	45
16	30	3	3	4	4	44
17	30	3	3	4	4	44
18	30	3	3	4	4	44
19	30	3	3	5	4	45
20	30	3	3	4	4	44
21	30	3	3	5	3	44
22	30	3	3	5	4	45
23	30	2	3	2	3	40

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน	คะแนนจากการทดสอบย่อย				รวมคะแนน
	แผนที่ 1 – 18	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
	30 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	50 คะแนน
24	30	4	4	5	5	48
25	30	3	3	2	2	40
26	30	2	3	5	4	44
27	30	3	3	4	4	44
28	30	1	3	3	2	39
29	30	3	3	3	4	43
30	30	3	3	4	4	44
31	30	3	3	3	4	43
32	30	3	3	4	4	44
33	30	4	4	5	5	48
34	30	4	4	4	5	47
35	30	3	3	4	2	42
36	30	3	3	5	3	44
37	30	3	3	4	3	43
38	30	1	3	4	5	43
39	30	3	3	3	5	44
40	30	2	3	4	4	43
41	30	3	3	3	2	41
42	30	2	3	4	4	43
43	30	2	3	3	3	41
	รวมคะแนนทั้งหมด					1,898

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการสอนด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนระหว่างเรียนทุกส่วน
 A แทน คะแนนเต็มของคะแนนระหว่างเรียนทุกส่วน
 N แทน จำนวนนักเรียน

จะได้ว่า

$$\frac{\sum X}{A} = \frac{1,898}{50} = 37.96$$

$$N = 43$$

จะได้ว่า

$$E_1 = \frac{37.96}{43} \times 100 = 88.28$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพของกระบวนการของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา
เท่ากับ 88.28

พูน ปณ จิโต ชีเว

ตาราง 11 คะแนนระหว่างเรียนจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 – 18 และคะแนนจากการทดสอบย่อย 4 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน แผนที่ 1 – 18	คะแนนจากการทดสอบย่อย				รวมคะแนน
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
	30 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	50 คะแนน
1	30	3	5	3	3	44
2	30	4	4	2	3	43
3	30	4	3	1	4	42
4	30	4	4	3	4	45
5	30	3	5	3	3	44
6	30	4	4	4	4	46
7	30	4	4	3	3	44
8	30	4	4	3	2	43
9	30	4	4	3	3	44
10	30	2	3	2	2	39
11	30	4	3	3	2	42
12	30	3	4	2	2	41
13	30	4	4	2	2	42
14	30	4	4	3	3	44
15	30	4	2	1	2	39
16	30	5	4	4	4	47
17	30	4	5	4	3	46
18	30	5	3	3	4	45
19	30	4	4	4	3	45
20	30	4	4	3	3	44
21	30	2	4	3	4	43
22	30	4	4	4	3	45
23	30	3	5	2	3	43

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน	คะแนนจากการทดสอบย่อย				รวมคะแนน
	แผนที่ 1 – 18	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	
	30 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	50 คะแนน
24	30	5	4	4	3	46
25	30	3	4	3	4	44
26	30	5	4	4	3	46
27	30	4	4	2	3	43
28	30	4	3	2	3	42
29	30	3	2	4	3	42
30	30	3	3	2	3	41
31	30	5	2	3	3	43
32	30	4	4	3	1	42
33	30	4	4	4	3	45
34	30	4	4	3	3	44
35	30	4	3	3	2	42
36	30	3	3	1	2	39
37	30	3	4	2	3	42
38	30	5	4	3	3	45
39	30	4	3	1	2	40
40	30	3	4	3	2	42
รวมคะแนนทั้งหมด						1,728

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งได้รับการสอนด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนระหว่างเรียนทุกส่วน
 A แทน คะแนนเต็มของคะแนนระหว่างเรียนทุกส่วน
 N แทน จำนวนนักเรียน

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \sum X &= 1,728 \\ A &= 50 \\ N &= 40 \end{aligned}$$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{1,728}{50} \times 100 \\ &= 86.40 \end{aligned}$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพของกระบวนการของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเท่ากับ 86.40

พูน ปณ จิโต ชีเว

ตาราง 12 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)
1	12	26
2	16	27
3	14	25
4	14	23
5	12	22
6	12	23
7	12	21
8	12	22
9	6	20
10	11	23
11	13	24
12	14	28
13	14	25
14	17	30
15	9	24
16	11	24
17	12	25
18	14	22
19	12	25
20	13	24
21	14	26
22	15	25
23	12	23
24	13	25
25	12	23
26	13	25

ตาราง 12 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)
27	11	24
28	10	21
29	14	20
30	11	25
31	10	26
32	12	20
33	10	21
34	13	25
35	14	21
36	12	23
37	13	21
38	10	25
39	12	20
40	10	27
41	14	24
42	13	22
43	12	22
รวม	530	1,017
$\bar{X}$	12.33	23.65
S	1.94	2.30
$\%X$	41.09	78.84

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งนักเรียนได้รับการสอนด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียน

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \sum X &= 1,017 \\ B &= 30 \\ N &= 43 \end{aligned}$$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{\frac{1,017}{43}}{30} \times 100 \\ &= \frac{23.651}{30} \times 100 \\ &= 78.84 \end{aligned}$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 78.84

พูน ปณ จิโต ชีเว

ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา โดยใช้สูตรดังนี้

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล
 P_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนนักเรียนทุกคน
 P_2 แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนนักเรียนทุกคน
 Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} P_1 &= 530 \\ P_2 &= 1,017 \\ \text{Total} &= 30 \times 43 \\ &= 1,290 \end{aligned}$$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} E.I. &= \frac{1,017 - 530}{1,290 - 530} \\ &= \frac{487}{760} \\ &= 0.6408 \end{aligned}$$

ดังนั้น ดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.6408

พูน ปณ จิต ชีเว

ตาราง 13 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)
1	12	25
2	12	24
3	14	22
4	15	25
5	12	21
6	15	20
7	12	21
8	12	20
9	6	16
10	11	20
11	13	22
12	14	27
13	14	25
14	15	26
15	9	22
16	11	24
17	12	25
18	15	25
19	12	23
20	13	20
21	14	26
22	15	25
23	12	20
24	13	25
25	12	20

ตาราง 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)
26	13	25
27	11	22
28	10	20
29	14	18
30	11	22
31	10	25
32	12	20
33	10	25
34	13	20
35	15	22
36	12	22
37	12	22
38	10	25
39	12	22
40	12	24
รวม	492	903
$\bar{X}$	12.30	22.58
S	1.90	2.51
$\bar{\%X}$	41.00	75.25

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งนักเรียนได้รับการสอนด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สูตรดังนี้

$$E_2 = \frac{\sum X}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียน

จะได้ว่า

$$\begin{aligned}\sum X &= 903 \\ B &= 30 \\ N &= 40\end{aligned}$$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned}E_2 &= \frac{903}{30} \times 100 \\ &= \frac{22.575}{30} \times 100 \\ &= 75.25\end{aligned}$$

ดังนั้น ประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 75.25

พูน ปณ จิตโต ชีเว

ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สูตรดังนี้

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล
 P_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนนักเรียนทุกคน
 P_2 แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนนักเรียนทุกคน
 Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

จะได้ว่า

$$P_1 = 492$$

$$P_2 = 903$$

$$\text{Total} = 30 \times 40$$

$$= 1,200$$

จะได้ว่า

$$E.I. = \frac{903 - 492}{1,200 - 492}$$

$$= \frac{411}{708}$$

$$= 0.5805$$

ดังนั้น ดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.5805

พูน ปณ จิต ชีเว

ตาราง 14 คะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง (30 คะแนน)	กลุ่มควบคุม (30 คะแนน)
1	26	25
2	27	24
3	25	22
4	23	25
5	22	21
6	23	20
7	21	21
8	22	20
9	20	16
10	23	20
11	24	22
12	28	27
13	25	25
14	30	26
15	24	22
16	24	24
17	25	25
18	22	25
19	25	23
20	24	20
21	26	26
22	25	25
23	23	20
24	25	25
25	23	20

ตาราง 14 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง (30 คะแนน)	กลุ่มควบคุม (30 คะแนน)
26	26	25
27	27	22
28	25	20
29	23	18
30	22	22
31	23	25
32	21	20
33	22	25
34	20	20
35	23	22
36	24	22
37	28	22
38	25	25
39	30	22
40	24	24
41	24	
42	25	
43	22	
รวม	1,017	903
$\bar{X}$	23.65	22.58
S	2.30	2.51
$\bar{\%X}$	78.84	75.25

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร t – test (Independent samples) มีสูตรดังนี้

- 1) ถ้าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

- 2) ถ้าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

พหุ ประทีป ชีวะ

สถิติทดสอบ t จากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

จากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณสถิติ t ได้ผลดังนี้

ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม

Group Statistics					
	group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	1	43	23.65	2.298	.350
	2	40	22.58	2.510	.397

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Score	Equal variances assumed	.902	.345
	Equal variances not assumed		

t-test for Equality of Means						
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
2.039	81	.045	1.076	.528	.026	2.126
2.033	78.951	.045	1.076	.529	.022	2.130

ตาราง 16 คะแนนทดสอบหลังเรียน – หลังเรียน 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)		D	D ²
	หลังเรียน	หลังเรียน 2 สัปดาห์		
1	26	27	-1	1
2	27	27	0	0
3	25	24	1	1
4	23	22	1	1
5	22	22	0	0
6	23	22	1	1
7	21	21	0	0
8	22	22	0	0
9	20	20	0	0
10	23	22	1	1
11	24	24	0	0
12	28	27	1	1
13	25	25	0	0
14	30	28	2	4
15	24	25	-1	1
16	24	24	0	0
17	25	24	1	1
18	22	22	0	0
19	25	24	1	1
20	24	24	0	0
21	26	25	1	1
22	25	25	0	0
23	23	22	1	1
24	25	25	0	0
25	23	24	-1	1

ตาราง 16 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)		D	D ²
	หลังเรียน	หลังเรียน 2 สัปดาห์		
26	25	25	0	0
27	24	24	0	0
28	21	21	0	0
29	20	21	-1	1
30	25	24	1	1
31	26	25	1	1
32	20	21	-1	1
33	21	21	0	0
34	25	25	0	0
35	21	21	0	0
36	23	23	0	0
37	21	22	-1	1
38	25	24	1	1
39	20	21	-1	1
40	27	26	1	1
41	24	22	2	4
42	22	22	0	0
43	22	22	0	0
รวม	1,017	1,007	10	28
$\bar{X}$	23.65	23.42		
S	2.30	1.98		
%X	78.84	78.06		

ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียน – หลังเรียน 2 สัปดาห์ โดยใช้สถิติสำหรับทดสอบสมมติฐานคือ t – test (Dependent sample)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ

t แทน สถิติทดสอบ

D แทน ผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคู่ของข้อมูล

จะได้ว่า

$$\sum D = 10$$

$$(\sum D)^2 = 100$$

$$\sum D^2 = 28$$

$$N = 43$$

จะได้

$$t = \frac{10}{\sqrt{\frac{43(28) - 100}{42}}} = 1.9504$$

ดังนั้น สถิติทดสอบ t มีค่าเท่ากับ 1.9504

พูน ปณ จิโต ชีเว

ค่าสถิติทดสอบ t จากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

จากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณสถิติ t ได้ผลดังนี้

ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียน – หลังเรียน 2 สัปดาห์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

Paired Samples Statistics					
Pair 1		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
	post1	23.65	43	2.298	.350
	post2	23.42	43	1.979	.302

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	99% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	post1 - post2	.233	.782	.119	-.008	.473	1.950	42	.058



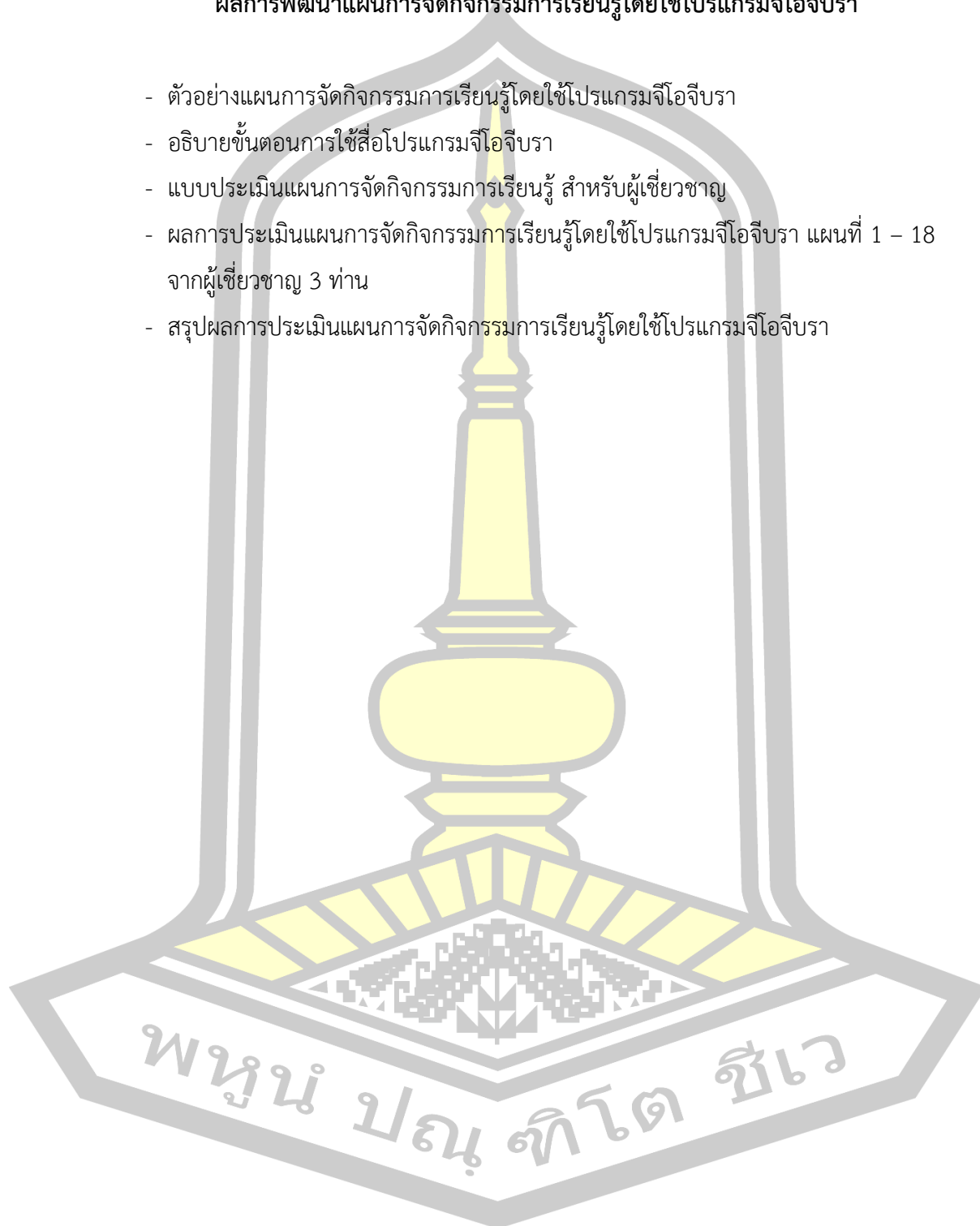
ตาราง 18 ผลการตอบแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจิบรา

คำถามข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ตอบระดับความพึงพอใจ (คน)					$\bar{X}$	S
	5	4	3	2	1		
1	19	18	6	0	0	4.30	0.71
2	20	15	8	0	0	4.28	0.77
3	17	23	3	0	0	4.33	0.61
4	13	30	0	0	0	4.30	0.46
5	16	27	0	0	0	4.37	0.49
	รวมด้านเนื้อหา					4.32	0.61
6	15	24	4	0	0	4.26	0.62
7	17	15	11	0	0	4.14	0.80
8	16	24	3	0	0	4.30	0.60
9	13	30	0	0	0	4.30	0.46
10	29	3	11	0	0	4.42	0.88
	รวมด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					4.28	0.69
11	14	29	0	0	0	4.33	0.47
12	24	19	0	0	0	4.56	0.50
13	7	36	0	0	0	4.16	0.37
14	20	23	0	0	0	4.47	0.50
15	22	21	0	0	0	4.51	0.51
	ด้านสื่อการเรียนรู้					4.40	0.49
16	18	25	0	0	0	4.42	0.50
17	12	31	0	0	0	4.28	0.45
18	21	22	0	0	0	4.49	0.51
19	25	18	0	0	0	4.58	0.50
20	23	20	0	0	0	4.53	0.50
	รวมด้านการวัดผลประเมินผล					4.46	0.50
	รวมทั้งฉบับ					4.37	0.58

ภาคผนวก ข

ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา
- อธิบายขั้นตอนการใช้สื่อโปรแกรมจีไอจีบรา
- แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา แผนที่ 1 – 18 จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน
- สรุปผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 จีโอจีบรา

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค32104)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 1 ลำดับและอนุกรม

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

เรื่อง การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

จำนวน 1 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นายฉลาด สายสินธุ์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. สาระสำคัญ

การหาพจน์ที่ n ของลำดับโดยใช้พหุนาม

ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย

$$a_n = an + b$$

ถ้าผลต่างครั้งที่ 2 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย

$$a_n = an^2 + bn + c$$

2. สาระการเรียนรู้

ตัวอย่าง 1 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}, \frac{1}{25}, \dots$

วิธีทำ 1. พิจารณาพจน์ที่กำหนดให้ดังนี้

$$a_1 = 1 = \frac{1}{1^2}$$

$$a_2 = \frac{1}{4} = \frac{1}{2^2}$$

$$a_3 = \frac{1}{9} = \frac{1}{3^2}$$

$$a_4 = \frac{1}{16} = \frac{1}{4^2}$$

$\vdots$

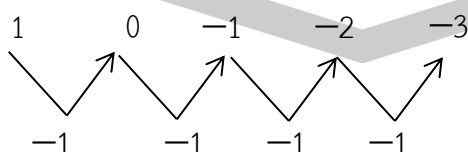
จะได้ $a_n = \frac{1}{n^2}$ เมื่อ $n \in \{1, 2, 3, 4, \dots\}$

ตัวอย่าง 2 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ

1. $1, 0, -1, -2, -3, \dots$

2. $1, 3, 7, 13, 21, \dots$

วิธีทำ 1) จากลำดับที่กำหนดให้ หาผลต่างระหว่างสองพจน์ที่อยู่ติดกันได้ดังนี้



จะเห็นว่า ผลต่างครั้งที่ 1 มีค่าคงตัวเท่ากับ -1

ให้พจน์ที่ n ของลำดับนี้อยู่ในรูป $a_n = an + b$

$$\text{จาก } a_n = an + b$$

$$\text{จะได้ } a_1 = 1 = a + b \quad \dots (1)$$

$$a_2 = 0 = 2a + b \quad \dots (2)$$

$$(2) - (1): a = -1$$

แทนค่า $a = -1$ ใน (1) จะได้

$$1 = -1 + b$$

$$\text{จะได้ } b = 2$$

$$\text{ดังนั้น } a_n = -n + 2$$

2) จากลำดับที่กำหนดให้ หาผลต่างระหว่างสองพจน์ที่อยู่ติดกันได้ดังนี้

ผลต่างครั้งที่ 1

ผลต่างครั้งที่ 2

จะเห็นว่า ผลต่างครั้งที่สองคงที่ และมีค่าเท่ากับ 2

ให้พจน์ที่ n ของลำดับนี้อยู่ในรูป $a_n = an^2 + bn + c$

$$\text{จาก } a_n = an^2 + bn + c$$

$$\text{จะได้ } a_1 = 1 = a + b + c \quad \dots (1)$$

$$a_2 = 3 = 4a + 2b + c \quad \dots (2)$$

$$a_3 = 7 = 9a + 3b + c \quad \dots (3)$$

แก้ระบบสมการเชิงเส้นเพื่อหาค่าของ a, b และ c ได้ดังนี้

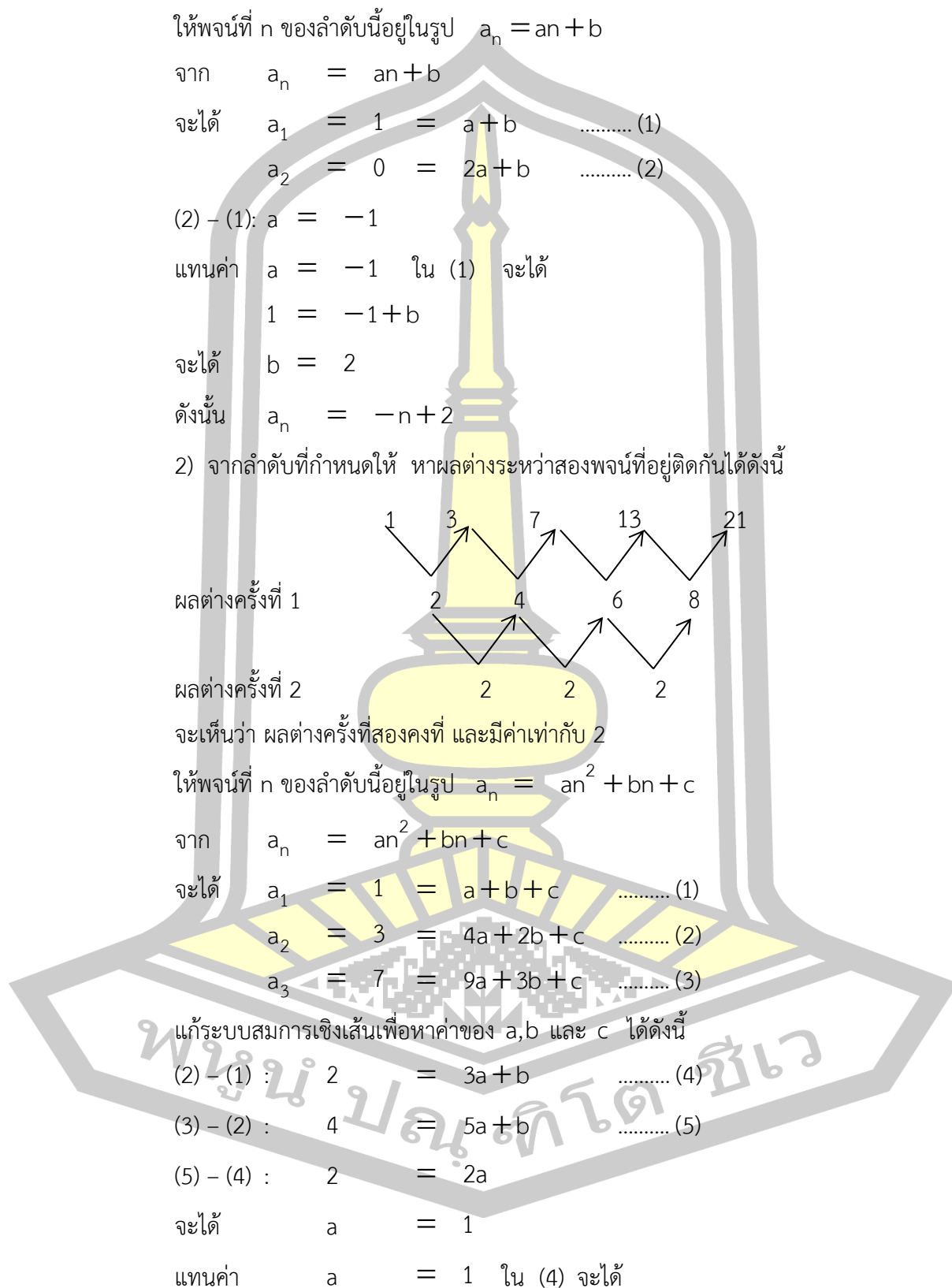
$$(2) - (1): 2 = 3a + b \quad \dots (4)$$

$$(3) - (2): 4 = 5a + b \quad \dots (5)$$

$$(5) - (4): 2 = 2a$$

$$\text{จะได้ } a = 1$$

แทนค่า $a = 1$ ใน (4) จะได้



$$\begin{aligned}
 &2 = 3 + b \\
 \text{จะได้} &b = -1 \\
 \text{แทนค่า} &a = 1, b = -1 \text{ ใน (1) จะได้} \\
 &1 = 1 + (-1) + c \\
 \text{จะได้} &c = 1 \\
 \text{แทนค่า } a, b \text{ และ } c &\text{ จะได้ } a_n = n^2 - n + 1
 \end{aligned}$$

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถ
 - 1) หาพจน์ที่ n ของลำดับที่กำหนดให้ได้
- 3.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียน
 - 1) มีความสามารถในการให้เหตุผล
 - 2) มีความสามารถในการเชื่อมโยง
 - 3) มีความสามารถในการสื่อสารและนำเสนอ
- 3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้นักเรียน
 - 1) มีความรับผิดชอบ
 - 2) ตั้งใจเรียน

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 4.1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม
 - 1) ทบทวนการหาพจน์ที่ n ของลำดับจากการสังเกต

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสังเกตตัวอย่าง 1 ในใบความรู้
- 4.2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่
 - 1) ยกตัวอย่างลำดับ 3, 5, 9, 15, 23, ... ให้นักเรียนร่วมกันหาพจน์ที่ n ของลำดับดังกล่าวซักครู่นักเรียนจะพบว่าลำดับดังกล่าวบอกพจน์ที่ n ด้วยการสังเกตได้ยากขึ้น
 - 2) ครูบอกวิธีการหาพจน์ที่ n ของลำดับจากการใช้พหุนามดังนี้

ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย $a_n = an + b$

ถ้าผลต่างครั้งที่ 2 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย $a_n = an^2 + bn + c$
 - 3) ครูใช้สื่อจีโอจีบราแสดงตัวอย่าง 2 ในใบความรู้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

ตัวอย่างดังกล่าวตามขั้นตอน รายละเอียดดังนี้

ตัวอย่าง

จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $1, 0, -1, -2, -3 \dots$

sol

พิจารณาลำดับ

1 0 -1 -2 -3

ผลต่างครั้งที่ 1

-1 -1 -1 -1 คงที่

เนื่องจากผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ ดังนั้น ให้ $a_n = an + b$

ตัวอย่าง

จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $1, 0, -1, -2, -3 \dots$

sol

พิจารณาลำดับ

1 0 -1 -2 -3

ผลต่างครั้งที่ 1

-1 -1 -1 -1 คงที่

เนื่องจากผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ ดังนั้น ให้ $a_n = an + b$

แทนค่า $n = 1$ จะได้ $1 = a + b \dots\dots\dots (1)$

แทนค่า $n = 2$ จะได้ $0 = 2a + b \dots\dots\dots (2)$

$(2) - (1)$ จะได้ $-1 = a$

แทนค่า $a = -1$ ใน (1) หรือ (2) จะได้ $b = 2$

ดังนั้น พจน์ที่ n ของลำดับดังกล่าวคือ $a_n = -n + 2 \dots\dots\dots \text{ตอบ}$

resol

Hide Tools

4) เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันอธิบาย

4.3 ขั้นสรุปเป็นวิธีอย่างง่าย

1) ให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการหาพจน์ที่ n ของลำดับจากการใช้ฟังก์ชันพหุนาม

ร่วมกันอีกครั้ง (นักเรียนควรสรุปได้ว่า

ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย $a_n = an + b$

ถ้าผลต่างครั้งที่ 2 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย $a_n = an^2 + bn + c$)

4.4 ขั้นฝึกทักษะ

1) ครูใช้สื่อจีโอจีบราปรับเปลี่ยนโจทย์ และให้นักเรียนร่วมกันหาพจน์ที่ n ของลำดับ ที่คล้ายคลึงกับตัวอย่าง 2 เช่น จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับ $3, 5, 7, 9, 11, \dots$

2) ครูใช้สื่อจีโอจีบราเฉลยคำตอบและวิธีทำของโจทย์ดังกล่าวตามลำดับขั้นตอน ดังนี้



ตัวอย่างจงหาพจน์ที่ n ของลำดับ 3, 5, 7, 9, 11 ...**sol**

พิจารณาลำดับ

3 5 7 9 11

ผลต่างครั้งที่ 1

2 2 2 2 คงที่

เนื่องจากผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ ดังนั้น ให้ $a_n = an + b$ แทนค่า $n = 1$ จะได้ 3 $= a + b$ (1)แทนค่า $n = 2$ จะได้ 5 $= 2a + b$ (2)(2) - (1) จะได้ $2 = a$ แทนค่า $a = 2$ ใน (1) หรือ (2) จะได้ $b = 1$ ดังนั้น พจน์ที่ n ของลำดับดังกล่าวคือ $a_n = 2n + 1$ **ตอบ****resol**☐ Hide Tools

3) เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันอธิบาย

4.5 ขั้่นนำความรู้ไปใช้

- 1) ให้นักเรียนคิดลำดับที่มีผลต่างร่วมครั้งที่ 1 คงที่และหาพจน์ที่ n ของลำดับดังกล่าว
- 2) สุ่มนักเรียน 1 - 2 คน ให้นำเสนอโจทย์และคำตอบของลำดับ
- 3) ครูใช้สื่อจีโอจีบราแสดงโจทย์ลำดับและคำตอบของโจทย์ดังกล่าว และร่วมกับ

นักเรียนร่วมกันอภิปราย ยกตัวอย่างเช่น โจทย์เป็น 12, 7, 2, -3, -8, ... เป็นต้น

ตัวอย่างจงหาพจน์ที่ n ของลำดับ 12, 7, 2, -3, -8 ...**sol**

พิจารณาลำดับ

12 7 2 -3 -8

ผลต่างครั้งที่ 1

-5 -5 -5 -5 คงที่

เนื่องจากผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ ดังนั้น ให้ $a_n = an + b$ แทนค่า $n = 1$ จะได้ 12 $= a + b$ (1)แทนค่า $n = 2$ จะได้ 7 $= 2a + b$ (2)(2) - (1) จะได้ $-5 = a$ แทนค่า $a = -5$ ใน (1) หรือ (2) จะได้ $b = 17$ ดังนั้น พจน์ที่ n ของลำดับดังกล่าวคือ $a_n = -5n + 17$ **ตอบ****resol**☐ Hide Tools

4.6 ประเมินผล

- 1) ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม
- 2) ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 4 เป็นการบ้านและร่วมกันกำหนดเวลาในการส่งต่อไป
- 3) ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย 1 ลำดับ เพื่อเก็บคะแนนครั้งที่ 1

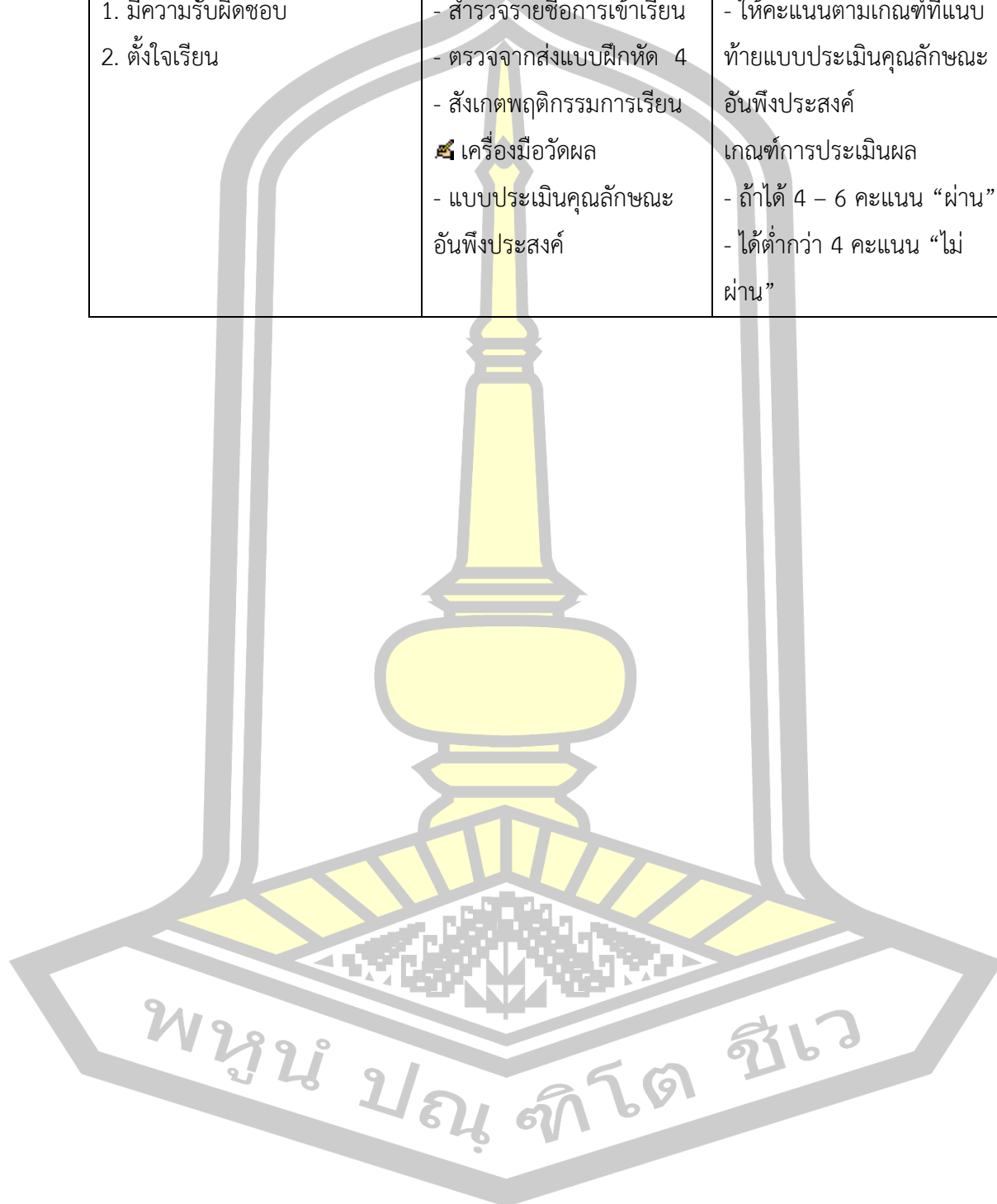
5. สื่อและอุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

- 5.1 สื่อวีโอจิบรา 1.3 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)
- 5.2 ใบความรู้ 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)
- 5.3 แบบฝึกหัด 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)
- 5.4 แบบทดสอบย่อย 1 ลำดับ

6. การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ 1. หาพจน์ที่ n ของลำดับที่กำหนดให้ได้	วิธีวัดผล - ตรวจจากการทำแบบฝึกหัด 4 เครื่องมือวัดผล - แบบฝึกหัด 4	เกณฑ์การประเมินผล - แต่ละข้อทำถูกต้อง 1 คะแนน - แต่ละข้อทำผิดได้ 0 คะแนน เกณฑ์การประเมินผล - ได้คะแนน 3 – 5 คะแนน “ผ่าน” - ได้คะแนน 0 – 2 คะแนน “ไม่ผ่าน”
ด้านทักษะกระบวนการ 1. มีความสามารถในการให้เหตุผล 2. มีความสามารถในการเชื่อมโยง 3. มีความสามารถในการนำเสนอ	วิธีวัดผล - ตรวจจากการทำแบบฝึกหัด เครื่องมือวัดผล - แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินผล - ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่แนบท้ายแบบประเมินทักษะกระบวนการ เกณฑ์การประเมินผล - ได้คะแนน 6 – 9 คะแนน “ผ่าน” - ได้คะแนน 1 – 5 คะแนน “ไม่ผ่าน”

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีความรับผิดชอบ 2. ตั้งใจเรียน	วิธีวัดผล - สัมภาษณ์รายชื่อการเข้าเรียน - ตรวจจากส่งแบบฝึกหัด 4 - สังเกตพฤติกรรมการเรียน เครื่องมือวัดผล - แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	เกณฑ์การประเมินผล - ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่แนบท้ายแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เกณฑ์การประเมินผล - ถ้าได้ 4 – 6 คะแนน “ผ่าน” - ได้ต่ำกว่า 4 คะแนน “ไม่ผ่าน”





ใบความรู้ 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

การหาพจน์ที่ n ของลำดับโดยใช้พหุนาม

ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย

$$a_n = an + b$$

ถ้าผลต่างครั้งที่ 2 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย

$$a_n = an^2 + bn + c$$

ตัวอย่าง 1 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}, \frac{1}{25}, \dots$

วิธีทำ 1. พิจารณาพจน์ที่กำหนดให้ดังนี้

$$a_1 = 1 = \frac{1}{1^2}$$

$$a_2 = \frac{1}{4} = \frac{1}{2^2}$$

$$a_3 = \frac{1}{9} = \frac{1}{3^2}$$

$$a_4 = \frac{1}{16} = \frac{1}{4^2}$$

$\vdots$

จะได้ $a_n = \frac{1}{n^2}$ เมื่อ $n \in \{1, 2, 3, 4, \dots\}$

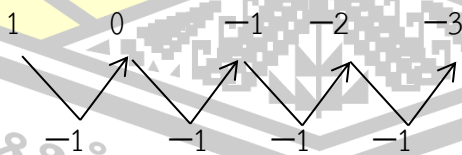


ตัวอย่าง 2 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ

1) $1, 0, -1, -2, -3, \dots$

2) $1, 3, 7, 13, 21, \dots$

วิธีทำ 1) จากลำดับที่กำหนดให้ หาผลต่างระหว่างสองพจน์ที่อยู่ติดกันได้ดังนี้



จะเห็นว่า ผลต่างครั้งที่ 1 มีค่าคงตัวเท่ากับ -1

ให้พจน์ที่ n ของลำดับนี้อยู่ในรูป $a_n = an + b$

จาก $a_n = an + b$

จะได้ $a_1 = 1 = a + b \dots\dots\dots (1)$

$a_2 = 0 = 2a + b \dots\dots\dots (2)$



$$(2) - (1) : \quad a = -1$$

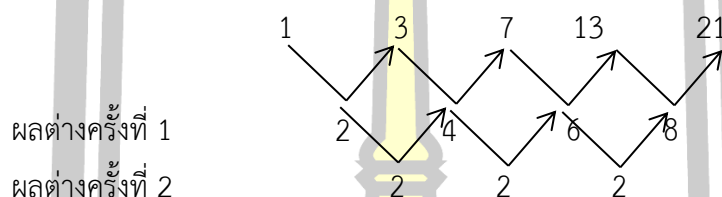
แทนค่า $a = -1$ ใน (1) จะได้

$$1 = -1 + b$$

จะได้ $b = 2$

ดังนั้น $a_n = -n + 2$

2. จากลำดับที่กำหนดให้ หาผลต่างระหว่างสองพจน์ที่อยู่ติดกันได้ดังนี้



จะเห็นว่า ผลต่างครั้งที่สองคงที่ และมีค่าเท่ากับ 2

ให้พจน์ที่ n ของลำดับนี้อยู่ในรูป $a_n = an^2 + bn + c$

จะได้ $a_1 = 1 = a + b + c \quad \dots\dots\dots (1)$

$$a_2 = 3 = 4a + 2b + c \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$a_3 = 7 = 9a + 3b + c \quad \dots\dots\dots (3)$$

แก้ระบบสมการเชิงเส้นเพื่อหาค่าของ a, b และ c ได้ดังนี้

$$(2) - (1) : \quad 2 = 3a + b \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$(3) - (2) : \quad 4 = 5a + b \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$(5) - (4) : \quad 2 = 2a \quad \text{จะได้ } a = 1$$

แทนค่า $a = 1$ ใน (4) จะได้

$$2 = 3 + b \quad \text{จะได้ } b = -1$$

แทนค่า $a = 1, b = -1$ ใน (1) จะได้

$$1 = 1 + (-1) + c \quad \text{จะได้ } c = 1$$

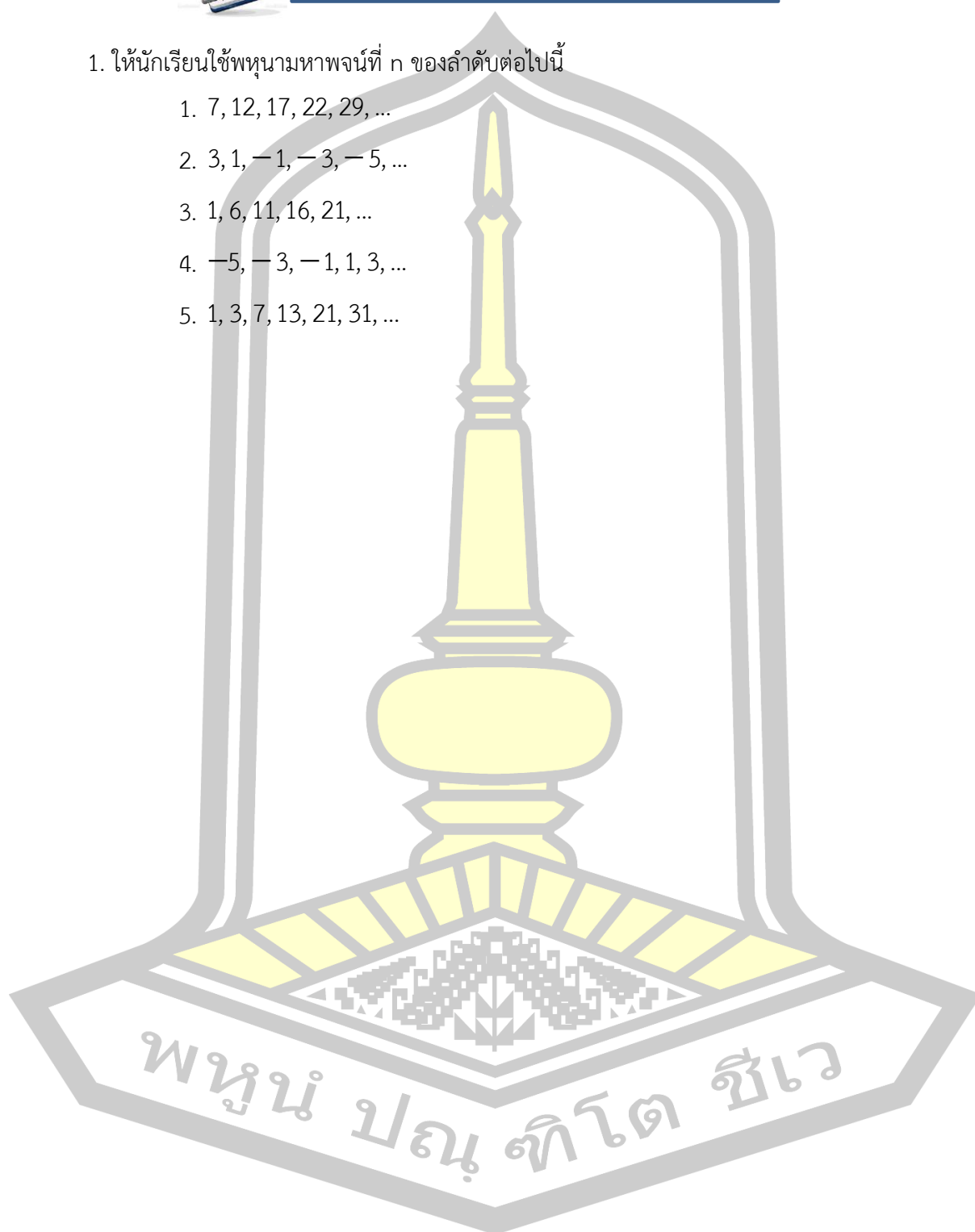
แทนค่า a, b และ c จะได้ $a_n = n^2 - n + 1$



แบบฝึกหัด 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

1. ให้นักเรียนใช้พหุนามหาพจน์ที่ n ของลำดับต่อไปนี้

1. 7, 12, 17, 22, 29, ...
2. 3, 1, -1, -3, -5, ...
3. 1, 6, 11, 16, 21, ...
4. -5, -3, -1, 1, 3, ...
5. 1, 3, 7, 13, 21, 31, ...





แบบทดสอบย่อย 1 ลำดับ

คำชี้แจง มีข้อสอบ 5 ข้อใช้เวลาในการทำข้อสอบ 10 นาที

1. ให้ $f = \{(1,1), (2,4), (3,9), \dots, (10,100)\}$ พิจารณาข้อความ

(1) โดเมนของ f คือ $\{1,2,3,\dots,10\}$

(2) f เป็นลำดับจำกัด ข้อใดถูกต้อง

ก. ถูกทั้ง 2 ข้อ

ข. (1) ถูก (2) ผิด

ค. (1) ผิด (2) ถูก

ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

2. พิจารณาลำดับ 7, 12, 17, 22, 29, ... พิจารณาข้อความ

(1) ลำดับดังกล่าวเป็นลำดับอนันต์

(2) $a_5 - a_3 = -12$ ข้อใดถูกต้อง

ก. ถูกทั้ง 2 ข้อ

ข. (1) ถูก (2) ผิด

ค. (1) ผิด (2) ถูก

ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

3. ผลบวกของ 2 พจน์ถัดไปของลำดับ 1, 2, 4, 7, 11, ... เท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. 18

ข. 22

ค. 38

ง. 40

4. จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $-5, -3, -1, 1, 3, \dots$

ก. $n-6$

ข. $2n-5$

ค. $n-7$

ง. $2n-7$

5. จากข้อ 4 จงหาพจน์ที่ 100 ของลำดับดังกล่าว

ก. 189

ข. 191

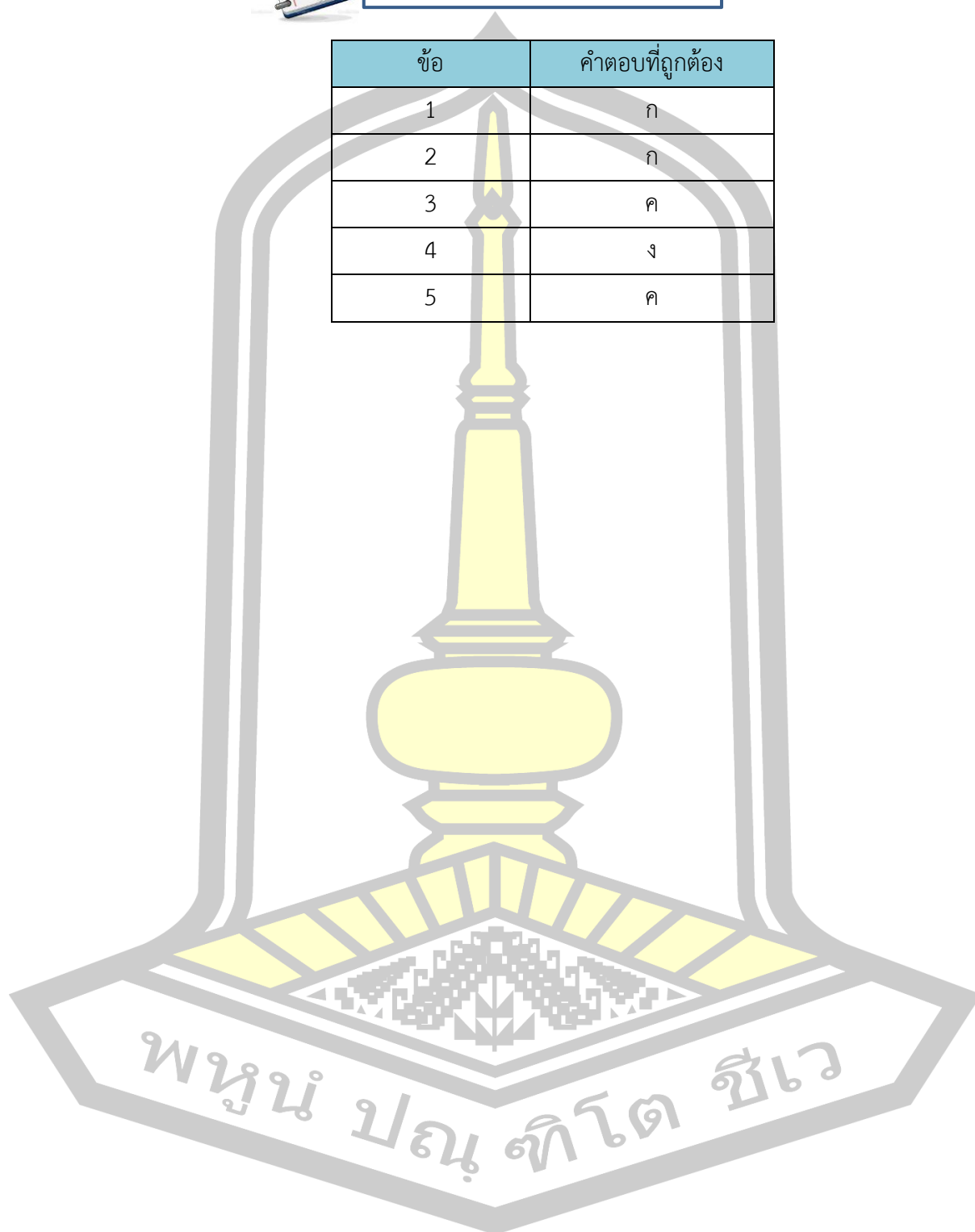
ค. 193

ง. 195



เฉลยแบบทดสอบย่อย 1 ลำดับ

ข้อ	คำตอบที่ถูกต้อง
1	ก
2	ก
3	ค
4	ง
5	ค



อธิบายขั้นตอนการใช้สื่อโปรแกรมจีไอจีบรา

อธิบายปุ่มการทำงาน

sol

1. ปุ่ม “sol” ปุ่มแสดงวิธีทำแบบละเอียด
ก่อนกดปุ่ม “sol” หน้าต่างจะมีลักษณะดังนี้

ตัวอย่างจงหาพจน์ที่ n ของลำดับ 12, 7, 2, -3, -8 ...**sol**

หลังกดปุ่ม “sol” ประมาณ 5 ครั้ง หน้าต่างจะมีลักษณะดังนี้

ตัวอย่างจงหาพจน์ที่ n ของลำดับ 12, 7, 2, -3, -8 ...**sol**

พิจารณาลำดับ

12 7 2 -3 -8

ผลต่างครั้งที่ 1

คงที่

resol

2. ปุ่ม “resol” ปุ่มย้อนกลับไปเริ่มต้น
ก่อนกดปุ่ม “resol” หน้าต่างมีลักษณะดังนี้

ตัวอย่างจงหาพจน์ที่ n ของลำดับ 12, 7, 2, -3, -8 ...**sol**

พิจารณาลำดับ

12 7 2 -3 -8

ผลต่างครั้งที่ 1

คงที่

เนื่องจากผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ ดังนั้น ให้ $a_n = an + b$

แทนค่า $n = 1$ จะได้ $12 = a + b$ (1)

แทนค่า $n = 2$ จะได้ $7 = 2a + b$ (2)

(2) - (1) จะได้ $-5 = a$

หลังกดปุ่ม “resol” หน้าต่างมีลักษณะดังนี้

ตัวอย่าง จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $12, 7, 2, -3, -8 \dots$

sol

3. ☐ Tools ปุ่ม “Tools” สำหรับปรับเปลี่ยนตัวเลขในโจทย์
ก่อนคลิกปุ่ม “Tools” หน้าต่างจะมีลักษณะดังนี้

ตัวอย่าง จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $21, 25, 29, 33, 37 \dots$

sol

☐ Tools

หลังคลิกปุ่ม “Tools” หน้าต่างจะมีลักษณะดังนี้

ตัวอย่าง จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $21, 25, 29, 33, 37 \dots$

sol

☒ Tools

$a01 = 4$
 $b01 = 17$

จะปรากฏสไลเดอร์ (slider) ขึ้นมา หากเลื่อนสไลเดอร์ซ้าย – ขวา ตัวเลขในโจทย์ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวอย่าง จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $5, 1, -3, -7, -11 \dots$

sol

☒ Tools

$a01 = -4$
 $b01 = 9$

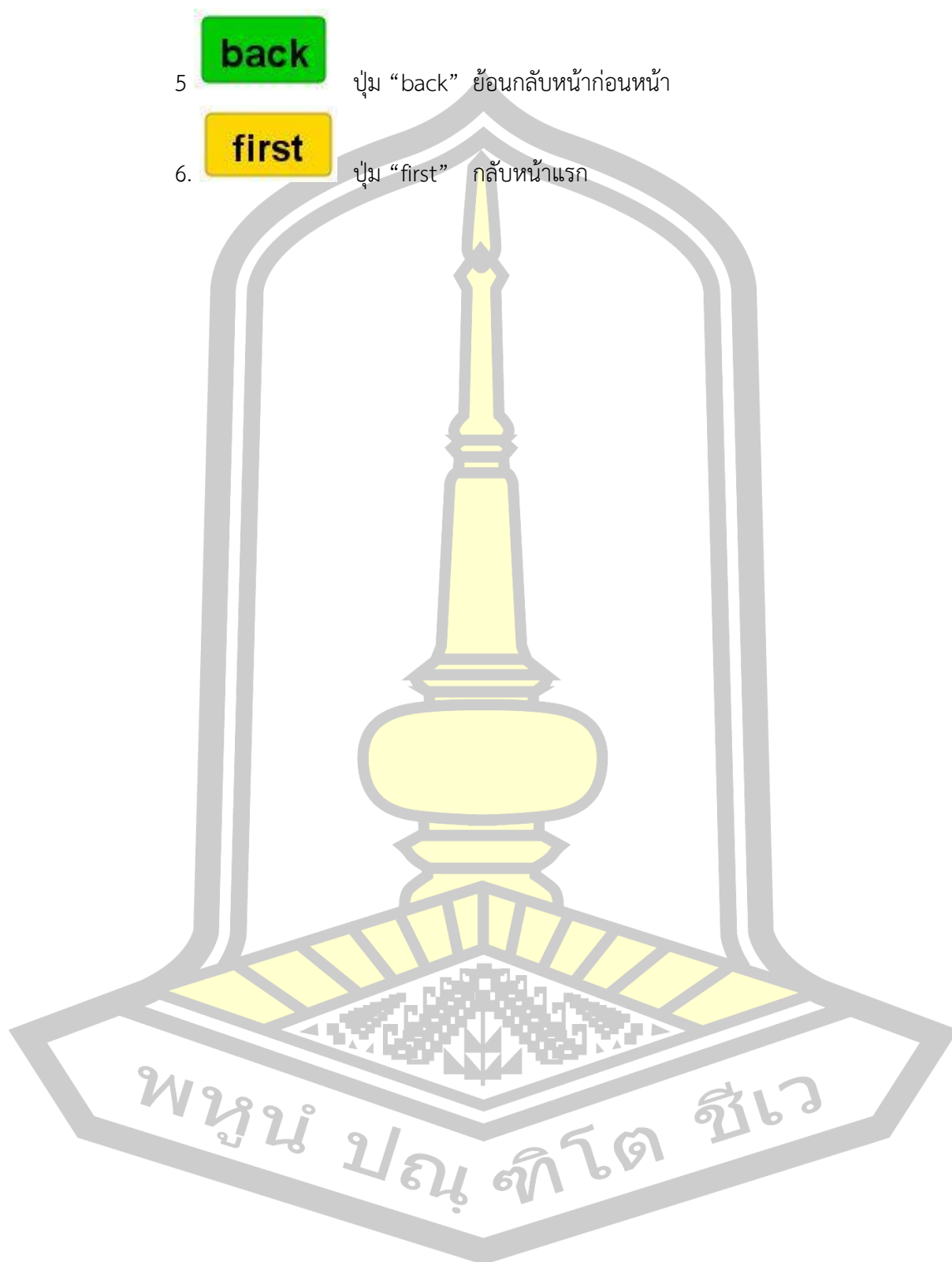
4. **next** ปุ่ม “next” ไปหน้าถัดไป

back

5. ปุ่ม “back” ย้อนกลับหน้าก่อนหน้า

first

6. ปุ่ม “first” กลับหน้าแรก



แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่.....

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

ระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
สาระสำคัญ					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
จุดประสงค์การเรียนรู้					
4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน					
สาระการเรียนรู้					
7. เหมาะสมกับเวลา					
8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน					
9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน					
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
10. ได้รับความสนใจของนักเรียน					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้					
13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจาก ขั้นตอนง่ายไปหายาก					
14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สำรวจ วิเคราะห์และลงข้อสรุป					
15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
สื่อ/แหล่งเรียนรู้					
16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้					
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้					
18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม					
19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้าน ความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ					
20. มีการวัดผลตามสภาพจริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ตาราง 19 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 1

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.58
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	0.58
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.58
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	4.33	0.58
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	5.00	0.00
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	5.00	0.00
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.00	0.00
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.58
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.00	0.00
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	5.00	0.00
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	5.00	0.00
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.47	0.50

ตาราง 20 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 2

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.67	0.58
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	4.67	0.58
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	5.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5.00	0.00
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	5.00	0.00
รวมทั้งแผน		4.80	0.40

ตาราง 21 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 3

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	4.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5.00	0.00
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	5.00	0.00
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.78	0.42

ตาราง 22 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 4

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	5.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	5.00	0.00
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	5.00	0.00
รวมทั้งแผน		4.85	0.36

ตาราง 23 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 5

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	5.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5.00	0.00
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	5.00	0.00
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	5.00	0.00
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	5.00	0.00
รวมทั้งแผน		4.95	0.22

ตาราง 24 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 6

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.00	0.00
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	5.00	0.00
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	5.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	5.00	0.00
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	5.00	0.00
รวมทั้งแผน		4.90	0.30

ตาราง 25 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 7

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.00	0.00
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	5.00	0.00
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	4.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.00	0.00
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.00	0.00
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.00	0.00
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.00	0.00
รวมทั้งแผน		4.60	0.49

ตาราง 26 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 8

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.58
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	0.58
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.00	0.00
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	4.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.00	0.00
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.00	0.00
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	4.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.00	0.00
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.00	0.00
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.00	0.00
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.00	0.00
รวมทั้งแผน		4.17	0.38

ตาราง 27 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 9

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	5.00	0.00
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	4.67	0.58
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.78	0.42

ตาราง 28 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 10

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.67	0.58
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.58
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.67	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	5.00	0.00
รวมทั้งแผน		4.77	0.43

ตาราง 29 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 11

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	5.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5.00	0.00
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.87	0.34

ตาราง 30 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 12

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	5.00	0.00
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.67	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.87	0.34

ตาราง 31 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 13

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	4.67	0.58
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.58
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.00	0.00
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.00	0.00
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.00	0.00
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.00	0.00
รวมทั้งแผน		4.63	0.49

ตาราง 32 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 14

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.87	0.34

ตาราง 33 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 15

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	5.00	0.00
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.85	0.36

ตาราง 34 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 16

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.67	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
	รวมทั้งแผน	4.80	0.40

ตาราง 35 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 17

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	5.00	0.00
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	5.00	0.00
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	5.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.87	0.34

ตาราง 36 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา แผนที่ 18

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.67	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.78	0.42

ตาราง 37 สรุปผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีไอจีบรา

แผนที่	$\bar{X}$	S	ระดับการประเมิน
1	4.47	0.50	ผ่านการประเมิน
2	4.80	0.40	ผ่านการประเมิน
3	4.78	0.42	ผ่านการประเมิน
4	4.85	0.36	ผ่านการประเมิน
5	4.95	0.22	ผ่านการประเมิน
6	4.90	0.30	ผ่านการประเมิน
7	4.60	0.49	ผ่านการประเมิน
8	4.17	0.38	ผ่านการประเมิน
9	4.78	0.42	ผ่านการประเมิน
10	4.77	0.43	ผ่านการประเมิน
11	4.87	0.34	ผ่านการประเมิน
12	4.87	0.34	ผ่านการประเมิน
13	4.63	0.49	ผ่านการประเมิน
14	4.87	0.34	ผ่านการประเมิน
15	4.85	0.36	ผ่านการประเมิน
16	4.80	0.40	ผ่านการประเมิน
17	4.87	0.34	ผ่านการประเมิน
18	4.78	0.42	ผ่านการประเมิน

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ภาคผนวก ค

ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
- แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติแผนที่ 1 – 18 จากผู้เชี่ยวชาญ
ทั้ง 3 ท่าน
- สรุปผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 แบบปกติ

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค32102)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 1 ลำดับและอนุกรม

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

เรื่อง การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

จำนวน 1 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นายฉลาด สายสินธุ์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. สาระสำคัญ

การหาพจน์ที่ n ของลำดับโดยใช้พหุนาม

ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย

$$a_n = an + b$$

ถ้าผลต่างครั้งที่ 2 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย

$$a_n = an^2 + bn + c$$

2. สาระการเรียนรู้

ตัวอย่าง 1 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}, \frac{1}{25}, \dots$

วิธีทำ 1. พิจารณาพจน์ที่กำหนดให้ดังนี้

$$a_1 = 1 = \frac{1}{1^2}$$

$$a_2 = \frac{1}{4} = \frac{1}{2^2}$$

$$a_3 = \frac{1}{9} = \frac{1}{3^2}$$

$$a_4 = \frac{1}{16} = \frac{1}{4^2}$$

$\vdots$

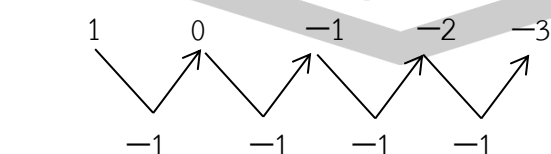
จะได้ $a_n = \frac{1}{n^2}$ เมื่อ $n \in \{1, 2, 3, 4, \dots\}$

ตัวอย่าง 2 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ

1. $1, 0, -1, -2, -3, \dots$

2. $1, 3, 7, 13, 21, \dots$

วิธีทำ 1. พิจารณาผลต่างระหว่างสองพจน์ที่อยู่ติดกัน ได้ดังนี้



จะเห็นว่า ผลต่างครั้งที่ 1 มีค่าคงตัวเท่ากับ -1

ให้พจน์ที่ n ของลำดับนี้อยู่ในรูป $a_n = an + b$

จาก $a_n = an + b$

จะได้ $a_1 = 1 = a + b$ (1)

$a_2 = 0 = 2a + b$ (2)

(2) - (1) : $a = -1$

แทนค่า $a = -1$ ใน (1) จะได้

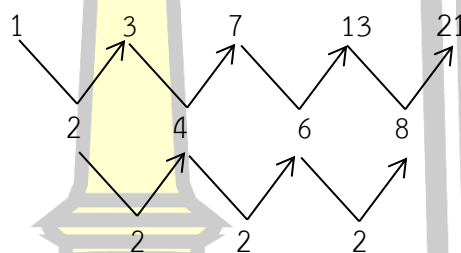
$1 = -1 + b$

จะได้ $b = 2$

ดังนั้น $a_n = -n + 2$

2. พิจารณาผลต่างระหว่างสองพจน์ที่อยู่ติดกันได้ดังนี้

ผลต่างครั้งที่ 1



ผลต่างครั้งที่ 2

จะเห็นว่า ผลต่างครั้งที่สองคงที่ และมีค่าเท่ากับ 2

ให้พจน์ที่ n ของลำดับนี้อยู่ในรูป $a_n = an^2 + bn + c$

จาก $a_n = an^2 + bn + c$

จะได้ $a_1 = 1 = a + b + c$ (1)

$a_2 = 3 = 4a + 2b + c$ (2)

$a_3 = 7 = 9a + 3b + c$ (3)

แก้ระบบสมการเชิงเส้นเพื่อหาค่าของ a, b และ c ได้ดังนี้

(2) - (1) : $2 = 3a + b$ (4)

(3) - (2) : $4 = 5a + b$ (5)

(5) - (4) : $2 = 2a$

จะได้ $a = 1$

แทนค่า $a = 1$ ใน (4) จะได้

$$2 = 3 + b$$

จะได้ $b = -1$

แทนค่า $a = 1, b = -1$ ใน (1) จะได้

$$1 = 1 + (-1) + c$$

จะได้ $c = 1$

แทนค่า a, b และ c จะได้ $a_n = n^2 - n + 1$

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถ

1) หาพจน์ที่ n ของลำดับที่กำหนดให้ได้

3.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียน

1) มีความสามารถในการให้เหตุผล

2) มีความสามารถในการเชื่อมโยง

3) มีความสามารถในการสื่อสารและนำเสนอ

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้นักเรียน

1) มีความรับผิดชอบ

2) ตั้งใจเรียน

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม

1) แจ้งให้นักเรียนทราบว่าหลังเสร็จกิจกรรมแล้วนักเรียนสามารถหาพจน์ที่ n ของลำดับที่กำหนดให้ได้

2) ทบทวนการหาพจน์ที่ n ของลำดับจากการสังเกตความสัมพันธ์ของพจน์ต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างพจน์ ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและอภิปรายตัวอย่าง 1 ดังนี้

ตัวอย่าง 1 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}, \frac{1}{25}, \dots$

วิธีทำ 1. พิจารณาพจน์ที่กำหนดให้ดังนี้

$$a_1 = 1 = \frac{1}{1^2}$$

$$a_2 = \frac{1}{4} = \frac{1}{2^2}$$

$$a_3 = \frac{1}{9} = \frac{1}{3^2}$$

$$\begin{array}{ccc}
 a_4 & = & \frac{1}{16} = \frac{1}{4^2} \\
 & \vdots & \\
 \text{จะได้ } a_n & = & \frac{1}{n^2} \quad \text{เมื่อ } n \in \{1, 2, 3, 4, \dots\}
 \end{array}$$

4.2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

1) ยกตัวอย่างลำดับ 1, 2, 4, 7, 11, 16, 22, ... ให้นักเรียนร่วมกันหาพจน์ที่ n ของลำดับดังกล่าวซักครู นักเรียนจะพบว่าลำดับดังกล่าวบอกพจน์ที่ n ด้วยการสังเกตได้ยาก

2) ครูบอกวิธีการหาพจน์ที่ n ของลำดับจากการใช้พหุนามดังนี้

ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย $a_n = an + b$

ถ้าผลต่างครั้งที่ 2 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย $a_n = an^2 + bn + c$

3) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตัวอย่าง 2 ในใบความรู้

4) เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันอธิบาย

4.3 ขั้นสรุปเป็นวิธีอย่างง่าย

1) ให้นักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการหาพจน์ที่ n ของลำดับจากการใช้ฟังก์ชันพหุนามร่วมกันอีกครั้ง (นักเรียนควรสรุปได้ว่า

ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย $a_n = an + b$

ถ้าผลต่างครั้งที่ 2 คงที่ แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย $a_n = an^2 + bn + c$)

4.4 ขั้นฝึกทักษะ

1) ให้นักเรียนร่วมกันหาพจน์ที่ n ของลำดับ 1, 2, 4, 7, 11, 16, 22, ...

2) เปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปราย

4.5 ขั้นนำความรู้ไปใช้

1) ให้นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกทักษะ 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเฉลยแบบฝึกทักษะดังกล่าวและตรวจสอบคำตอบคำตอบของแบบฝึกทักษะที่นักเรียนช่วยกันทำ

4.6 ประเมินผล

1) ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม

2) ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 4 เป็นการบ้านและร่วมกันกำหนดเวลาในการส่งต่อไป

3) ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย 1 ลำดับ เพื่อเก็บคะแนนครั้งที่ 1

5. สื่อและอุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

- 5.1 หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 5.2 ใบความรู้ 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)
- 5.3 แบบฝึกทักษะ 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)
- 5.4 แบบฝึกหัด 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

6. การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ 1. หาพจน์ที่ n ของลำดับที่กำหนดให้ได้	วิธีวัดผล - ตรวจจากการทำแบบฝึกหัด 4 ของนักเรียน เครื่องมือวัดผล - แบบฝึกหัด 4	เกณฑ์การประเมินผล - แต่ละข้อทำถูกต้อง 1 คะแนน - แต่ละข้อทำผิดได้ 0 คะแนน เกณฑ์การประเมินผล - ได้คะแนน 3 – 5 คะแนน “ผ่าน” - ต่ำกว่า 3 คะแนน “ไม่ผ่าน”
ด้านทักษะกระบวนการ 1. มีความสามารถในการให้เหตุผล 2. มีความสามารถในการเชื่อมโยง 3. มีความสามารถในการนำเสนอ	วิธีวัดผล - ตรวจจากการทำแบบฝึกหัด เครื่องมือวัดผล - แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินผล - ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่แนบท้ายแบบประเมินทักษะกระบวนการ เกณฑ์การประเมินผล - ได้คะแนน 6 – 9 คะแนน “ผ่าน” - ต่ำกว่า 6 คะแนน “ไม่ผ่าน”
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีความรับผิดชอบ 2. ตั้งใจเรียน	วิธีวัดผล - สัมภาษณ์รายชื่อการเข้าเรียน - ตรวจจากส่งแบบฝึกหัด 4 - สังเกตพฤติกรรมการเรียน เครื่องมือวัดผล - แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	เกณฑ์การประเมินผล - ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่แนบท้ายแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เกณฑ์การประเมินผล - ได้คะแนน 4 – 6 คะแนน “ผ่าน” - ต่ำกว่า 4 คะแนน “ไม่ผ่าน”



ใบความรู้ 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

การหาพจน์ที่ n ของลำดับโดยใช้พหุนาม

ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 คงที่	แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย	$a_n = an + b$
ถ้าผลต่างครั้งที่ 2 คงที่	แทนพจน์ที่ n ของลำดับด้วย	$a_n = an^2 + bn + c$

ตัวอย่าง 1 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}, \frac{1}{25}, \dots$

วิธีทำ 1. พิจารณาพจน์ที่กำหนดให้ดังนี้

$$\begin{aligned} a_1 &= 1 &= \frac{1}{1^2} \\ a_2 &= \frac{1}{4} &= \frac{1}{2^2} \\ a_3 &= \frac{1}{9} &= \frac{1}{3^2} \\ a_4 &= \frac{1}{16} &= \frac{1}{4^2} \\ &\vdots \end{aligned}$$

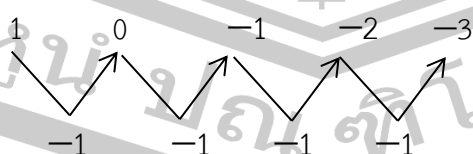
จะได้ $a_n = \frac{1}{n^2}$ เมื่อ $n \in \{1, 2, 3, 4, \dots\}$

ตัวอย่าง 2 จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ

1. $1, 0, -1, -2, -3, \dots$

2. $1, 3, 7, 13, 21, \dots$

วิธีทำ 1. พิจารณาผลต่างระหว่างสองพจน์ที่อยู่ติดกัน ได้ดังนี้



จะเห็นว่า ผลต่างครั้งที่ 1 มีค่าคงตัวเท่ากับ -1

ให้พจน์ที่ n ของลำดับนี้อยู่ในรูป $a_n = an + b$

จาก $a_n = an + b$



จะได้ $a_1 = 1 = a + b \dots\dots\dots (1)$

$a_2 = 0 = 2a + b \dots\dots\dots (2)$

$(2) - (1) : a = -1$

แทนค่า $a = -1$ ใน (1) จะได้

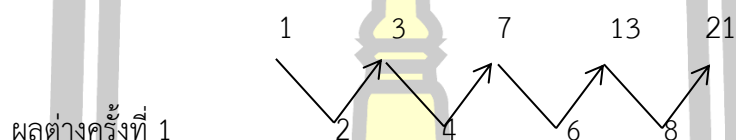
$1 = -1 + b$

จะได้ $b = 2$

ดังนั้น $a_n = -n + 2$



2. พิจารณาผลต่างระหว่างสองพจน์ที่อยู่ติดกันได้ดังนี้



ผลต่างครั้งที่ 2



จะเห็นว่า ผลต่างครั้งที่สองคงที่ และมีค่าเท่ากับ 2

ให้พจน์ที่ n ของลำดับนี้อยู่ในรูป $a_n = an^2 + bn + c$

จาก $a_n = an^2 + bn + c$

จะได้ $a_1 = 1 = a + b + c \dots\dots\dots (1)$

$a_2 = 3 = 4a + 2b + c \dots\dots\dots (2)$

$a_3 = 7 = 9a + 3b + c \dots\dots\dots (3)$

แก้ระบบสมการเชิงเส้นเพื่อหาค่าของ a, b และ c ได้ดังนี้

$(2) - (1) : 2 = 3a + b \dots\dots\dots (4)$

$(3) - (2) : 4 = 5a + b \dots\dots\dots (5)$

$(5) - (4) : 2 = 2a$

จะได้ $a = 1$

แทนค่า $a = 1$ ใน (4) จะได้

$2 = 3 + b$

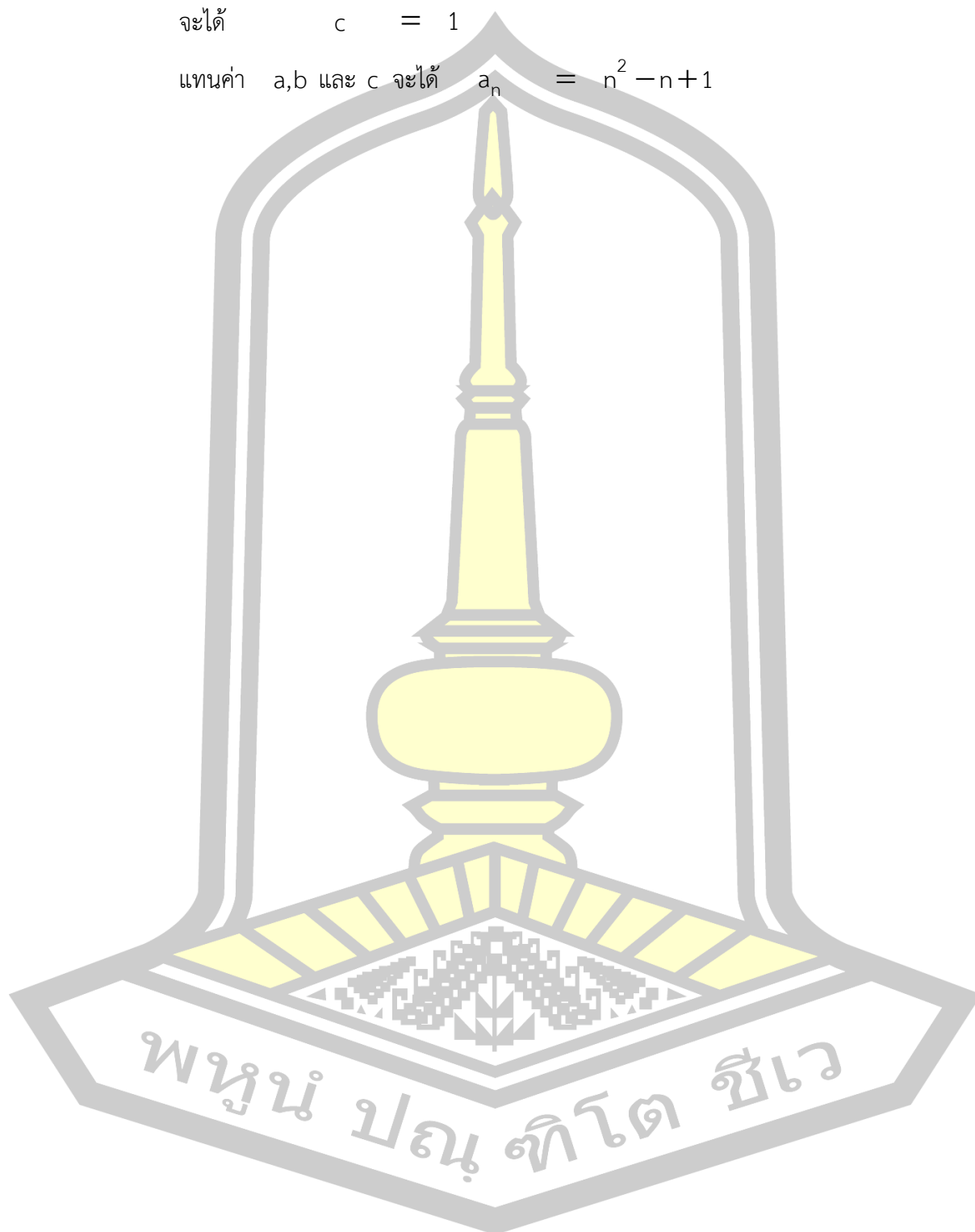
จะได้ $b = -1$

แทนค่า $a = 1, b = -1$ ใน (1)

จะได้ $1 = 1 + (-1) + c$

จะได้ $c = 1$

แทนค่า a, b และ c จะได้ $a_n = n^2 - n + 1$





แบบฝึกทักษะ 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ

1. 8, 6, 4, 2, 0, -2 , ...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. 6, 9, 14, 21, 30, ...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

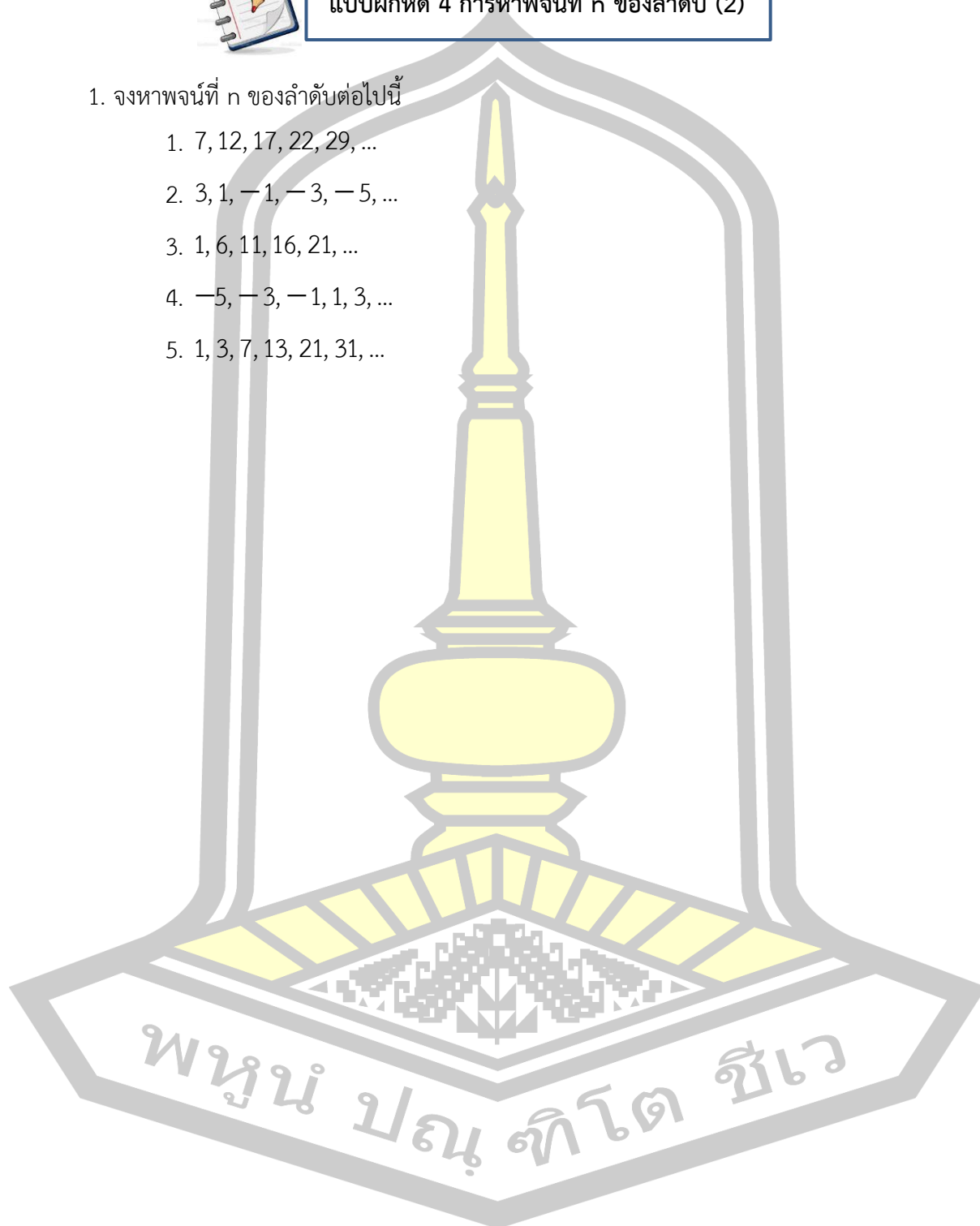
พจน์ ปณ ศิโรต ชีวะ



แบบฝึกหัด 4 การหาพจน์ที่ n ของลำดับ (2)

1. จงหาพจน์ที่ n ของลำดับต่อไปนี้

1. 7, 12, 17, 22, 29, ...
2. 3, 1, -1, -3, -5, ...
3. 1, 6, 11, 16, 21, ...
4. -5, -3, -1, 1, 3, ...
5. 1, 3, 7, 13, 21, 31, ...





แบบทดสอบย่อย 1 ลำดับ

คำชี้แจง มีข้อสอบ 5 ข้อใช้เวลาในการทำข้อสอบ 10 นาที

1. ให้ $f = \{(1,1), (2,4), (3,9), \dots, (10,100)\}$ พิจารณาข้อความ

(1) โดเมนของ f คือ $\{1,2,3,\dots,10\}$

(2) f เป็นลำดับจำกัด ข้อใดถูกต้อง

ก. ถูกทั้ง 2 ข้อ

ข. (1) ถูก (2) ผิด

ค. (1) ผิด (2) ถูก

ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

2. พิจารณาลำดับ $7, 12, 17, 22, 29, \dots$ พิจารณาข้อความ

(1) ลำดับดังกล่าวเป็นลำดับอนันต์

(2) $a_5 - a_3 = -12$ ข้อใดถูกต้อง

ก. ถูกทั้ง 2 ข้อ

ข. (1) ถูก (2) ผิด

ค. (1) ผิด (2) ถูก

ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

3. ผลบวกของ 2 พจน์ถัดไปของลำดับ $1, 2, 4, 7, 11, \dots$ เท่ากับจำนวนในข้อใด

ก. 18

ข. 22

ค. 38

ง. 40

4. จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $-5, -3, -1, 1, 3, \dots$

ก. $n-6$

ข. $2n-5$

ค. $n-7$

ง. $2n-7$

5. จากข้อ 4 จงหาพจน์ที่ 100 ของลำดับดังกล่าว

ก. 189

ข. 191

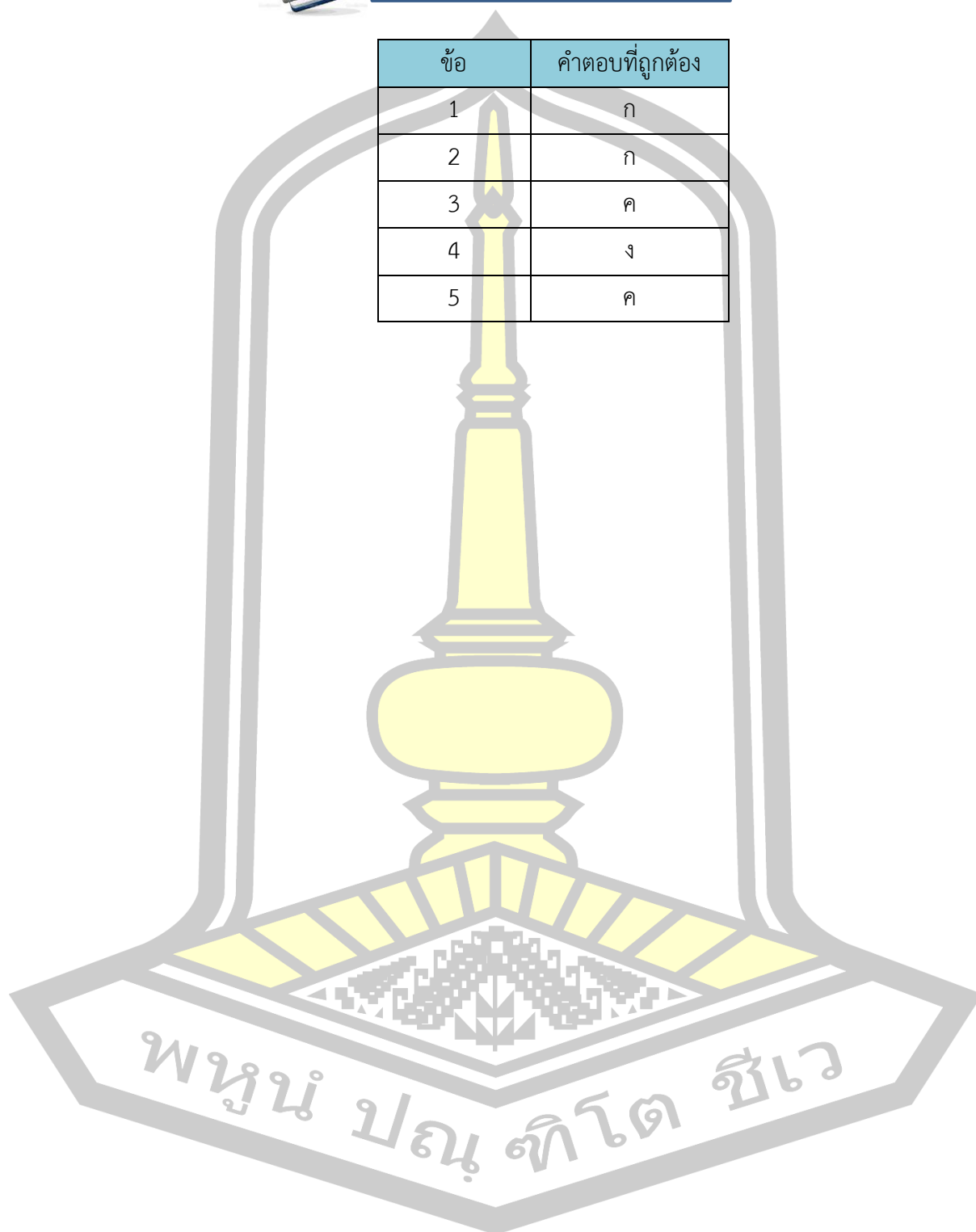
ค. 193

ง. 195



เฉลยแบบทดสอบย่อย 1 ลำดับ

ข้อ	คำตอบที่ถูกต้อง
1	ก
2	ก
3	ค
4	ง
5	ค



แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่.....

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

ระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ

เห็นด้วยมากที่สุด	ให้	5 คะแนน
เห็นด้วยมาก	ให้	4 คะแนน
เห็นด้วยปานกลาง	ให้	3 คะแนน
เห็นด้วยน้อย	ให้	2 คะแนน
เห็นด้วยน้อยที่สุด	ให้	1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
สาระสำคัญ					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
จุดประสงค์การเรียนรู้					
4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน					
สาระการเรียนรู้					
7. เหมาะสมกับเวลา					
8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน					
9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน					
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
10. ได้รับความสนใจของนักเรียน					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้					
14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้าสำรวจ วิเคราะห์และลงข้อสรุป					
15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
สื่อ/แหล่งเรียนรู้					
16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้					
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้					
18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม					
19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้าน ความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้าน คุณลักษณะ					
20. มีการวัดผลตามสภาพจริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พูน บัญชี (ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ตาราง 38 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 1

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	5.00	0.00
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.67	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.85	0.36

ตาราง 39 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 2

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.67	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.67	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.33	0.58
รวมทั้งแผน		4.73	0.45

ตาราง 40 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 3

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5.00	0.00
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.78	0.42

ตาราง 41 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 4

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.33	0.58
รวมทั้งแผน		4.73	0.45

ตาราง 42 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 5

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.73	0.45

ตาราง 43 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 6

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.70	0.46

ตาราง 44 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 7

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.72	0.45

ตาราง 45 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 8

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.72	0.45

ตาราง 46 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 9

ด้าน	ข้อความถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.33	0.58
รวมทั้งแผน		4.70	0.46

ตาราง 47 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 10

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	4.67	0.58
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.67	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.75	0.44

ตาราง 48 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 11

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	5.00	0.00
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	5.00	0.00
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.67	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.80	0.40

ตาราง 49 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 12

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.33	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.73	0.45

ตาราง 50 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 13

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.73	0.45

ตาราง 51 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 14

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.73	0.45

ตาราง 52 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 15

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.33	0.58
รวมทั้งแผน		4.72	0.45

ตาราง 53 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 16

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	0.00
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.67	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.33	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.58
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.73	0.45

ตาราง 54 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 17

ด้าน	ข้อความคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.33	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.67	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.73	0.45

ตาราง 55 ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แผนที่ 18

ด้าน	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S
สาระสำคัญ	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00
จุดประสงค์การเรียนรู้	4. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.67	0.58
	6. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5.00	0.00
สาระการเรียนรู้	7. เหมาะสมกับเวลา	4.33	0.58
	8. เป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน	5.00	0.00
	9. น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน	4.67	0.58
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	10. ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.33	0.58
	11. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00
	12. เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับเริ่มจากขั้นตอนง่ายไปหายาก	5.00	0.00
	14. เน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ มีส่วนร่วม ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์และลงข้อสรุป	4.67	0.58
	15. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.67	0.58
สื่อ/แหล่งเรียนรู้	16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	0.00
	17. สื่อเหมาะสม นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.33	0.58
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	18. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินได้เหมาะสม	4.33	0.58
	19. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ	4.33	0.58
	20. มีการวัดผลตามสภาพจริง	4.67	0.58
รวมทั้งแผน		4.75	0.44

ตาราง 56 สรุปผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

แผนที่	$\bar{X}$	S	ระดับการประเมิน
1	4.85	0.36	ผ่านการประเมิน
2	4.73	0.45	ผ่านการประเมิน
3	4.78	0.42	ผ่านการประเมิน
4	4.73	0.45	ผ่านการประเมิน
5	4.73	0.45	ผ่านการประเมิน
6	4.70	0.46	ผ่านการประเมิน
7	4.72	0.45	ผ่านการประเมิน
8	4.72	0.45	ผ่านการประเมิน
9	4.70	0.46	ผ่านการประเมิน
10	4.75	0.44	ผ่านการประเมิน
11	4.80	0.40	ผ่านการประเมิน
12	4.73	0.45	ผ่านการประเมิน
13	4.73	0.45	ผ่านการประเมิน
14	4.73	0.45	ผ่านการประเมิน
15	4.72	0.45	ผ่านการประเมิน
16	4.73	0.45	ผ่านการประเมิน
17	4.73	0.45	ผ่านการประเมิน
18	4.75	0.44	ผ่านการประเมิน

พูน ปณ ทัโต ชีเว

ภาคผนวก ง

ผลการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม
- ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ
- ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบัวขาว จังหวัดกาฬสินธุ์

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เวลาทดสอบไม่เกิน 60 นาที
2. ในแต่ละข้อให้ทำเครื่องหมายกากบาท(X) ลงในกระดาษคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ให้ฟังก์ชัน

$$f = \{(1,0), (2,3), (3,6), \dots, (20,57)\}$$

พิจารณาข้อความ

- (1) โดเมนของฟังก์ชันดังกล่าวคือ $\{1,2,3,4,\dots,20\}$ ฟังก์ชันดังกล่าวเป็นลำดับ
- (2) เรนจ์ของลำดับดังกล่าวคือ $\{0,3,6,9,\dots,57\}$

ข้อใดถูกต้อง

- ก. ถูกทั้ง 2 ข้อ ข. (1) ผิด (2) ถูก
- ค. (1) ถูก (2) ผิด ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

2. กำหนดลำดับ $1,3,5,7,9,\dots$

พิจารณาข้อความ

- (1) ลำดับดังกล่าวเป็นลำดับอนันต์
- (2) โดเมนของลำดับดังกล่าวคือ $\{1,3,5,7,\dots\}$

ข้อใดถูกต้อง

- ก. ถูกทั้ง 2 ข้อ ข. (1) ผิด (2) ถูก
- ค. (1) ถูก (2) ผิด ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

3. จงหา 4 พจน์แรกของลำดับ $a_n = 3n + 2$

- ก. 5,8,11,14 ข. 3,6,9,12
- ค. 3,5,7,9 ง. 5,7,9,11

4. จงหาพจน์ n ของลำดับ $2,4,8,16,32,\dots$

- ก. $a_n = n^2$ ข. $a_n = 2^n$
- ค. $a_n = 2n$ ง. $a_n = 4n$

5. พจน์ที่ n ของลำดับ $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{4}{5}, \dots, \frac{100}{101}$

ตรงกับข้อใด

- ก. $a_n = \frac{n-1}{n}$ ข. $a_n = \frac{n}{n-1}$
- ค. $a_n = \frac{n}{n+1}$ ง. $a_n = \frac{n+1}{n}$

6. พจน์ที่ 100 ของลำดับ $12,15,18,21,\dots$

มีค่าเท่าใด

- ก. 309 ข. 306
- ค. 303 ง. 300

7. ลำดับในข้อใดไม่ใช่ลำดับเลขคณิต

- ก. 1,3,6,10,... ข. 4,2,0,-2,...
- ค. 6,6,6,6... ง. $a, b, 2b-a, \dots$

8. ถ้าลำดับ $12, a, b, 36, \dots$ เป็นลำดับเลขคณิต แล้วจงหาค่าของ $b-a$

- ก. 4 ข. 5
- ค. 8 ง. 13

9. จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ $100,92,84,76,\dots$

- ก. $a_n = 93 + 7n$ ข. $a_n = 102 - 2n$
- ค. $a_n = 92 + 8n$ ง. $a_n = 108 - 8n$

10. พจน์ที่ 100 ของลำดับ $1,4,7,10,13,\dots$

เท่ากับเท่าใด

- ก. 300 ข. 298
- ค. 280 ง. 278

11. จงหา a_{25} ของลำดับเลขคณิตที่มี $a_3 = 20$ และ $a_7 = 32$

- ก. 92 ข. 89
ค. 86 ง. 83

12. มีจำนวนเต็มบวกระหว่าง 100 – 1,000
ที่จำนวนที่หารด้วย 9 ลงตัว

- ก. 98 ข. 99
ค. 100 ง. 101

13. 122 อยู่ในลำดับ 2, 5, 8, 11, ... หรือไม่
ถ้าอยู่เป็นพจน์ที่เท่าใด

- ก. ไม่อยู่ ข. อยู่ พจน์ที่ 39
ค. อยู่ พจน์ที่ 40 ง. อยู่ พจน์ที่ 41

14. ลำดับในข้อใดไม่ใช่ลำดับเรขาคณิต

- ก. 1, 3, 6, 10, ... ข. 8, 4, 2, 1, ...
ค. 6, 6, 6, 6, ... ง. $a, \frac{a}{b}, \frac{a}{b^2}, \dots$

15. อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต

4, -8, 16, -32, ... เท่ากับข้อใด

- ก. 2 ข. -2
ค. $\frac{1}{2}$ ง. $-\frac{1}{2}$

16. จงหาพจน์ที่ n ของลำดับ 8, 0.8, 0.08, ...

- ก. $a_n = \frac{80}{10^n}$ ข. $a_n = \frac{4}{5n}$
ค. $a_n = \frac{1}{10^n}$ ง. $a_n = \frac{40}{5^n}$

17. 162 เป็นพจน์ที่เท่าใดของลำดับ 2, 6, 18, ...

- ก. 4 ข. 5
ค. 6 ง. 7

18. จงหาพจน์ที่ 10 ของลำดับ $\frac{a^8}{2}, a^7, 2a^6, \dots$

- ก. 2^9 ข. $\frac{2^8}{a}$
ค. $\frac{2^7}{a^2}$ ง. $\frac{2^6}{a^3}$

19. ถ้า 5, a , 20 เป็นลำดับเรขาคณิต แล้ว ผล
คูณของ a ทั้งหมดที่เป็นไปได้เท่ากับเท่าใด

- ก. -100 ข. 100
ค. -10 ง. 10

20. สารชนิดหนึ่งจะมีปริมาณลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง
ทุก ๆ 10 นาที หากเริ่มต้นมีสารนี้อยู่ 100 กรัม
นานเท่าใดจึงจะมีสารนี้อยู่เพียง 6.25 กรัม

- ก. 50 นาที ข. 40 นาที
ค. 30 นาที ง. 25 นาที

21. อนุกรมในข้อใดเป็นอนุกรมเลขคณิต

- ก. $1+3+6+10+\dots$
ข. $1+2+4+8+\dots$
ค. $1+4+9+16+\dots$
ง. $10+8+6+4+\dots$

22. จงหาผลบวก $1+4+7+\dots+148$

- ก. 4,560 ข. 3,950
ค. 3,725 ง. 3,500

23. ถ้าผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต

$4+8+12+16+\dots$ เท่ากับ 840 จงหาค่า n

- ก. 23 ข. 22
ค. 21 ง. 20

24. จงหาผลบวกของจำนวนคี่ตั้งแต่ 25 ถึง 157

- ก. 6,451 บาท ข. 6,351 บาท
ค. 6,197 บาท ง. 6,097 บาท

25. ฟ้าออมเงินวันแรก 1 บาทวันที่สอง 2 บาท
วันที่สาม 3 บาท ไปเรื่อย ๆ จนครบ 30 วัน แล้ว
ฟ้าจะมีเงินออมทั้งหมดเท่าใด

ก. 670 บาท ข. 665 บาท

ค. 465 บาท ง. 455 บาท

26. อนุกรมในข้อใดเป็นอนุกรมเรขาคณิต

ก. $1+3+6+10+\dots$

ข. $1+2+4+8+\dots$

ค. $1+4+9+16+\dots$

ง. $10+8+6+4+\dots$

27. ผลบวก 8 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต

$\frac{1}{18}, -\frac{1}{6}, \frac{1}{2}, \dots$ เท่ากับเท่าใด

ก. 2,280 ข. 2,340

ค. 2,400 ง. 2,460

28. ผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต

$6-12+24-\dots$ เท่ากับ $-2,046$ แล้ว

จงหาค่า n

ก. 9 ข. 10

ค. 11 ง. 12

29. มนัสตั้งใจจะอ่านหนังสือวันละครั้งหนึ่งของ
ที่เหลือจนจบ หากหนังสือมีทั้งหมด 1,024 หน้า
หากใช้เวลาอ่าน 9 วันจะเหลือหน้าที่ยังไม่ได้อ่าน
กี่หน้า

ก. 1 ข. 2

ค. 4 ง. 6

30. จดหมายลูกโซ่มีการส่งต่อเป็นทอด ๆ ถ้า
เริ่มต้นมีการส่งจดหมาย 10 ฉบับ แต่ละฉบับที่มี
คนรับจะมีการส่งต่อ 5 ฉบับ หากมีการส่งต่อ
จำนวน 6 ครั้งและจดหมายถึงมีคนรับทุกฉบับ
แล้ว จะมีจดหมายถูกส่งทั้งหมดกี่ฉบับ

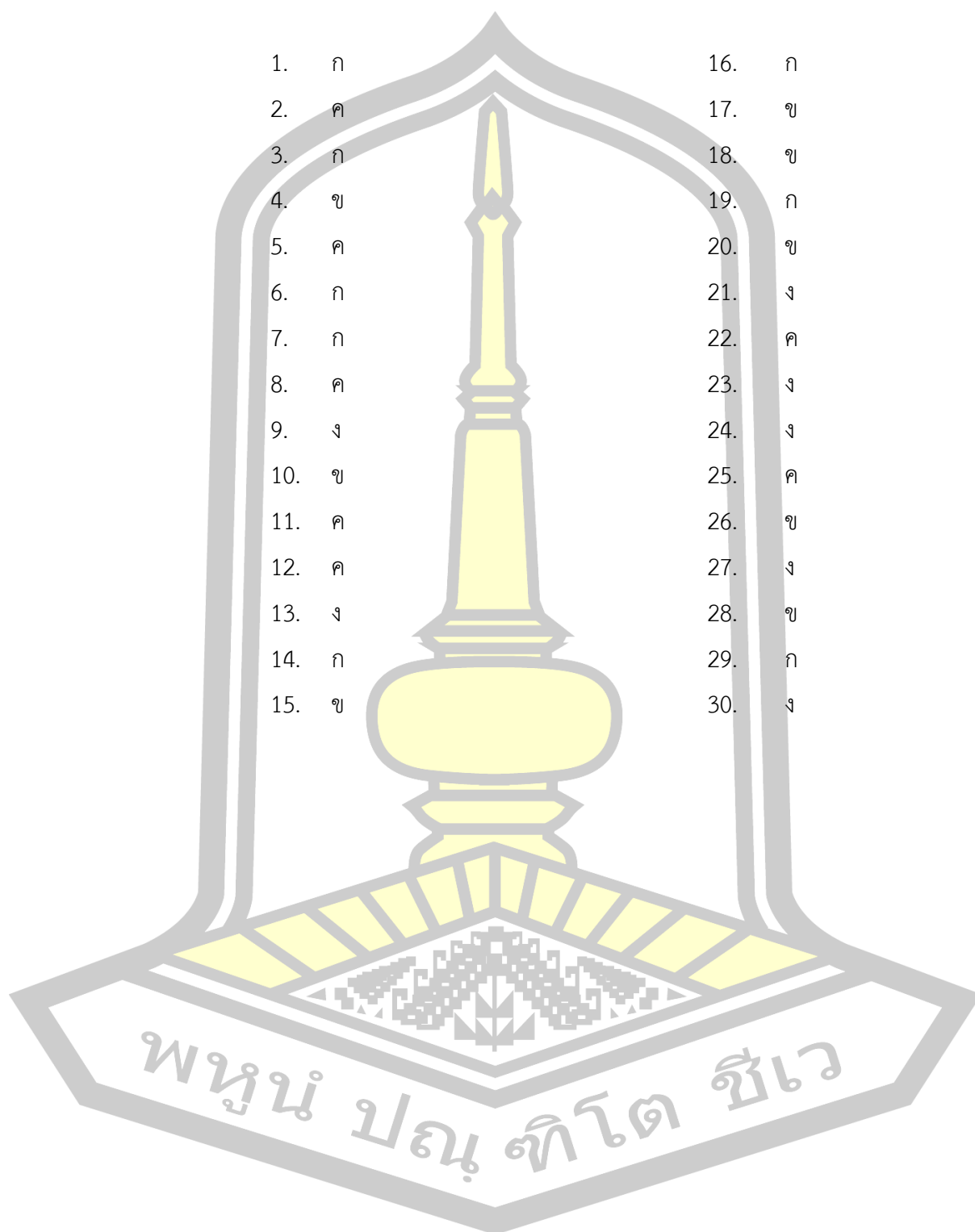
ก. 7,850 ฉบับ ข. 7,830 ฉบับ

ค. 7,820 ฉบับ ง. 7,810 ฉบับ

พูน ปณ ทิโต ชีเว

เฉลยแบบทดสอบ

- | | |
|-------|-------|
| 1. ก | 16. ก |
| 2. ค | 17. ข |
| 3. ก | 18. ข |
| 4. ข | 19. ก |
| 5. ค | 20. ข |
| 6. ก | 21. ง |
| 7. ก | 22. ค |
| 8. ค | 23. ง |
| 9. ง | 24. ง |
| 10. ข | 25. ค |
| 11. ค | 26. ข |
| 12. ค | 27. ง |
| 13. ง | 28. ข |
| 14. ก | 29. ก |
| 15. ข | 30. ง |

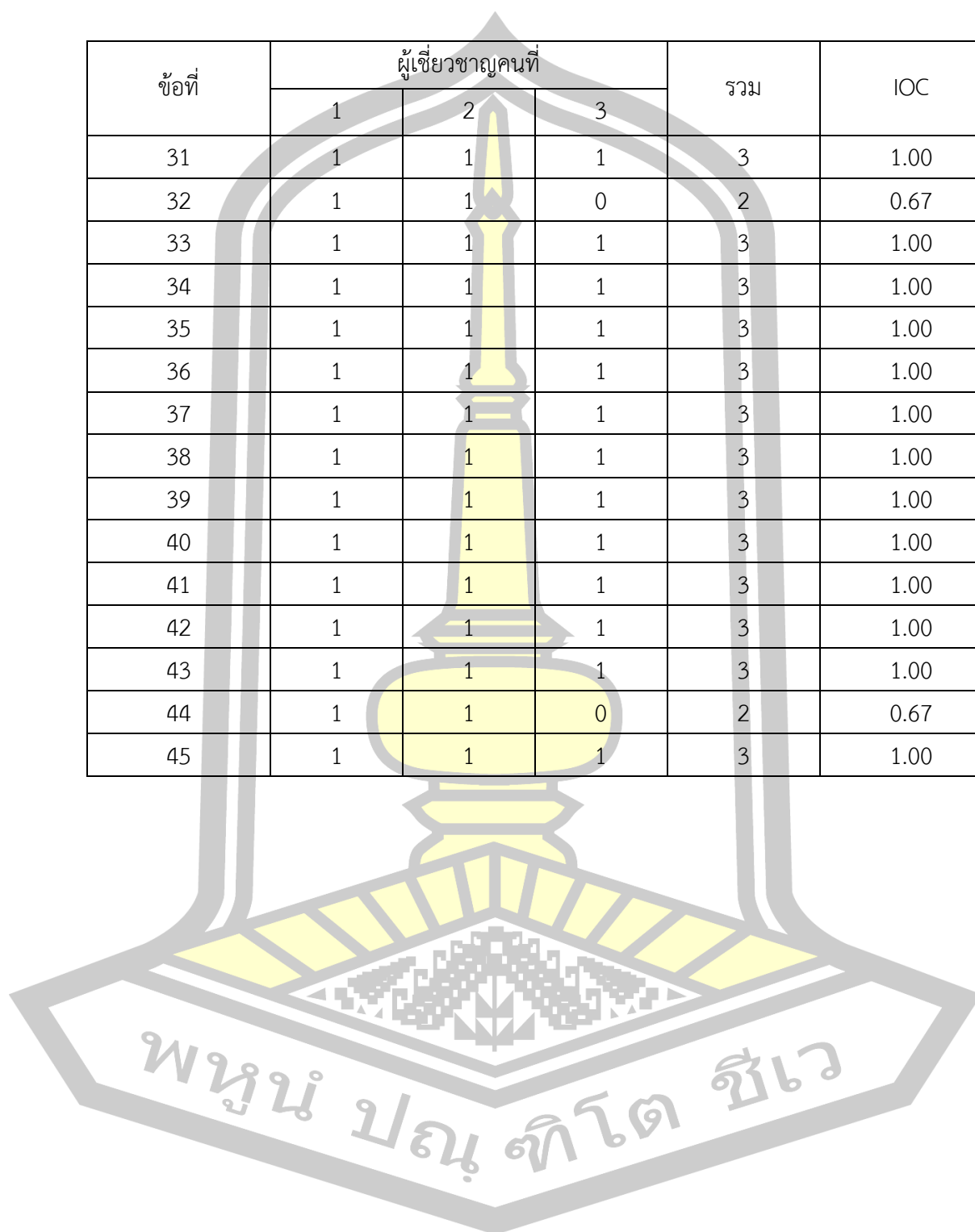


ตาราง 57 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC
	1	2	3		
1	1	1	1	3	1.00
2	1	1	1	3	1.00
3	1	1	1	3	1.00
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	1	3	1.00*
6	1	1	0	2	0.67*
7	1	1	1	3	1.00
8	1	1	1	3	1.00
9	1	1	1	3	1.00
10	1	1	1	3	1.00
11	1	1	1	3	1.00
12	1	1	1	3	1.00
13	1	1	1	3	1.00
14	1	1	1	3	1.00
15	1	1	1	3	1.00
16	1	1	1	3	1.00
17	1	1	1	3	1.00
18	1	1	1	3	1.00
19	1	1	1	3	1.00
20	1	1	1	3	1.00
21	1	1	1	3	1.00
22	1	1	1	3	1.00
23	1	1	1	3	1.00
24	1	1	1	3	1.00
25	1	1	1	3	1.00
26	1	1	1	3	1.00
27	1	1	1	3	1.00
28	1	1	1	3	1.00
29	1	1	1	3	1.00
30	1	1	1	3	1.00

ตาราง 57 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC
	1	2	3		
31	1	1	1	3	1.00
32	1	1	0	2	0.67
33	1	1	1	3	1.00
34	1	1	1	3	1.00
35	1	1	1	3	1.00
36	1	1	1	3	1.00
37	1	1	1	3	1.00
38	1	1	1	3	1.00
39	1	1	1	3	1.00
40	1	1	1	3	1.00
41	1	1	1	3	1.00
42	1	1	1	3	1.00
43	1	1	1	3	1.00
44	1	1	0	2	0.67
45	1	1	1	3	1.00

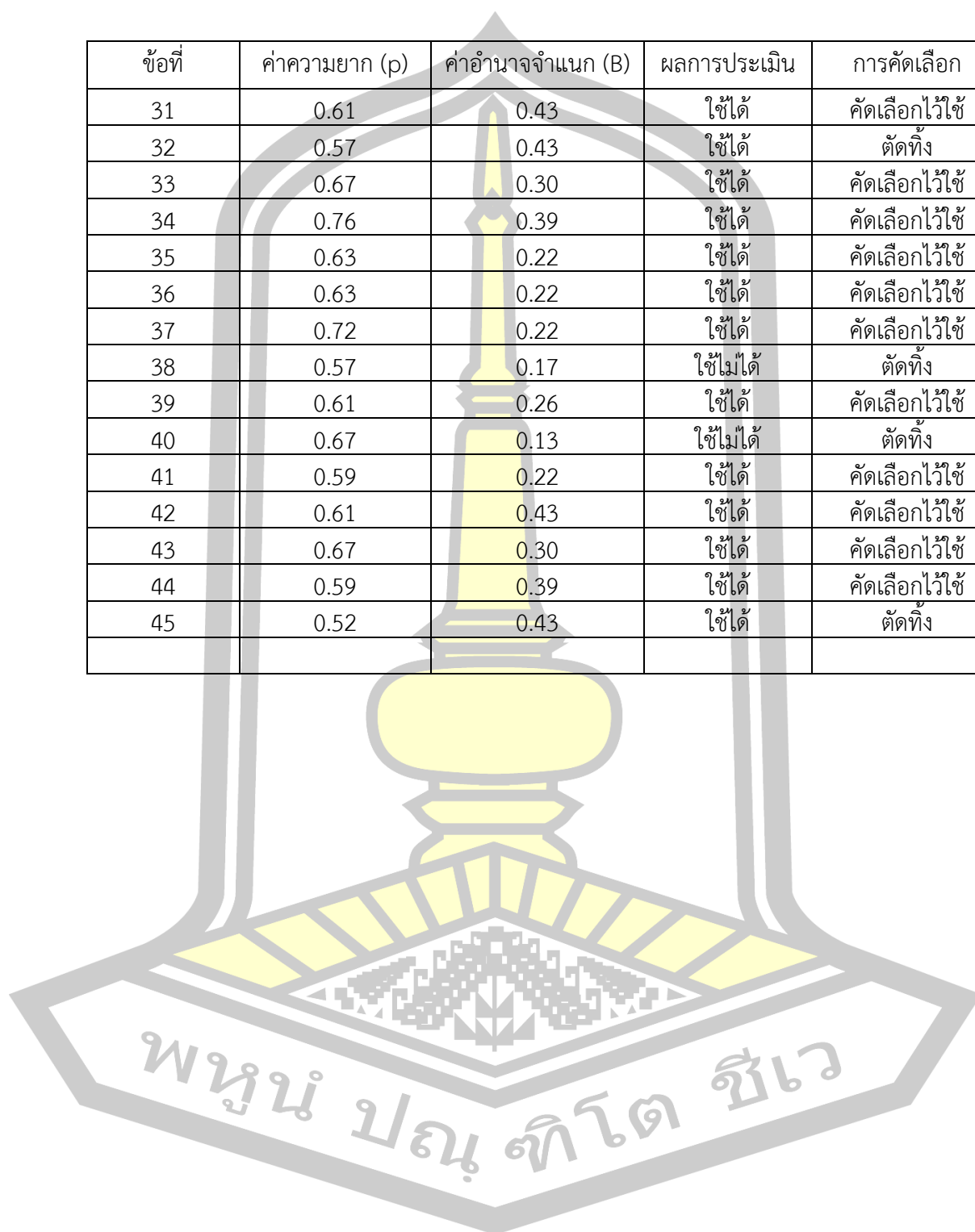


ตาราง 58 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ผลการประเมิน	การคัดเลือก
1	0.63	-0.30	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
2	0.65	0.35	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
3	0.59	0.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
4	0.74	0.35	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
5	0.59	0.22	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
6	0.63	0.22	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
7	0.57	0.26	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
8	0.67	0.48	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
9	0.70	0.43	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
10	0.65	0.43	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
11	0.67	0.22	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
12	0.70	0.35	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
13	0.65	0.43	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
14	0.59	0.04	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
15	0.59	0.48	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
16	0.63	0.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
17	0.63	-0.04	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
18	0.54	0.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
19	0.67	0.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
20	0.59	-0.04	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
21	0.57	0.61	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
22	0.74	0.35	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
23	0.67	-0.04	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
24	0.59	0.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
25	0.59	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
26	0.63	0.22	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
27	0.70	0.43	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
28	0.63	0.04	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
29	0.65	0.26	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
30	0.63	0.39	ใช้ได้	ตัดทิ้ง

ตาราง 58 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ผลการประเมิน	การคัดเลือก
31	0.61	0.43	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
32	0.57	0.43	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
33	0.67	0.30	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
34	0.76	0.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
35	0.63	0.22	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
36	0.63	0.22	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
37	0.72	0.22	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
38	0.57	0.17	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
39	0.61	0.26	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
40	0.67	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
41	0.59	0.22	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
42	0.61	0.43	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
43	0.67	0.30	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
44	0.59	0.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้ใช้
45	0.52	0.43	ใช้ได้	ตัดทิ้ง



ตาราง 59 ค่าความยาก (p) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายข้อ เฉพาะที่เลือกไว้ 30 ข้อ

ข้อที่	p	q	pq
1	0.65	0.35	0.23
2	0.59	0.41	0.24
3	0.59	0.41	0.24
4	0.57	0.43	0.25
5	0.67	0.33	0.22
6	0.70	0.30	0.21
7	0.65	0.35	0.23
8	0.70	0.30	0.21
9	0.65	0.35	0.23
10	0.59	0.41	0.24
11	0.63	0.37	0.23
12	0.54	0.46	0.25
13	0.67	0.33	0.22
14	0.57	0.43	0.25
15	0.74	0.26	0.19
16	0.59	0.41	0.24
17	0.63	0.37	0.23
18	0.70	0.30	0.21
19	0.65	0.35	0.23
20	0.61	0.39	0.24
21	0.67	0.33	0.22
22	0.76	0.24	0.18
23	0.63	0.37	0.23
24	0.63	0.37	0.23
25	0.72	0.28	0.20
26	0.61	0.39	0.24
27	0.59	0.41	0.24
28	0.61	0.39	0.24
29	0.67	0.33	0.22
30	0.59	0.41	0.24
รวม			6.84

ตาราง 60 คะแนนรวมของนักเรียนรายคน กลุ่มที่นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไป
ทดลองใช้

นักเรียนคนที่	คะแนนรวม	นักเรียนคนที่	คะแนนรวม
1	20	24	28
2	12	25	26
3	28	26	24
4	28	27	12
5	12	28	18
6	27	29	10
7	18	30	10
8	15	31	14
9	18	32	29
10	14	33	23
11	18	34	18
12	11	35	14
13	11	36	10
14	27	37	22
15	10	38	27
16	28	39	20
17	26	40	12
18	12	41	18
19	24	42	18
20	27	43	28
21	25	44	18
22	17	45	18
23	22	46	14
ความแปรปรวนของคะแนนรวม (S^2)			40.13

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ดังนี้

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 k แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด
 S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
 p แทน สัดส่วนของคนทำถูกแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของคนทำผิดแต่ละข้อ ($q=1-p$)

จะได้ว่า

$$k = 30$$

$$\sum pq = 6.84$$

$$S^2 = 40.13$$

จากสูตร

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

จะได้

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \left(\frac{30}{29} \right) \left(1 - \frac{6.84}{40.13} \right) \\ &= 0.8581 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม
 ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.8581

พูน ปณ กิตติ ชีเว

ภาคผนวก จ

ผลการพัฒนาแบบวัดความพึงพอใจ

- แบบประเมินแบบวัดความพึงพอใจ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา
- ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC)
- ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของข้อคำถามวัดความพึงพอใจรายข้อ เฉพาะข้อที่เลือกไว้ 20 ข้อ
- ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับ



แบบประเมินแบบวัดความพึงพอใจ

สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความพึงพอใจให้ถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

- + 1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
 0 เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1 เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อคำถาม	ระดับการประเมิน		
	-1	0	+1
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาที่เรียนมีประโยชน์			
2. เนื้อหาที่เรียนไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป			
3. เรียนแล้วเข้าใจเนื้อหามากขึ้น			
4. เรียนแล้วสนับสนุนทักษะการให้เหตุผล			
5. เนื้อหาที่เรียนมีการนำเอาความรู้เดิมมาใช้			
6. ปริมาณเนื้อหาที่เรียนในแต่ละชั่วโมงไม่มากจนเกินไป			
7. นักเรียนชอบเนื้อหาที่เรียนรู้			
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
8. กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้			
9. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้			
10. นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง			
11. นักเรียนได้นำเสนอ อภิปรายและได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน			
12. นักเรียนพอใจที่ได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน ๆ			
13. นักเรียนรู้สึกประทับใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
14. กิจกรรมการเรียนรู้มีความยืดหยุ่น ต่อเนื่อง ไม่ติดขัด			
15. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสนุกสนาน ไม่เครียด			

ข้อคำถาม	ระดับการประเมิน		
	—1	0	+1
ด้านสื่อการเรียนรู้			
16. ชอบสื่อที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้			
17. สื่อใช้ง่ายและทำให้เข้าใจมากขึ้น			
18. สื่อที่ใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง			
19. สื่อที่ใช้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน			
20. สื่อที่ใช้สวยงาม ดึงดูดความสนใจ			
21. ครูใช้สื่อหลากหลายชนิด			
22. สื่อที่ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่าย			
ด้านการวัดผลและประเมินผล			
23. มีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมและรับฟังข้อเสนอแนะจากครูและเพื่อน			
24. ใช้การสอบหลากหลายวิธี			
25. นักเรียนพอใจผลการประเมินระหว่างเรียน			
26. หากนักเรียนไม่ผ่านการประเมิน มีการสอบแก้ตัว			
27. มีการแจ้งเกณฑ์และกำหนดการสอบทุกครั้ง			
28. เนื้อหาที่สอบตรงกับเนื้อหาที่เรียน			
29. มีการแจ้งผลการประเมินของนักเรียนทุกครั้ง			
30. รู้สึกพอใจผลการสอบทุก ๆ ครั้ง			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

เรื่อง ลำดับและอนุกรม

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยข้อคำถามแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

- 1.1 ด้านเนื้อหา
- 1.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.3 ด้านสื่อการเรียนรู้
- 1.4 ด้านการวัดผลและประเมินผล

2. แบบวัดนี้มีข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาในการตอบไม่เกิน 5 นาที

3. ให้นักเรียนอ่านข้อคำถามแต่ละข้อให้ละเอียดและให้พิจารณาอย่างรอบคอบแล้วตอบข้อที่ตรงกับความรู้สึกจริง ๆ ของนักเรียน การตอบแบบวัดความพึงพอใจไม่มีคำตอบใดถูกหรือคำตอบใดผิด เพราะนักเรียนแต่ละคนมีความคิดเห็นต่างกัน และการเลือกตอบแต่ละข้อไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียนแต่อย่างใด

4. วิธีตอบแบบวัดความพึงพอใจ ให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อแล้วพิจารณาว่าความรู้สึกตรงกับข้อใดให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องนั้น

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาที่เรียนมีประโยชน์					
2. เนื้อหาที่เรียนไม่ยากจนเกินไป					
3. เรียนแล้วเข้าใจเนื้อหามากขึ้น					
4. เรียนแล้วสนับสนุนทักษะการให้เหตุผล					
5. เนื้อหาที่เรียนมีการนำเอาความรู้เดิมมาใช้					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6. กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้					

ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
7. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้					
8. นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง					
9. ได้นำเสนอ อภิปรายและได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน					
10. กิจกรรมการเรียนรู้ยืดหยุ่น ต่อเนื่อง ไม่ติดขัด					
ด้านสื่อการเรียนรู้					
11. ชอบสื่อที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้					
12. สื่อใช้ง่ายและทำให้เข้าใจมากขึ้น					
13. สื่อที่ใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
14. สื่อที่ใช้สวยงาม ดึงดูดความสนใจ					
15. สื่อที่ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่าย					
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
16. มีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมและรับฟังข้อเสนอแนะจากครู					
17. ใช้การสอบหลากหลายวิธี					
18. มีการแจ้งเกณฑ์และกำหนดการสอบทุกครั้ง					
19. เนื้อหาที่สอบตรงกับเนื้อหาที่เรียน					
20. มีการแจ้งผลการประเมินของฉันทน์และเพื่อน ๆ ทุกครั้ง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พูน ปณ จิโต ชีเว

ตาราง 61 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) ของข้อคำถามวัดความพึงพอใจรายข้อ

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	ผลการประเมิน	การคัดเลือก
	1	2	3	4	5				
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
13	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
21	1	1	-1	1	1	3	0.60	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
22	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
25	1	1	-1	1	1	3	0.60	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
27	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
30	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้	ตัดทิ้ง

ตาราง 62 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ของข้อคำถามวัดความพึงพอใจรายข้อ เฉพาะที่เลือกไว้ 20 ข้อ

คำถามข้อที่	r_{xy}	ผลประเมิน	S_i^2	คนที่	คะแนนรวม รายคน	คนที่	คะแนนรวม รายคน
1	0.44	ใช้ได้	0.47	1	83	24	88
2	0.47	ใช้ได้	0.60	2	78	25	78
3	0.51	ใช้ได้	0.39	3	84	26	89
4	0.44	ใช้ได้	0.22	4	88	27	91
5	0.50	ใช้ได้	0.26	5	78	28	95
6	0.22	ใช้ได้	0.39	6	90	29	89
7	0.22	ใช้ได้	0.62	7	84	30	75
8	0.39	ใช้ได้	0.36	8	76	31	90
9	0.33	ใช้ได้	0.22	9	85	32	81
10	0.68	ใช้ได้	0.74	10	78	33	82
11	0.43	ใช้ได้	0.22	11	87	34	80
12	0.62	ใช้ได้	0.58	12	86	35	86
13	0.40	ใช้ได้	0.47	13	87	36	92
14	0.30	ใช้ได้	0.59	14	80	37	89
15	0.42	ใช้ได้	0.44	15	84	38	79
16	0.56	ใช้ได้	0.32	16	89	39	85
17	0.26	ใช้ได้	0.13	17	79	40	87
18	0.54	ใช้ได้	0.47	18	86	41	84
19	0.37	ใช้ได้	0.47	19	87	42	72
20	0.54	ใช้ได้	0.47	20	87	43	80
				21	81	44	94
				22	90	45	84
				23	99	46	86
$\sum S_i^2$			8.44	ความแปรปรวนคะแนนรวม (S_t^2)		30.77	

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับ

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ดังนี้

จากสูตร
$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ
 $\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของค่าความแปรปรวนเป็นรายข้อแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ
 n แทน จำนวนข้อคำถาม

จะได้ว่า

$$n = 20$$

$$\sum S_i^2 = 8.44 \quad \text{และ}$$

$$S_t^2 = 30.77$$

จะได้ว่า

$$\alpha = \frac{20}{19} \left(1 - \frac{8.44}{30.77} \right)$$

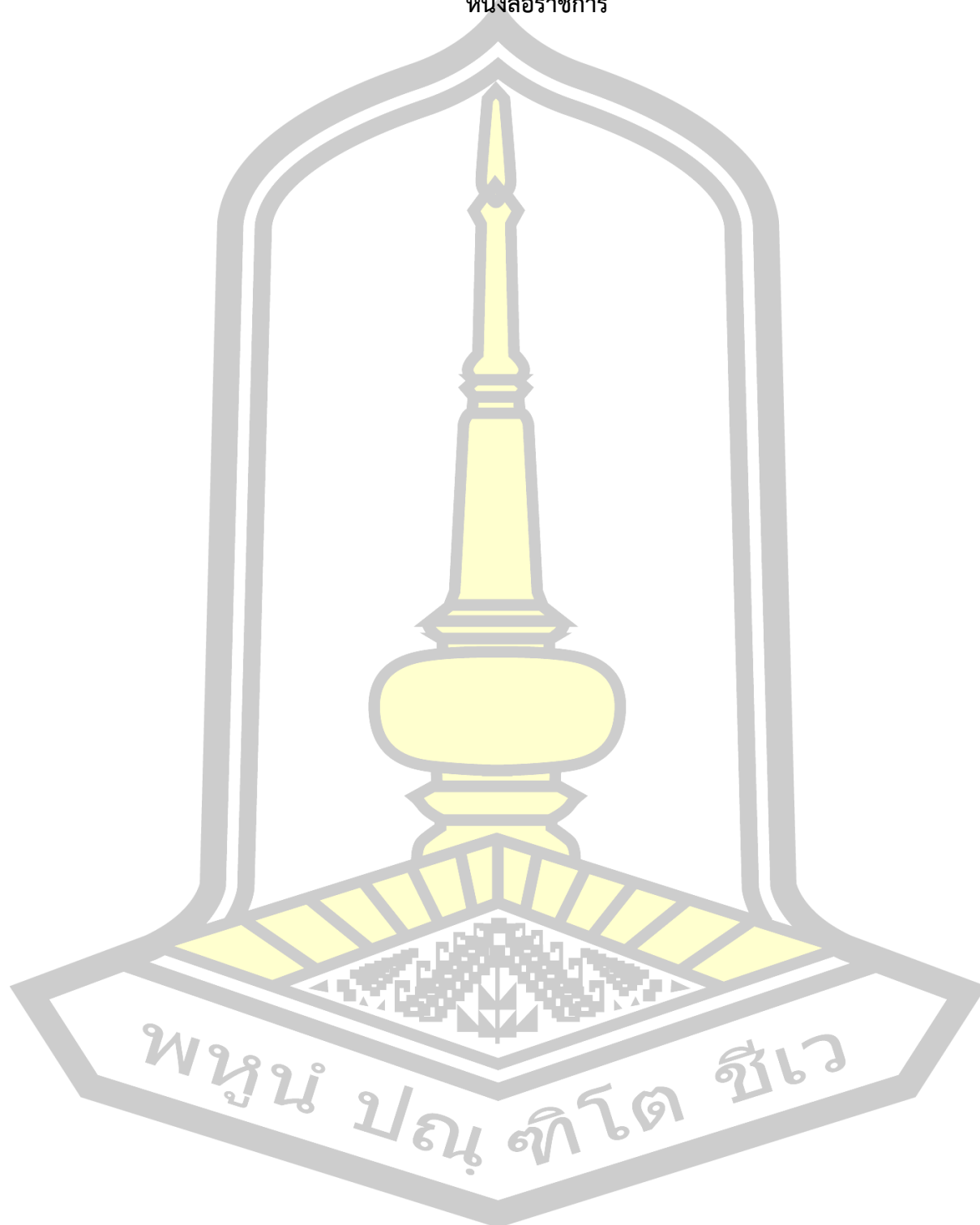
$$= 0.7639$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราทั้งฉบับ เท่ากับ 0.7639

พูน ปณ จิต ชีเว

ภาคผนวก ฉ

หนังสือราชการ



0.0010



โรงเรียนบัวขาว

21

๙๖๙

พ.ศ. ๖๐

๐๙.๓๐

ที่ ศธ 0530.4(2) / 590

คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย

จังหวัดมหาสารคาม 44150

30 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขออนุญาตครูที่ใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบัวขาว

ด้วย นายฉลาด สายสินธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอเจิบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัยในครั้งนี้

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุญาตครูของท่านได้โปรดอนุญาตให้ นายฉลาด สายสินธุ์ ใช้เครื่องมือในการสอนเพื่อการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และ 5/4 ซึ่งอยู่ในโรงเรียนของท่าน ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2560 ถึงวันที่ 29 ธันวาคม 2560

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบัวขาว

ขอแสดงความนับถือ

- ม.ศ.

ขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือ

ผศ.ดร.มะลิวัลย์

- ผศ.ดร.ไพฑูริย์

21 พ.ย. 60

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์

รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

- อ.พ.จ.

- ดร.รณนที

BG me. So

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./โทรสาร. 0-4374-5244

ที่ ศธ 0530.4(2)/598



วันที่	1374
วันที่ 9 เดือน 5-0 พ.ศ. 59	
เวลา	08.00 น.

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

2 ธันวาคม 2559

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบัวขาว

ด้วย นายฉลาด สายสินธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอเจิบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้ นายฉลาด สายสินธุ์ ทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งอยู่ในโรงเรียนของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือ ระหว่างวันที่ 12 ธันวาคม 2559 ถึงวันที่ 6 มกราคม 2560

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จักได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบัวขาว

- ม.ร.

ขอแสดงความนับถือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ภูวดล โกมณเทียร
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผนพัฒนา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

- ผู้อำนวยการโรงเรียนบัวขาว

๑๕.๑๕๙

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูวดล โกมณเทียร)
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผนพัฒนา
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

- ผอ.กลุ่มงานวิจัยและ
นวัตกรรม

๑๕.๑๕๙

๑๕.๑๕๙

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./โทรสาร. 0-4374-5244

- ผอ.
๑๕.๑๕๙



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ โทร.0-4375-4244 ภายใน 1102

ที่ ศธ 0530.4(2) / 0749

วันที่ 2 ธันวาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต เอี่ยมเจริญ

ด้วย นายฉลาด สายสินธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรณ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยภัทร บุชบาบดินทร์)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

พญนั ปณฺ ทิโต ชะ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ โทร.0-4375-4244 ภายใน 1102

ที่ ศธ 0530.4(2) / ๑๐๐

วันที่ 27 เมษายน 2559

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรณี บุญขารี

ด้วย นายฉลาด สายสินธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิชา สตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรณ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยภัทร ขุขบาบดินทร์)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

พูน ปณ ติโต ชีเว



ที่ ศธ 0530.4(2)/๑๕๖๘

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๒ ธันวาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ศิริณกาญจน์ ภูมิรัง

ด้วย นายฉลาด สายสินธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรณ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากตุ่น)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./ โทรสาร. 0 - 4375 - 4244



ที่ ศธ 0530.4(2)/จ ๖๒๘

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๒ ธันวาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์พรทิพย์ นาตรีชน

ด้วย นายฉลาด สายสินธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอเจิบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากต่น)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./ โทรสาร. 0 - 4375 - 4244



ที่ ศธ 0530.4(2)/จ ๕๖๘

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

2 ธันวาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ลัดดาวัลย์ บุญเรือง

ด้วย นายฉลาด สายสินธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอเจิบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากต่น)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ภาควิชาคณิตศาสตร์

โทร./โทรสาร. 0 - 4375 - 4244

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายฉลาด สายสินธุ์
วันเกิด	วันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ.2526
สถานที่เกิด	อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 85 หมู่ 9 ตำบลนาขาม อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46110
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบัวขาว อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46110
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2541 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนคำม่วง อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ พ.ศ. 2544 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคำม่วง อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ พ.ศ. 2549 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2550 ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	พ.ศ. 2545 ทุนการศึกษาระดับปริญญาตรี โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทาง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) พ.ศ. 2549 ทุนการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพครู โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทาง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) พ.ศ. 2557 ทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทาง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)