การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิทยานิพนธ์

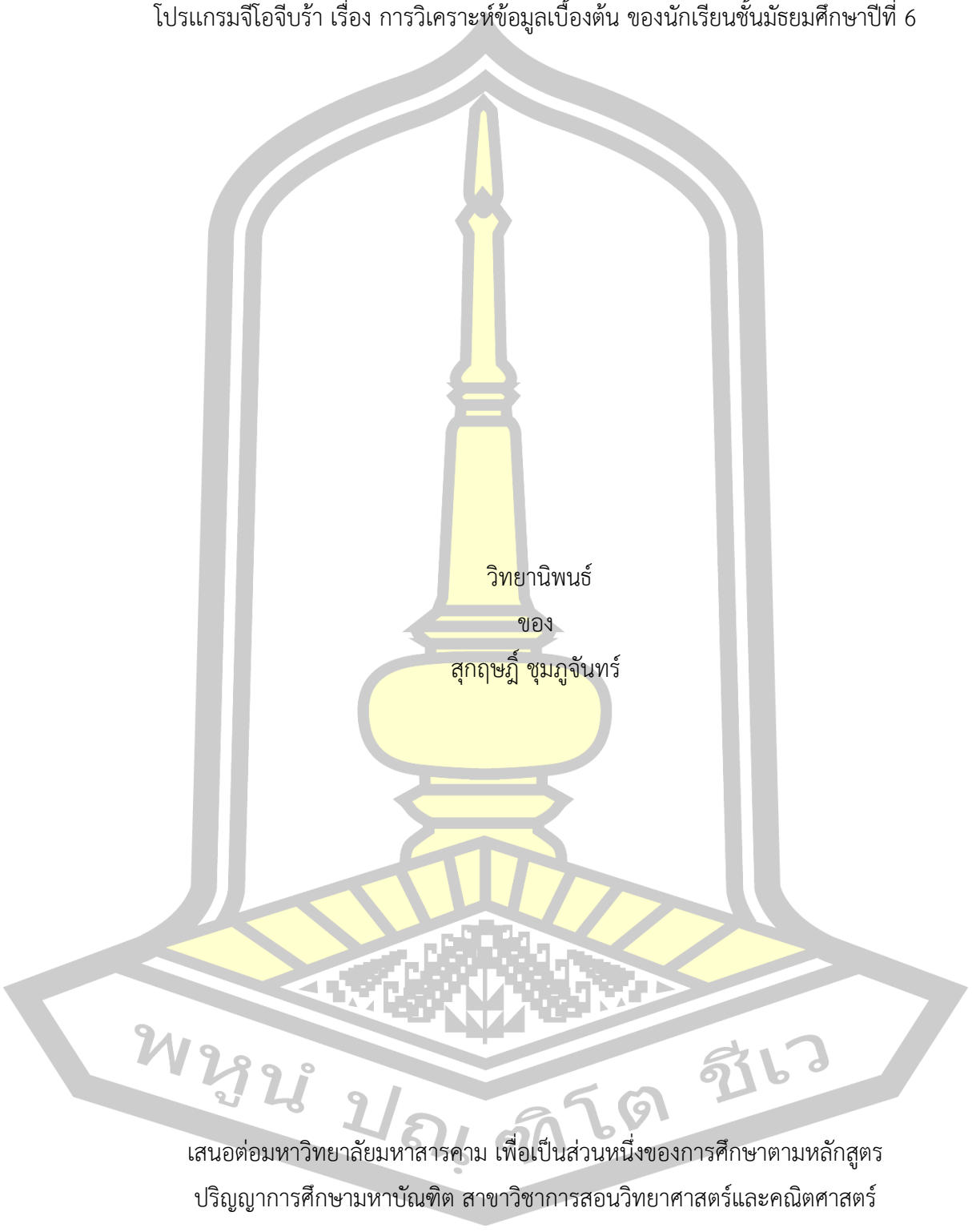
ของ

สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
กรกฎาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



วิทยานิพนธ์

ของ

สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

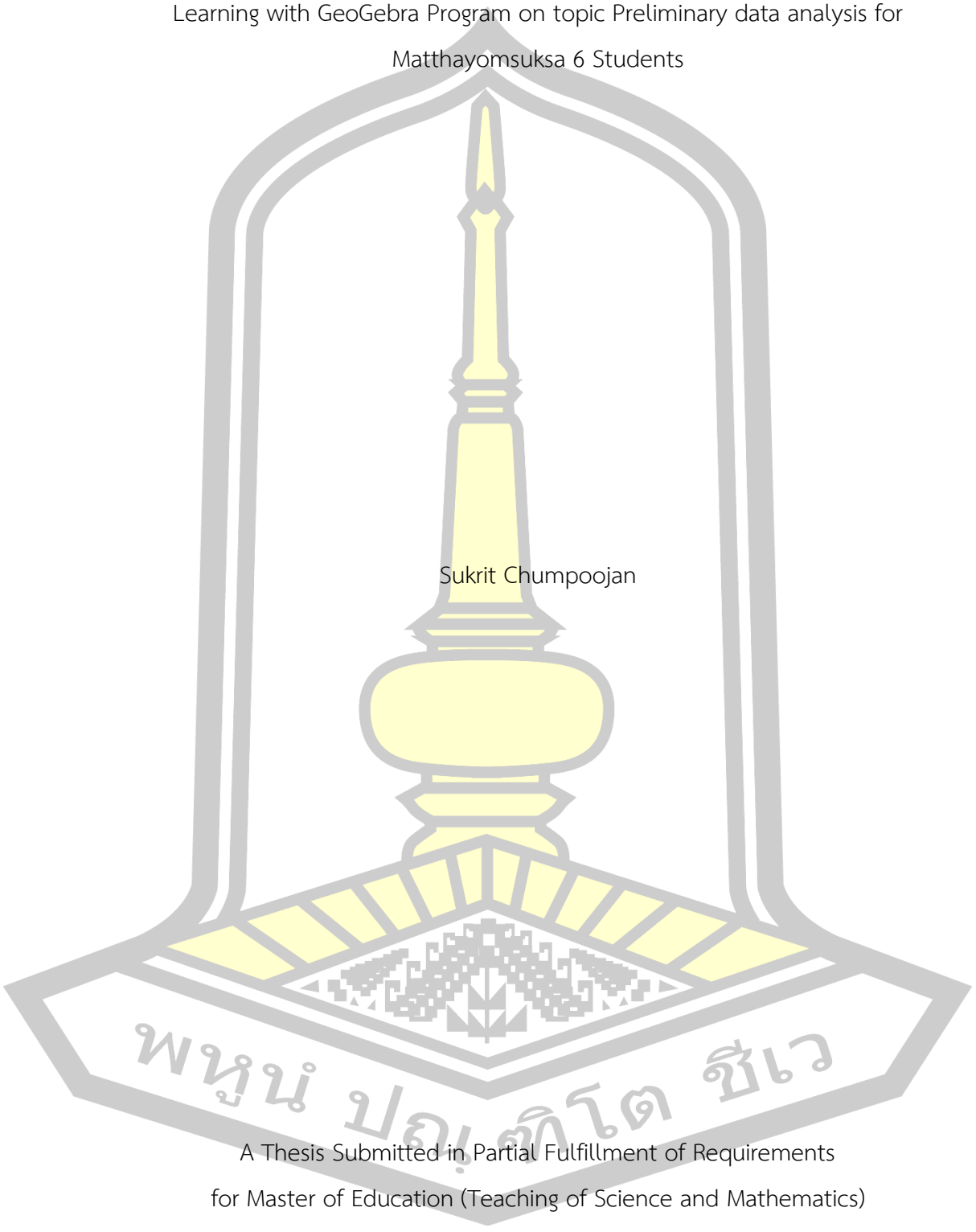
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กรกฎาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Mathematical Problem-Solving Ability By using Deductive Learning with GeoGebra Program on topic Preliminary data analysis for Matthayomsuksa 6 Students

Sukrit Chumpoojan



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

July 2020

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. ปิยะธิดา ปัญญา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิร)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 11 แผน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า และ แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประเภทอัตนัย จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.6-1.0 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายรายข้อ (P) ตั้งแต่ 0.31 - 0.78 มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.20 - 0.41 มีค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ฉบับที่ 1 เท่ากับ 0.914 ฉบับที่ 2 เท่ากับ 0.720 และฉบับที่ 3 เท่ากับ 0.854 3) แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 4 ข้อ 8 คะแนน โดยสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งผลการวิจัยปรากฏดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 30.6 คิดเป็นร้อยละ 76.5 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 43.267 คิดเป็นร้อยละ 72.111 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.333 ผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนมากแก้ปัญหาได้ดีแต่มีบางส่วนแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ละเอียดและไม่สมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดของโพลยามาเป็นขั้นตอนในการแสดงวิธีแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาที่ดียิ่งขึ้นในวงจรต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดของโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 31.533 คิดเป็นร้อยละ 78.833 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 90 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 48.033 คิดเป็นร้อยละ 80.056 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.333 ผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนมากแก้ปัญหาได้ดีขึ้นสามารถเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดโพลยาได้ดี แต่มีนักเรียนบางส่วนมีปัญหาในขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบทำให้ใช้เวลาในการทำแบบฝึกหัดนานเกินไป ผู้วิจัยจึงนำเทคนิค KWDL มาใช้ในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาซึ่งในขั้นตอนที่ 4 เป็นการสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนไม่ต้องแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งเราใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าในการตรวจสอบคำตอบอยู่แล้ว นำไปสู่วงจรถัดไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDLร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 32.633 คิดเป็นร้อยละ 81.583 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 28 คน คิดเป็นร้อยละ 93.333 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 49.933 คิดเป็นร้อยละ 83.222 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 28 คน คิดเป็นร้อยละ 93.333 ผลในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ละเอียดและสมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย, การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น, โปรแกรมจีโอจีบร้า, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

TITLE The Development of Mathematical Problem-Solving Ability By using Deductive Learning with GeoGebra Program on topic Preliminary data analysis for Matthayomsuksa 6 Students

AUTHOR Sukrit Chumpoojan

ADVISORS Assistant Professor Assistant Professor Montri Thongmoon , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Teaching of Science and Mathematics

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2020

ABSTRACT

The purpose of this research was to 1) develop the ability to solve mathematical problems. To have a score of 60 percent. 2) Develop mathematical achievement To have a score of 70 percent passing the target group used in this research By choosing Purposive Sampling by selecting students in Mathayomsuksa 6/6 at Borabue Witthayakhan School, Borabue District, Maha Sarakham Province 30 students in the second semester of the academic year 2562. The tools used in this research were 1) 11 learning management plans on preliminary data analysis, including deductive learning management plan with GeoGebra program. Deductive learning management plan with Polya concepts in conjunction with GeoGebra program and deductive learning management plan with KWDL technique together with GeoGebra program 2) Test of ability to solve subjective mathematical problems There are 3 items, 5 items each, with the consistency index 0.6-1.0. The mathematics achievement test of 4 choices of 3 items, each 20 items, has a difficulty of each item (P) from 0.31 - 0.78. The power of item classification (B) from 0.20 - 0.41 with confidence value (r_{cc}) version 1 was 0.914, version 2 was 0.720 and version 3 was 0.854. 3) Behavior observation form for solving mathematical problems. 3 rating scales with 4 points and 8 points. The statistics used for data analysis are average, percentage and standard deviation. The research results appear as follows

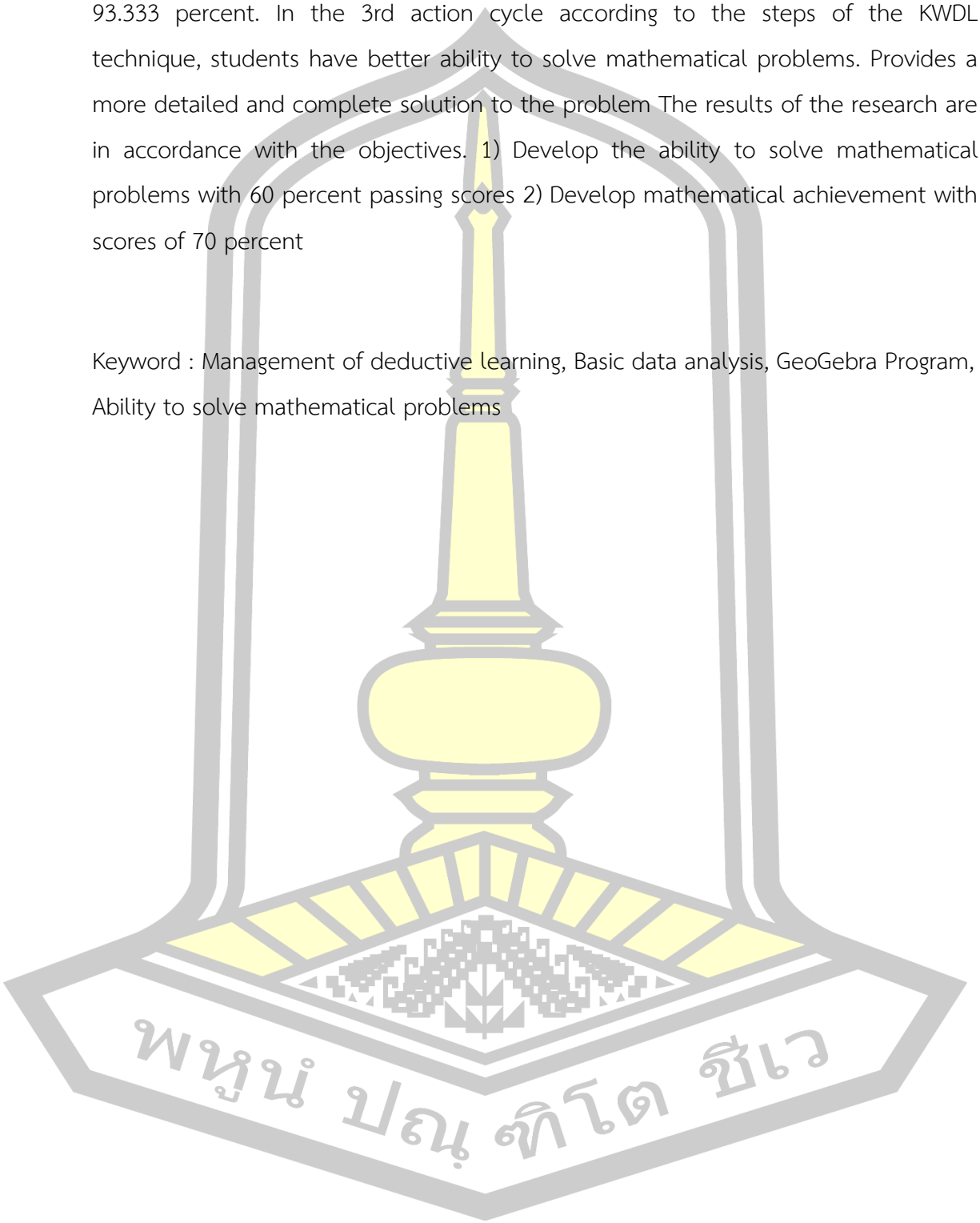
Action Cycle 1 : Students who are given deduction learning together with the GeoGebra program With an average mathematical problem solving ability score of 30.6 or 76.5 percent, which is higher than the criteria of 60 percent of 24 people, representing 80 percent and an average academic achievement score of 43.267, representing 72.111 percent which is high More than 70 percent of the criteria, 22 people, representing 73.333 percent. Results in action cycle 1, most students solve problems well, but some parts show how to solve problems that are not detailed and incomplete. The researcher then uses the concepts of Polya as a step in showing solutions to the problems so that students have better solutions in the next cycle.

Action cycle 2 : Students who have received an in-depth learning management with Pola's concept together with the GeoGebra program. With an average mathematical problem solving ability score of 31.533, equal to 78.833 percent, which is higher than the criteria of 60 percent of 27 people, representing 90 percent and an average academic achievement score of 48.033, representing 80.056 percent which is high. More than 70 percent of the criteria, 25 people, representing 83.333 percent. Results in action cycle 2, most students can solve problems better, can show how to solve problems according to the Pola concepts better. But some students have problems in checking the answer and summarizing the answer, so it takes too long to complete the exercise. The researcher then uses the KWDL technique to show the solution method. In step 4, it is a summary of the knowledge gained from the solution. Causing students not to show methods for checking answers Which we already use GeoGebra to check the answer Leading to the next circuit

Action Cycle 3 : Students who have been organizing deductive learning with techniques KWDL together with the GeoGebra program has an average mathematical problem solving ability score of 32.633, which is 81.583 percent, which is higher than the 60 percent threshold, with a total of 28 people representing 93.333 percent and an average academic achievement score of 49.933. 83.222 percent,

which is 70 percent higher than the criteria, with a total of 28 people, representing 93.333 percent. In the 3rd action cycle according to the steps of the KWDL technique, students have better ability to solve mathematical problems. Provides a more detailed and complete solution to the problem The results of the research are in accordance with the objectives. 1) Develop the ability to solve mathematical problems with 60 percent passing scores 2) Develop mathematical achievement with scores of 70 percent

Keyword : Management of deductive learning, Basic data analysis, GeoGebra Program, Ability to solve mathematical problems



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ประธานกรรมการสอบและผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแพง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรีวงษ์ สะพาน และ กรรมการสอบ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก่ผู้วิจัยมาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุติมันต์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ นายอนันท์ สำเภาทอง นางสาวเพชรัตน์ วงษ์ผักเบี้ย นางสาวเอื้อมพร ลาโยธี นายพร้อมพันธ์ สุวรรณแสน และ นางเบญจวรรณ สำเภาทอง ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งญาติพี่น้องทุกคน ครูบาอาจารย์ที่อบรมสั่งสอนทุกท่าน และนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ความห่วงใย จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา บูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่มีส่วนในความสำเร็จของการวิจัยครั้งนี้

สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฌ

สารบัญ ..... ญ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญภาพ ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 3

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

หลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) 10

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 21

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ 24

วิธีสอนแบบนิรนัย (Deductive method) 30

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL 35

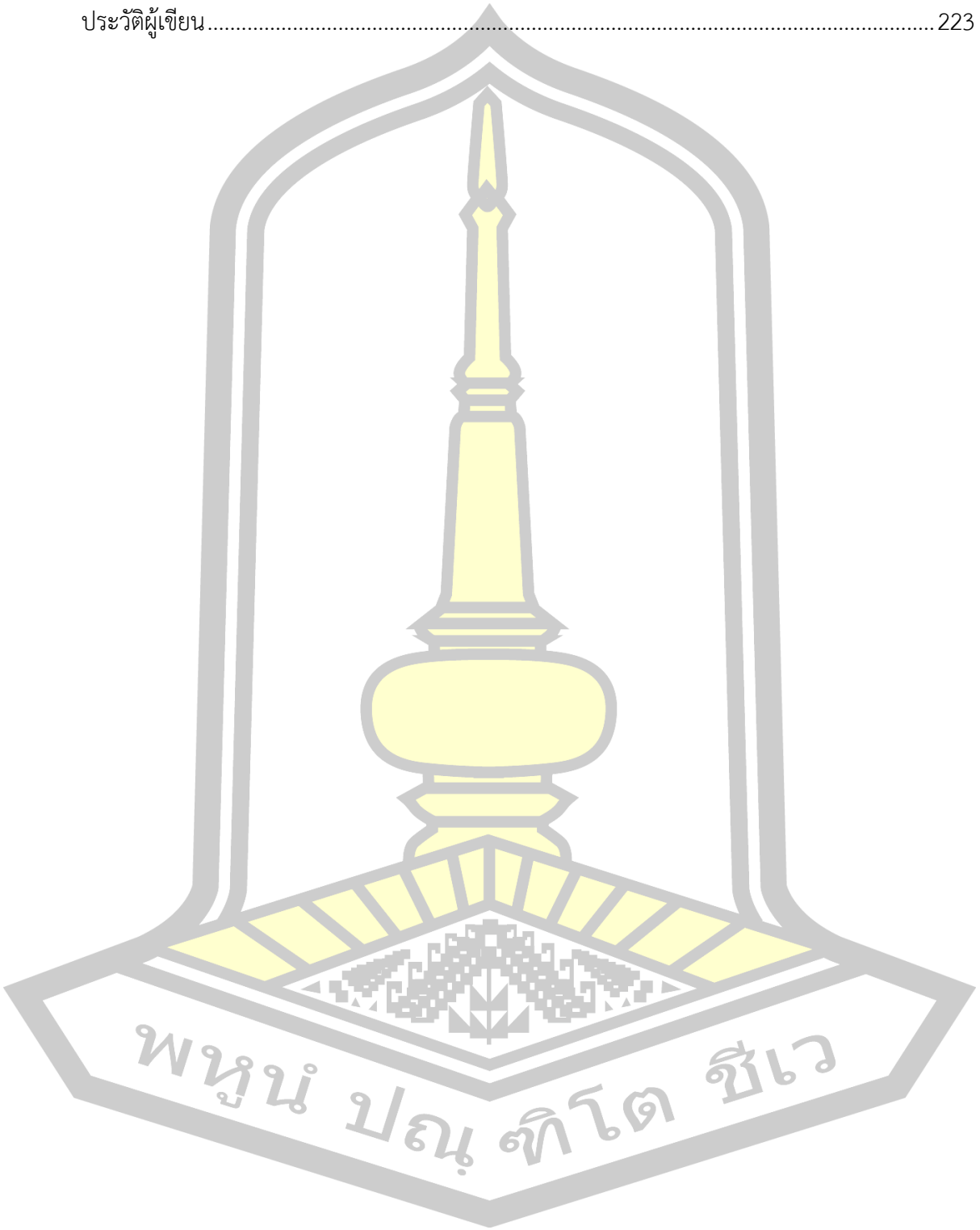
แนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา 41

โปรแกรมจีโอจีบร้า 44

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 45
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 63
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 68
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 74
กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย 74
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 77
รูปแบบของการวิจัย 77
การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล 78
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 81
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 93
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 93
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 95
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 96
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 96
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 96
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 128
ความมุ่งหมายของการวิจัย 129
สรุปผล 129
อภิปรายผล 130
ข้อเสนอแนะ 134
บรรณานุกรม 136
ภาคผนวก 142
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 143
ภาคผนวก ข ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 198

ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์..... 214

ประวัติผู้เขียน..... 223



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 74

ตารางที่ 2 ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้ในการปฏิบัติการ 79

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบประกอบการจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 84

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 87

ตารางที่ 5 ตารางเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 89

ตารางที่ 6 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 98

ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 คิดเป็นร้อยละ และเทียบเกณฑ์ 100

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 คิดเป็นร้อยละและเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 102

ตารางที่ 9 ตารางสรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พร้อมทั้งแนวทางการแก้ไข 106

ตารางที่ 10 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 108

ตารางที่ 11ตารางวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ และเทียบเกณฑ์ 110

ตารางที่ 12 ตารางวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ และเทียบเกณฑ์ 112

ตารางที่ 13 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พร้อมทั้งแนวทางการแก้ไข 116

ตารางที่ 14 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 118

ตารางที่ 15 ตารางวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละและเทียบเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 120

ตารางที่ 16 ตารางวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละและเทียบเกณฑ์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 122

ตารางที่ 17 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พร้อมทั้งแนวทางการแก้ไข 126

ตารางที่ 18 ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ที่ 1-4 199

ตารางที่ 19 ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่ 5-8 200

ตารางที่ 20 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าด้วยเทคนิค KWDL ที่ 9-11 201

ตารางที่ 21 ตารางค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 202

ตารางที่ 22 ตารางผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 203

ตารางที่ 23 ตารางผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 204

ตารางที่ 24 ตารางผลการประเมินแบบสังเกตการณ์แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 205

ตารางที่ 25 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2 206

ตารางที่ 26 ตาราง ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2 207

ตารางที่ 27 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2 208

ตารางที่ 28 ตารางผลการประเมินแบบสังเกตการณ์แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2 209

ตารางที่ 29 ตารางค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3 210

ตารางที่ 30 ตารางผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3 211

ตารางที่ 31 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น 212

ตารางที่ 32 ตารางผลการประเมินแบบสังเกตการณ์แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3 213

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ตัวอย่างแสดงปัญหาในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา..... 105
ภาพที่ 2 ตัวอย่างแสดงปัญหาในขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 105
ภาพที่ 3 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน 106
ภาพที่ 4 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 4 ขั้นสรุปคำตอบ 106
ภาพที่ 5 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 115
ภาพที่ 6 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหาคำตอบ..... 115
ภาพที่ 7 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ..... 116
ภาพที่ 8 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 1 นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้..... 125
ภาพที่ 9 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในขั้นที่ 2 นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร..... 125
ภาพที่ 10 ตัวอย่างปัญหาขั้นที่ 3 นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ 125
ภาพที่ 11 ตัวอย่างปัญหาขั้นที่ 3 ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา 126
ภาพที่ 12 พัฒนาการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 127
ภาพที่ 13 พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 128

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใน แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็น ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในการมุ่งแก้ปัญหาให้นักเรียนได้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ นักเรียนจะได้รับการจัดการเรียนรู้และประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างหลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวเอง และยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาศักยภาพทางสมองของนักเรียนในด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ (วัชรา เล่าเรียนดี, 2548) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้สอดคล้องกับ (Polya George, 1957) และ (Gagne, 1970) คือกระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด การสังเกต ประสบการณ์เดิม ของแต่ละบุคคลที่มีความความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม โดยอาศัยหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและการใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การคาดคะเนเหตุผล รวมทั้งทักษะการเข้าใจกับปัญหา คิดหาทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ทบทวนวิธีการแก้ปัญหาและประเมินผลแนวทางการแก้ปัญหาให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ธรรมชาติของคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้นและนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผลและมีความสมบูรณ์ในตนเอง คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมายและถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การเรียนการสอนของวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนบรบือวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม จากการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร พบว่า การเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเกิดจากหลายสาเหตุ ส่วนหนึ่งคือตัวนักเรียน เช่น นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาใช้ในเนื้อหาที่เรียนได้ ทำให้เรียนไม่เข้าใจแล้วส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในวิชาเรียน โดยนักเรียนส่วนมากคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก มักเกิดคำถามอยู่เสมอว่าเรียนคณิตศาสตร์ไปเพื่ออะไร เอาไปใช้อย่างไรในชีวิตประจำวัน จากการตรวจแบบ ทดสอบและแบบฝึกทักษะในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ว่าโจทย์ให้ทำอะไร ต้องการอะไร ไม่สามารถนำเนื้อหา กฎ ทฤษฎี บทนิยามต่างๆ ในบทเรียน มาใช้ในการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่เป็นปัญหาเพื่อจะใช้ในการวิจัย ดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถทางสติปัญญาเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความสนใจและความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ วิธีที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดี คือการจัดสถานการณ์สำหรับการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้คิดหรือค้นพบคำตอบด้วยตัวเอง ในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ บทบาทหน้าที่ของครูผู้สอนที่สำคัญที่สุดคือการจัดการเรียนการสอนที่ดี สอนแล้วนักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะให้นักเรียนมีความเข้าใจ และสามารถคิดขยายวามรู้ และพัฒนาการความคิดรอบยอด (Concept) ในเรื่องที่เรียน (เอกภพ เฟื่องสำรวจ, 2562) ดังนั้นการ

จัดการเรียนเรียนการสอนที่ดีผู้สอนต้องมีวิธีการสอน มีเทคนิคการสอนที่หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนเพื่อที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสอนแบบต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ท้าทายผู้เรียนให้มีความตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการสอนแบบนิรนัย เป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่ผู้สอนสามารถยกประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การสร้างสถานการณ์ปัญหาที่จะให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา หรือสถานการณ์ที่มีผลต่อนักเรียนมาเป็นประเด็นศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ กฎ ทฤษฎี หลักการ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา 2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ 3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ 4) ขั้นตรวจสอบและสรุป 5) ขั้นฝึกปฏิบัติ ของ (บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2544) ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่จะพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเป็นการฝึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนทั้งในห้องเรียนหรือในชีวิตประจำวัน และจากการศึกษาการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยในการสร้างสื่อในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถเห็นภาพจากโจทย์ปัญหาและการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากคำนวณจากโปรแกรมจีโอจีบร้าที่ให้ความแม่นยำทำให้นักเรียนมองว่าคณิตศาสตร์ไม่ใช่เรื่องไกลตัวอีกต่อไป ดังนั้นจากเหตุผลที่สำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เพื่อสังเคราะห์เป็นการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ดียิ่งขึ้นไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ให้คะแนนผ่านร้อยละ 60

1.2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ให้คะแนนผ่านร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งผลที่ได้จะมีประโยชน์ ดังนี้

1.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีพัฒนาการดีขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า คือ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จาก กฎ ทฤษฎี หลักการ เนื้อหาในการเรียนการสอนมาวิเคราะห์โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดมาให้ได้ดีขึ้นและนักเรียนสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีพัฒนาการดีขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า คือ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำ จาก กฎ ทฤษฎี หลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการทำโจทย์ปัญหาต่าง ๆ จากการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและฝึกทักษะในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งส่งผลให้การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1.กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 30 คน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบรบือวิทยาคาร พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เวลาเรียน 11 ชั่วโมง

4. ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ระหว่างวันที่ 24 เดือนตุลาคม พ.ศ.2562 ถึง 7 มีนาคม พ.ศ. 2563

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์โดยการทำให้นักเรียนรู้และเข้าใจในทฤษฎี หลักการและกฎของเนื้อหานั้น ๆ ก่อนแล้วจึงยกตัวอย่างการนำทฤษฎี หลักการและกฎ เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น มีขั้นตอนการสอน ดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือคนคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้วผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

2. แนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่นำมาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลที่พยายามใช้ความคิด ประสบการณ์ วิธีการ หรือแนวทางต่าง ๆ มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นคือ เข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ

3. เทคนิค KWDL หมายถึง วิการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนมีลำดับขั้นตอนการคิดวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นการเสริมแรงที่ทำให้นักเรียนมีการถ่ายทอดความคิดและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อความเข้าใจในสิ่งที่กระทำอยู่ได้ดีขึ้น โดยประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What We Know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้ ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องตรวจสอบตรวจสอบความรู้ของตนเองเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้วหรือครูกระตุ้นด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนพยายามนึกถึงความรู้พื้นฐาน

ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไรเป็นขั้นตอนในการตั้งจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ เป็นขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

ขั้นที่ 4 L (What We Learned) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา

4. โปรแกรมจีโอจีบร้า หมายถึง โปรแกรมทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบพลวัต ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างแนวคิดให้กับตนเอง

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ต่าง ๆ และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อค้นหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย จำนวน 15 ข้อ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามจุดประสงค์ในบทเรียน ซึ่งสามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

7. การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าร่วมเป็นสื่อประกอบการสอน มีขั้นตอนการสอน ดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น เพื่อนักเรียนจะได้นำทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในขั้นที่ 1

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนทุกคนร่วมกันตรวจสอบการแสดงวิธีทำของตนเองและของนักเรียนที่ออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน เมื่อนักเรียนอภิปรายเสร็จแล้วครูผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป แล้วผู้สอนให้สถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนแก้ปัญหาซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาคล้ายปัญหาเดิมเพื่อฝึกการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป มาใช้ให้เข้าใจมากขึ้น และเมื่อแก้ปัญหาเสร็จแล้วผู้สอนใช้ใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าตรวจสอบคำตอบของปัญหา

8. การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดของโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าหมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าร่วมเป็นสื่อประกอบการสอน โดยใช้แนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนใช้ทฤษฎีและหลักการและขั้นฝึกปฏิบัติมีขั้นตอนการสอน ดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้นเพื่อนักเรียนจะได้นำทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในขั้นที่ 1

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ และใช้แนวคิดของโพลยาเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นดำเนินการหาคำตอบ และขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนทุกคนร่วมกันตรวจสอบการแสดงวิธีทำของตนเองและขอนักเรียนที่ออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน เมื่อนักเรียนอภิปรายเสร็จแล้วครูผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าในการแสดงคำตอบ

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป แล้วผู้สอนให้สถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนแก้ปัญหาซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาคล้ายปัญหาเดิมเพื่อฝึกการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป มาใช้ให้เข้าใจมากขึ้น และเมื่อแก้ปัญหาเสร็จแล้วผู้สอนใช้โปรแกรม

จีโอจีบร้าตรวจสอบคำตอบของปัญหา

9 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าร่วมเป็นสื่อประกอบการสอน โดยใช้เทคนิค KWDL มาใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนใช้ทฤษฎีและหลักการและขั้นตอนการฝึกปฏิบัติ มีขั้นตอนการสอน ดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้นเพื่อนักเรียนจะได้นำทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในขั้นที่ 1

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยนักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในขั้นที่ 1 โดยการนำเทคนิค KWDL มาช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What We Know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้ ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องตรวจสอบตรวจสอบความรู้ของตนเองเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้วหรือครูกระตุ้นด้วยการตั้งคำถามให้นักเรียนพยายามนึกถึงความรู้พื้นฐาน

ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไรเป็นขั้นตอนในการตั้งจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

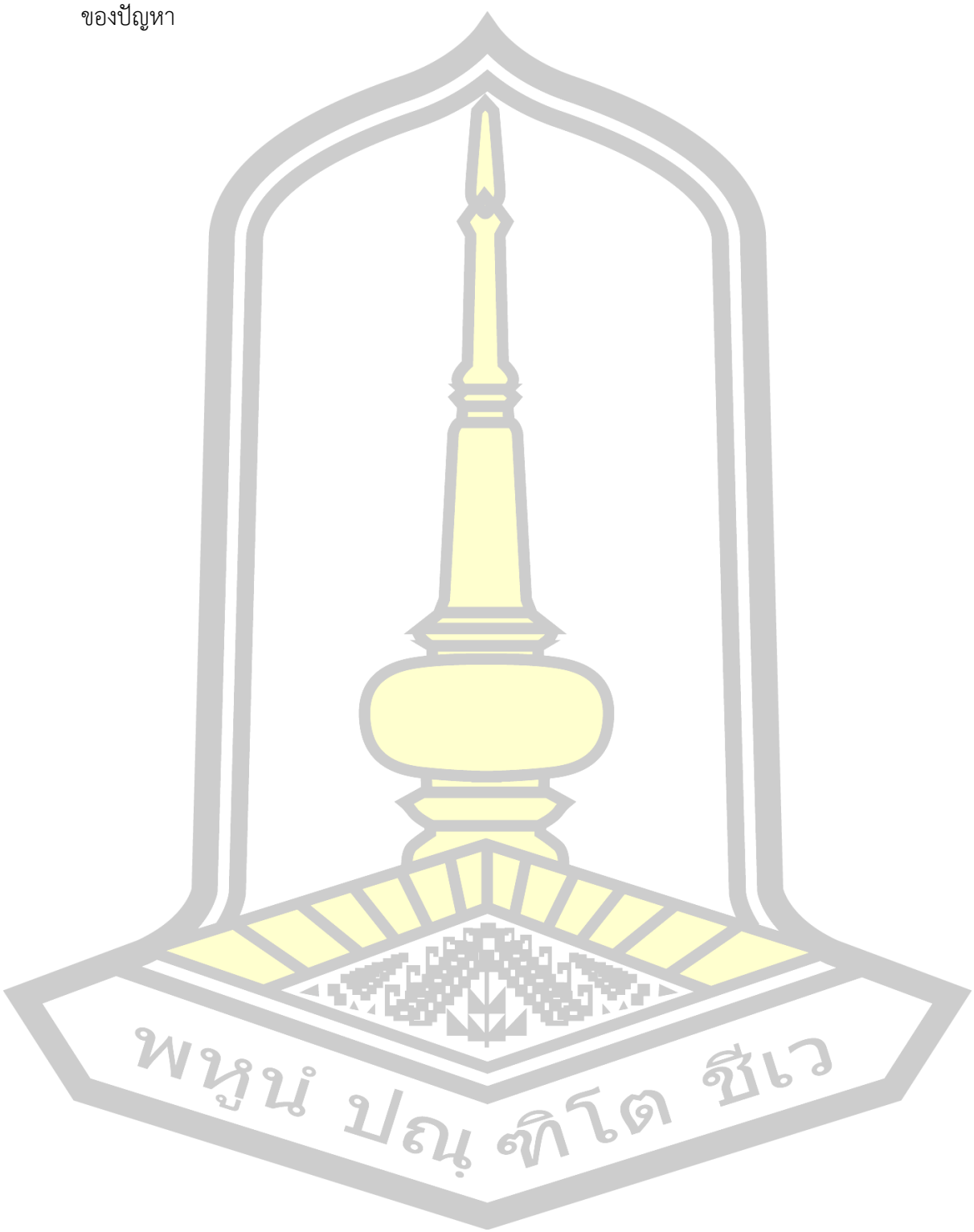
ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ เป็นขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

ขั้นที่ 4 L (What We Learned) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนทุกคนร่วมกันตรวจสอบการแสดงวิธีทำของกลุ่มตนเองและของกลุ่มอื่นว่ามีความถูกต้องเหมือนหรือแตกต่างจากกลุ่มตัวเองอย่างไร เมื่อนักเรียนอภิปรายเสร็จแล้วครูผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าในการแสดงคำตอบ

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป แล้วผู้สอนให้สถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนแก้ปัญหาซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาคล้ายปัญหาเดิมเพื่อฝึกการนำเอา

ทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป มาใช้ให้เข้าใจมากขึ้นแล้วผู้สอนใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าตรวจสอบคำตอบของปัญหา



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์
3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
4. การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย
5. เทคนิคการจัดการเรียนรู้ KWDL
6. แนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา
7. โปรแกรมจีโอจีบร้า
8. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 10.1 งานวิจัยในประเทศ
    - 10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กำหนดหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพของผู้เรียนทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6) นอกจากนี้ ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียน สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้ระบุเกี่ยวกับเหตุผลการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติการศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

1.2 สาระหลักกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนให้ทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องโดยกำหนดสาระหลักในวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต : เรียนรู้เกี่ยวกับ เซต ตรรกศาสตร์ จำนวนจริงและพหุนาม จำนวนเชิงซ้อน ฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ลำดับและอนุกรม เมทริกซ์ และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต : เรียนรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น : เรียนรู้เกี่ยวกับ หลักการนับเบื้องต้นความน่าจะเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นเบื้องต้น และใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

สาระที่ 4 แคลคูลัส : เรียนรู้เกี่ยวกับ ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.3 คุณภาพของผู้เรียนผู้เรียน

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเรียนครบทุกผลการเรียนรู้มีคุณภาพดังนี้

1) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
2) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสารสื่อความหมาย
3) เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนจริงและพหุนาม

4) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม และฟังก์ชันตรีโกณมิติ

5) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

6) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์

7) เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนเชิงซ้อน

8) นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้

9) เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้นการเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ในกาแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

10) นำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

11)เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจ

12) หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงทวินาม และการแจกแจงปกติ และนำไปใช้

13) นำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสเบื้องต้นไปใช้

1.4 สาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

เป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียนในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม มี 2 ลักษณะคือ เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้และเรียนรู้สาระนั้นอย่างลึกซึ้ง ได้แก่ สาระจำนวนและพีชคณิตและสาระสถิติและความน่าจะเป็น และไม่ได้เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ สาระการวัดและเรขาคณิต และสาระแคลคูลัส

1.4.1 สาระจำนวนและพีชคณิต

1) เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

2) เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

3) ใช้นิพจน์ สมการ อสมการและเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

1.4.2 สาระการวัดและเรขาคณิต

1) เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

2) เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

1.4.3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น

เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.4.4 สาระแคลคูลัส

เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

1.5 การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในศตวรรษที่ 21 (1 มกราคม ค.ศ. 2001 ถึง 3 ธันวาคม ค.ศ. 2100) โลกมีการเปลี่ยนแปลงในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลให้จำเป็นต้องมีการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมรับการเปลี่ยน แปลงของโลก ผู้สอนจึงต้องมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความรู้ ในวิชาหลัก (core subjects) มีทักษะการเรียนรู้ (learning skills) และพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ไม่ว่าจะเป็นทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสารและทักษะชีวิต ทั้งนี้ เครือข่าย P21 (Partnership for 21 Century Skills) ได้จำแนกทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ออกเป็น 3 หมวด ได้แก่

1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation) การคิดแบบมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem-solving) การสื่อสาร (communication) และการร่วมมือ(collaboration)

2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media, and Technology Skills) ได้แก่ การรู้เท่าทันสารสนเทศ (information literacy) การรู้เท่าทันสื่อ (media literacy) การรู้เท่าทันเทคโนโลยีและการสื่อสาร (information, communication, and technology literacy)

3) ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skills) ได้แก่ ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว (flexibility and adaptability) มีความคิดริเริ่มและกำกับดูแลตัวเองได้ (initiative and self-direction) ทักษะสังคมและเข้าใจในความต่างระหว่างวัฒนธรรม (social and cross-cultural skills) การเป็นผู้สร้างผลงานหรือผู้ผลิตและมีความรับผิดชอบเชื่อถือได้ (productivity and accountability) และมีภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (leadership and responsibility) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ต้องมีการเปลี่ยนแปลงให้เข้ากับสภาพแวดล้อม บริบททางสังคมและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปผู้สอนต้องออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนจากสถานการณ์ในชีวิตจริงและเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีผู้สอนเป็นผู้จุดประกายความสนใจใฝ่รู้ อำนวยความสะดวก และสร้างบรรยากาศให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

1.6 การใช้เทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายการใช้เทคโนโลยีมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับผู้เรียนและผู้สอนในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาควรบูรณาการและใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถปฏิบัติงานได้หลากหลาย ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้เน้นการใช้เทคโนโลยีทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้และเน้นให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.6.1 ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้

เนื่องจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการศึกษาเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้งมากขึ้นและเน้นการนำไปประยุกต์ในชีวิตจริง ดังนั้นการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยลดเวลา ลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น และเพิ่มเวลาในการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียน เช่น

- สถิติ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและมีการใช้ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นจำนวนมาก หากผู้สอนนำเทคโนโลยีมาประกอบการเรียนรู้ เช่น Spreadsheet หรือ GeoGebra จะช่วยลดเวลาในการคำนวณ และลดขั้นตอนการคำนวณ ทำให้ผู้เรียนมีเวลาในการคิดวิเคราะห์ พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และมุ่งเน้นการนำค่าสถิติไปใช้ในการแปลความหมายของข้อมูลได้มากขึ้น

- ฟังก์ชันและกราฟ การคำนวณเกี่ยวกับฟังก์ชันและการเขียนกราฟด้วยมือนั้นใช้เวลาค่อนข้างมากและไม่ใช่จุดเน้นของการเรียน หากผู้สอนใช้เทคโนโลยีช่วยในการเขียนกราฟ เขียนตาราง เขียนรูปภาพต่าง ๆ เช่น The Geometer’s Sketchpad (GSP) หรือGeoGebra จะทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจกับแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจตั้งข้อสังเกต และคาดการณ์

1.6.2 ใช้เทคโนโลยีเป็นแหล่งการเรียนรู้

ในโลกการศึกษาปัจจุบันมีแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนมากมาย ไม่ได้มีเฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เกี่ยวกับเนื้อหาและการประยุกต์ได้ในอินเทอร์เน็ตหรือแหล่งเรียนรู้อื่น เช่น เว็บไซต์ต่าง ๆ สารานุกรมออนไลน์ หรือหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) เป็นต้นซึ่งผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นผู้สอนควรนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์โดยผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

1.6.3 ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสาร

การใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารจะทำให้การสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นประโยชน์ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เช่น การนำเทคโนโลยีมาช่วยในการนำเสนอข้อมูล ส่งงานส่งการบ้าน หรือเป็นช่องทางการสอนแบบไม่เป็นทางการนอกห้องเรียนเป็นต้น

1.7 หลักการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ให้ทุกสถานศึกษานำไปจัดเป็นรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับผู้เรียนทุกคน นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถจัดรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมให้กับผู้เรียนที่มีศักยภาพด้านคณิตศาสตร์ได้ ทั้งนี้ การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้สำหรับผู้เรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนทั่วไปหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดตัวชี้วัดสำหรับรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานจำนวน 8 ตัวชี้วัด โดยผู้เรียนทั่วไป ซึ่งในที่นี้หมายถึงผู้เรียนที่เรียนเฉพาะรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานจะต้องบรรลุตัวชี้วัดทั้งหมดตามที่หลักสูตรกำหนดหรือสูงกว่า ภายใน 3 ปี การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นไปในทำนองเดียวกับการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดตัวชี้วัดสำหรับรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานจำนวน 8 ตัวชี้วัด และเสนอแนะผลการเรียนรู้สำหรับรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจำนวน 32 ผลการเรียนรู้ โดยการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งในที่นี้หมายถึงผู้เรียนที่เรียนทั้งรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนั้น มี 2 ส่วน ได้แก่การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้สำหรับรายวิชาพื้นฐาน และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้สำหรับรายวิชาเพิ่มเติม

1.8 แนวการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรม กำหนดสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น 5 ทักษะดังนี้

1.8.1 ทักษะการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตนเองเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย รู้จักประยุกต์และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมรู้จักตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อรวมถึงมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน นอกจากนี้ การแก้ปัญหายังเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิผล ควรใช้สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กระตุ้น ดึงดูดความสนใจส่งเสริมให้มีการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจ ท้าทายให้อยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่มโดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อนต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูงผู้สอนควรเพิ่มปัญหาที่ยากซึ่งต้องใช้ความรู้ที่ซับซ้อน หรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยในการเริ่มพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่4 ขั้นตอนแล้ว จึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร ต้องการให้หาอะไรกำหนดอะไรให้บ้าง เกี่ยวข้องกับความรู้ใดบ้างการทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ ช่วยเช่น การวาดภาพ การเขียนตาราง การบอกหรือเขียนสถานการณ์ปัญหาด้วยภาษาของตนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดจะแก้อย่างไรรวมถึงพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ผู้เรียนมีอยู่ เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในแผนที่วางไว้ หรือเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ผู้เรียนอาจมองย้อนกลับไปพิจารณายุทธวิธีอื่น ๆ ในการหาคำตอบ และขยายแนวคิดไปใช้กับสถานการณ์ปัญหาอื่นการสอนการแก้ปัญหาควรมุ่งเน้นกระบวนการคิด ให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็นแก้ปัญหาได้ตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ไม่ใช่มุ่งเน้นเฉพาะผลลัพธ์หรือคำตอบของปัญหา ผู้สอน

สามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยกำหนดประเด็นหรือคำถามนำให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับเรื่อยไปจนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ หลังจากนั้นในปัญหาต่อ ๆ ไปผู้สอนจึงค่อย ๆ ลดประเด็นคำถามลงมา จนสุดท้ายเมื่อเห็นว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้วก็ไม่จำเป็นต้องให้ประเด็นคำถามชี้นำก็ได้ ทั้งนี้ผู้สอนควรเสริมแรงเมื่อผู้เรียนแก้ปัญหาได้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนต่อไปในอนาคตในการจัดให้มีการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว ผู้สอนควรพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะ โดยควรเน้นให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในขั้นวางแผนแก้ปัญหาเพราะเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและยากสำหรับผู้เรียน

1.8.2 การพัฒนาทักษะและกระบวนการการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์การสื่อสาร เป็นวิธีการแลกเปลี่ยนความคิดและสร้างความเข้าใจระหว่างบุคคลผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่านการเขียน การสังเกต และการแสดงท่าทางการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การสังเกต และการแสดงท่าทางตามปกติแล้ว ยังเป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟสมการ อสมการ ฟังก์ชัน หรือแบบจำลอง เป็นต้น มาช่วยในการสื่อความหมายด้วยการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ในวิชาเรขาคณิตมีเนื้อหาที่ต้องฝึกการวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการพิสูจน์ ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่าง ๆ เพื่อสื่อความหมายแล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ในวิชาพีชคณิต เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปแบบของตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น ขั้นตอนในการดำเนินการเริ่มจากการกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนวิเคราะห์ กำหนดตัวแปร เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปของสมการหรืออสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้

วิธีการทางพีชคณิตการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์มีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1) กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

2) ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนชี้แนะแนวทางในการสื่อสารและการสื่อความหมายการฝึกทักษะและกระบวนการนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นจะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร เขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตารางหรือกราฟใดช่วยในการสื่อความหมาย

1.8.3 การพัฒนาทักษะและกระบวนการการเชื่อมโยง

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหา และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น การที่ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและมีความคงทนในการเรียนรู้ ตลอดจนช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่าน่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้วยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้การแก้ปัญหา เช่น เรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้นก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตนอกจากนั้นแล้วยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหารงานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อ บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่งตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในช่วงบั้นปลายของชีวิตองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะและกระบวนการการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ มีดังนี้

1) มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น

2) มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆที่ต้องการเป็นอย่างดี

3) มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง

4) มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้อง

5) มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น ๆอย่างสมเหตุสมผลในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริงและมีทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้นี้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น ๆแล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

1.8.4 การพัฒนาทักษะและกระบวนการการให้เหตุผลการให้เหตุผล

เป็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความแนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่ผู้เรียนจะนำไปใช้พัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและการดำรงชีวิตการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไปเข้าใจกันว่าการฝึกให้รู้จักให้เหตุผลที่ง่ายที่สุด คือ การฝึกจากการเรียนเรขาคณิตตามแบบยุคลิด เพราะมีโจทย์เกี่ยวกับการให้เหตุผลมากมาย มีทั้งการให้เหตุผลอย่างง่าย ปานกลาง และยาก แต่แท้ที่จริงแล้วการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ ด้วย องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุมีผลและรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้

1) ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์ หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิด และให้เหตุผลในการหาคำตอบได้

2) ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง

3) ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไรการเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผลผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆโดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า... แล้ว...” “ผู้เรียนคิดว่า... จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่าไม่ถูกต้องแต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่า คำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนถูกต้องผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้นในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (open – ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็น หรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

1.8.5 การพัฒนาทักษะและกระบวนการการคิดสร้างสรรค์

การคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐานจินตนาการและวิจารณญาณ ในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดพื้น ๆ เพียงเล็กน้อย ไปจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูงมากการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิด จินตนาการในการประยุกต์ ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่และมีคุณค่าที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้ามตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้ออยากรู้อยากเห็นอยากรู้อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ๆ อยู่เสมอ บรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษาแนะนำของผู้สอน การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สามารถเริ่มต้นจากการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะกับวัยของผู้เรียนและเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาควรจัดเป็นกิจกรรมในลักษณะร่วมกันแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนได้อภิปรายร่วมกันการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอแนวคิดหลาย ๆ แนวคิด เป็นการช่วยเสริมเติมเต็ม ทำให้ได้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และหลากหลายปัญหาปลายเปิดซึ่งเป็นปัญหาที่มีคำตอบหลายคำตอบ หรือมีแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่าง เป็นปัญหาที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน สำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ เมื่อผู้เรียนคนหนึ่งหาคำตอบหนึ่งได้แล้ว ก็ยังมีสิ่งท้าทายให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ คิดหาคำตอบอื่น ๆ ที่เหลืออยู่ สำหรับปัญหาที่มีแนวคิด หรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่างแม้ว่า

ผู้เรียนจะหาคำตอบได้ ผู้สอนต้องแสดงให้ผู้เรียนตระหนักถึงการให้ความสำคัญกับแนวคิด หรือวิธีการในการหาคำตอบนั้นด้วยการส่งเสริมและยอมรับแนวคิด หรือวิธีการที่หลากหลายของผู้เรียน ในการให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการหลาย ๆ อย่างในการแก้ปัญหาปัญหาหนึ่งเป็นสิ่งที่มีคุณค่ามากกว่าการให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ปัญหาโดยใช้แนวคิดหรือวิธีการเพียงอย่างเดียวนอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างปัญหาขึ้นเองให้มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายกับปัญหาเดิมที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้มาแล้วจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจปัญหาเดิมอย่างแท้จริง และเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนอีกด้วย

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.1.ความหมายของคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ยุพิน พิพธกุล (2530) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ไม่เพียงหมายถึง เลขคณิตซึ่งเกี่ยวกับจำนวนต่าง ๆ และการคำนวณคณิตศาสตร์มีความหมายมากกว่าพีชคณิตที่จะใช้สัญลักษณ์และความเกี่ยวข้อง มีความหมายมากกว่าวิชาเลขคณิตที่จะศึกษาเพียงรูปร่างและขนาด มีความหมามากกว่าตรีโกณมิติ ซึ่งเกี่ยวกับการวัดระยะทาง มีความหมายมากว่าวิชาสถิติ และแคลคูลัสเมื่อคณิตศาสตร์มีความหมายมากกว่าวิชาเหล่านี้แล้วคณิตศาสตร์คืออะไร ซึ่งจะสรุปได้ ดังนี้

1) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิด

2) คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง

3) คณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างที่รวมความรู้

4) คณิตศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแบบแผน

5) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2545) ให้ความหมายว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ การวัดปริมาณและคุณภาพ การบวกลบคูณหาร การแก้ปัญหาต่าง ๆ และเป็นศาสตร์ที่เป็นนามธรรม

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวถึงความหมายของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) เป็นวิชาที่ว่าด้วยความคิด การใช้กระบวนการคิดต้องอาศัยเหตุผลและการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการฝึกการแก้ปัญหา

2) คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง สัญลักษณ์ที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์เกิดขึ้นจากการคิดและตกลงยอมรับที่จะนำไปใช้

3) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์เป็นความมีระเบียบและความผสมผสานกลมกลืนกัน นักคณิตศาสตร์ได้แสดงความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติกับคณิตศาสตร์

4) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างความมีระเบียบแบบแผนมีลำดับขั้นตอนในการคิดและต้องอาศัยการคิดอย่างมีเหตุผล

เมธา พงศ์ศาสตร์ (2549) สรุปความหมายของคณิตศาสตร์ ไว้ว่าคณิตศาสตร์ คือ วิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และประเทืองปัญญามีการศึกษาเกี่ยวกับจำนวน และดำเนินการ การวัดความยาว การหาพื้นที่และปริมาตรของรูปทรงศึกษาเกี่ยวกับเลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต สถิติและความน่าจะเป็น รวมทั้งคณิตศาสตร์ชั้นสูง

วรรณี ธรรมโชติ (2550) ให้ความหมายว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด มีลักษณะเป็นนามธรรม มีการกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นใช้ซึ่งมีลักษณะเป็นภาษาสากลมีความเป็นศิลปะในตัวเอง และมีโครงสร้างที่ชัดเจน

สมเดช บุญประจักษ์ (2551) ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หรือความรู้ที่นำมาใช้ในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายเป็นศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมต้องอาศัยกติกาหรือข้อตกลงในการศึกษา

จากความหมายทั้งหมดพอ สรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณเกี่ยวกับการวัดทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ การแก้ปัญหาต่าง ๆ และเป็นศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด มีความเป็นศิลปะในตัวเองและมีโครงสร้างที่ชัดเจน นอกจากนี้ยังสร้างสรรค์จิตใจมนุษย์ สร้างความมีระเบียบ ให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นรากฐานทางวิทยาการหลายสาขาอื่น ๆ ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี

2.2 ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

ได้นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ละออง จันทร์เจริญ (2540) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1) คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม แม้เนื้อหาจะมีพื้นฐานมาจากสิ่งที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ แต่สิ่งต่าง ๆ จะถูกมนุษย์สมมุติขึ้นมาเพื่อให้คนรุ่นต่อไปรับรู้และจดจำ เช่นจำนวนก็สมมติจำนวนและสัญลักษณ์ของจำนวน เวลาก็กำหนดว่าต้องอ่านเขียนอย่างไร เรื่องอื่น ๆก็เช่นเดียวกันความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงมีลักษณะเป็นนามธรรม

2) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความคิดรวบยอด จากลักษณะที่เป็นนามธรรมของคณิตศาสตร์ จึงต้องสอนให้นักเรียนรู้ถึงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มีความเข้าใจระหว่างของจริงและสัญลักษณ์ และเกิดความคิดรวบยอดในสิ่งที่เรียนรู้นำไปประยุกต์ใช้แทนการจำสิ่งต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

3) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษามีโครงสร้างที่ประกอบด้วยพื้นฐานต่าง ๆ 5 พื้นฐาน คือ พื้นฐานทางพีชคณิต พื้นฐานทางจำนวนพื้นฐานทางการวัดพื้นฐานทางเรขาคณิตและพื้นฐานทางสถิติ การสอนให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างของแต่ละพื้นฐานจะช่วยให้การคิดคำนวณรวดเร็วแม่นยำ และสามารถจดจำได้เป็นระยะเวลานาน

4) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์บ่งบอกความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน เช่น สุดามีเงิน 5 บาท แม่ให้เพิ่มอีก 2 บาท จะบ่งบอกว่าสุดาต้องมีเงินเพิ่ม เพราะเหตุคือ มีคนเอาเงินมาให้ ผลคือ สุดามีเงินมากกว่าเดิม ดังนั้นการสอนโจทย์ปัญหาจึงต้องฝึกให้นักเรียนมีความคิดตามลำดับเหตุผลรู้เหตุและรู้ผลของการกระทำ เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

5) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์มากมาย มีทั้งสัญลักษณ์แทนจำนวนแทนการกระทำ แทนเครื่องหมายวรรคตอน ฯลฯ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เข้าใจยากในการสอนสัญลักษณ์แต่ละอย่างนั้น ครูควรแน่ใจว่านักเรียนมีความสัมพันธ์ระหว่างของจริง ปัญหากับสัญลักษณ์ในเรื่องนั้นได้แล้ว จึงสอนสัญลักษณ์ใหม่ต่อไป

6) คณิตศาสตร์เป็นวิชาทักษะ มีการคิดการคำนวณอย่างเที่ยงตรงแม่นยำและรวดเร็วเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องฝึกฝน แต่ในการฝึกนั้นควรทำภายหลังจากเข้าใจหลักการและกระบวนการต่าง ๆ ดีแล้ว

กรมวิชาการ (2545) กล่าวถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้นและนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผลและมีความสมบูรณ์ในตนเอง คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมายและถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ

เมธา พงศ์ศาสตร์ (2549) กล่าวถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ไว้ว่าคณิตศาสตร์จะเริ่มจาก การศึกษาสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น สังเกตรูปทรงหรือลักษณะสิ่งของจะพบว่าบางสิ่งมีรูปทรงเป็นสามเหลี่ยม เช่น ใบไม้ ที่ดิน กองทราย บางสิ่ง มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม เช่นของทางเดิน จากนั้นเราก็จัดกลุ่มสิ่งซึ่ง เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ขึ้นมา อาทิ นิยาม (Definitions) อนิยาม(Undefined Term) สัจพจน์(Postulates) ทฤษฎีบท (Theorems) และสิ่งที่เป็นจริงพื้นฐานต่าง ๆ

วรรณี ธรรมโชติ (2550) กล่าวถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ซึ่งความคิดเหล่านี้ได้มาจากการสรุปที่เหมือน ๆ กัน ซึ่งได้จากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

2) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีการแสดงแนวคิดอย่างมีระบบ เป็นขั้นตอน การสรุปแต่ละขั้นต้องมีการอ้างอิงอย่างมีเหตุผล ทุกขั้นตอนในแต่ละเนื้อหาจะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน

3) คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากล มีการกำหนดสัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย ซึ่งสามารถเขียนข้อความทางคณิตศาสตร์ได้รัดกุม ชัดเจน สื่อความหมายได้ถูกต้องเกิดความเข้าใจตรงกัน จึงนับได้ว่าคณิตศาสตร์มีภาษาเฉพาะเป็นของตนเอง

4) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์อยู่ที่ความมีระเบียบความกลมกลืนของแนวความคิดตลอดจนความละเอียดถี่ถ้วนและรอบคอบ

จากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เป็นภาษาสากลที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผล อีกทั้งมีความเป็นระบบคณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง โดยความงามของคณิตศาสตร์อยู่ที่ความมีระเบียบและความกลมกลืนกันของความคิด ตลอดจนความละเอียดถี่ถ้วนรอบคอบ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

3.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Lewin (1946) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นการค้นคว้าหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยตัวผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่การวางแผน (Plan) การปฏิบัติการ (Act) และ การสังเกต (Observe) การวิจัยปฏิบัติการเน้นที่วิธีการดำเนินงานว่าเป็นการใช้วิธีการเชิงระบบเพื่อพยายามปรับปรุงเปลี่ยนแปลงคุณภาพของการทำงานโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้การปฏิบัติงานมีแนวทางและสะท้อนผลการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นของตนเองได้อย่างน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้งานได้จริง (Ebbutt, 1983)

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ มีกาวิเคราะห์ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรปฏิบัติใน 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การลงมือปฏิบัติจริง การสังเกต และการสะท้อนผลของการปฏิบัติ การดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ปัญหาได้จริง หรือพัฒนาสถานการณ์ของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์ และคณะ (2542) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยเชิงพัฒนาที่มุ่งแสวงหาแนวทางที่เหมาะสมเฉพาะตนในการปรับปรุง พัฒนา และประเมินตนเอง ซึ่งจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติภาระงานนั้นเพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการให้การพัฒนานั้นเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน

สุวิมล ว่องวานิช (2543) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในห้องเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้อธิบายเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยที่เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอน ครูทุกคนสมควรนำวิธีการวิจัยลักษณะนี้ไปแก้ปัญหาหรือพัฒนานักเรียน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีลักษณะความสำคัญ ดังนี้

1) มุ่งแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานในหน้าที่ในชีวิตประจำวันของครูผู้วิจัย

2) มีการลงมือปฏิบัติหรือกระทำ ปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งอาจสามารถแก้ปัญหานั้นได้ตามแผนที่วางไว้

3) ผู้วิจัยอาจทำการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาของตนเองด้วยตนเองคนเดียว หรือทำวิจัยร่วมกันหลายคนก็ได้

4) เน้นการวิจัยเฉพาะที่ ไม่ได้มุ่งการนำผลการวิจัยมาใช้ในการสรุปอ้างอิง หรือสรุปครอบคลุม กล่าวคือ ผู้วิจัยลงมือดำเนินการเพื่อการแก้ปัญหา

5) ในการดำเนินการวิจัย ครูผู้วิจัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงในจุดมุ่งหมายและวิธีการเพื่อให้เกิดความเหมาะสมบรรลุเป้าหมายได้ดีขึ้นก็ได้

ประวิต เอราวรรณ์ (2545) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า การวิจัยที่ผู้วิจัยเข้าไปมีส่วนร่วมในกระบวนการปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการที่ถูกต้องในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ และเป็นที่น่าพอใจ

สุรัตนาภรณ์ ศาสตร์นอก (2550) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นกระบวนการหาคำตอบที่ใช้ระเบียบวิธีวิจัย ไปพัฒนาหรือแก้ไขกับกลุ่มเป้าหมายในเรื่องที่ศึกษาได้อย่างทันท่วงที และผลการวิจัยนั้นก็ยังดำเนินการต่อไปในการพัฒนานั้น ๆ แต่ไม่ได้มุ่งที่จะนำผลที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์อื่นหรือกลุ่มประชากรอื่น

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการศึกษารวบรวม แสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนการบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี และหลายๆ ครั้งจนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ปัญหาที่พบอยู่ได้สำเร็จ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

ประสาท เนืองเฉลิม (2561) ได้ให้ความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นภารกิจของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องคิดแก้ปัญหา ปรับปรุงคุณภาพงานควบคู่กับการลงมือทำ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการทำงานที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในทางการศึกษาก็ย่อมเน้นผลลัพธ์ไปที่การยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนในทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดประโยชน์คือผู้สอนได้พัฒนาตนเองทางวิชาการ

จากการศึกษา ผู้วิจัยสรุปความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่า เป็นรูปแบบวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาห้องเรียนนั้น ๆ ให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยสามารถแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้นได้โดยผู้วิจัย และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนต่อไป

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การทำงานทางการศึกษาอาจนำการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาประยุกต์ใช้อาจทำได้หลายลักษณะ เช่น การนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้แก้ปัญหาเฉพาะหน้า การนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาช่วยพัฒนาทฤษฎีสู่การปฏิบัติหรือการนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาเพื่อพัฒนาวิชาชีพครู (Kemmis,S.&McTaggart, 1988) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการนำไปใช้เพื่อพัฒนาปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียนโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครูและผู้เกี่ยวข้อง อาจเป็นครูท่านอื่น ๆ ที่สอนร่วม นักเรียน ผู้ปกครอง และ/หรือผู้บริหารวางแผนกันสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายความเพิ่มเติม ผู้บริหารจะต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงและให้การสนับสนุน เป็นต้น ในขั้นตอนของการวางแผน จะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะช่วยให้มองเห็นสภาพการณ์ของปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดในขั้นวางแผนงานมาดำเนินการลงมือปฏิบัติ มีการใช้การวิเคราะห์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ จากการลงมือปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่าแผนที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่ ปฏิบัติจริงได้มากน้อยเพียงใด และอาจมีอุปสรรคอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น ถูกต่อต้านจากผู้บริหารหรือนักเรียน ฉะนั้น แผนงานที่กำหนดไว้อาจยืดหยุ่นได้ นั่นคือการปฏิบัติการโดยมีลักษณะเป็น Fluid and Dynamic โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งต่อการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ เป็นเรื่องที่แน่นอนว่าสภาพจริงนั้นต้องมีความราบรื่น อุปสรรค และข้อขัดข้องบางประการ ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการสังเกตการณ์ควบคู่ไปด้วย ใช้การสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวังด้วยความใจกว้าง นั่นคือ เปิดใจรับฟังความเห็นจาผู้เกี่ยวข้อง พร้อมกับการจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่ได้คาดหวัง สิ่งที่ต้องการทำการสังเกต คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติ (The Effect of Action) ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ดี และสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของการปฏิบัติการ(The Circumstances and Constraints) การสังเกตนี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติทั้งโดยการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือแบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect)

ขั้นสุดท้ายของวงจรการทาวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหาหรือสิ่งที่จำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สภาพแวดล้อมของโรงเรียนและของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มจะทาให้เห็นแนวทางการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรมและเป็นพื้นฐานข้อมูลที่นำไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนต่อไป

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล (2557) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 4 ขั้นดังนี้

1) แผน (Plan) แนวทางปฏิบัติซึ่งตั้งความคาดหวังไว้เป็นการมองไปในอนาคตข้างหน้าการกำหนดแผนทั่วไปต้องมีความยืดหยุ่น เพื่อที่จะสามารถปรับให้เข้ากับความเปลี่ยนแปลงและความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นได้ กิจกรรมที่เลือกเข้ามากำหนดในแผนต้องได้รับการเลือกสรรว่าดีกว่ากิจกรรมอื่น ๆ ส่งผลต่อการแก้ปัญหาในระดับหนึ่ง ผู้ร่วมงานจะต้องให้ความร่วมมือในการอภิปราย (ทั้งในแง่ทฤษฎีและปฏิบัติ) เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ และปรับปรุงการกำหนดแผนงานที่จะสามารถปฏิบัติได้จริงในสภาพการณ์ที่เป็นอยู่

2) การปฏิบัติ (Act) การปฏิบัติจะดำเนินตามแผนที่วางไว้อย่างมีเหตุผลและมีการควบคุมอย่างสมบูรณ์ แต่การปฏิบัติจากแนวทางที่วางไว้มีโอกาสพลิกผันแปรตามสถานการณ์และบุคคลแผนที่วางไว้สาหรับการปฏิบัติจะต้องสามารถปรับแก้ไขได้ และสามารถปรับปรุงไปได้เรื่อย ๆ ตามผลการตัดสินใจเกี่ยวกับการกระทำนั้น ๆ

3) การสังเกต (Observe) ทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผลที่ได้จากการปฏิบัติงานมีรายงาน หลักฐานที่มาจากวิจารณญาณการสังเกตอย่างรอบคอบและระมัดระวัง การสังเกตเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากการปฏิบัตินั้นจะมีข้อจากัด ข้อขัดแย้งของสภาพความเป็นจริงและข้อ

ขัดแย้งทั้งหมดเหล่านี้ไม่เคยชัดเจนและไม่มีทางคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าได้ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตต้องมาจากหลายแง่มุมในทุก ๆ ด้าน ผู้วิจัยเชิงปฏิบัติการต้องรายงานผลการสังเกตอย่างครบถ้วน นอกจากนี้การสังเกตในขั้นนี้หมายรวมถึงการสังเกตกระบวนการของการปฏิบัติและผลของการปฏิบัติโดยที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจสังเกตสถานการณ์ข้อขัดข้องของการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน

4) การสะท้อน (Reflect) มีลักษณะเป็นการประเมินอย่างหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้อตัดสินใจจากประสบการณ์ของตนว่า ผลของการปฏิบัติเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ตั้งไว้หรือไม่ตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นการวางแผนในการปฏิบัติในวงจรต่อไป

3. กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ประสาท เนืองเฉลิม (2561) กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1) การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยและกลุ่มที่ทำการวิจัยจะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติกาจะต้องมีทฤษฎีรองรับในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น การวิเคราะห์สภาพปัญหา (The Matic Concern) ควรพิจารณาให้ครบ 4 องค์ประกอบดังนี้ ปัญหาที่เกี่ยวกับครู นักเรียน เนื้อหาวิชาและสภาพแวดล้อม

2) เลือกปัญหาสำคัญที่ควรค่าแก่การศึกษาวิจัย เลือกโดยอาศัยทฤษฎีมาร่วมพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตลอดจนอาจจะต้องสร้างสมมติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่ต้องการจะประเมินซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการหรือทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

3) เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้เครื่องมือที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติตามวิธีการ เช่น อุปกรณ์การเรียนการสอน เป็นต้น และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4) บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับข้อมูลเพื่อให้แน่ใจถึงความถูกต้อง แสดงรายละเอียดสถานการณ์ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามเกณฑ์ที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่าง และความคล้ายคลึงกันของข้อมูล

5) ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้พิจารณาไว้อีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุและวิธีแก้ปัญหานั้นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยสรุปประมวลเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ หรือเสนอเชิงทฤษฎี (Theory) ทั้งนี้ ต้องอาศัยหลักตรรกวิทยาโดยวิธีอุปมา (Inductive) และความรู้เชิงทฤษฎีของผู้วิจัย

วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558) กล่าวถึงขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า กระบวนการวิจัยเมื่อกล่าวในเชิงการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานในโรงเรียน สามารถอธิบายการดำเนินการตามวงจรได้ดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา โดยผู้วิจัยต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่ศึกษาอย่างชัดแจ้ง ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องศึกษาค้นคว้าทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหานั้น ๆ ให้กว้างพอสมควร

2. เลือกปัญหาสำคัญที่เป็นสาระแก่การศึกษาวิจัย โดยอาศัยพื้นฐานจากหลักการและทฤษฎีมาใช้ในการวิเคราะห์ให้เห็นลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์และสมมุติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการทฤษฎี

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่ช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้โดยเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติหรือการฝึกหัดตามวิธีการ และเครื่องมือที่ใช้สาหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นผลจากการปฏิบัติการ เช่นแบบทดสอบแบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้าและที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการทั้ง 4 ขั้นตอน โดยจะต้องเก็บสะสมข้อบันทึกต่าง ๆไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติในรอบต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในด้านต่าง ๆ ของข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ ซึ่งส่วนใหญ่ จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้มั่นใจในความถูกต้อง แสดงรายละเอียดในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูล แต่ละประเภทโดยการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งร่วมกับกลุ่มผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้ร่วมกันพิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด หากผู้วิจัยสามารถทำการประมวลและสรุปเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ ข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) หรือทฤษฎี (Theory) ของปฏิบัติการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ ทั้งนี้ ต้องอาศัยหลักตรรกวิทยา โดยวิธีอุปนัย (Induction) และความรู้

เชิงทฤษฎีของผู้วิจัยเป็นสำคัญจากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการของ วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ เนื่องจากมีความละเอียดของกระบวนการ และสามารถปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยต้องศึกษาถึงรายละเอียดส่วนประกอบของปัญหาของโรงเรียนที่จะทำการวิจัย และศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้คลอบคลุม

2. วิเคราะห์ปัญหา และเลือกปัญหาที่สำคัญแก่การศึกษาวิจัย โดยอาศัยหลักการและทฤษฎีที่ได้ศึกษามาข้างต้น แล้วสร้างวัตถุประสงค์และสมมุติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการทฤษฎี

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่ช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งได้จากการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา โดยเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง หรือปฏิบัติ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นผลจากการปฏิบัติการ เช่นแบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์ระหว่างการแก้ปัญหาอย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอน ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้า และที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการทั้ง 4 ขั้นตอน โดยจะต้องเก็บข้อบันทึกต่าง ๆ ไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติในรอบต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ ทั้งส่วนของข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูล แสดงรายละเอียดในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูล แต่ละประเภทโดยใช้การวิเคราะห์ของผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุวิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งสามารถทำการประมวลและสรุปเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ ข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition)หรือทฤษฎี(Theory) ของปฏิบัติการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

วิธีสอนแบบนิรนัย (Deductive method)

4.1 ความหมายของวิธีสอนแบบนิรนัย

วิธีสอนแบบนิรนัย มาจากภาษาอังกฤษว่า Deductive Method มีผู้ใช้ภาษาไทยหลายคำเช่น วิธีสอนแบบนิรนัย วิธีสอนแบบอุปนัย วิธีสอนแบบอนุมาน ในที่นี้ผู้วิจัยใช้วิธีสอนว่าวิธีสอนแบบนิรนัย มีผู้ให้ความหมายของวิธีสอนแบบนิรนัยไว้ดังนี้

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2544) ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนแบบนิรนัย ว่าวิธีสอนแบบนิรนัยเป็นวิธีสอนที่เริ่มจากหลักการ กฎเกณฑ์ สูตร นิยาม ทฤษฎี หรือความจริงโดยทั่วไปก่อน แล้วจึงทำการพิสูจน์ทดลองให้เห็นจริง หรือเป็นวิธีสอนที่สอนจากกฎไปหาตัวอย่างหรือสอนจากส่วนรวมไปหาส่วนย่อย

ไสว ฟักขาว (2544) ได้ให้ความหมายของวิธีสอนแบบนิรนัยว่า เป็นวิธีสอนที่เริ่มจากกฎเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ แล้วหาเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยัน วิธีสอนแบบนี้จะช่วยฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่า จะพิสูจน์กฎเกณฑ์หรือหลักการที่ได้เรียนรู้เสียก่อน

ชาตรี เกิดธรรม (2547) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีสอนแบบนิรนัยเป็นการสอนที่เริ่มจากกฎหรือหลักการต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนหาเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยัน โดยให้นักเรียนรู้จักใช้สูตร กฎ และหลักฐานต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา ฝึกหัดให้นักเรียนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้เห็นจริงเสียก่อน

ทิศนา แขมมณี (2561) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี กฎ หรือข้อสรุปนั้นหลาย ๆ ตัวอย่าง หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎหรือข้อสรุปนั้น ๆ อย่างลึกซึ้ง หรือกล่าวสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อย ๆ เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากหลักการและสามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้ได้

จึงสรุปได้ว่าการสอนรูปแบบนิรนัย หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์โดยการทำให้นักเรียนรู้และเข้าใจในทฤษฎี หลักการและกฎของเนื้อหานั้น ๆ ก่อนแล้วจึงยกตัวอย่างการนำทฤษฎี หลักการและกฎ เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

4.2 จุดมุ่งหมายของวิธีสอนแบบนิรนัย

ยุพิน พิพธกุล (2530) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) ใช้สอนเมื่อต้องการแก้ปัญหายาก ๆ โดยใช้กฎหรือสูตรที่เรียนมาแล้ว

2) ผู้เรียนจะตัดสินใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้จะต้องพิสูจน์ความจริงหรือวิเคราะห์ให้เสร็จสิ้นเสียก่อน

จำเนียร ศิลปะวานิศ (2538) ได้กล่าวถึง จุดประสงค์ของวิธีสอนแบบนิรนัยดังนี้

ให้นักเรียนรู้จักใช้กฎ สูตร และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา ไม่ตัดสินใจในการทำงานอย่างง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้ทราบข้อเท็จจริงเสียก่อน

ไสว ฟักขาว (2544) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของวิธีสอนแบบนิรนัยดังนี้

1) เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักนำกฎ สูตรและหลักการต่าง ๆ ไปอ้างอิงในการใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีเหตุผล

2) เพื่อฝึกให้ผู้เรียนรู้จักใช้เหตุผลมาประกอบการพิสูจน์องค์ความรู้ต่าง ๆ ก่อนตัดสินใจเชื่อว่าถูกต้อง

ทิศนา แขมมณี (2561) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ของวิธีสอนแบบนิรนัยว่าเป็นวิธีสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลักการและสามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้ได้

สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบนิรนัยเป็นวิธีสอนที่สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการหรือกฎเกณฑ์ในเรื่องต่าง ๆ แล้วนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2544) ได้เสนอถึงขั้นตอนของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือคนคว้าจากตำราต่าง ๆหรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้ว ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

ทิศนา แขมมณี (2561) สรุปขั้นตอนของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) ผู้สอนถ่ายทอดความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

2) ผู้สอนให้สถานการณ์ใหม่ที่หลากหลาย ที่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้

3) ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ นำความรู้ ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4) ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

5) ผู้สอนวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นกำหนดปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือคนคว้าจากตำราต่าง ๆหรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริงของกฎ ทฤษฎีหรือหลักการ

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้วผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

4.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบนิรนัย

4.4.1 ข้อดีของการสอนแบบนินัย

ยุพิน พิพธกุล (2530) สรุปข้อดีของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) สั้นและไม่เสียเวลาเพราะใช้กฎหรือสูตรที่เคยเรียนมาแล้วล่วงหน้า

2) ทำให้จำหลักการหรือกฎเกณฑ์ได้แม่นยำจากการนำไปใช้

3) มีการฝึกและการทบทวนมาก

4) เร็วและมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2544) สรุปข้อดีของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) ง่ายและประหยัดเวลาในการสอน

2) ใช้สอนวิชาที่เนื้อหาง่าย ๆ หรือสอนหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี

3) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี

4) ครูไม่ต้องมีเทคนิคการสอนมาก

ทิศนา แขมมณี (2561) สรุปข้อดีของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) เป็นวิธีสอนที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก

2) เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนการนำทฤษฎี หลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

3) เป็นวิธีสอนที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถหรือเรียนรู้เร็วสามารถพัฒนาโดยไม่ต้องรอผู้ช้ากว่า

4.4.2 ข้อเสียของการสอนนิรนัย

ยุพิน พิพธกุล (2530) สรุปข้อจำกัดของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) ทำให้ผู้เรียนที่เริ่มต้นเรียน เข้าใจหลักสูตรที่เป็นนามธรรมได้ยาก

2) ผู้เรียนจะต้องจำสูตรมาใช้ซึ่งบางครั้งก็ไม่เข้าใจ ความจำจึงกลายเป็นเรื่องสำคัญ

3) ถ้าผู้เรียนลืมกฎหรือสูตรก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

จำเนียร ศิลปะวานิช (2538) สรุปข้อจำกัดของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) วิธีสอนแบบนิรนัยจะใช้สอนได้เฉพาะบางเนื้อหา ไม่ส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์

2) เป็นการสอนที่นักเรียนไม่ได้เกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเองเพราะครูกำหนดความคิดรวบยอดให้แต่เพียงฝ่ายเดียว

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2544) สรุปข้อจำกัดของวิธีสอนแบบนิรนัยดังนี้

1) นักเรียนบางคนเข้าใจวิธีนี้ยาก

2) ถูกวิจารณ์ว่าเป็นวิธีที่สนับสนุนให้นักเรียนเดา

3) ใช้สอนได้ดีเฉพาะบางเรื่องและไม่ส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์

ทิศนา แขมมณี (2561) สรุปข้อจำกัดของวิธีสอนแบบนิรนัยดังนี้

1) เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ

2) เป็นวิธีสอนที่ขึ้นกับความเข้าใจและความสามารถของผู้สอนในการนำเสนอทฤษฎีหลักการ

3) เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนรู้ช้าอาจจะตามไม่ทันเพื่อนและเกิดปัญหาในการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยดังนี้

1) ข้อดีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

1.1) เป็นวิธีการที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้ง่าย รวดเร็วและไม่ยุ่งยาก

1.2) ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ไม่มากนัก

1.3) ฝึกให้ผู้เรียนได้นำเอาทฤษฎีหลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

1.4) ใช้ได้ผลดีในการจัดการเรียนรู้รายวิชาศิลปศึกษาและคณิตศาสตร์

1.5) ฝึกให้ผู้เรียนมีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยไม่มีการพิสูจน์ให้เห็นจริง

2) ข้อจำกัดการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

2.1) เป็นวิธีการที่ใช้ได้เฉพาะบางเนื้อหา ส่งเสริมคุณค่าในการแสวงหาความรู้และคุณค่าทางอารมณ์ค่อนข้างน้อย

2.2) เป็นวิธีการที่ผู้สอนต้องเตรียมตัวอย่าง สถานการณ์ ปัญหาที่ดีมีความชัดเจนและหลากหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ

2.3) ผู้เรียนบางส่วนอาจใช้วิธีการท่องจำมากกว่าการทำความเข้าใจอย่างแท้จริง ความจำจึงกลายเป็นเรื่องจำเป็นและเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าผู้เรียนลืมทฤษฎี กฎ สูตร ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

5.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL

วัชรา เล่าเรียนดี (2548) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของเทคนิค KWDL ไว้ว่าเป็นเทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากเทคนิค KWL ของโอเกิล (Ogle) ในปี ค.ศ. 1986 ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐานเช่นเดียวกัน นั่นคือ นักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้นการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน KWDL จะช่วยชี้นำแนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น ๆ จากนั้นยังสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ตามความต้องการ กระตุ้นความสนใจนักเรียนได้เป็นอย่างดี ต่อมา ชอว์ และคณะ (Shaw, J.M., Chambless, M.S., Chessin, D.A., Price, V. & Beardain, 1997) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมีสซิสซิปปี้ ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันแก้ปัญหา (Cooperative Problem-Solving) มาผสมผสานในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเทคนิค KWDL มีขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดียวกันกับ KWL เพียงแต่เพิ่มขั้น D ขั้นตอนที่ 3 และต่อด้วยขั้น L เป็น KWDL คือ ขั้นที่ 4 ซึ่ง KWDL มาจากคำถามที่ว่า

K: (What We Know) เรารู้อะไร หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง W: (What We Want to Know) เราต้องการอะไร ต้องการทราบอะไร โจทย์ให้อะไรหรือโจทย์บอกอะไรบ้าง

D: (What We Do to Find Out) เราทำอะไรอย่างไร และหาคำตอบหรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้าง

L: (What We Learned) เราเรียนรู้อะไรจากการดำเนินการขั้นที่ 3 ซึ่งคือคำตอบ สาระความรู้และวิธีการศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคำนวณ เป็นต้น

วัชรา เล่าเรียนดี (2548) การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL การมีข้อคำถามนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนแสวงหาข้อมูลและบันทึกตามต้องการในแต่ละขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นจะช่วยส่งเสริมในการอ่าน โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำเทคนิค KWDL มาใช้ในเนื้อวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะด้านการแก้ปัญหาที่นักเรียนในทุกระดับชั้นมีปัญหามากที่สุด เนื่องจากการอ่านโจทย์หรือข้อความปัญหาไม่เข้าใจ วิเคราะห์ปัญหาของโจทย์ไม่เป็น เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งนอกจากการคิดคำนวณไม่เป็น ดังนั้น ทุกขั้นตอนของเทคนิค KWDL ครูผู้สอนจึงต้องคอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ให้มากที่สุด ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนต้องเตรียมแผนผัง KWDL เพื่อช่วยในการจดบันทึกข้อมูลและใช้ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนมีลำดับขั้นตอนการคิดวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นการเสริมแรงที่ทำให้นักเรียนมีการถ่ายทอดความคิดและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อความเข้าใจในสิ่งที่กระทำอยู่ได้ดีขึ้น

5.2 ความสำคัญและประโยชน์ของเทคนิค KWDL

เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เทคนิคหนึ่ง ที่มีการกล่าวถึงความสำคัญ และประโยชน์ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ชอว์ และคณะ Shaw, J (1997) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นการพัฒนาความสามารถ และเจตคติในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วัชรา เล่าเรียนดี (2548) กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมการอ่านเชิงวิเคราะห์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และให้สรุปเนื้อหาเพื่อช่วยในการพัฒนาความคิดรวบยอดและสรุปสาระสำคัญ และยังสามารถพัฒนาผู้เรียนทางสังคมได้อีกด้วย

วีระศักดิ์ เลิศโสภา (2554) กล่าวว่า เทคนิค KWDLช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาด้านสติปัญญา พัฒนาทักษะทางสังคม พัฒนาความสามารถและทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อนในการแก้ปัญหาหลายรูปแบบ ซึ่งส่งผลให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี และยังส่งผลให้นักเรียนในทุกระดับความรู้ได้มีโอกาสได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบขั้นตอน

ปรียา สิถิระบุตร (2558) กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการใช้คำถาม เพื่อนาไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอน และสามารถหาวิธีแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมทั้งสามารถให้เหตุผลประกอบได้อย่างชัดเจน

เทคนิค KWDL จะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญา พัฒนาทางสังคม และสามารถช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อนหลายรูปแบบทางคณิตศาสตร์

ซึ่งจะทำให้นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาที่ดี ซึ่งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนเปรียบเทียบแยกแยะก่อนสรุปผลอีกด้วยและช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้ง นักเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง มีโอกาสได้รับการเรียนรู้ ฝึกฝนอย่างเป็นขั้นตอนและระบบร่วมกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า เทคนิค KWDL มีประโยชน์และสำคัญต่อการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการอ่าน คิดเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์ที่ดีขึ้น ซึ่งได้พัฒนาความสามารถอื่น ๆ ของนักเรียนไปพร้อม ๆ กัน

5.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL

จากการศึกษาความหมายและความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL โดยมีนักการ ศึกษาหลายท่านได้กำหนดเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ไว้ดังนี้

ซอว์และคณะ (Shaw, J.M. (1997) กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค K-W-D-L ไว้ดังนี้

K คือ รู้อะไรอยู่บ้างแล้ว

ในขั้นตอนนี้ ผู้อ่านระดมความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่อ่านว่ารู้อะไรอยู่บ้าง แล้วครูทำหน้าที่บันทึกคำตอบและช่วยนักเรียนจัดหมวดหมู่ของข้อมูลเหล่านั้น ช่วยอธิบายความเข้าใจที่อาจคลาดเคลื่อน หรือ ช่วยอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเป็นกลุ่ม ขั้นตอน “K” จะเกี่ยวข้องกับการอ่านโจทย์ปัญหาตีความ ถกแถลงเกี่ยวกับข้อมูลที่ให้มาอาจรวมทั้งกระบวนวิธีอื่น เช่น ลงมือปฏิบัติตามที่ปัญหากำหนดวาดรูปทำแผนภูมิ เพื่อว่านักเรียนจะได้เข้าใจปัญหาและรู้ว่าตนรู้อะไรบ้างแล้วเกี่ยวกับปัญหานั้น

W คือ ต้องการจะรู้อะไร

ด้วยการชี้แนะจากครู นักเรียนจะบอกสิ่งที่พวกเขาต้องการเรียนรู้ได้ บ่อยครั้งนักเรียนจะมีคำถามที่ยังไม่ได้ตอบในเรื่องที่อ่าน หรือนักเรียนอาจยกหัวข้อที่ยังไม่ได้ถกแถลงกันขึ้นมาและต้องค้นหาจากแหล่งความรู้อื่น เพื่อที่จะหาคำตอบและข้อมูลเหล่านั้นสำหรับการแก้โจทย์ปัญหานั้น ขั้นตอน “W” จะเกี่ยวข้องกับข้อตกลงของกลุ่มในเรื่องที่โจทย์ถามว่าคำถามคืออะไร และคำถามนั้นหมายความว่าอย่างไร ส่วนขั้นตอนที่ว่าต้องการรู้อะไรนั้น อาจเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของนักเรียนในการวางแผนจะแก้ปัญหา พวกเขาอาจตกลงกันว่าจำเป็นต้องไปหาข้อมูล และต้องตัดสินใจว่าจะไปหาแหล่งข้อมูลที่ไหน หรือบางครั้งอาจทำโพล หรืออาจคุยกับใคร หรืออาจต้องทำการวัด ทำการทดลอง

L คือ ได้เรียนรู้อะไร

ขั้นตอนนี้ Ogle (1986) ให้นักเรียนอ่านในใจและบันทึกว่าได้รู้อะไรบ้าง แล้วนำมาเล่าสู่กันฟัง แล้วบันทึกไว้ ขั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนได้ขัดเกลาและขยายความคิดเห็นทั้งกระบวนการอ่านและกระบวนการเรียน

ในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นตอน “L” นี้ประสงค์ให้นักเรียนบอกคำตอบรวมทั้งอธิบายและชี้แจงถึงขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหา พวกเขาอาจจะให้ผู้อื่นช่วยตรวจสอบเพื่อความแน่ใจ หรือพวกเข้าอาจพูดกันถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบของพวกเขาเอง กลุ่มนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมให้เห็นผลสะท้อนและได้เขียนเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปที่ได้เรียนรู้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนกลุ่มหนึ่งอาจเขียนและพูดเกี่ยวกับเรื่องวิธีวาดภาพช่วยได้อย่างไร หรือการที่พวกเขาได้ใช้กระบวนการวิธีเดาและตรวจสอบอย่างไร เป็นต้น

นอกเหนือจากขั้นตอนของ Ogle (1986) แล้ว ในทางคณิตศาสตร์ได้เพิ่มขั้นตอน“D” อีก 1 ขั้นตอนโดยจัดไว้อันดับที่ 3 ก่อนขั้นตอน “L”

“D” คือ ได้ทำอะไรไปบ้าง

สมาชิกของกลุ่ม ได้ใช้แบบบันทึกในขณะช่วยกันแก้ปัญหา ขั้นตอน “รู้อะไรบ้างแล้ว” และ “ต้องการจะรู้อะไร” นั้น ได้ช่วยให้พวกเขาเข้าใจปัญหา และวางแผนที่จะแก้ไขแล้วจึงประเมินคำตอบส่วนการบรรยายว่า “ได้ทำอะไรไปบ้าง” ตามที่บันทึกไว้นั้นช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีสติ คำนึงถึงแผนและกระบวนการดำเนินงานที่พวกเขาได้ใช้ในขณะที่ทำงานร่วมกันในการแก้ปัญหา

อดิเรก เฉลียวฉลาด (2552) ได้นำเทคนิค KWDL มาปรับปรุงแบบการเรียนการสอนและกิจกรรมให้เหมาะสมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1) ทบทวนความรู้เดิมโดยการยกสถานการณ์ปัญหาในเรื่องที่เรียนมาแล้วสนทนาซักถามนักเรียนให้ร่วมกันตอบคำถาม

1.2) แจ้งจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบ และบทบาทการทำงานของกลุ่ม

1.3) เร้าความสนใจ โดยใช้เกมคณิตศาสตร์

2) ขั้นตอนสอนเนื้อหาใหม่

2.1) ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนทั้งชั้น แล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์และแก้ปัญหา ตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ

W ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พร้อมเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

D ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแผนที่วางไว้

L ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแก้ปัญหา และอธิบายตามแผนที่ได้วางไว้

2.2) นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูแนะนำ ด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ร่วมกันปฏิบัติตามบัตรกิจกรรม KWDL

3) ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ

3.1) แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ 4 คน (อาจใช้กลุ่มเดิมหรือจัดใหม่)

3.2)ให้นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยตรงและสถานการณ์อื่นๆ ที่แตกต่างจากตัวอย่าง เพื่อฝึกทักษะการนาไปใช้จากแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้น

3.3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มของสมาชิกในกลุ่มของตน

4) ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล

4.1) นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหา สาระสำคัญของการเรียนรู้

4.2) ครูประเมินผลการเรียนรู้ในด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบประจำหน่วย

4.3) นักเรียนเสนอแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทำงานร่วมกันเพื่อประสิทธิภาพการพัฒนาการทำงานของกลุ่ม

วัชรา เล่าเรียนดี (2548) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำ

1.1) ทบทวนความรู้เดิม

1.2) แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3)เร้าความสนใจด้วยเกมคณิตศาสตร์

2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1) ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนทั้งชั้นแล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์และแก้ปัญหาตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ

W ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

D ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

L ครูและนักเรียนร่วมสรุปการแก้ปัญหา

2.2) นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อย โดยครูคอยแนะนำด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ4 – 5 คน ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม KWDL

3) ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้นโดยเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน และสถานการณ์อื่น ๆ

4) ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลนักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน มีการซ่อมเสริมเมื่อนักเรียนยังไม่เข้าใจ

ปรียา สิถิระบุตร (2558) ได้สร้างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ดังนี้

1) นำเข้าสู่บทเรียน

1.1) ทบทวนความรู้เดิมโดยการยกสถานการณ์ปัญหาในเรื่องที่เรียนมาแล้วสนทนาซักถามนักเรียนให้ร่วมกันตอบคำถาม

1.2) แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ และบทบาทการทำงานกลุ่ม

1.3) เร้าความสนใจด้วยสื่อและกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

2) ขั้นจัดการเรียนรู้

2.1) ขั้นนำเสนอเนื้อหาต่อนักเรียนกลุ่มใหญ่ ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา แล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์ และแก้ปัญหาตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K: ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ หรือสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์

W: ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พร้อมทั้งเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

D: ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้

L: ครูและนักเรียนร่วมสรุปการแก้ปัญหา และอธิบายตามแผนที่ได้วางไว้

2.2) ขั้นกิจกรรมกลุ่มย่อย นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูคอยแนะนำด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม KWDL ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3) ขั้นฝึกโดยอิสระ นักเรียนจับคู่ฝึกแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ตามบัตรกิจกรรม KWDL

3) ขั้นสรุปบทเรียน ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปเป็นความรู้ที่ได้การเรียน

4) ขั้นวัดผลและประเมินผล

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สอดคล้องกับทักษะของผู้เรียนเอง โดยทำให้รู้ว่าคิดอะไร มีวิธีคิดและตรวจสอบอย่างไร และสามารถปรับเปลี่ยนหรือดัดแปลงแนวคิดนั้นได้หรือไม่ โดยผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนให้เห็นถึงขั้นตอน และกระบวนการในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของ ชอ แชมเบลส และ เชสซิน มาพัฒนาโดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค KWDL ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 K (What We Know)

เป็นขั้นตอนในการเตรียมความรู้พื้นฐาน โดยอาจจะทำได้หลายรูปแบบ เช่น ครูและนักเรียนร่วมกันระดมความรู้เรื่องที่เรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอก สรุปเป็นผังความคิด ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดหลัก และแนวคิดรองหรือส่วนประกอบ ทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ ในเรื่องนั้น ๆ โดยครูช่วยจัดความรู้และประสบการณ์ของนักเรียนให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องหาสิ่งที่ต้องการรู้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และจะมีวิธีในการแก้ปัญหาอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง โดยครูมีหน้าที่ชี้แนะเพื่อให้นักเรียนบอกได้ว่า สิ่งที่โจทย์ถามหรือสิ่งที่นักเรียนอยากรู้คืออะไร

ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out)

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องทำการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบ โดยนักเรียนต้องตระหนักว่า นักเรียนมีวิธีอย่างไรในการแก้ปัญหา เราจะใช้ความรู้ที่เรามีมาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมให้เหตุผลได้หรือไม่ เราต้องทำอะไร และเราทำอะไรแล้วบ้าง โดยพิจารณาจากแบบบันทึกในขณะที่แก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 L (What We Learned)

เป็นขั้นตอนนักเรียนสรุปความรู้ว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการแก้ปัญหาและให้เหตุผล โดยสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้จากโจทย์ และตอบคำถามได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร คำตอบที่ได้คืออะไร และได้มาอย่างไรจากการแสดงเหตุผล

แนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา

โพลยา Polya (1973) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การทำความเข้าใจในปัญหา สิ่งแรกที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจ คือ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องใช้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ นักเรียนควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ ซ้ำแล้วซ้ำอีกและหลาย ๆ แง่มุมจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

2) การวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ

ในปัญหาให้ชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหามีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ซึ่งมีอะไรสัมพันธ์กับปัญหานั้นบ้าง เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรจะแบ่งเป็นขั้น ๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ และในขั้นตอนใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อที่จะให้ได้สิ่งนั้นตามที่เขาต้องการ

3) การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

4) การตรวจสอบ การตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขา และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทาความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

Polya สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2527) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหามีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสาหรับแก้ปัญหาหรือไม่ สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดอาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขโจทย์ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan) ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่าง ๆ ชัดขึ้น เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ถาม กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนการแก้ปัญหาดังนี้

1) โจทย์ลักษณะนี้เคยพบเห็นหรือไม่ คล้ายกับโจทย์ที่ทำมาแล้วอย่างไร

2) เคยพบโจทย์ลักษณะนี้เมื่อไร และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

3) ถ้าอ่านโจทย์ครั้งแรกไม่เข้าใจ ควรอ่านอีกครั้ง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยพบมาก่อน

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) ลงมือปฏิบัติตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ โดยเลือกวิธี บวก ลบ คูณ หรือหารมาใช้

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้อง

สมบูรณ์หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้กระบวนการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1) ทำความเข้าใจปัญหา

2) หาวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ใช้ของจริง การเขียนภาพ การเขียนรายการที่สำคัญของปัญหา คิดตามเหตุผล

3) ลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่คิดไว้ว่าได้ผล ถ้าไม่ได้ผลก็หาวิธีใหม่มาลองจนได้คำตอบ

4) ตรวจสอบคำตอบ

ทิศนา แขมมณี (2556)ได้กล่าวถึงกระบวนการที่ใช้คิดหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีขั้นตอนย่อย ๆ คือ แปลโจทย์ในเชิงภาษา หาวิธีแก้ปัญหาโจทย์ วางแผน ปฏิบัติตามขั้นตอน และตรวจสอบคำถาม ดังนั้นจึงพอสรุปถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ใดในการแก้ปัญหาการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ หรือการคิดคำนวณหาคำตอบนั่นเอง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ว่าถูกต้องหรือไม่

กรมวิชาการ (2545) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาได้ ดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลใดบ้างที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรายการ การเขียนภาพ การสร้างตาราง การคิดย้อนหลัง และวิธีอื่น ๆ

2) การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้อมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ สร้างตาราง เขียนแบบแผน ลำดับขั้นตอนการคิด และวิธีอื่น ๆ

3) การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มาประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทาการคิดคำนวณ และวิธีอื่น ๆ

4) การตรวจคำตอบ เป็นขั้นนี้ต้องพิจารณาว่า ได้แก้ปัญหาเรียบร้อยครบถ้วนหรือไม่ ประกอบด้วยวิธีคิด การคิดย้อนใหม่ตั้งแต่ต้น และวิธีอื่น ๆ

จากความหมายข้างต้นพอสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่นำมาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลที่พยายามใช้ความคิด ประสบการณ์ วิธีการ หรือแนวทางต่าง ๆ มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นคือ เข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบ

โปรแกรมจีโอจีบร้า

7.1 ความเป็นมาของโปรแกรมจีโอจีบร้า

พงศักดิ์ วุฒิสันต์ (2556) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของโปรแกรมจีโอจีบร้าไว้ดังนี้ GeoGebra ไม่ใช่เป็นโปรแกรมใหม่ Markus Hohenwarter นักพัฒนา application ชาวออสเตรีย (ตอนหลังจากโอนสัญชาติเป็นอเมริกัน) ได้ริเริ่มตั้งแต่ปี 2001 ต่อมาปี 2007 MichaelBorcherds ชาวอังกฤษได้นำทีมพัฒนาต่อมาจนเป็นที่นิยมแพร่หลายไปทั่วโลก GeoGebra ถูกแปลจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่าง ๆ หลายภาษา สถาบันต่าง ๆ ในหลายประเทศเกี่ยวข้องกับการศึกษาได้ให้การสนับสนุนอย่างมากจนปัจจุบันGeoGebra ได้ถูกพัฒนาจนเป็น version 4 และยังมิได้หยุดเพียงเท่านี้ คณะผู้พัฒนาโปรแกรมได้พัฒนาต่อจนสามารถพัฒนา GeoGebra 3D ใกล้สำเร็จแล้ว ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นทดลองใช้งาน ซึ่งชื่อโปรแกรมก็เหมือนกับนำคำว่า Geometry มาต่อกับคำว่า Algebra จนเป็นคำว่า GeoGebraการหาโปรแกรมมาใช้ให้เข้าไปที่เว็บไซต์ www.geogebra.org จากนั้น download ลงมาใช้ได้เลย เมื่อทำการ download เสร็จโปรแกรมจะสั่งให้ install ทันที ก็ทำไปตามคำแนะนำแต่ยังเปิดใช้ไม่ได้ จะต้องติดตั้งโปรแกรม java for windows ก่อน โดยจะต้องเลือกเอารุ่นของ windows ในเครื่องของท่าน ซึ่งก็ไม่ยุ่งยากอะไร โปรแกรมจะให้คำแนะนำทุกขั้นตอน เมื่อติดตั้งโปรแกรมลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วจะมี icon เป็นรูปวงรีเอียงมีจุดสีม่วง 5 จุด อยู่ 2 icon หมายถึงมี 2 โปรแกรม คือ GeoGebraPrim กับ GeoGebra อยู่หน้า desktop

GeoGebra เป็นโปรแกรมประยุกต์แบบโต้ตอบ ที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมจนถึงระดับมหาวิทยาลัยในหลายหลากสาขา เช่น ทางด้านเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส และสถิติ เป็นต้น GeoGebra ได้ถูกพัฒนาให้สามารถทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม ได้แก่ เดสก์ท็อปสำหรับ Windows, macOS และ Linux โดยมีแอปพลิเคชันแท็บเล็ตสำหรับ Android, ipad และ Windows และเว็บบนเทคโนโลยี HTML5

จากการที่ GeoGebra เป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์แบบโต้ตอบสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ในการสร้าง GeoGebra มีเครื่องมือมากมายที่เราสามารถทำ

ได้ด้วยจุด เวกเตอร์ ส่วนของเส้นตรง เส้น รูปหลายเหลี่ยม ภาคตัดกรวย อสมการ พหุนามโดยปริยาย และฟังก์ชัน โดยที่ทั้งหมดนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้แบบไดนามิกในภายหลัง เราสามารถป้อนและแก้ไขวัตถุจากการที่สร้างขึ้นได้โดยตรงจากการเลือกวัตถุนั้นด้วยเมาส์และคลิกเลือก หรือผ่านทาง Input Bar นอกจากนั้น GeoGebra ได้จัดทำชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับ ฟังก์ชันอีกจำนวนมาก เช่นในการหาอนุพันธ์และ Integrals ของฟังก์ชันเป็นต้น และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ GeoGebra มีความสามารถในการใช้ตัวแปรสำหรับตัวเลข การใช้ Array และคำสั่งแบบมีเงื่อนไข ที่ใช้ในการเขียนโปรเกรมในภาษาสูง เช่น C, Java ดังนั้นโปรแกรม GeoGebra จึงเหมาะสำหรับครูและนักเรียนใช้เพื่อคาดเดาและทำความเข้าใจวิธีพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

7.2 หน้าจอใช้งานของโปรแกรมจีโอจีบร้า

Judith (2008: 38) ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อโปรแกรมจีโอจีบร้ารวมความสามารถของโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตกับระบบพีชคณิตของคอมพิวเตอร์ หน้าจอผู้ใช้งาน (Interface) ของโปรแกรมจีโอจีบร้าจึงมีองค์ประกอบแตกต่างจากโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่นๆ โดยการแบ่งหน้าจอออกเป็น 2 ส่วน คือหน้าต่างพีชคณิต (Algebra Window) และหน้าต่างภาพ (Graphical Window)

7.3 การติดตั้งโปรแกรมจีโอจีบร้า

โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมประเภท Freewere ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งดาวโหลดได้จาก https://www.geogebra.org/download โดยสามารถเลือกได้ว่าจะให้ทำงานบนแฟลตฟอร์ม Windows, macOS และ Linux และเวอรีชันที่ต้องการ หลังจากที่ดาวน์โหลดเสร็จแล้วโปรแกรมจะติดตั้งให้เองโดยอัตโนมัติ

จากการศึกษาข้างต้นโปรแกรมจีโอจีบร้า หมายถึง โปรแกรมทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบพลวัต ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างแนวคิดให้กับ ตนเอง

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

8.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา

8.1.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem-solving ability)

ประพันธ์ศิริ สุเลารัจ (2541) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวนสร้างความรำคาญ ความยุ่งยากสบสนและความวิตกกังวล โดยพยายามหาหนทาง

คลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏและหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่ก่อความรำคาญ ความวิตกกังวล ความยุ่งยากสับสน ให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

เพราพรรณ เปลี่ยนภู่ (2542)อ้างอิงจาก Gagne (1985) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ ความสามารถขั้นสูงสุดของมนุษย์ เป็นความสามารถในการสร้างกฎในระดับสูง ที่เกิดจากการสัมพันธ์ของกฎตั้งแต่ 2 กฎขึ้นไป ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นผลงานใหม่ที่เกิดจากการมองเห็นความสัมพันธ์ของกฎต่าง ๆ

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหา คือความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยามยามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาพวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

กุญชรี ค้าขาย (2548) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหา หมายถึง การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนค้นพบการรวมกันของกฎและหลักการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2555) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถและชำนาญในการสร้างความรู้ วิธีการใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ เพื่อได้เป็นแนวทางและเครื่องมือแก้ปัญหาในชีวิต

8.1.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้า ได้มีผู้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลาย ๆท่าน ดังนี้

โพลยา Polya George (1957) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความหมายที่ชัดเจนแต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

อดัมส์ เอลลิส และบีสัน Adam Sam (1977)ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษาคำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาจะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

เคนเนดี้ Kennedy Leonard M. (1984)ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ครูลิค และรูดมิค Krulik S. and Rudnick J.A. (1993) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา และคำตอบจะต้อง

เกี่ยวกับปริมาณในปัญหานั้นถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน แต่ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นคว้าหาวิธีการเพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ ที่ต้องการ

(ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537)ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์เดิมที่มีมาประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหาได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาสรุปได้ดังนี้

1) เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอยู่ในปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล

2) เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และอุปกรณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้

3) สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลาสถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกบุคคลหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

วัชรา เล่าเรียนดี (2548) และ สุวารี คงมั่น (2545) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้สอดคล้องกับ Polya George (1957) และ Gagne (1970)) คือ กระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด การสังเกต ประสบการณ์เดิม ของแต่ละบุคคลที่มีความความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม โดยอาศัยหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและการใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การคาดคะเนเหตุผล รวมทั้งทักษะการเข้าใจกับปัญหาคิดหาทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ทบทวนวิธีการแก้ปัญหาและประเมินผลแนวทางการแก้ปัญหาให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระกระบวนการหรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1) สถานการณ์ของปัญหาและความยากง่ายอย่างเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2) ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาได้

3) ข้อมูลที่มีความทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

4) ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน รัดกุมและเข้าใจง่าย

5) หาคำตอบได้หลายวิธีและอาจแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การเขียนแผนภาพ การจัดทำตาราง หรือการสร้างสมการ

6) มีความท้าทายต่อความสามารถและช่วยกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ต่าง ๆ และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อค้นหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

8.1.3 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จำเนียร ช่วงโชติ (2521) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการ คือ

1) ลักษณะของปัญหาที่มีผลต่อการแก้ปัญหา ได้แก่

1.1) จำนวนทางเลือกในการแก้ปัญหา

1.2) การแนะนำของผู้เสนอปัญหา

1.3) การเรียงลำดับปัญหา

1.4) ความคล้ายคลึงของปัญหาและคำตอบ

2) ลักษณะความแตกต่างของผู้แก้ปัญหา

2.1) ความสามารถทั่วไป เช่น ความสามารถในการคิด การตัดสินใจ

2.2) วัยผู้ใหญ่สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าเด็ก

2.3) เพศ ในบางปัญหา ชายกับหญิงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกัน

2.4) แรงจูงใจ ความต้องการที่จะแก้ปัญหา

2.5) บุคลิกภาพ ความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา

จรรจา สุวรรณทัต (2529) กล่าวถึงองค์ประกอบต่าง ๆที่มีความสำคัญต่อความ สามารถในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1) ระดับสติปัญญา องค์ประกอบทางพันธุกรรม บุคคลที่มีปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง

2) อารมณ์และแรงจูงใจของผู้เรียน เพราะประสบการณ์ทางอารมณ์บางอย่างอาจทำให้การแก้ ปัญหาบางเรื่องง่ายขึ้น เช่น ความสนุกสนานเพลิดเพลิน การมีแรงจูงใจทางบวก นอกจากนั้นการสอนและคำแนะนำจากครูหรือผู้ที่คอยชี้ให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาอาจช่วยกระตุ้นและจูงใจ
ให้บุคคลกระทำการแก้ปัญหาต่อไปโดยไม่ติดขัด

3) องค์ประกอบทางสภาพแวดล้อม เช่น การอบรมเลี้ยงดูและฝึกฝน เพราะผู้มีปัญญาดีทุกคนไม่ได้มีความสามารถเท่ากันหมดในด้านของการแก้ปัญหา ทั้งนี้เพราะถูกอบรมเลี้ยงดูมาแตกต่างกัน ในกรณีที่เด็กมีสติปัญญาดีและได้รับการอบรมเลี้ยงดูมาโดยวิธีที่ถูกต้อง ได้รับการสนับสนุนให้ใช้เหตุผลและให้เด็กมีโอกาสฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองตั้งแต่เยาว์วัย ช่วยให้เขาได้ใช้ความสามารถในตนเองอย่างเต็มที่

4) โอกาสและประสบการณ์เรียนรู้ เด็กที่มีโอกาสหรือได้รับโอกาสในการใช้ความสามารถของตนในการแก้ปัญหาและตัดสินใจมาตั้งแต่เล็กๆ โดยเริ่มจากครอบครัว จนกระทั่งเติบโตขึ้น อยู่ในโรงเรียนและสถาบันการศึกษาระดับสูงต่อเนื่องกันมาโดยตลอด ก็เป็นที่เชื่อแน่ว่าเด็กนั้นจะเติบโตมีทักษะและความ สามารถในการรู้คิดและลงมือกระทำต่อการแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจเรื่องต่างๆได้

5) สังคมและสื่อมวลชน เช่น การโฆษณา อาจมีผลทำให้เกิดการตัดสินใจในการแก้ปัญหาด้วย ตนเองมาตั้งแต่เยาว์วัย อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับความยากง่ายของสถานการณ์ปัญหาที่พบประกอบกับความสอดคล้องของปัญหากับแรงจูงใจของผู้แก้ปัญหา และจำนวนปัญหาก็มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาด้วย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญประกอบด้วย

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เพราะนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง แต่ปัญหาส่วนใหญ่อยู่ในรูปข้อความที่เป็นตัวอักษร เมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องอ่านทำความเข้าใจโดยแยกประเด็นที่สำคัญของปัญหาออกมาให้ได้ว่า ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง และปัญหาต้องการหาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการแก้ปัญหาการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนคติและข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2) ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำบ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน ได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีต่าง ๆเพื่อ

นำมาใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยหรือไม่ สามารถแยกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้ นักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3) ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือได้ว่าไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล นักเรียนต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์ และวิธีพิสูจน์แบบต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

4) แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคยและไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ผู้แก้ปัญหาจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อให้ได้คำตอบ นักเรียนจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่างๆในการเรียนการสอน

5) ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุวร กาญจนมยูร (2542) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

1) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคา ต่าง ๆ ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีความหมายอย่างไร

2) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความเข้าใจ เป็นขั้นตีความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบ

3) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีทักษะในการ บวก ลบ คูณและหารได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

4) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการแสดงวิธีทำครูผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกการอ่าน ย่อความจากโจทย์แต่ละตอน โดยเขียนสั้น ๆ รัดกุมและมีความชัดเจน

5) องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทุกคนจากง่ายไปยาก กล่าวคือเริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่างหรือเลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูก่อน แล้วจึงไปฝึกทักษะจากหนังสือเรียนต่อไป

Polya George (1957) ได้กล่าวว่า สิ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาข้อนั้นแล้วจะต้องสามารถจับความได้ว่าโจทย์ปัญหาข้อนั้นต้องการให้หาคำตอบเกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขหรือข้อกำหนดอย่างไรบ้าง

2) ความสามรถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดไว้และประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3) ความสามารถในการแปลงสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์

4) ความสามารถในการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา

5) ความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวนและตัวเลข ตลอดจนมีทักษะในการคำนวณต่างๆ

6) ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้มั่นใจว่าคำตอบที่คำนวณได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์

Clyde (1967) กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังนี้

1) วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

2) ความสามารถในการอ่าน

3) สติปัญญา

Heimer and Trueblood (1977) กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) เทคนิคการรู้คำศัพท์ ช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา ครูอาจช่วยฝึกฝนให้นักเรียนมีความรู้คำศัพท์เพิ่มมากขึ้น โดยการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้คำศัพท์

2) ทักษะการคิดคำนวณ ครูควรช่วยฝึกนักเรียนด้านนี้ เช่น ฝึกคิดคำนวณในใจ

3) การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

4) การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

5) การคาดคะเนคำตอบ

6) การเลือกใช้วิธีจัดกระทำกับข้อมูลอย่างถูกต้อง

7) ความสามารถในการข้อมูลเพิ่มเติม

8) การแปลความหมายของโจทย์

Baroody (1993) กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ

1) องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนมติและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2) องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Effective Factor) เป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน

3) องค์ประกอบด้านการสังเคราะห์ความคิด (Metacognitive Factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและจะติดตาม ควบคุมทรัพยากรเหล่านี้ได้อย่างไรจากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักวิชาการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่สำคัญคือ ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น และระดับสติปัญญาของผู้แก้ปัญหาว่ามีทักษะในการแก้ปัญหามากน้อยเพียงใด

8.1.4 ปัจจัยที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Adam Sam (1977) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ด้าน

1) สติปัญญา (Intelligence) การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา องค์ประกอบของสติปัญญาที่มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา คือ องค์ประกอบทางปริมาณ (Quantitative Factors) ดังนั้นนักเรียนบางคนอาจมีความสามารถในองค์ประกอบทางด้านภาษา (Verbal Factors) แต่อาจด้อยในความสามารถที่ไม่ใช่ภาษาหรือทางด้านปริมาณ

2) การอ่าน (Reading) เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสาหรับการแก้ปัญหา เพราะการแก้ปัญหาต้องอ่านอย่างรอบคอบ อ่านอย่างวิเคราะห์อันจะนำไปสู่การตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร มีนักเรียนจำนวนมากที่มีความสามารถในการอ่านแต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

3) ทักษะพื้นฐาน (Basic Skills) หลังจากวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและตัดสินใจว่าทำอะไรแล้ว ก็ยังเหลือขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม นั่นคือ นักเรียนจะต้องรู้การดำเนินการต่าง ๆ ที่จำเป็น ซึ่งก็คือ ทักษะพื้นฐานนั่นเอง

Heddens and Speer (1992) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลว่าขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบต่อไปนี้

1) รูปแบบการรับรู้

2) ความสามารถภายในตัวบุคคล

3) เทคนิคการประมวลผลข้อมูล

4) พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

5) ความต้องการที่จะหาคำตอบ

6) ความมั่นใจในความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

สถานการณ์ปัญหาก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา Krulik S. and Rudnick J.A. (1993) กล่าวว่าปัญหาที่นำมาเป็นสื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาว่าควรเป็นปัญหาที่ดีซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะอย่างน้อย 1 ข้อต่อไปนี้

1) เป็นปัญหาที่น่าสนใจ และท้าทายความสามารถของนักเรียน

2) เป็นปัญหาที่ต้องการการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสังเกต

3) เป็นปัญหาที่เตรียมโอกาสสำหรับการอภิปรายและมุ่งให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน

4) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับความเข้าใจมโนมติทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์

5) เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการหรือ การกำหนดรูปทั่วไปของปัญหา

6) เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีผลลัพธ์ได้หลายอย่างในขณะเดียวกันการจัดบรรยากาศในห้องเรียนก็ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเช่นกัน

Gonzalez (1994) ได้ให้ความคิดเห็นไว้ว่าบรรยากาศที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาจะต้องเป็นบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนรู้สึกสะดวกสบายในการแสดงแนวคิด ไม่เข้มงวดเอาจริงเอาจังจนเกิดความตึงเครียด เพราะถ้านักเรียนเกิดความรู้สึกกลัวในสิ่งที่ทำ ผิดพลาดหรือกลัวถูกหัวเราะเยาะจากเพื่อน นักเรียนจะไม่กล้าซักถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ฉะนั้นครูจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการ สำรวจ สืบค้น ให้เหตุผลและสื่อสารกันเวลานับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องมีเวลาเพียงพอในการแก้ปัญหา แต่ละคนต้องการเวลาในการแก้ปัญหาไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในกาแก้ปัญหา (Reye , Suydum and Lindquist, 1992) กล่าวถึงการใช้เวลาในการแก้ปัญหาว่า ในการแก้ปัญหาปัญหาหนึ่ง นักเรียนใช้เวลาทำความเข้าใจปัญหา สำรวจหาแนวทางในการแก้ปัญหาและตรวจสอบคำตอบที่ได้ โดยเฉพาะปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีการแก้ปัญหา ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นอีก ดังนั้นการให้เวลาที่เหมาะสมจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา สอดคล้องกับความคิดของ (Lester, 1994) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างช้า ๆ และใช้เวลายาวนานพอ ซึ่งนักเรียนต้องแก้ปัญหามาก ๆ จากสถานการณ์ที่ได้รับการวางแผนไว้อย่างเป็นระบบ

ลักษณะการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ลักษณะการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนจะเป็นทั้งแบบจัดเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น กลุ่มย่อยและแบบรายบุคคล Thiessen and others (1989) กล่าวว่า กลุ่มใหญ่จะใช้เพื่อแนะนำหรืออภิปรายยุทธวิธีใหม่ รายบุคคลเพื่อฝึกความชำนาญกลุ่มย่อยจะเป็นการรวมเอาจุดดีของกิจกรรมกลุ่มใหญ่และแบบรายบุคคล ซึ่งกลุ่มย่อยนี้นักเรียนทุกคนจะมีส่วนร่วมในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเต็มที่ ได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ประสบความสำเร็จและมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนและยังพบอีกว่ากลุ่มย่อยสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ารายบุคคล

จากแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักวิชาการที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้เกิดขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับสติปัญญาของผู้เรียน ทักษะพื้นฐานทางการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน การจัดบรรยากาศในชั้นเรียนของครูผู้สอน และระยะเวลาในการแก้ปัญหา

8.1.5 การพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2533) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1) ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน

2) ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาถ้ามีไม่เพียงพอครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว

3) ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา

4) ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลางและง่ายเพื่อให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้แก่นักเรียน

5) ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้นๆหรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไรและโจทย์กำหนดอะไรมาให้

6) ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

7) ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผังในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้

8) ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้น ๆออกเป็นปัญหาย่อย ๆ

9) ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆรวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการคิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

10) ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยหรือให้นาปัญหามาเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดกัน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา และนำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสรุปได้ดังนี้

1) การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาสามารถทำได้โดย

1.1) การพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกการอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบ โดยอาจฝึกเป็นรายบุคคลหรือฝึกเป็นกลุ่ม อภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหาความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียงหรือความมากเกินไปของข้อมูลที่กำหนดให้

1.2) การใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพหรือสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆของปัญหา จะทำให้ปัญหาเป็นรูปธรรมมากขึ้นสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.3) การใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนฝึกเพื่อทำความเข้าใจเช่นการนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอ มาให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่า ข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดใช้ได้บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา สามารถทำได้โดย

2.1) ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่างๆที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ หยุดใช้คำถามเมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2.2) ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมาดังๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่นๆทราบว่าตนเองคิดอะไร การคิดออกมาดังๆอาจอยู่ในรูปการบอก หรือเขียนแผนภาพและแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอน การคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3) ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดๆเสมอ เพราะจะทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้นๆ ควรเน้นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4) ควรจัดหาปัญหามาให้นักเรียนฝึกบ่อยๆซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจ

2.5) ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา แต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด และจะมีโอกาสฝึกการวางแผนมากขึ้น

3) การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาดำเนินการตามแผนที่วางไว้และควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้และพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้น ๆหรือไม่

4) การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผลคำตอบ สามารถทำได้โดย

4.1) ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างให้

4.2) ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ว่ามีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

4.3) ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธีเพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้นั้นกับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้อีก

4.4) ควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่น ๆ ได้

Bitter (1990) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1) ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน

2) ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน

3) ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าโจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ

4) ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ

5) การให้ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซากไม่ท้าทายความสามารถ

6) ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาบ่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7) ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลาย ๆวิธี ในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้

8) ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้นๆ

9) ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่

10) ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

11) ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้จากแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักวิชาการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ครูผู้สอนควรกำหนดปัญหาที่น่าสนใจ มีความหลากหลาย ให้อิสระแก่นักเรียนในการคิดหาวิธีแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา

8.1.6 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อาภา ถนัดช่าง (2534) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1) ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้เด็กมีอิสระ กล้าคิด กล้าแสดงออก เพราะการคิดหรือกล้าแสดงออกเหล่านี้จะช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนดียิ่งขึ้นทั้งในแง่ของสติปัญญาและอารมณ์หรือปมทางจิตต่างๆ ซึ่งครูควรหาวิธีส่งเสริมและช่วยเหลืออย่างเหมาะสมต่อไป

2) การให้เด็กคิดแก้ปัญหาได้อย่างฉลาดนั้น จะต้องอาศัยสิ่งเร้าหรือการกระตุ้นที่ดี คือมีการเสนอปัญหาหรือประเด็นให้คิด ท้าทาย น่าสนใจและเหมาะสมกับวัยของเด็ก ครูอาจให้ความรู้ในรูปของข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาหาทางเลือก แต่ในขั้นตัดสินใจควรให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเอง แม้การตัดสินใจนั้นจะผิดพลาดเพื่อให้เด็กรับผิดชอบตนเองและรู้จักควบคุมตนเองต่อไป

Driscoll (1983) กล่าวว่าครูจะต้องมีบทบาทในการสอนการแก้ปัญหา คือ

1) ครูต้องออกแบบปัญหาเพื่อการแก้ปัญหา

2) ครูต้องสอนปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาโดยตรง

3) ครูต้องกระตุ้นให้เกิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4) ครูต้องให้ความสำคัญกับกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Schoenfeld (1989) ได้สรุปบทบาทครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1) ช่วยให้นักเรียนยอมรับความท้าทายว่า ปัญหาจะไม่ใช่ปัญหาจนกว่าเขาต้องการจะแก้มัน

2) สร้างบรรยากาศที่สนับสนุนการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่ตกอยู่ในความกลัว

3) ให้นักเรียนได้ทำงานในแนวทางของตนเองเพื่อหาคำตอบ โดยครูช่วยเท่าที่จำเป็น แต่ไม่ใช่การบอกคำตอบจากแนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักวิชาการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ครูควรสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนับสนุนการคิดแก้ปัญหา กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมกับกับวัยของผู้เรียน แต่สอดคล้องกับเนื้อหา และครูควรใช้คำถามที่ช่วยกระตุ้นความคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนอยู่ตลอด เพื่อฝึกให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

8.1.7 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวคิดในการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การวัดและการ ประเมินผลการเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งที่จำเป็นและสำคัญซึ่งชี้ให้ครูผู้สอน ผู้เรียนได้ทราบว่าในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนการสอนประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด ในมาตรฐานการประเมินของ NCTM มาตรฐานที่ 5 : ระบุว่า การประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เป็นการจัดหาหลักฐานร่องรอยที่นักเรียนสามารถ 1) สร้างปัญหา 2) ประยุกต์ใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหา 3) แก้ปัญหา 4)ตรวจสอบความถูกต้องและอธิบายตีความหมายของผลลัพธ์ 5) สร้างรูปทั่วไปของคำตอบ (NCTM,1989 : 209 อ้างถึงในปรีชา (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537)

สิริพร ทิพย์คง (2537) อ้างถึงใน อัญชุลี พันธ์เครือบุตร (2544) ได้เสนอแนะว่า การวัดผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรเป็นการชี้ให้นักเรียนได้เห็นพัฒนาการในด้านการเรียนของตนเอง โดยครูใช้การวัดแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็นการวัดที่แสดงให้เห็นความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่ามีความสามารถหรือได้เรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด โดยไม่นำความสามารถไปเปรียบเทียบกับกลุ่มแต่อาจมีเกณฑ์มาตรฐานกำหนดอย่างชัดเจนว่า ต้องการให้นักเรียนมีความสามารถมากน้อยเพียงใดส่วนการประเมินผล นอกจากดูคะแนนสอบของนักเรียนแล้ว ครูควรดูผลจากการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนระหว่างเรียน การตอบคำถาม การร่วมกิจกรรมของนักเรียนและการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างเรียน การสัมภาษณ์นักเรียน ทั้งนี้เพราะคะแนนสอบอย่างเดียวไม่ได้บ่งชี้ความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้น แนวโน้มการวัดและประเมินผลการเรียน ควรมีลักษณะดังนี้

1) แบบทดสอบควรเน้นกระบวนการคิดการได้มาซึ่งคำตอบสำคัญกว่าคำตอบที่นักเรียนคิดได้

2) แบบทดสอบที่ใช้ควรเป็นอัตนัยที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา

3) ครูควรมีการวินิจฉัยความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนการสอนเนื้อหาใหม่การประเมินผลงานที่นักเรียนทำ โดยครูมอบหมายโครงการเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนร่วมกันรับผิดชอบทำ เป็นกลุ่ม เมื่อนักเรียนทำโครงการเสร็จแล้วครูควรให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มประเมินผลการทางานของตนเองและสมาชิกภายในกลุ่มโดยการให้คะแนน และครูประเมินผลงานที่นักเรียนทำด้วยแล้วนำผลการประเมินของแต่ละกลุ่มมาสรุป โดยพิจารณาจากคะแนนที่นักเรียนประเมินตนเอง คะแนนที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มประเมินให้เพื่อนสมาชิกและการประเมินของครู ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจจะได้คะแนนไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลงานของตนเองนอกจากนี้ Charles , Lester and O.Daffer (1987) อ้างถึงใน นวลละออง ปิริยะ (2551) Lester and Kroll (1991) อ้างถึงใน นวลละออง (2551)

ปิริยะ (2551) ได้เสนอแนะวิธีการประเมินในชั้นเรียนว่าสามารถประเมินได้อีกหลายวิธีดังนี้

1) การสังเกตและสอบถามนักเรียน ขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะ กระบวนการคิด เจตคติและความเชื่อ ซึ่งการสังเกตสามารถทำได้ทั้งอย่างไม่เป็นทางการ ขณะเดินดูการปฏิบัติงานของนักเรียน และการสังเกตอย่างเป็นทางการจากการสัมภาษณ์ การเลือกคำถามขณะทำการสังเกตนับเป็นสิ่งสำคัญ เช่น ถามเพื่อกระตุ้นให้คิด ถามเพื่อชี้แนะ ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ครูควรบันทึกการสังเกตโดยอาจบันทึกลงใน บัตรบันทึกแบบสำรวจรายการ แบบประมาณค่าหรือแบบบันทึกการสังเกต การสังเกตเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการคิดและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2) การตรวจผลงาน เป็นการพิจารณาถึงกระบวนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาว่านักเรียนดำเนิน การแก้ปัญหาอย่างไร ไม่ได้ให้ความสำคัญของผลลัพธ์ที่ได้เป็นหลัก มีวิธีการตรวจผลงานนักเรียนที่สำคัญ 2 วิธี คือ การตรวจให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา (Analytic Scoring)เป็นการตรวจให้คะแนนโดยกำหนดระดับการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาและตรวจให้คะแนนภาพรวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนภาพรวมของผลงานแก้ปัญหา ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดที่สัมพันธ์ในกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ให้ค่าคะแนนหนึ่งสำหรับผลการแก้ปัญหาทั้งหมด ซึ่งต่างจากการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา

3) การประเมินจากการเขียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การประเมินจากการเขียน สามารถพิจารณาได้จาก 3 ลักษณะ คือ

3.1) การเขียนรายงานผลของตนเอง (Self-reports) เหมาะสำหรับใช้ประเมินความรู้สึกและความเชื่อถือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มากกว่าที่จะวัดจากพฤติกรรมการแสดงออก ควรใช้การเขียนรายงานผลของตนเองประกอบแบบประเมินแบบอื่นๆ

3.2) การเขียนรายงานในชั้นหรือการบ้าน เหมาะที่จะใช้ประเมินความเข้าใจในมโนมติทางคณิตศาสตร์และใช้เป็นข้อมูลสาหรับครูในการวางแผนบทเรียนต่อไป

3.3) การเขียนในการสอบ ส่วนใหญ่แล้วการเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มักจะเป็นการเขียนการทดสอบ

4) ประเมินจากผลงานที่เก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มข้อมูลส่วนบุคคล โดยปกติแล้วแฟ้มข้อมูลส่วนบุคคลจะรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากการสอบ จากการบ้านและผลงานอื่น ๆ ที่เป็นจุดสำคัญที่จะนำมาประเมินผลรวมสุดท้ายให้ให้เกรด

5) แบบสอบ โดยทั่วไปมักจะเน้นให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา ไม่ได้เน้นถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหา ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน จึงควรเน้นที่จะกำหนดข้อคำถามที่มุ่งประเมินกระบวนการคิดการแก้ปัญหาด้วยจากแนวคิดการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่ามี 5 แบบ ได้แก่ การสังเกตและสอบถามนักเรียน การตรวจผลงาน การประเมินจากการเขียน การประเมินจากผลงานที่เก็บรวบรวมในแฟ้มข้อมูลส่วนบุคคล และการทำแบบทดสอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกการวัดและประเมินผลโดยการทำแบบทดสอบ

6) เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้คะแนนจำเป็นต้องสร้างเกณฑ์หรือแนวทางในการให้คะแนน การให้คะแนน คือการตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จ หรือมีระดับความสำเร็จในขั้นต่าง ๆ กัน หรือมีผลงานเป็นอย่างไร การให้คะแนนมีเกณฑ์ดังนี้

6.1) การให้คะแนนภาพรวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนชิ้นงานโดยดูภาพรวมของชิ้นงาน

6.2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring) เพื่อให้การมองคุณภาพหรือความสามารถของนักเรียนมีความชัดเจน จึงมีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและอธิบายคุณภาพของผลงานเป็น 4 ด้าน คือ

6.2.1) ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในการแก้ปัญหา

6.2.2) การสื่อความหมาย คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยายเหตุผลแนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

6.2.3) การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2.4) ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำ หรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

สิริพร ทิพย์คง (2533) กล่าวถึง คะแนนเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหา มีดังนี้

1) ความเข้าใจปัญหา

0 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง

2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง

2) การเลือกวิธีการแก้ปัญหา

0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับเลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสามารถเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

0 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง

4) การตอบ

0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

1 คะแนน สำหรับการตอบคำถามที่ไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์ผิด

2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

5) การให้คะแนนในภาพรวม เป็นการมองผลผลิตการแก้ปัญหาทั้งหมด โดยกำหนดในช่วง 0-4 คะแนน ดังนี้

0 คะแนน เมื่อกระดาษว่างเปล่าหรือมีข้อมูลง่ายๆ แต่ไม่ปรากฏหลักฐานการคิดคำนวณมีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ

1 คะแนน เมื่อมีร่องรอยปรากฏว่าพบวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหาให้เห็นว่ามีความเข้าใจปัญหา มีร่องรอยการแสดงยุทธวิธีในการหาคำตอบที่เหมาะสมแต่ไม่สำเร็จ

2 คะแนน เมื่อแสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่คำนวณผิดพลาด และร่องรอยปรากฏว่ามีความเข้าใจปัญหา แต่ไม่แสดงการแก้ปัญหาเพียงพอที่จะค้นพบคำตอบได้ หรือ ใช้วิธีการคำนวณผิดพลาดจึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนพบคำตอบของปัญหาย่อยแสดงวิธีทำได้ถูกต้องแต่กระบวนการทำงานไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงให้เห็นกระบวนการทำงาน

3 คะแนน เมื่อมีเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่เข้าใจผิดพลาดบางส่วนทำให้คำตอบผิดพลาดในบางส่วนทำให้คำตอบผิด มียุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมแต่คำ ตอบผิดโดยไม่ปรากฏเหตุผล หรือ มีคำ ตอบบางส่วนถูกต้อง แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่การแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์

4 คะแนน เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาผิดพลาดเล็กน้อยและความผิดพลาดนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลอื่น ๆ นักเรียนแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ได้คำตอบถูกต้อง

6) การให้คะแนนแบบประเมินค่า เป็นวิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาของนักเรียนที่แสดงการคิดคำนวณโดยการให้คะแนนตามอัตราส่วนของการคิดคำนวณ คะแนนอยู่ในช่วง 0-4 คะแนนมีหลักเกณฑ์ คือ ถ้าคิดคำนวณได้ถูกต้องสมบูรณ์ได้ 4 คะแนน ถ้าไม่ถูกต้องสมบูรณ์คะแนนจะลดลงตามลา ดับ ก่อนการให้คะแนนด้วยวิธีการประเมินค่าจะต้องตั้งเกณฑ์ให้คะแนนไว้ก่อนจึงจะยุติธรรม แต่ถ้าครูที่มีประสบการณ์น้อยไม่ควรใช้วิธีการประเมินค่า เพราะการให้คะแนนนั้นครูต้องตอบได้ว่านักเรียนคิดคำนวณได้มากน้อย สมบูรณ์อยู่ในระดับใด หากครูขาดประสบการณ์อาจทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่ายจากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยสรุปได้ว่าเกณฑ์ในการให้คะแนนมี 2 แบบที่สำคัญ คือการให้คะแนนภาพรวมและการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ คือให้คะแนน 1 – 3 คะแนนในประเด็นการกำหนดปัญหาจากโจทย์ การเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ

8.1.8 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

(สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2527) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหามีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับแก้ปัญหาหรือไม่ สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดอาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขโจทย์ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan) ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่างๆ ชัดขึ้น เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ถาม กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนการแก้ปัญหาดังนี้

1) โจทย์ลักษณะนี้เคยพบเห็นหรือไม่ คล้ายกับโจทย์ที่ทำมาแล้วอย่างไร

2) เคยพบโจทย์ลักษณะนี้เมื่อไร และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

3) ถ้าอ่านโจทย์ครั้งแรกไม่เข้าใจ ควรอ่านอีกครั้ง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยพบมาก่อน

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) ลงมือปฏิบัติตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ โดยเลือกวิธี บวก ลบ คูณ หรือหารมาใช้

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้กระบวนการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่

กรมวิชาการ (2545) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาได้ ดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลใดบ้างที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรายการ การเขียนภาพ การสร้างตาราง การคิดย้อนหลัง และวิธีอื่นๆ

2) การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้อมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ สร้างตาราง เขียนแบบแผน ลำดับขั้นตอนการคิด และวิธีอื่นๆ

3) การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มาประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทาการคิดคำนวณ และวิธีอื่นๆ

4) การตรวจคำตอบ เป็นขั้นนี้ต้องพิจารณาว่า ได้แก้ปัญหาเรียบร้อยครบถ้วนหรือไม่ประกอบด้วยวิธีคิด การคิดย้อนใหม่ตั้งแต่ต้น และวิธีอื่นๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

9.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

9.1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นสมรรถภาพในด้านต่างๆที่นักเรียนได้จากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

Good (1973) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จ (Accomplishment)หรือประสิทธิภาพทางด้านการกระทำที่กำหนดให้ หรือในด้านความรู้ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงการได้มาซึ่งความรู้ (Knowledge attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

Wehmeier (2000) ได้ให้ความหมายไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่างๆ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 3 ส่วนคือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านอื่นๆ

ชวาล แพรัตกุล (2517) ให้ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมอง นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรประกอบด้วยสิ่งสำคัญอย่างน้อยสามสิ่ง คือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้จากการอบรมสั่งสอนของครู แบบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะทำหน้าที่วัดว่าเด็กเรียนรู้มากน้อยเพียงใด และครู ได้ใช้เนื้อหาวิชาไปกระตุ้นสมองเด็กให้งอกงามตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้มากน้อยเพียงใด โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์(Achievement test) ซึ่งหมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดประมาณความรู้ ความสามารถทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่เด็กได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ได้มากน้อยเพียงใด

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2536) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าหมายถึงคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ที่บุคคลได้รับ ทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง หลังจากเรียนรู้เรื่องนั้นๆ แล้วผู้เรียนมีความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใดมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ เพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2543) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูว่าผู้เรียนมีความสามารถหรือสัมฤทธิ์ผลในแต่ละรายวิชามากน้อยเพียงใด ผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียน หรือตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุง และพัฒนาการสอนของครูให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การที่จะทำให้ผลการทดสอบมีความถูกต้อง เที่ยงตรงเชื่อถือได้นั้นจะต้องใช้แบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพซึ่งผ่านการสร้างอย่างถูกต้องตามหลักวิชา

ล้วน สายยศ และอังคณา สายย (2539) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงใดนั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์ยึดเนื้อหาวิชาเป็นหลัก เช่น คณิตศาสตร์อาจมีเนื้อหา การบวก การลบ การคูณการหาร เศษส่วน เซต ความเป็นไปได้ บัญญัติไตรยางศ์ ฯลฯ การ

สอบวัดความรู้หลังจากเรียนเนื้อหาที่กำหนดให้ภาคเรียน หรือในชั้นหนึ่งๆ เป็นการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวลิต ชูกำแพง (2551) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากคะแนนผลการเรียนรู้ที่วัดโดยใช้แบบทดสอบ

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือจากการสอนจึงเป็นการตรวจสอบความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถชนิดใด

สุดาวัลย์ ใจภักดี (2555) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนโดยการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของบลูม (Bloom) ได้แก่ด้านความรู้ความจำด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์และด้านการประเมินค่าที่วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความรู้ความสามารถที่แสดงออกในรูปของความสำเร็จ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

9.2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

9.2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เพ็ญจันทร์ เงียบประเสริฐ (2543) อ้างอิงมาจาก Wilson (1971) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive) ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากแนว ความคิดของวิลสันอาจกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก็คือ ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประเมินพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกมาเป็นระดับความสามารถนั่นเอง และเขายังได้แบ่งพฤติกรรมทางสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยอิงลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านพุทธพิสัยของบลูม (Bloom’s Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับได้แก่

1) ความรู้ความจำด้านการคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว เป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับพื้นฐานแรกสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น ดังนี้

1.1) ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Facts) เป็นความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียน ได้สะสมมาเป็นระยะเวลานาน

1.2) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกถึงศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ คำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อม แต่ไม่ต้องอาศัยการคำนวณหรือความรู้อื่นมาช่วย

1.3) ความรู้ในกระบวนการคำนวณ (Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงนิยามหรือกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคำนวณตามกระบวนการที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายตัวอย่าง ผู้เรียนไม่ต้องพบความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2) ความเข้าใจ (Comprehention) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ เป็นพฤติกรรมที่ถัดจากความรู้ด้านการคำนวณ แบ่งได้เป็น 6 ขั้นดังนี้

2.1) ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Concepts) เป็นความสามารถในการนำข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาประมาณเข้าเป็นความคิดรวบยอด ซึ่งจะต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของความคิดรวบยอดนั้น โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ขึ้นมาใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน

2.2) ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปอ้างอิงทั่วไป (Principles, Rule and Generalizations) พฤติกรรมขั้นนี้เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดไปสัมพันธ์กับปัญหาได้

2.3) ความรู้ในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structure) คำถามที่วัดขั้นนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4) ความสามารถในการแปลงโจทย์จากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง (Transfrom Problem Elements) พฤติกรรมในขั้นนี้ เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นความข้อใหม่หรือภาษาใหม่ ซึ่งมีความหมายคงเดิม เช่น เปลี่ยนโจทย์ให้อยู่ในรูปของสมการที่มีความหมายเดิม โดยไม่รวม ถึงวิธีการหาคำตอบจากสมการเพื่อแก้ปัญหา

2.5) ความสามารถในการติดตามแนวเหตุผล (Follow a line of Reasoning) เป็นความ สามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป สามารถบอกได้ว่าผลสรุปในแต่ละข้อมาจากสาเหตุใด

2.6) ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ (Read and Interpret a problems) ความสามารถบอกว่าโจทย์ต้องการอะไร โจทย์กำหนดอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์กำหนดยังขาดส่วนใด รวมถึงการแปลความหมายข้อความ สมการ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนหรือคล้ายกับแบบฝึกหัด ผู้เรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ไม่ยากพฤติกรรม ในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้นได้แก่

3.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย (Solve Routine Problems) ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ด้านการคำนวณและความเข้าใจมาเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ต้องการออกมา

3.2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Make Comparisons) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ซึ่งอาจใช้วิธีการคิดคำนวณและความเข้าใจเพื่อใช้สรุปในการตัดสินใจ

3.3) ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Data) เป็นความสามารถในการจำแนกและตัดสินใจได้ว่าข้อมูลส่วนใดจำเป็นต่อการแก้ปัญหาโจทย์ และพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม สามารถแยกปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4) ความสามารถในการมองเห็นแบบแผน ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัย พฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปแบบปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการสำรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของสมรรถภาพทางสติปัญญาในการเรียน คณิตศาสตร์ ซึ่งรวมถึงพฤติกรรมในขั้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลของบลูม (Bloom) การค้นคว้าอย่างอิสระ การแก้ปัญหาที่ไม่เคยแก้มาก่อน ประสบการณ์เกี่ยวกับการค้นพบพฤติกรรมสร้างสรรค์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มีการถ่ายโยงไปยังสิ่งที่ไม่เคยทำมาก่อนการทดสอบระดับนี้ต้องอาศัยพฤติกรรมการหยั่งรู้โดยรวม (Heuristic Behavior) เป็นอย่างมาก วัตถุประสงค์สูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะอยู่ในระดับการวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 ขั้นดังต่อไปนี้

4.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Solve Nonroutine Problem) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ผู้เรียนไม่เคยเห็นมาก่อน ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดนิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2) ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการปัญหาไม่ใช้เพียงแต่นำเอาความสัมพันธ์เดิมที่จำได้มาใช้ในข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3) ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษาสื่อสารเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลโดยอาศัยนิยามสัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4) ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Criticize Proofs) เป็นความสามารถในการควบคุมกับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาด

4.5) ความสามรถในการสร้างและทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปอ้างอิงทั่วไป (Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้ในกรณีทั่วไปได้

9.2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทัศนีย์ ประสงค์สุข (2546) อ้างอิงมาจาก Bloom (1976) กล่าวว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีอยู่ 3 ตัวแปร คือ

1) พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด หมายถึง ความรู้ความสามารถ และทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีมาก่อน

2) คุณลักษณะทางจิตใจ แรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้แก่ ความสนใจในวิชาที่เรียน เจตคติต่อเนื้อหาวิชา และสถาบันให้การยอมรับความสามารถของตัวเอง เป็นต้น

3) คุณภาพการเรียนการสอน หมายถึง ประสิทธิภาพการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับ ได้แก่ คำแนะนำ การปฏิบัติและแรงเสริมของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้แก่ องค์ประกอบทางด้านตัวนักเรียน และองค์ประกอบทางด้านสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยจึงได้สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามจุดประสงค์ในบทเรียน ซึ่งสามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

10.1 งานวิจัยในประเทศ

ชวาลัย ชมดี (2551) ได้ศึกษา ผลการพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนแบบอุปนัยหรือนิรนัย ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัย มีประสิทธิภาพ 81.43/79.49 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์

ที่ตั้งไว้คือ 75/75 2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัย มีค่าเท่ากับ 0.602 หรือคิดเป็นร้อยละ 60.15 3) นักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

อรวรรณ พรมแก้ว (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมกระบวนการทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสันป่าตองวิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผนและขั้นการตรวจสอบผล นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ 2) ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนโดยเน้นการใช้คำถามปลายเปิดและการอภิปรายในชั้นเรียน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลอยู่ในระดับดี

วรสันต์ สิงหาอาจ (2555) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณญาณและการแก้ปัญหาระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ KWDL วิธีสอนแบบนิรนัยและวิธีสอนตามรูปแบบของ สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ความมุ่งหมายในงานวิจัยมี 4 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ KWDL 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบนิรนัย 3) เพื่อเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบของ สสวท. 4) เพื่อเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ KWDL วิธีการสอนแบบนิรนัยและวิธีการสอนตามรูปแบบของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL แบบนิรนัยและตามรูปแบบของ สสวท. อย่างละ 15 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแบบมี

วิจารณญาณ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ KWDL มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) การจัดจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบนิรนัยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
3) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนตามรูปแบบของ สสวท. มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 4) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ KWDL วิธีการสอนแบบนิรนัยและวิธีการสอนตามรูปแบบของ สสวท. มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

นพดล อุณหศิริกุล (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนตะกั่วป่า เสนานุกูล จังหวัดพังงา มีวัตถุประสงค์ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้ากับกลุ่มที่ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้ากับกลุ่มที่ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนตะกั่วป่า เสนานุกูล จังหวัดพังงา จำนวน 2 ห้อง จำนวน 80 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกาประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละแส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวน และการทดสอบค่าที ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าสูงกว่านักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าสูงกว่านักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมพล พวงสั้น (2559)ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบฝึกทักษะร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าสำหรับการหาปริพันธ์ วัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบฝึกทักษะร่วมกับชุดคำสั่งสำเร็จรูปของ

โปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องการหาปริพันธ์ และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการหาปริพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกทักษะร่วมกับชุดคำสั่งสำเร็จรูปของโปรแกรมจีดอจีบร้า ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ นักศึกษาสาขาวิชาเคมีและสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จำนวน 18 คน (คละความสามารถ) ด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แบบฝึกทักษะ 2) แบบทดสอบย่อย และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบฝึกทักาะร่วมกับชุดคำสั่งสำเร็จรูปของโปรแกรมจีโอจีบร้าเรื่องการหาปริพันธ์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.93/76.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 75/75 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การหาปริพันธ์ หลังเรียนด้วยแบบฝึกทักาะร่วมกับชุดคำสั่งสำเร็จรูปของโปรแกรมจีโอจีบร้าสูงกว่าก่อนเรียน อย่างีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

10.2 งานวิจัยตางประเทศ

Saha Ayub and Termizi (2010) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษา 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์สูง (High Visual Spatial Ability : HV) และกลุ่มที่ 2 กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์ต่ำ (Low Visual Spatial Ability : LV) รวมทั้งหมด 53 คน คน ในกลุ่มที่ 1แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยแรกได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าส่วนอีกกลุ่ม ได้รับการจัดกิจรมการเรียนรู้แบบปกติ และกลุ่มที่ 2 ก็ดาเนินการทำนองเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยโปรแกรมจีโอจีบร้ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษายังพบว่าในกลุ่มที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในกลุ่มที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยโปรแกรม จีโอจีบรามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Zengin, Furkan and Kutluca (2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 51 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า (GeoGebra Software in Computer Assisted Teaching Method) ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist Instruction) ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

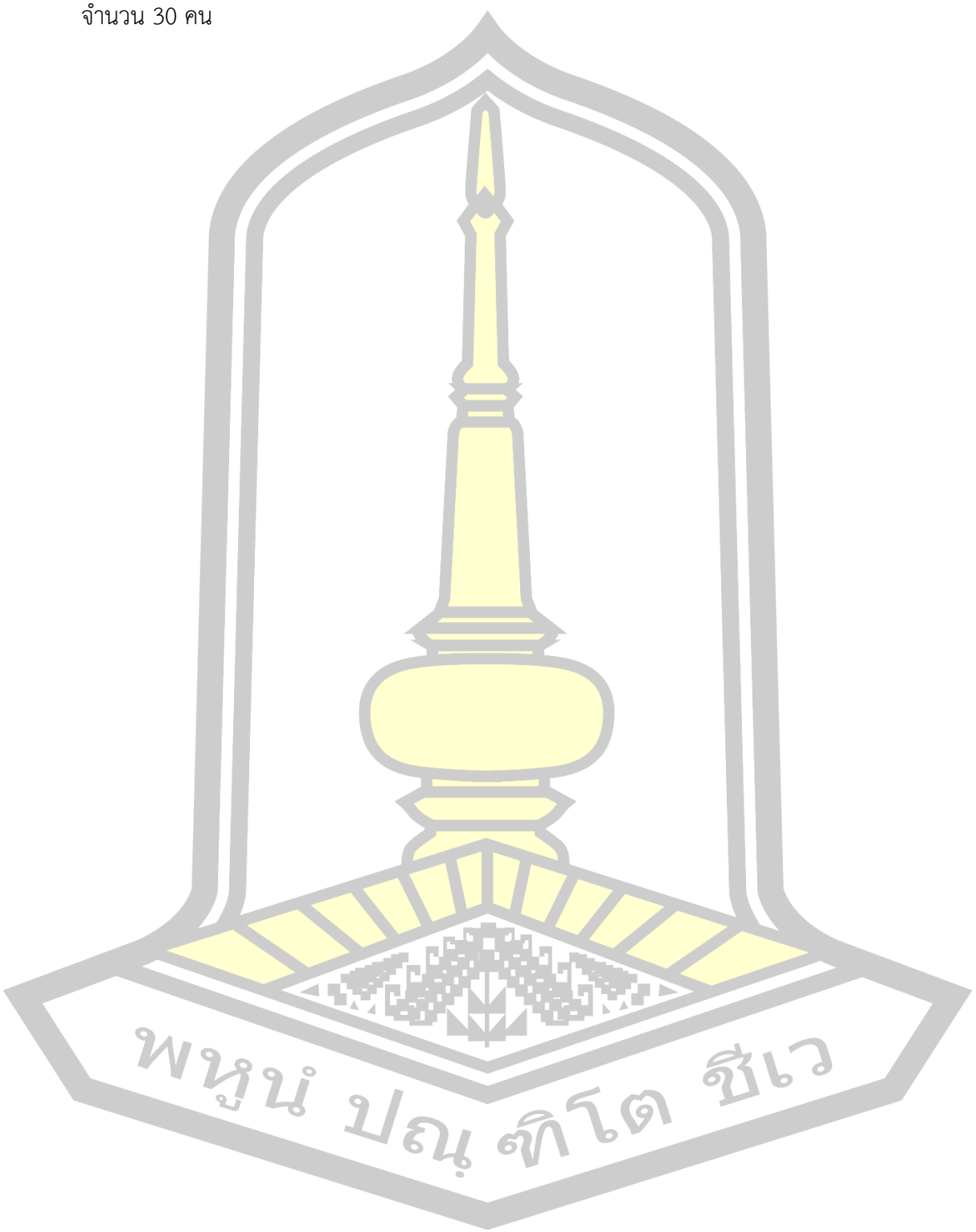
Zulnaidi and Zakaria (2012) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าที่มีต่อความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) และความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Procedural Knowledge) เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษาจากประเทศอินโดนีเซีย ทั้งหมด124 คน 60 คน เป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า และ 64 คนเป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และความรู้เกี่ยวกับวิธีการของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Shadaan and Leong (2013) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจีโอจีบร้าและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติและความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมจีโอจีบร้า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาในมาเลเซียจานวน 53 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม 25 คน และกลุ่มทดลอง28 คน ผลปรากฏว่า ในข้อคำถามแต่ละข้อนักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มี ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Arbain and Shukor (2014) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจีโอจีบร้าและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติและความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมจีโอจีบร้า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาในมาเลเซียจำนวน 62 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม 32 คน และกลุ่มทดลอง 30 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมจีโอจีบร้าสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนเรียนรู้แบบนิรนัย ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้เพิ่มขึ้นพร้อมกันนั้นก็ได้นำแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยาและเทคนิค KWDL เพื่อช่วยให้นักเรียนฝึกใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบและในการสร้างสื่อการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มองคณิตศาสตร์ให้เข้าใจได้ง่ายและช่วยในการตรวจสอบคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้นำโปรแกรมจีโอจีบร้ามาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อพัฒนาการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 จำนวน 30 คน



บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ตามหัวข้อต่อไปนี้

1.กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย
2.เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.รูปแบบของการวิจัย
4.การดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5.การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
6.การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
7.สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย

1.กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 30 คน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนแบบทดสอบวัดความ สามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 60 จำนวน 28 คน และสูงกว่าเกณฑ์ 2 คน รวม 30 คน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ผลคะแนนสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์คะแนนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนปรากฏดังตารางดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6

เลขที่	คะแนน (40)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60
1	11	ไม่ผ่าน
2	8	ไม่ผ่าน
3	10	ไม่ผ่าน
4	9	ไม่ผ่าน
5	13	ไม่ผ่าน
6	12	ไม่ผ่าน
7	12	ไม่ผ่าน
8	15	ไม่ผ่าน
9	25	ผ่าน
10	24	ผ่าน
11	18	ไม่ผ่าน
12	14	ไม่ผ่าน
13	13	ไม่ผ่าน
14	18	ไม่ผ่าน
15	15	ไม่ผ่าน
16	19	ไม่ผ่าน
17	18	ไม่ผ่าน
18	16	ไม่ผ่าน
19	20	ไม่ผ่าน

เลขที่	คะแนน (40)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60
20	17	ไม่ผ่าน
21	12	ไม่ผ่าน
22	14	ไม่ผ่าน
23	18	ไม่ผ่าน
24	14	ไม่ผ่าน
25	15	ไม่ผ่าน
26	13	ไม่ผ่าน
27	21	ไม่ผ่าน
28	14	ไม่ผ่าน
29	20	ไม่ผ่าน
30	21	ไม่ผ่าน

จากตาราง 1 นักเรียนในกลุ่มที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 มีจำนวนทั้งสิ้น 28 คน และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 2 คน ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์และผ่านเกณฑ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ตัวแปรที่ศึกษา

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบรบือวิทยาคาร พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 11 แผนการจัดการเรียนรู้

4. ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ช่วงวันที่ 24 เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2562 ถึง 7 เดือน มีนาคม พุทธศักราช 2563

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ ดังนี้

1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมโปรแกรมจีโอจีบร้า วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 11 แผน จำนวน 11 ชั่วโมง

2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ

3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัยจำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ

4) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละชั่วโมง จำนวน 11 ชั่วโมง

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โดยจะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษาตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติคือ ในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้นผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น รวมกับสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนแนวคิด และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต ว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงาน เพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอนตามรูปแบบแนวคิดของ เคมมิส และแม็คแทกการ์ท ประวิต เอราวรรณ์ (2545) อ้างอิงมาจาก Kemmis and McTaggart (1998) ซึ่งดำเนินตามวงจรปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1) สำรวจและสังเกตถึงปัญหาในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ สามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร กำหนดเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย

3) ดำเนินการสร้างเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วนำเครื่องมือในงานวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อย เสนอต่อที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อรับคำปรึกษาพร้อมแก้ไขเมื่อที่ปรึกษาตรวจสอบเรียบร้อยแล้วนำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้อง และ ความถูกต้องของผลการเรียนรู้ ตลอดจนการใช้ภาษาที่ถูกต้องเมื่อ

ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้วผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือในงานวิจัยให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เช่น ปรับตัวอย่างในเนื้อหาให้มีความหลากหลาย ยกประเด็นปัญหาให้น่าสนใจ เมื่อปรับแก้แล้วจากนั้นจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ จำนวน 11 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ใช้การจัดการเรียนรู้เรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

ตารางที่ 2 ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้ในการปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	**เรื่อง**	**วันที่ใช้**	**เวลา (ชั่วโมง)**
1	การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	3 กุมภาพันธ์ 2563	1
	การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก	4 กุมภาพันธ์ 2563	1
	การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่	5 กุมภาพันธ์ 2563	1
	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม	6 กุมภาพันธ์ 2563	1
2	มัธยฐาน	11 กุมภาพันธ์ 2563	1
	ฐานนิยม	12 กุมภาพันธ์ 2563	1
	ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต	13 กุมภาพันธ์ 2563	1
	ค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก	17 กุมภาพันธ์ 2563	1
3	การหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล	24 กุมภาพันธ์ 2563	1

วงจรปฏิบัติการ	เรื่อง	วันที่ใช้	เวลา (ชั่วโมง)
	การหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์ไทล์	25 กุมภาพันธ์ 2563	1
	การหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	27 กุมภาพันธ์ 2563	1
	รวม		11

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

สังเกตแบบฝึกหัดของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแล้วบันทึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนลงในแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่จัดทำไว้ โดยผู้วิจัยได้สะท้อนผลแต่ละวงจรปฏิบัติการจากการสังเกตพฤติกรรมโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ และหลังจากจัดการเรียนการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำเครื่องมือวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน เพื่อจัดเก็บข้อมูล โดยใช้ข้อสอบที่ได้จัดทำไว้ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบประเภทอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 11 ชั่วโมง

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

การนำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ในการวิเคราะห์ จากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยโดยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าจำนวนทั้งหมด 11 แผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบนิรนัยร่วมกับการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นที่จัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ามีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1) ศึกษาหลักสูตรขั้นพื้นฐานพุธศักราช 2551 พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร จุดมุ่งหมายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการจัดการเรียนรู้รูปแบบนิรนัยและการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า

1.3) ศึกษาเนื้อหา เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จากหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้องผลการจัดการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดการวัดและประเมินผล วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่ดำเนินการสอน

1.4) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามวงจรปฏิบัติการจำนวน 11 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดเนื้อหาและระยะเวลาที่กำหนด

1.5) หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม เสร็จแล้ว นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม และได้นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ และปรับเกณฑ์ในการให้คะแนนของแบบสังเกตพฤติกรรม

1.6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งได้แก่

1.6.1 รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุติมันต์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาสถิติ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือและสถิติ

1.6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน

แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรม

1.6.3 นายอนันท์ สำเภาทอง ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษาครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรม

1.6.4 นางสาวเพชรัตน์ วงษ์ผักเบี้ย การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษาครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรม

1.6.5 นางสาวเอื้อมพร ลาโยธี การศึกษามหาบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรม

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

นำผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไปเปรียบเทียบเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งค่าเฉลี่ยคะแนนผู้เชี่ยวชาญประเมินอยู่ระหว่าง คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 ถือว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

1.7) ปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ให้มีความถูกต้อง เหมาะสมกับเวลา ปรับตัวอย่าง และแบบฝึกหัดให้เหมาะสม ปรับประเด็นเนื้อหา และสัญลักษณ์ที่ยังไม่สมบูรณ์ แก้ไขจุดประสงค์เพิ่มเติม

1.8) จัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับ ดังนี้

2.1) ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบรบือวิทยาคาร พุทธศักราช 2554 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระสำคัญและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ประกอบด้วยหา 3 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

หน่วยที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติ

หน่วยที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้หน่วยที่ 1 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นเนื้อหาสาระในการวิจัย

2.3) ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบชนิดเลือกตอบจากหนังสือเทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)และการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

2.4) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชนิดปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้สอดคล้องกับเนื้อหาย่อยและจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ สร้างจำนวน 90 ข้อ และต้องการใช้จริง 60 ข้อ เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ

ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เกณฑ์การผ่านผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การผ่านอย่างน้อยร้อยละ 70 ในการสร้างแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ดังตาราง

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบประกอบการจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สาระสำคัญ	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**จำนวนข้อ**	
		ทั้งหมด	**ต้องการ**
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	1.สามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากปัญหาที่กำหนดให้	20	13
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก	1.สามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักของข้อมูลที่กำหนดให้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักจากปัญหาที่กำหนดให้	5	4
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่	1.สามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากปัญหาที่กำหนดให้ได้	2	1
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม	1.สามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมจากปัญหาที่กำหนดให้ได้	3	2
รวมวงจรปฏิบัติการที่ **1**		30	20
มัธยฐาน	1.สามารถหาค่ามัธยฐานของข้อมูลได้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหา	8	5

สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ	
		ทั้งหมด	ต้องการ
	เกี่ยวกับมัธยฐานได้		
ฐานนิยม	1.สามารถหาค่าฐานนิยมของข้อมูลที่ได้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับฐานนิยมได้	5	3
ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต	1.สามารถหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของข้อมูลได้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของข้อมูลได้	5	3
ค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก	1.สามารถหาค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิกจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิกได้	12	9
รวมวงจรปฏิบัติการที่ 2		30	20
การหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล	1.สามารถหาค่าการหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาการหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล	12	8
การหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์ไทล์	1.สามารถหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์เพื่อวัดการกระจายของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์	12	8
การหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	1.สามารถหาค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเพื่อวัดการกระจายของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาการหา	6	4

สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ	
		ทั้งหมด	ต้องการ
	ค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเพื่อวัดการกระจายของข้อมูล		
รวมวงจรปฏิบัติการที่ 3		30	20
รวม		90	60

2.5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้คำแนะนำแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านโดยเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม พิจารณาตัดสินว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวัดได้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และข้อสอบแต่ละข้อสอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (IOC)

6) นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (อรนุช ศรีสะอาด, 2559) ใช้เกณฑ์การประเมินผลดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตรงกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตรงกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดไม่ตรงกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

7) วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้คาดหวังโดยใช้สูตร IOC (อรนุช ศรีสะอาด, 2559) เลือกข้อที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00

8) นำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบแล้วนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 59 คน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเคยเรียนเนื้อนี้มาแล้ว

9) นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ โดยการหาค่าอำนาจจำแนก (B) ตามวิธีของ เบรนแนน (สมนึก ภัททิยะนี, 2558) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 ถึง1.00 และค่าความยาก

(P) (สมนึก ภัททิยะนี, 2558) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจตามเกณฑ์ไว้เป็นข้อสอบจริง จำนวน 90 ข้อ

10) นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 90 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับตามวิธีการของโลเวท (Lovett) (อรนุช ศรีสะอาด, 2559) จัดพิมพ์แบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์เป็นฉบับสมบูรณ์จำนวน 60 ข้อเพื่อนำไปทดลองจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดควาสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 30 ข้อ ที่นักเรียนไม่เคยทำมาก่อน (Subjective or Essay Test) มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1) ศึกษาหลักสูตร ทฤษฎี คู่มือ แบบเรียน เอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.2) ศึกษาข้อสอบ O-Net ย้อนหลังและ ข้อสอบแข่งขันทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

3.3) ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.4) สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ดังตาราง

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สาระสำคัญ	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**จำนวนข้อ**	
		ทั้งหมด	**ต้องการ**
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	1.สามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากปัญหาที่กำหนดให้	3	2
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก	1.สามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักของข้อมูลที่กำหนดให้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนักจากปัญหาที่	3	2

สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ	
		ทั้งหมด	ต้องการ
	กำหนดให้		
การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่	1.สามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากปัญหาที่กำหนดให้ได้	2	1
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม	1.สามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมจากปัญหาที่กำหนดให้ได้	2	1
รวมวงจรปฏิบัติการที่ 1	รวมวงจรปฏิบัติการที่ 1	10	5
มัธยฐาน	1.สามารถหาค่ามัธยฐานของข้อมูลได้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับมัธยฐานได้	2	1
ฐานนิยม	1.สามารถหาค่าฐานนิยมของข้อมูลที่ได้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับฐานนิยมได้	2	1
ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต	1.สามารถหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของข้อมูลได้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของข้อมูลได้	2	1
ค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก	1.สามารถหาค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิกจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิกได้	4	2
รวมวงจรปฏิบัติการที่ 2		10	5
การหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล	1.สามารถหาค่าการหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล	4	2

สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ	
		ทั้งหมด	ต้องการ
	2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาการหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล		
การหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์ไทล์	1.สามารถหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์เพื่อวัดการกระจายของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์	4	2
การหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	1.สามารถหาค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเพื่อวัดการกระจายของข้อมูล 2.สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเพื่อวัดการกระจายของข้อมูล	2	1
รวมวงจรปฏิบัติการที่ **3**		10	5
รวม		**30**	**15**

5) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย 5 ข้อ โดยให้คะแนนข้อละ 8 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของชาร์เลตและคนอื่น ๆ (ยุพิน พลเรือง, 2557) อ้างอิงจาก (Charles: et al, 1987) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ดังตาราง

ตารางที่ 5 ตารางเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมการแก้ปัญหา

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมการแก้ปัญหา
ทำความเข้าใจ	0	ไม่มีการเขียน หรือเขียนข้อความที่ไม่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
	1	มีการเขียนข้อความหรือข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด
	2	มีการเขียนข้อความหรือแสดงข้อมูลที่แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องครบถ้วน
วางแผนการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหาแต่ไม่ใช่แผนที่จะแก้ปัญหา
	1	มีการเขียนแผนแก้ปัญหาแต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้องครบถ้วน
ดำเนินตามแผน	0	ไม่มีการเขียนแสดงวิธีทำใดเลย หรือมีการเขียนแสดงวิธีทำแต่ไม่ใช่วิธีทำที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการได้
	1	มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนแสดงวิธีทำได้สมบูรณ์แต่มีการคำนวณผิดพลาด หรือเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์แต่ตอบคำถามผิดพลาด
	2	มีการเขียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นตอนได้ถูกต้องครบถ้วน สื่อความหมายได้สมบูรณ์ และแสดงคำตอบได้ถูกต้อง
ตรวจสอบผล	0	ไม่มีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้
	1	มีการเขียนแสดงวิธีตรวจคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมเกือบสมบูรณ์แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณโดยเขียนสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	2	มีการเขียนแสดงวิธีตรวจคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย

6) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นแบบอัตนัย จำนวน 30 ข้อ ใช้จริง 15 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้อง

กับเนื้อหาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อพิจารณาความเหมาะสมและชี้แนะข้อบกพร่องพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุง

7) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความชัดเจนของข้อความ โดยกำหนดระดับการให้คะแนนสาหรับแต่ละข้อคำถาม ซึ่งมีเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้ (อรนุช ศรีสะอาด, 2559)

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าใช้ได้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าใช้ไม่ได้

8) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (อรนุช ศรีสะอาด, 2559) เลือกข้อที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ถือเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 เป็นข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ด้านความเที่ยงตรง

9) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบแล้วนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 59 คน ที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้วเพื่อนำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

10) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นฉบับสมบูรณ์ จำนวน 15 ข้อ เพื่อนำไปทดลองจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.การสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสังเกตประเภทที่มีโครงสร้างและมีลักษณะเป็นแบบประมาณค่าโดยมีวิธีการสร้างแบบสังเกตดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา เกี่ยวกับความหมาย แนวคิดทฤษฎีเพื่อนิยามพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการแก้ปัญหาทาคณิตศาสตร์ที่สามารถสังเกตได้ โดยมีนิยามดังนี้

หมายถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ต่าง ๆ และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อค้นหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

2) นำพฤติกรรม สถานการณ์มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดประเด็นย่อยที่สังเกต แล้วเรียงลำดับ ก่อน-หลัง เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกต โดยประเด็นย่อยที่สังเกตได้แก่ 1. การกำหนดปัญหาจากโจทย์ปัญหา 2. การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3. การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา 4. การตรวจคำตอบ รวม 4 ประเด็น ประเด็นละ 2 คะแนน รวม 8 คะแนน

3) สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะของผู้เรียน โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนลักษณะแบบสังเกตพฤติกรรมเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับความคิดเห็น
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

4) นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม แก้ไขรูปแบบ และภาษาที่ใช้ในการสังเกต

5) นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมกับพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

6) นำคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรง แล้วคัดเลือกข้อสังเกตพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป พบว่า ค่าความเที่ยงตรงของแบบสังเกตพฤติกรรมมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51-5.00 พร้อมทั้งปรับปรุงเกณฑ์การประเมินฤติกรรม และลักษณะพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

7) จัดทำแบบสังเกตฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$), ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนาไปเทียบเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียนจากการเก็บข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์ ตีความและสรุปในรูปของการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลาดับดังนี้

1) สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้โดยใช้สูตร IOC แล้วหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.1) สูตรหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องโดยใช้สูตร (อรนุช ศรีสะอาด, 2559) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

R_i แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$\sum$ แทน ผลรวม

1.2) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรของเบรนแนน (Brennan) (สมนึก ภัททิยธนี, 2558)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

1.3)หาค่าความยาก P (Difficulty) โดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2558)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

1.4) การหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (อรนุช ศรีสะอาด, 2559)

$$r_{cc} = \frac{k\sum x_i - \sum x^2}{(k-1)\sum (x_1 - c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อสอบ

$\sum x_i$ แทน ผลรวมคะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคน

$\sum x_i^2$ แทน ผลรวมคะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคนกำลังสอง

c แทน คะแนนเกณฑ์

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตรดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

x แทน คะแนน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

พหุน ปญฺ โต ชีเว

$\sum$ แทน ผลรวม

2.2 ร้อยละ (percentage) โดยใช้สูตร

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนน

n แทน จำนวนผู้เรียน

$\sum X$ แทน ผลรวม

พหุน ปณ ศโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\overline{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
n	แทน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์
$\sum X$	แทน	ผลรวม

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ประเด็นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

2) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้จากแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60

3) ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1) ผู้วิจัยสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนจากการสังเกตชั้นเรียน และจากการใช้แบบทดสอบพบว่า นักเรียนมีปัญหาในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) จากการสัมภาษณ์หาปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชั้นเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

“...นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างได้แต่ไม่สามารถนำความรู้ในเนื้อหาวิชาไปใช้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น ในข้อสอบ O-Net

(ครูคนที่ 1, 18 พฤศจิกายน 2562: สัมภาษณ์)

“...นักเรียนไม่ชอบแบบฝึกหัดที่เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ยากๆ แต่นักเรียนชอบการนำคณิตศาสตร์มาใช้กับเรื่องใกล้ตัวที่เกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวัน”

(ครูคนที่ 2, 25 พฤศจิกายน 2562: สัมภาษณ์)

3) ผู้วิจัยทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร กำหนดเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4) ดำเนินการสร้าง และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่มีคุณภาพ ผ่านการเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 4 แผน โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำแบบ

สังเกตพฤติกรรม ใบงานของกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยได้ข้อมูลจากการสังเกต ดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 ครั้ง เนื่องจากเนื้อหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีความสัมพันธ์กันและให้นักเรียนได้คุ้นชินกับรูปแบบการสอนที่ได้รับ ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมที่จะได้เห็นพฤติกรรมของนักเรียนชัดเจน เพื่อจะนำปัญหาที่ได้ ไปปรับปรุง แก้ไขชั่วโมงถัดไป

จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละชั่วโมง โดยในแต่ละชั่วโมงมีคะแนนเต็ม 8 คะแนนซึ่งได้จากการประเมิน 4 ส่วนได้แก่ 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา 4) การสรุปคำตอบ โดยนักเรียนบางส่วนเขียนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังตาราง

ตารางที่ 6 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียน	คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 1				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 2				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 3				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 4				รวม (32)	ร้อยละ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	2	0	15	46.875
2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	2	1	2	2	22	68.75
3	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	14	43.75
4	0	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	18	56.25
5	0	1	1	1	1	0	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	14	43.75
6	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	0	2	2	2	2	27	84.375
7	1	1	1	2	1	1	1	0	1	2	1	1	1	0	1	1	16	50
8	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	0	2	2	2	1	22	68.75
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32	100
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32	100

นักเรียน	คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 1				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 2				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 3				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 4				รวม (32)	ร้อยละ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
11	0	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	20	62.5
12	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	26	81.25
13	0	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	25	78.125
14	0	1	1	1	0	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	16	50
15	1	2	2	2	1	1	1	0	2	2	2	0	2	2	2	2	24	75
16	0	1	1	2	0	0	1	2	1	0	0	1	1	1	1	2	14	43.75
17	0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	24	75
18	0	1	1	2	0	0	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	19	59.375
19	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	28	87.5
20	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	0	1	1	2	2	21	65.625
21	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	26	81.25
22	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	22	68.75
23	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	27	84.375
24	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	15	46.875
25	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	27	84.375
26	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	0	18	56.25
27	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28	87.5
28	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	27	84.375
29	2	1	2	2	2	1	1	0	2	2	2	0	1	1	2	2	23	71.875
30	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	29	90.625

$\overline{X}_1$ = 5.333, $\overline{X}_2$ = 5.033, $\overline{X}_3$ = 5.8, $\overline{X}_4$ = 7.1, $\overline{X}_{total}$ = 22.37, S.D.= 5.493

จากตาราง พบว่านักเรียน 30 คน ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เท่ากับ 22.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.493 เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย

จำนวน 10 คน มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60 จากการสังเกตุพฤติกรรมการแก้ปัญหาในแบบฝึกหัดของนักเรียน 10 คนที่ไม่ผ่านเกณฑ์มีปัญหาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในขั้นตอนที่ 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และขั้นตอนที่ 4) การสรุปคำตอบ นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องหรือแสดงวิธีการหาคำตอบไม่สมบูรณ์หรือไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหาเลยส่งผลให้การสรุปคำตอบมีปัญหาตามมาด้วย

2) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60 ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ดังตาราง

ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 คิดเป็นร้อยละ และเทียบเกณฑ์

คนที่	**คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์**		
	คะแนน (40)	**ร้อยละ**	**เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60**
1	32	80	ผ่านเกณฑ์
2	23	57.5	ไม่ผ่านเกณฑ์
3	18	45	ไม่ผ่านเกณฑ์
4	22	55	ไม่ผ่านเกณฑ์
5	17	42.5	ไม่ผ่านเกณฑ์
6	34	85	ผ่านเกณฑ์
7	19	47.5	ไม่ผ่านเกณฑ์
8	36	90	ผ่านเกณฑ์
9	32	80	ผ่านเกณฑ์

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		
	คะแนน (40)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60
10	31	77.5	ผ่านเกณฑ์
11	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
12	36	90	ผ่านเกณฑ์
13	34	85	ผ่านเกณฑ์
14	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
15	34	85	ผ่านเกณฑ์
16	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
17	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
18	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
19	32	80	ผ่านเกณฑ์
20	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
21	24	60	ผ่านเกณฑ์
22	20	50	ไม่ผ่านเกณฑ์
23	32	80	ผ่านเกณฑ์
24	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
25	34	85	ผ่านเกณฑ์
26	28	70	ผ่านเกณฑ์
27	36	90	ผ่านเกณฑ์
28	34	85	ผ่านเกณฑ์
29	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
30	34	85	ผ่านเกณฑ์
$\overline{X}$	30.6	76.5	
S.D.	6.06		
ร้อยละ	76.5		
N		24	
ผ่านร้อยละ		80	

จากตาราง พบว่า ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 30.6 คิดเป็นร้อยละ 76.5 โดยกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 30 คน มีคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 24 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ส่วนนักเรียน 6 คนที่ทำแบบทดสอบไม่ผ่านร้อยละ 60 เป็นนักเรียนกลุ่มเดิมที่มีปัญหาในการทำแบบฝึกหัดจำนวน 5 คน นักเรียนเลขที่ 1 มีพัฒนาการดีขึ้น ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่าน 1 คนเป็นนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดผ่านแต่ทำแบบทดสอบไม่ผ่าน อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น นักเรียนไม่ได้ทบทวนบทเรียนในการทำแบบทดสอบ หรือไม่ได้ปรึกษากับเพื่อน ทำให้ไม่มีความมั่นใจในการการแก้โจทย์ปัญหา

3) ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้ดังตาราง

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1 คิดเป็นร้อยละและเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70

คนที่	**คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**				
	ปรนัย (20)	**อัตนัย (40)**	**รวม (60)**	**ร้อยละ**	**เทียบเกณฑ์ร้อยละ(70)**
1	13	32	45	75	ผ่านเกณฑ์
2	11	23	34	56.667	ไม่ผ่านเกณฑ์
3	7	18	25	41.667	ไม่ผ่านเกณฑ์
4	11	22	33	55	ไม่ผ่านเกณฑ์
5	11	17	28	46.667	ไม่ผ่านเกณฑ์
6	18	34	52	86.667	ผ่านเกณฑ์
7	7	19	26	43.333	ไม่ผ่านเกณฑ์
8	15	36	51	85	ผ่านเกณฑ์
9	14	32	46	76.667	ผ่านเกณฑ์
10	18	31	49	81.667	ผ่านเกณฑ์

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน				
	ปรนัย (20)	อัตนัย (40)	รวม (60)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ(70)
11	10	35	45	75	ผ่านเกณฑ์
12	13	36	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
13	14	34	48	80	ผ่านเกณฑ์
14	13	35	48	80	ผ่านเกณฑ์
15	13	34	47	78.333	ผ่านเกณฑ์
16	15	35	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
17	9	33	42	70	ผ่านเกณฑ์
18	12	35	47	78.333	ผ่านเกณฑ์
19	17	32	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
20	15	33	48	80	ผ่านเกณฑ์
21	14	24	38	63.333	ไม่ผ่านเกณฑ์
22	8	20	28	46.667	ไม่ผ่านเกณฑ์
23	17	32	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
24	11	35	46	76.667	ผ่านเกณฑ์
25	11	34	45	75	ผ่านเกณฑ์
26	10	28	38	63.333	ไม่ผ่านเกณฑ์
27	17	36	53	88.333	ผ่านเกณฑ์
28	12	34	46	76.667	ผ่านเกณฑ์
29	14	35	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
30	10	34	44	73.333	ผ่านเกณฑ์
$\overline{X}$	12.667	30.6	43.267	72.111	
S.D.	3.066	6.06	8.124		
ร้อยละ	63.333	76.5	72.111		
N				22	
ผ่านร้อยละ				73.333	

จากตาราง พบว่า ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 43.267 คิดเป็นร้อยละ 72.111โดยกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 30 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 73.333 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

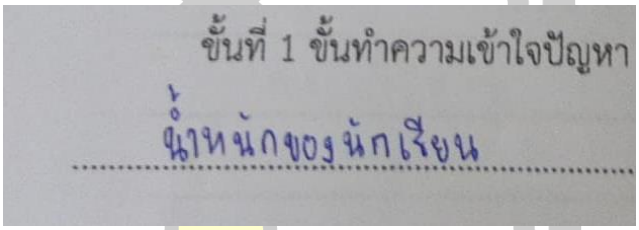
ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วย การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ และ การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม ผลที่ได้คือ หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้หลักการหาค่ากลางของข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและได้ทราบสูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตในแต่ละแบบนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้สูตรหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลตามที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ โดยครูผู้สอนได้ให้คำแนะนำ และอธิบายทฤษฎี หลักการและวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การแสดงวิธีการหาคำตอบ จากนั้นผู้สอนจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตัวเอง และสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วครูตรวจสอบการแก้ปัญหาจากโปรแกรมจีโอจีบร้า จากการสังเกตพฤติกรรม และการตรวจแบบฝึกทักษะพบว่า จากขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ขั้นที่ 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ นักเรียนส่วนมากรู้ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ที่จะเป็นส่วนช่วยในการแก้ปัญหาแต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่เข้าใจว่าโจทย์ต้องการอะไร และกำหนดอะไรมาให้บ้างเพื่อเป็นตัวช่วยในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนมากสามารถเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้ถูกที่จะนำไปสู่การหาคำตอบ และมีนักเรียนบางส่วนไม่รู้ว่าจะใช้วิธีไหนในการแก้ปัญหาเนื่องจากไม่รู้ว่าโจทย์ให้หาอะไรจากขันตอนที่ 1 ขั้นที่ 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา นักเรียนบางส่วนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและละเอียด แต่ยังมีนักเรียนส่วนมากที่แก้ปัญหาที่ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่แสดงวิธีการไม่ละเอียดหรือไม่แสดงวิธีการหาคำตอบเลย ขั้นที่ 4) การสรุปคำตอบ จากขั้นที่ 3 การแสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้องทำให้การเขียนสรุปคำตอบไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ หรือสรุปคำตอบที่ไม่ได้ใจความเป็นการตอบสั้นๆโดยไม่รู้ว่าโจทย์ต้องการอะไร หรือเขียนเฉพาะคำตอบที่เป็นตัวเลขมาโดยไม่มีการเขียนอธิบายคำตอบ

หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีรายละเอียดดังนี้

ปัญหาขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาในแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

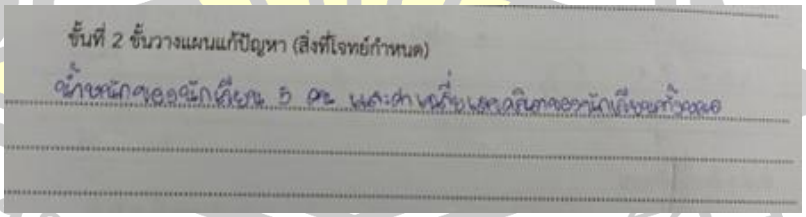
ปัญหาในขั้นนี้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร หรือการเขียนสื่อสารออกมาได้ไม่ชัดเจน ในขั้นนี้นักเรียนควรตอบว่า โจทย์ต้องการให้หาน้ำหนักของนักเรียนคนที่ 6 เมื่อกำหนดน้ำหนักของนักเรียนทั้ง 5 คน คือ 42, 46, 44, 49 และ 45 และกำหนดค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 6 คน เท่ากับ 48 ดังภาพ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแสดงปัญหาในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ปัญหาขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ในแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

ปัญหาในขั้นนี้นักเรียนบางส่วนไม่เขียนบอกว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้าง และใช้สูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตใดในการแก้ปัญหา หรือนักเรียนบางคนเขียนมาไม่ครบถ้วน ดังภาพ 2

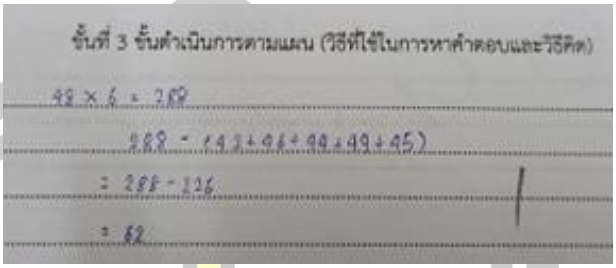


ภาพที่ 2 ตัวอย่างแสดงปัญหาในขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ปัญหาขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ในแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

ปัญหาในขั้นนี้นักเรียนส่วนมากมีปัญหากับการแสดงวิธีทำเนื่องจากนักเรียนขาดความละเอียดในการเขียนแสดงวิธีทำ เช่น ไม่เขียนสูตรที่ใช้ในการคำนวณ เขียนเฉพาะตัวเลขลอยๆมา และ

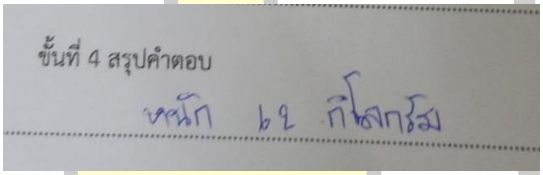
มีการลัดขั้นตอนการแสดงวิธีทำ ดังภาพ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ปัญหาขั้นที่ 4 ขั้นสรุปคำตอบ ในแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

ปัญหาในขั้นนี้นักเรียนส่วนมากทราบคำตอบแต่การเขียนสรุปคำตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทำให้การสื่อความหมายไม่ชัดเจนตรงตามที่โจทย์ต้องการ ดังภาพ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 4 ขั้นสรุปคำตอบ

ตารางที่ 9 ตารางสรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พร้อมทั้งแนวทางการแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนยังแก้ปัญหาได้ไม่คล่อง 2. นักเรียนบางส่วนยังวิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น 3. นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ละเอียดและไม่สมบูรณ์ 4. นักเรียนไม่สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการเรียนในคาบนั้น ๆไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกหัดที่เป็นโจทย์ปัญหาที่ได้รับ	1. ควรยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาให้หลากหลายและครอบคลุม 2. ต้องอธิบายวิธีการหาคำตอบให้นักเรียนอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหา 3. สรุปความรู้ในคาบนั้น ๆ ให้ครอบคลุม

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1) จากปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนส่วนมากมีปัญหาในการเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่ไม่ละเอียดและไม่ครบถ้วน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาให้นักเรียนเข้าใจให้มากยิ่งขึ้นและในการเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบต้องบอกขั้นตอนในการแสดงคำตอบให้ละเอียดแก่นักเรียน

2) จากการสัมภาษณ์หาปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชั้นเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

“...นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างได้แต่ไม่สามารถนำความรู้ในเนื้อหาวิชาไปใช้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น ในข้อสอบ O-Net

(ครูคนที่ 1 6 กุมภาพันธ์ 2563: สัมภาษณ์)

“...นักเรียนไม่ชอบแบบฝึกหัดที่เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ยากๆ แต่นักเรียนชอบการนำคณิตศาสตร์มาใช้กับเรื่องใกล้ตัวที่เกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวัน

(ครูคนที่ 2 6 กุมภาพันธ์ 2563: สัมภาษณ์)

3) ผู้วิจัยทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร กำหนดเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4) ดำเนินการสร้าง และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่มีคุณภาพ ผ่านการเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 4 แผน เพื่อแก้ปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มัธยฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ฐานนิยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำแบบสังเกตพฤติกรรม ใบงานของกลุ่ม เป้าหมายมาวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยได้ข้อมูลจากการสังเกตผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 ครั้ง ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมที่จะได้เห็นพฤติกรรมของนักเรียนชัดเจน เพื่อจะนำปัญหาที่ได้ ไปปรับปรุง แก้ไขชั่วโมงถัดไป

1) การสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยมีคะแนนเต็ม 8 คะแนนซึ่งได้จากการประเมิน 4 ส่วนได้แก่ 1) ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา 3) ดำเนินการหาคำตอบ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ โดยนักเรียนบางส่วนเขียนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง

ตารางที่ 10 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียน	คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 1				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 2				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 3				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 4				รวม (32)	ร้อยละ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	0	0	2	2	0	0	1	2	1	2	2	2	2	1	0	0	17	53.125
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	0	15	46.875
3	0	0	1	2	0	0	1	2	1	2	2	2	2	1	0	0	16	50
4	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	21	65.625
5	0	1	2	2	0	1	1	2	1	2	2	1	2	0	0	0	17	53.125
6	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	26	81.25

นักเรียน	คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 1				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 2				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 3				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 4				รวม (32)	ร้อยละ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
7	0	1	1	2	0	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	21	65.625
8	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	29	90.625
9	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	25	78.125
10	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	93.75
11	2	0	2	2	2	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	26	81.25
12	2	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	0	0	23	71.875
13	2	0	2	2	2	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	27	84.375
14	2	0	2	2	2	0	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	25	78.125
15	2	0	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	0	0	22	68.75
16	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	93.75
17	2	0	2	2	2	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	27	84.375
18	2	0	2	2	2	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	27	84.375
19	2	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	27	84.375
20	2	0	2	2	2	1	2	2	1	1	0	0	2	1	2	2	22	68.75
21	2	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	0	25	78.125
22	2	0	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	0	0	21	65.625
23	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	28	87.5
24	2	0	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	26	81.25
25	2	1	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2	2	0	0	0	22	68.75
26	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	93.75
27	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	2	2	27	84.375
28	0	1	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	23	71.875
29	2	0	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	27	84.375
30	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	93.75

$\overline{X}_1$ =5.9 , $\overline{X}_2$ =6.1 , $\overline{X}_3$ =6.867 , $\overline{X}_4$ =7.23 , $\overline{X}_{total}$ =24.4 , S.D.= 4.288

จากตาราง พบว่านักเรียน 30 คน ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เท่ากับ 24.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.288 เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 4 คน มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60 ซึ่งนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 4 คน มีปัญหาในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร และจะใช้วิธีการใดในการแก้โจทย์ปัญหา

2) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60

ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ดังตาราง

ตารางที่ 11ตารางวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ และเทียบเกณฑ์

คนที่	**คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์**		
	คะแนน (40)	**ร้อยละ**	**เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60**
1	30	75	ผ่านเกณฑ์
2	19	47.5	ไม่ผ่านเกณฑ์
3	22	55	ไม่ผ่านเกณฑ์
4	25	62.5	ผ่านเกณฑ์
5	23	57.5	ไม่ผ่านเกณฑ์
6	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
7	28	70	ผ่านเกณฑ์
8	33	82.5	ผ่านเกณฑ์

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		
	คะแนน (40)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60
9	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
10	36	90	ผ่านเกณฑ์
11	32	80	ผ่านเกณฑ์
12	32	80	ผ่านเกณฑ์
13	31	77.5	ผ่านเกณฑ์
14	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
15	34	85	ผ่านเกณฑ์
16	36	90	ผ่านเกณฑ์
17	32	80	ผ่านเกณฑ์
18	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
19	34	85	ผ่านเกณฑ์
20	32	80	ผ่านเกณฑ์
21	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
22	25	62.5	ผ่านเกณฑ์
23	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
24	30	75	ผ่านเกณฑ์
25	30	75	ผ่านเกณฑ์
26	34	85	ผ่านเกณฑ์
27	37	92.5	ผ่านเกณฑ์
28	34	85	ผ่านเกณฑ์
29	36	90	ผ่านเกณฑ์
30	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
$\overline{X}$	31.533		
S.D.	4.4.577		
ร้อยละ	78.833		
N		27	
ผ่านร้อยละ		90	

จากตาราง พบว่า ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 31.533 คิดเป็นร้อยละ 78.833 โดยกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 30 คน มีคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 27 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 90 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3) ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้ดังตาราง

ตารางที่ 12 ตารางวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ และเทียบเกณฑ์

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน				
	ปรนัย (20)	อัตนัย (40)	รวม (60)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ(70)
1	19	30	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
2	10	19	29	48.333	ไม่ผ่านเกณฑ์
3	17	22	39	65	ไม่ผ่านเกณฑ์
4	11	25	36	60	ไม่ผ่านเกณฑ์
5	17	23	40	66.667	ไม่ผ่านเกณฑ์
6	18	35	53	88.333	ผ่านเกณฑ์
7	16	28	44	73.333	ผ่านเกณฑ์
8	17	33	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
9	17	35	52	86.667	ผ่านเกณฑ์
10	19	36	55	91.667	ผ่านเกณฑ์
11	16	32	48	80	ผ่านเกณฑ์

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน				
	ปรนัย (20)	อัตนัย (40)	รวม (60)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ(70)
12	17	32	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
13	15	31	46	76.667	ผ่านเกณฑ์
14	16	33	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
15	17	34	51	85	ผ่านเกณฑ์
16	16	36	52	86.667	ผ่านเกณฑ์
17	15	32	47	78.333	ผ่านเกณฑ์
18	15	33	48	80	ผ่านเกณฑ์
19	17	34	51	85	ผ่านเกณฑ์
20	17	32	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
21	17	35	52	86.667	ผ่านเกณฑ์
22	16	25	41	68.333	ไม่ผ่านเกณฑ์
23	16	35	51	85	ผ่านเกณฑ์
24	18	30	48	80	ผ่านเกณฑ์
25	17	30	47	78.333	ผ่านเกณฑ์
26	17	34	51	85	ผ่านเกณฑ์
27	19	37	56	93.333	ผ่านเกณฑ์
28	19	34	53	88.333	ผ่านเกณฑ์
29	16	36	52	86.667	ผ่านเกณฑ์
30	18	35	53	88.333	ผ่านเกณฑ์
$\overline{X}$	16.5	31.533	48.033		
S.D.	1.996	4.4.577	5.922		
ร้อยละ	82.5	78.833	80.056		
N				25	
ผ่านร้อยละ				83.333	

จากตาราง พบว่า ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

กลุ่มเป้าหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ คิดเป็นร้อยละ 80.056 โดยกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 30 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 25 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 83.333 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

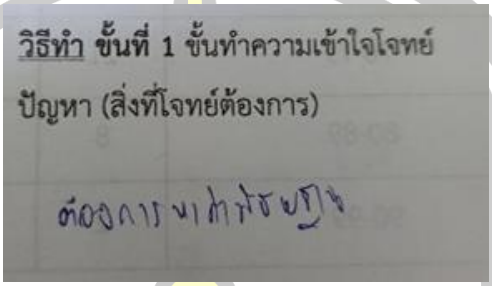
ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดของโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5, 6, 7 และ 8 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วย การหาค่ามัธยฐาน การหาค่าฐานนิยม การหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิต และการหาค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดของโพลยามาช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนคือ 1) ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา 3) ดำเนินการหาคำตอบ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ ผลที่ได้คือ นักเรียนส่วนมากเริ่มเข้าใจการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเขียนเป็นขั้นตอนมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนมีวิธีคิดแบบเป็นขั้นตอนว่าควรทำอะไรก่อนหลัง จากการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาจากขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ทั้ง 4 ขั้นตอน นักเรียนส่วนมากสามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร ทราบว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้าง จะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร สามารถสรุปคำตอบที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบได้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เริ่มให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด และฝึกการทำงานเป็นกลุ่มสร้างให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กันได้ หลังจากทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 4 คน เนื่องจากมีปัญหาในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา นักเรียนส่วนนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร หรือการเขียนเพียงสั้นๆ ไม่ได้ใจความสำคัญ ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหาคำตอบ นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบไม่ละเอียดและไม่ครบถ้วน และในขั้นที่ 4) ขั้นตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ เมื่อไม่เข้าใจว่าโจทย์ต้องการอะไรก็ไม่สามารถสรุปได้ว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร ถึงแม้จะแสดงวิธีทำถูกจากการแทนค่าลงในสูตรการหาค่าต่างๆ แต่ไม่สามารถเขียนสรุปคำตอบได้

หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นปัญหาจากการสังเกตพฤติกรรม ร่วมกับการทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนของนักเรียน และแนวทางการแก้ไขมีรายละเอียดดังนี้

ปัญหาขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาในแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

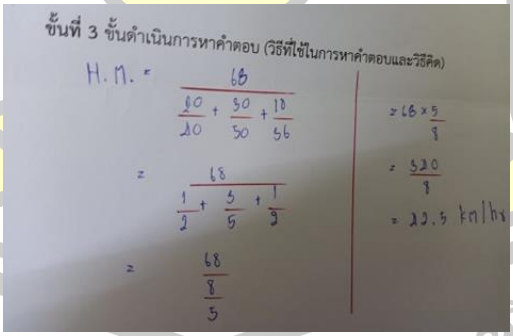
ปัญหาในขั้นนี้นักเรียนเขียนเพียงสั้นๆ ไม่ได้ใจความสำคัญ ตัวอย่างเช่น ต้องการหาค่ามัธยฐาน นักเรียนควรเขียนว่า มัธยฐานของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 60 คน ดังภาพ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

ปัญหาขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหาคำตอบในแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 5

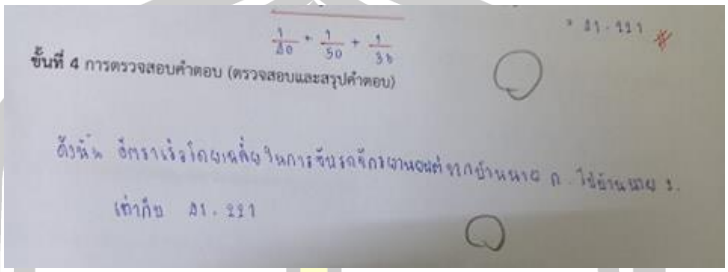
ปัญหาในขั้นนี้ ขั้นดำเนินการหาคำตอบ นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบไม่ละเอียดและไม่ครบถ้วน เนื่องจากนักเรียนไม่เขียนสูตรที่ใช้ในการคำนวณ และข้ามขั้นตอนการแทนค่าในสูตร ถึงแม้คำตอบจะถูกต้องแต่ถ้าคำนวณผิดพลาดอาจจะทำให้เสียเวลาในการตรวจสอบว่าผิดตรงไหน ดังภาพ 6



ภาพที่ 6 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหาคำตอบ

ปัญหาขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบในแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 5

ปัญหาในขั้นนี้ นักเรียนสรุปคำตอบไม่ถูกเนื่องจากแสดงวิธีทำผิด และไม่ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการคำนวณ ดังภาพ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ

ตารางที่ 13 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พร้อมทั้งแนวทางการแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. เนื่องจากนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มทำให้ใช้เวลาในการทำแบบฝึกหัดและอธิบายนานกว่าปกติ 2. นักเรียนบางคนรอลอกเพื่อน 3. นักเรียนคำนวณเลขผิด	1. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาก่อนเริ่มดำเนินการแก้ปัญหา 2. มีการกำหนดเวลาในการทำงานย้ำให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มอย่างชัดเจน 3. ใช้การอภิปราย ถาม-ตอบ ในแต่ละขั้นตอน 4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบและให้กลุ่มอื่นช่วยตรวจสอบคำตอบจากการแก้ปัญหาว่าแตกต่างจากลุ่มตัวเองอย่างไร คำตอบถูกต้องหรือไม่

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1) จากปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องเวลาในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนได้กำหนดเวลาในการทำงานแต่ละกิจกรรมอย่างชัดเจนเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเนื่องจากในขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบคำตอบการสรุปคำตอบของโพลยาทำให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดช้าจากการตรวจสอบคำตอบผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิค KWDL มาช่วยในการแก้ปัญหาทาคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 K (What We Know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้ ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ ขั้นที่ 4 L (What We Learned) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา จากขั้นตอนของเทคนิค KWDL จะเห็นว่ามีขั้นตอนที่คล้ายกับโพลยาเพียงแคในขั้นตอนสุดท้ายไม่มีการตรวจสอบคำตอบแต่เป็นการสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในขันนี้ จึงได้จัดการเรียนการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2) จากการสัมภาษณ์หาปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชั้นเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า

“...นักเรียนจะทำตามตัวอย่างที่ครูแสดงวิธีทำนักเรียนส่วนมากไม่สามารถคิดวิธีที่แตกต่างออกไป และสิ่งที่นักเรียนชอบคือการทำกิจกรรมที่มีการแข่งขัน”

(ครูคนที่ 1 วันที่17 กุมภาพันธ์ 2563: สัมภาษณ์)

“...นอกจากแนวคิดของโพลยาก็ยังมีอีกเทคนิคหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สามารถฝึกให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและเป็นขั้นตอนคือ เทคนิค KWDL”

(ครูคนที่ 2 วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2563: สัมภาษณ์)

3) ผู้วิจัยทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร กำหนดเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4) ดำเนินการสร้าง และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่มีคุณภาพ ผ่านการเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 3 แผน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 การหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์ไทล์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 การหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำแบบสังเกตพฤติกรรม ใบงานของกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยได้ข้อมูลจากการสังเกต ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 ครั้ง เนื่องจากเนื้อหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีความสัมพันธ์กันและให้นักเรียนได้คุ้นชินกับรูปแบบการสอนที่ได้รับ ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมที่จะได้เห็นพฤติกรรมของนักเรียนชัดเจน เพื่อจะนำปัญหาที่ได้ ไปปรับปรุง แก้ไขชั่วโมงถัดไป

จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยมีคะแนนเต็ม 8 คะแนนซึ่งได้จากการประเมิน 4 ส่วนได้แก่ 1) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้ 2) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร 3) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ 4) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง

ตารางที่ 14 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียน	คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 1	คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 2	คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 3	รวม (24)	ร้อยละ

	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	23	95.833
2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	16	66.667
3	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	22	91.667
4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	58.333
5	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	1	21	87.5
6	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	21	87.5
7	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	17	70.833
8	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	22	91.667
9	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	22	91.667
10	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	23	95.833
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	23	95.833
12	2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	2	2	19	79.167
13	2	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	2	21	87.5
14	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	22	91.667
15	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	19	79.167
16	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	21	87.5
17	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	20	83.333
18	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	20	83.333
19	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	20	83.333
20	2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	2	2	19	79.167
21	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	22	91.667
22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	23	95.833
23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	23	95.833
24	2	2	2	1	1	1	1	0	2	2	2	2	18	75
25	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	18	75
26	2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	2	2	19	79.167
27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	23	95.833
28	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	22	91.667

นักเรียน	คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 1				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 2				คะแนนพฤติกรรมในแผนที่ 3				รวม (24)	ร้อยละ
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
29	2	2	2	2	1	1	2	0	2	2	2	2	20	83.333
30	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	22	91.667
$\overline{X}_1$ =7.433 , $\overline{X}_2$ = 5.967 , $\overline{X}_3$ =7.1 , $\overline{X}_{total}$ =20.5 , S.D.= 0.707														

จากตาราง พบว่านักเรียน 30 คน ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เท่ากับ 20.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.707 เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 1 คน มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60

ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ปัญหาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ดังตาราง

ตารางที่ 15 ตารางวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละและเทียบเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		
	คะแนน (40)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60
1	36	90	ผ่านเกณฑ์
2	23	57.5	ไม่ผ่านเกณฑ์

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		
	คะแนน (40)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60
3	29	72.5	ผ่านเกณฑ์
4	22	55	ไม่ผ่านเกณฑ์
5	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
6	36	90	ผ่านเกณฑ์
7	31	77.5	ผ่านเกณฑ์
8	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
9	36	90	ผ่านเกณฑ์
10	32	80	ผ่านเกณฑ์
11	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
12	32	80	ผ่านเกณฑ์
13	34	85	ผ่านเกณฑ์
14	36	90	ผ่านเกณฑ์
15	30	75	ผ่านเกณฑ์
16	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
17	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
18	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
19	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
20	31	77.5	ผ่านเกณฑ์
21	32	80	ผ่านเกณฑ์
22	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
23	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
24	32	80	ผ่านเกณฑ์
25	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
26	29	72.5	ผ่านเกณฑ์
27	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
28	35	87.5	ผ่านเกณฑ์
29	33	82.5	ผ่านเกณฑ์
30	33	82.5	ผ่านเกณฑ์

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		
	คะแนน (40)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60
$\overline{X}$	32.633	81.583	
S.D.	3.419		
ร้อยละ	81.583		
N		28	
ผ่านร้อยละ		93.333	

จากตาราง พบว่า ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 32.633 คิดเป็นร้อยละ 81.583 โดยกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 30 คน มีคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 28 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 93.333 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้ดังตาราง

ตารางที่ 16 ตารางวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละและเทียบเกณฑ์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน				
	ปรนัย (20)	อัตนัย (40)	รวม (60)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ(70)
1	18	36	54	90	ผ่านเกณฑ์
2	15	23	38	63.333	ไม่ผ่านเกณฑ์
3	17	29	46	76.667	ผ่านเกณฑ์
4	17	22	39	65	ไม่ผ่านเกณฑ์
5	17	35	52	86.667	ผ่านเกณฑ์
6	19	36	55	91.667	ผ่านเกณฑ์

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน				
	ปรนัย (20)	อัตนัย (40)	รวม (60)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ(70)
7	17	31	48	80	ผ่านเกณฑ์
8	18	33	51	85	ผ่านเกณฑ์
9	18	36	54	90	ผ่านเกณฑ์
10	19	32	51	85	ผ่านเกณฑ์
11	17	35	52	86.667	ผ่านเกณฑ์
12	17	32	49	81.667	ผ่านเกณฑ์
13	16	34	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
14	17	36	53	88.333	ผ่านเกณฑ์
15	18	30	48	80	ผ่านเกณฑ์
16	17	35	52	86.667	ผ่านเกณฑ์
17	16	35	51	85	ผ่านเกณฑ์
18	16	35	51	85	ผ่านเกณฑ์
19	18	33	51	85	ผ่านเกณฑ์
20	17	31	48	80	ผ่านเกณฑ์
21	18	32	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
22	15	35	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
23	17	33	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
24	18	32	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
25	17	33	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
26	17	29	46	76.667	ผ่านเกณฑ์
27	19	35	54	90	ผ่านเกณฑ์
28	19	35	54	90	ผ่านเกณฑ์
29	17	33	50	83.333	ผ่านเกณฑ์
30	18	33	51	85	ผ่านเกณฑ์
$\overline{X}$	17.3	32.633	49.93333	83.222	
S.D.	1.0554	3.419	5.921809		
ร้อยละ	86.5		83.222		

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน				
	ปรนัย (20)	อัตนัย (40)	รวม (60)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ(70)
N				28	
ผ่านร้อยละ				93.333	

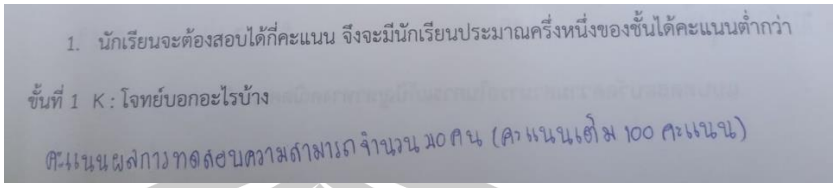
จากตาราง พบว่า ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับเทคนิค KWDL เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 49.933 คิดเป็นร้อยละ 83.222 โดยกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 30 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 28 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 93.333 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าเรื่อง ซึ่งประกอบด้วย การหาควอไทล์ เดไซล์ และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล การหาส่วนเบี่ยงเบนควอไทล์หรือส่วนเบี่ยงเบนกึ่งช่วงควอร์ไทล์ และการหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย ผู้วิจัยได้นำเทคนิค KWDL ผลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนมากสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดีขึ้น มีการวางแผนในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น เขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนได้ดีขึ้น แก้ปัญหาได้คล่องขึ้น และ สามารถเขียนแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้ละเอียดขึ้น เนื่องจากได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนมาตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 และการใช้เทคนิค KWDL เป็นขั้นตอนที่ง่ายที่จะช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะยกตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่มีปัญหาแต่ละขั้นตอนดังนี้

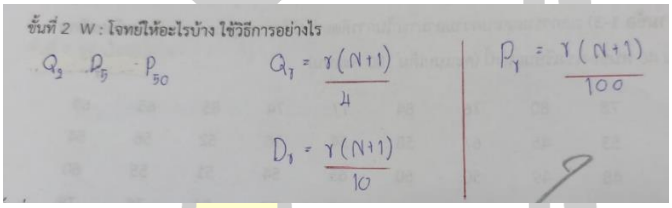
จากการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1

ขั้นที่ 1 นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้ ในขั้นนี้นักเรียนยังเขียนไม่ครบตามที่โจทย์ต้องการ ยังขาดประเด็นสำคัญในการตอบ ดังภาพ 8



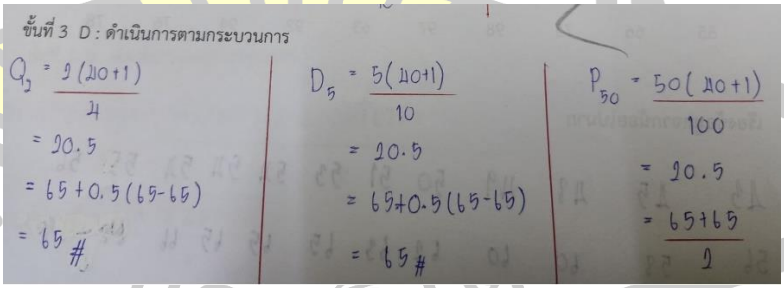
ภาพที่ 8 ตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในขั้นที่ 1 นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร โจทย์ข้อนี้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้หลายวิธี ทั้งจาก ควอร์ไทล์ เดไซล์ เปอร์เซ็นไทล์ ดังภาพ 9



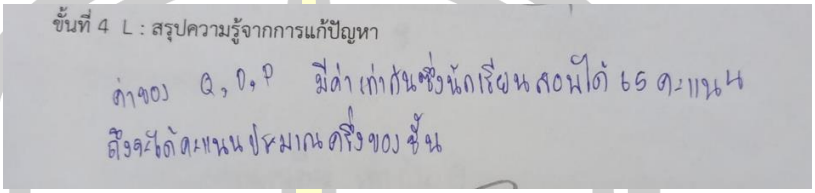
ภาพที่ 9 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนในขั้นที่ 2 นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร

ขั้นที่ 3 นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ ในขั้นนี้นักเรียนหาคำตอบได้ถูกแต่วิธีการเขียนแสดงวิธีทำผิดเนื่องจากในการหาค่า ควอร์ไทล์ เดไซล์ เปอร์เซ็นไทล์ มีวิธีการหาอยู่สองขั้นตอน คือ หาตำแหน่งของข้อมูลและหาค่า ควอร์ไทล์ หรือ เดไซล์ หรือ เปอร์เซ็นไทล์ แต่ในกรณีนี้นักเรียนเขียนเครื่องหมายเท่ากับเชื่อมระหว่างการหาค่าสองขั้นตอนทำให้การสื่อความหมายผิด ดังภาพ 10



ภาพที่ 10 ตัวอย่างปัญหาขั้นที่ 3 นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนยังสรุปความรู้จากปัญหาไม่ตรงประเด็น โจทย์ต้องการทราบว่านักเรียนต้องสอบได้กี่คะแนนถึงจะมีจำนวนนักเรียนครึ่งห้องได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนนี้ ดังภาพ 11



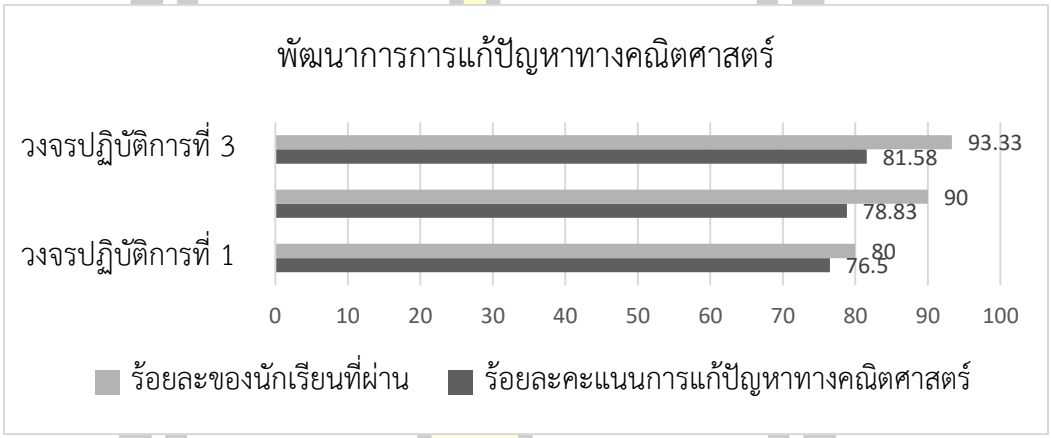
ภาพที่ 11 ตัวอย่างปัญหาขั้นที่ 3 ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา

ตารางที่ 17 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พร้อมทั้งแนวทางการแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนมีปัญหาในขั้นการแสดงวิธีหาคำตอบเนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น เขียนลัดขั้นตอน การเขียนสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ผิด 2. นักเรียนมีปัญหาในขั้นการสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา เช่น นักเรียนตอบไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ หรือสรุปไม่ได้ใจความสำคัญ	1. จากปัญหาในขั้นแสดงวิธีการหาคำตอบควรเน้นย้ำการเขียนวิธีการแสดงวิธีทำที่ชัดเจนละเอียดทุกขั้นตอน และการเขียนสื่อความหมายสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2. จากปัญหาในขั้นสรุปความรู้จากการแก้ปัญหาควรเน้นให้นักเรียนเข้าใจในขั้นตอนที่ 2 ก่อนว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

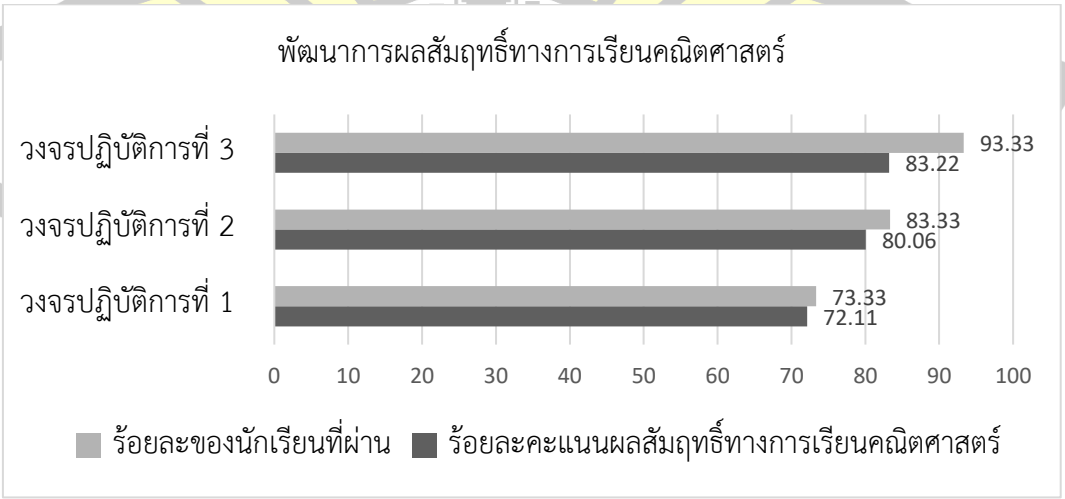
จากการวิจัยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า โดยสรุปคะแนนพัฒนาการทั้ง 3วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1) พัฒนาการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 มีคะแนนพัฒนาการดังนี้



ภาพที่ 12 พัฒนาการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนพัฒนาการดังนี้



ภาพที่ 13 พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสรุปผล และอภิปรายผลดังต่อไปนี้

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

พหุปณฺฑิโต ชีเว

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ให้คะแนนผ่านร้อยละ 60

2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ให้คะแนนผ่านร้อยละ 70

สรุปผล

จากการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่า

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า จำนวน 4 ชั่วโมง มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 30.6 คิดเป็นร้อยละ 76.5 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 43.267 คิดเป็นร้อยละ 72.111 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.333

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดของโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 31.533 คิดเป็นร้อยละ 78.833 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 90 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 48.033 คิดเป็นร้อยละ 80.056 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.333

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDLร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 32.633 คิดเป็นร้อยละ 81.583 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 28 คน คิดเป็นร้อยละ 93.333 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 49.933 คิดเป็นร้อยละ 83.222 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 28 คน คิดเป็นร้อยละ 93.333 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

อภิปรายผล

ผลการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีประเด็นที่นำมาอภิปราย ดังนี้

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.633 คิดเป็นร้อยละ 81.583 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนด และเมื่อพิจารณาตามจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้นจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 93.333 ของจำนวนกลุ่มเป้าหมาย และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 49.933 คิดเป็นร้อยละ 83.222 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 28 คน คิดเป็นร้อยละ 93.333 ของคะแนนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดโดยผลการวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อันเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา 2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ 3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ และ 4) ขั้นตรวจสอบและสรุป โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าเป็นสื่อการสอนและตรวจสอบคำตอบ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนั้นมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับการนำแนวคิดของโพลยาและเทคนิค KWDL มาใช้ในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการตามลำดับ โดยขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหาเพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหาที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน (บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2544) ขั้นตอนที่ 2 จากการกำหนดปัญหาในขั้นตอนที่ 1 ผู้สอนได้ทำการอธิบายทฤษฎี หลักการ ในการแก้ปัญหา พร้อมยกตัวอย่างการใช้ทฤษฎี หลักการ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาจากขั้นตอนที่ 1 จากนั้นขั้นตอนที่ 3 ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ และใช้แนวคิดของโพลยาและเทคนิค KWDL เป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เมื่อนักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาหรือใเทคนิค KWDL แล้วในขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบและสรุป ผู้สอนสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนหลังจากนั้นผู้สอนจึงทำการตรวจสอบคำตอบผ่านโปรแกรมจีโอจีบร้าเพื่อยืนยันคำตอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ และสุดท้ายในขั้นตอนที่ 5 หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาเสร็จแล้วเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้ว ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในทุก ๆกิจกรรมมีการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆ ของตนเอง เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป (สุวิมล ว่องวานิช, 2544b) ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาและพัฒนาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจากการสะท้อนผลเป็นวงจรปฏิบัติการดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าเป็นสื่อช่วยในการสอนที่เน้นให้นักเรียนเข้าใจปัญหาจากโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งเรียนรู้ทฤษฎี หลักการ ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และให้สถานการณ์ใหม่ๆที่หลากหลายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจทฤษฎี หลักการ กฎหรือข้อสรุปนั้นๆ อย่างลึกซึ้งและสามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้งานได้ (ทิศนา แขมมณี, 2556) โดยในชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 4 จากการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอนคือ 1) การกำหนดปัญหาจากโจทย์ 2) การใช้วิธีการแก้ปัญหา 3) การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา 4) การสรุปคำตอบ นักเรียนยังแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกมาน้อยเนื่องจากนักเรียนยังไม่ชินกับการแสดงวิธีทำแบบเป็นขั้นตอนและแสดงวิธีการหาคำตอบไม่ละเอียดหรือเขียนข้ามขั้นตอน ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ แต่ยังขาดความมั่นใจในการแก้ปัญหา และใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานทำให้เวลาไม่พอ แต่นักเรียนส่วนมากก็ถือว่ามีการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนสามารถเข้าใจโจทย์ปัญหาว่าโจทย์ต้องการอะไร มีวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาอย่างไรเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ การที่ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีการอย่างเป็นขั้นตอนทำให้นักเรียนมีเป้าหมายในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน และนักเรียนมีการสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหา โดยทำให้มีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แผนที่ 1 แผนที่ 2 แผนที่ 3 และแผนที่ 4 คือ 5.033, 5.033, 5.80 และ 7.10 ตามลำดับ ดังนั้นการจัดการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนการนำทฤษฎี หลักการไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาดีขึ้นตรงตามแนวคิดของ (ทิศนา แขมมณี, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (อนุรักษ์ วภักดิ์เพชร, 2558) ที่ศึกษาเกี่ยวกับ

ผลการใช้ชุดการสอนแบบนิรนัยผลการใช้ชุดการสอนแบบนิรนัยและอุปนัยร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ฉลาด สายสินธ์, 2561) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งนักเรียนมที่เรียนด้วยกิการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนมากแก้ปัญหาได้ดีแต่มีบางส่วนแสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ละเอียดและไม่สมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดของโพลยามาเป็นขั้นตอนในการแสดงวิธีแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาที่ดียิ่งขึ้นในวงจรต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยนำปัญหาไปพัฒนาและปรับแผนการจัดการเรียนรู้คือ การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า จำนวน 4 ชั่วโมง มีการเพิ่มในขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ โดยนำแนวคิดของโพลยา ซึ่งมีขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้น คือ 1) เข้าใจโจทย์ปัญหา 2) วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา 3) ดำเนินการหาคำตอบ และ 4) การตรวจคำตอบและสรุปคำตอบ มาช่วยให้นักเรียนในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาให้ละเอียดยิ่งขึ้น และการกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้ตัวในชีวิตประจำวันนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียน มีการอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน การอธิบายทฤษฎีหลักการ พร้อมยกตัวอย่างให้ครอบคลุม ไม่ง่ายไม่ยากจนเกินไปเพื่อที่จำเข้าใจหลักการนำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่อไป ทำให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกมาได้มากขึ้น เช่นนักเรียนส่วนมากสามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร มีวิธีการอย่างไรในการที่จะนำไปสู่การหาคำตอบ และนักเรียนส่วนมากแสดงวิธีการหาคำตอบได้ดีขึ้น แต่ก็ยังพบปัญหาในวงจรปฏิบัติการอยู่ เช่น นักเรียนบางส่วนยังเขียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาไม่ได้ ในบางขั้นตอน เช่น นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร จะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร อาจมีสาเหตุมาจากยังไม่เข้าใจในเนื้อหาในการเรียน จึงไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแผนที่ 5 แผนที่ 6 แผนที่ 7 และแผนที่ 8 คือ 5.900, 6.100, 6.86 และ 7.230 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (วิไลวรรณ สุระวนิชกุล, 2562) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้

สามารถพัฒนาศักยภาพการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดโพลยามีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ผลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนมากแก้ปัญหาได้ดีขึ้นสามารถเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดโพลยาได้ดี แต่มีนักเรียนบางส่วนมีปัญหาในขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบทำให้ใช้เวลาในการทำแบบฝึกหัดนานเกินไป ผู้วิจัยจึงนำเทคนิค KWDL มาใช้ในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาซึ่งในขั้นตอนที่ 4 เป็นการสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนไม่ต้องแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งเราใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าในการตรวจสอบคำตอบอยู่แล้ว นำไปสู่วงจรถัดไป

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้นำปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และที่ 2 ซึ่งยังคงมีปัญหาสำหรับนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ มาพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDL ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า จำนวน 3 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้เพิ่มเทคนิค KWDL ในขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ คือ การนำเทคนิค KWDL มาใช้ในขั้นนี้ โดยเทคนิค KWDL มี 4 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 K (What We Know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้ ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ ขั้นที่ 4 L (What We Learned) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา (วัชรา เล่าเรียนดี, 2548) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาได้มากขึ้น ผู้วิจัยได้กระตุ้นนักเรียนโดยใช้กิจกรรมการแข่งขันโดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาและแข่งขันกันระหว่างกลุ่มและออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนพร้อมกับอภิปราย โต้แย้งการแสดงคำตอบหน้าชั้นเรียน ก่อนที่ผู้สอนจะสรุปความรู้ในท้ายชั่วโมง ทำให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น และกล้าที่จะแสดงออกโต้แย้งถึงคำตอบและการแสดงวิธีทำของกลุ่มอื่น ในการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มก็ยังมีปัญหาคือ นักเรียนบางคนรอลอกเพื่อนอย่างเดียวไม่ช่วยเพื่อนคิด ทำให้เวลาทำแบบทดสอบนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ว่าโจทย์ต้องการอะไร หรือการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ไม่ละเอียดข้ามขั้นตอน การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ผิดไป ทำให้คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 แต่นักเรียนส่วนมากมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ดังนั้นทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแผนที่ 9 แผนที่ 10 และแผนที่ 11 คือ 7.433, 5.967 และ 7.433 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นเทคนิค KWDLช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาด้านสติปัญญา พัฒนาทักษะทางสังคม พัฒนาความสามารถและทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อนในการแก้ปัญหาหลายรูปแบบ ซึ่งส่งผลให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี และยังส่งผลให้นักเรียนในทุกระดับความรู้ได้มีโอกาสได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบขั้นตอน (วีระศักดิ์ เลิศโสภา, 2554) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (พลวิสันติ์ สิงหา

อาจ, 2555) ได้ทำการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิจารณญาณและการแก้ปัญหาระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ KWDL วิธีสอนแบบนิรนัยและวิธีสอนตามรูปแบบของ สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกรวดวิทยาคาร ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาสูงขึ้นหลังจากใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับเทคนิค KWDL

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าโดยใช้แนวคิดของโพลยาหรือเทคนิค KWDL ในแต่ละวงจรปฏิบัติการเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการนำสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันหรืออยู่ใกล้ตัวมาวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันแก้ปัญหา โดยผู้สอนมีหน้าที่เสนอสถานการณ์ปัญหาต่างๆที่จะกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ พร้อมกับให้ทฤษฎี หลักการในการแก้ปัญหาและจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมแก่การเรียนรู้ สามารถช่วยส่งเสริมพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1) ผู้สอนควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาเพื่อที่จะนำมาแก้ปัญหาที่หลากหลายเป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิต ประจำวัน ใกล้ตัว หรือ สถานการณ์ปัญหาที่เป็นกระแสนิยมในช่วงเวลานั้น เพื่อดึงดูดความสนใจในการจัดการเรียนการสอน

1.2) กำหนดเวลาในการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ปัญหาให้ชัดเจนเพื่อควบคุมเวลาในการจัดการเรียนการสอนให้สำเร็จตามเป้าหมาย

1.3) เน้นการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาร่วมกันและฝึกการสร้างปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน

1.4) ขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ได้ผลดีที่สุด คือ เทคนิค KWDL เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ง่ายต่อการเข้าใจและสามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1) ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าที่เกี่ยวกับความสามารถหรือทักษะในด้านอื่นๆ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.2) ควรศึกษาความพึงพอใจและเจตคติของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2545). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล. (2557). วิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, *1*(12), 29–31.

กุญชรี ค้าขาย. (2548). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.

ฉลาด สายสินธ์. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *25*(2), 82–95.

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2545). *การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ชวลิต ชูกำแพง. (2551). *การประเมินการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้ง). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทิศนา แขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2561). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2551). *การวิจัยปฏิบัติการ*. อุบลราชธานี: บริษัท ยงสวัสดีอินเตอร์กรุ๊ป จำกัด.

บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2544). *กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์*. นครสวรรค์: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้ง). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประพันธ์ศิริ สุเลารัจ. (2541). *คิดเก่ง สมองไว*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประวิต เอราวรรณ์. (2545). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดอกหญ้าวิชาการ.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2561). *วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, *38*(434-435), 62–67.

ปรียา สิถิระบุตร. (2558). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการคูณ การหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับการวาดรูปบาร์. *วิจัยและประเมินผลอุบลราชธานี*, *4*(1), 41–49.

พงศักดิ์ วุฒิสันต์. (2556). *GeoGebra อีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจของครูคณิตศาสตร์*.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2555). *การเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพราพรรณ เปลี่ยนภู่. (2542). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เมธา พงศ์ศาสตร์. (2549). *เอกสารประกอบการสอนวิชา 0500514 ทักษะการสอนคณิตศาสตร์*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *17*, 11–15.

ยุพิน พิพธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ละออง จันทร์เจริญ. (2540). *เอกสารคำสอน*. นครราชสีมา: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.

วรรณี ธรรมโชติ. (2550). *หลักการคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2548). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิไลวรรณ สุระวนิชกุล. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *25*(2), 226–238.

วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research). *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, *2(1)*, 46–47.

วีระศักดิ์ เลิศโสภา. (2554). *ผลของการใช้เทคนิคการสอน เค ดับเบิ้ลยู ดีแอล ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*.

ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์ และคณะ. (2542). การศึกษาสภาพปัญหาและความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *งานวิจัยอุดหนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผล คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศรีเมือง.

สมเดช บุญประจักษ์. (2551). *หลักการคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สมพล พวงสั้น. (2559). การพัฒนาแบบฝึกทักษะร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าสำหรับการหาปริพันธ์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปากร*, *3*(2), 16–26.

สิริพร ทิพย์คง. (2533). *ทฤษฎีและวิธีการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์. In *พัฒนาคุณภาพวิชาการ*. กรุงเทพฯ.

สุดาวัลย์ ใจภักดี. (2555). *การเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุรัตนาภรณ์ ศาสตร์นอก. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *2*, 15.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *วิธีจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* (7th ed.). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิมล ว่องวานิช. (2544). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไสว ฟักขาว. (2544). *หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อดิเรก เฉลียวฉลาด. (2552). *เทคนิค K-W-D-L กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์*.

อนุรักษ์ วภักดิ์เพชร. (2558). ผลการใช้ชุดการสอนแบบนิรนัยและอุปนัยร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา เจตคติและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบะฮีวิทยาคม. *วารสารบัณฑิตศึกษา ปีที่ 12 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, *57*, 31–41.

เอกภพ เฟื่องสำรวจ. (2562). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ*. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Adam Sam, E. L. and B. F. B. (1977). *Teaching Mathematics*. New York: Harper and Publishers, Co.th.

Ebbutt, D. (1983). *Education action research : Some general concerns and specific quibbles*. Cambidge Institute of Education.

Gagne, R. M. (1970). *Condition for Learning*. Holt: Rinehart and Winston.

Kemmis,S.&McTaggart, R. (1988). *The action Research*. Australia: Deakin University Press.

Kennedy Leonard M. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. California: Wadsworth Publishing.

Krulik S. and Rudnick J.A. (1993). *Reasoning and solving*. Boston: Allyn and Bacon.

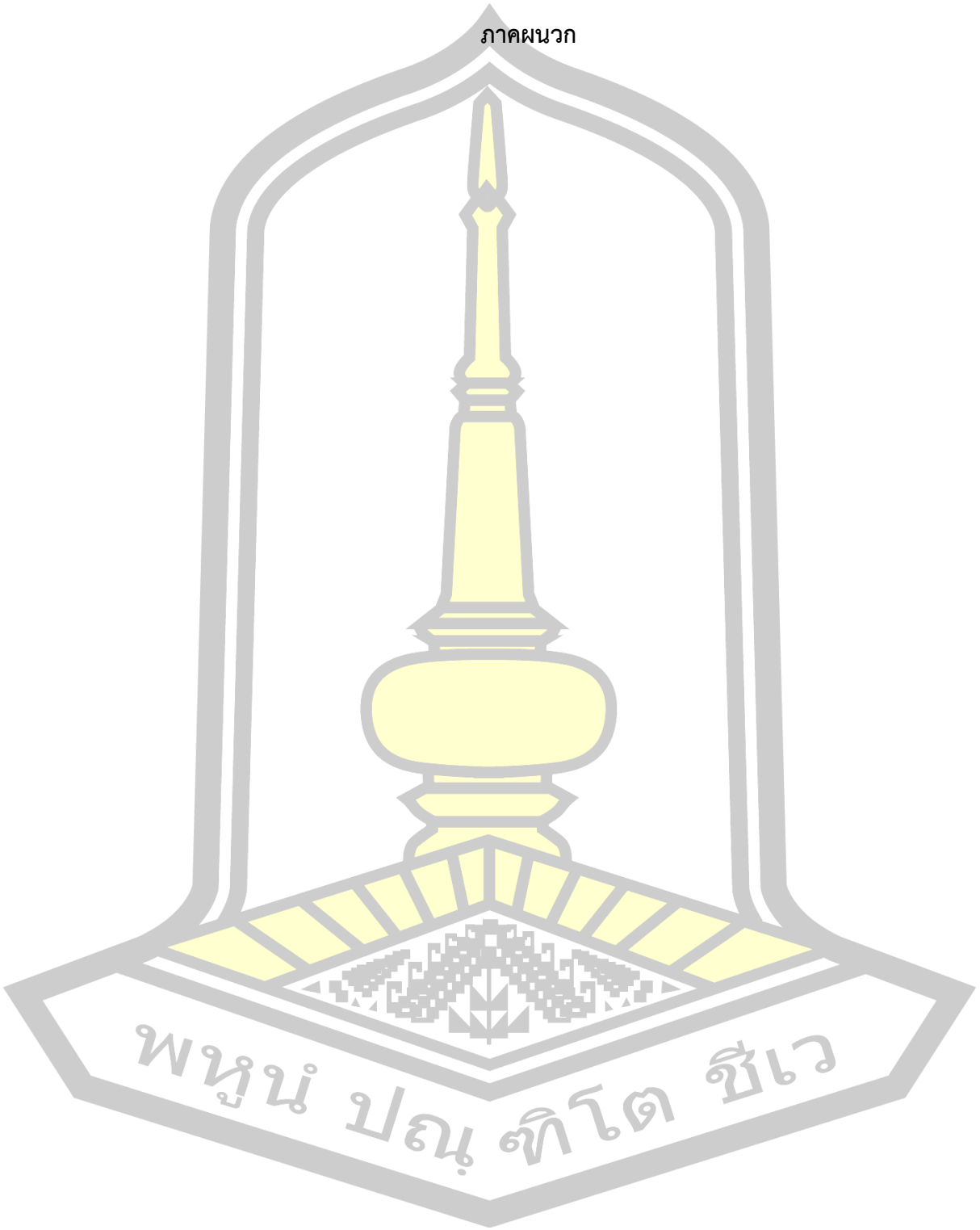
Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, *2(4)*, 34–46.

Polya George. (1957). *On solving Mathematics Problem in high scool*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

Shaw, J.M., Chambless, M.S., Chessin, D.A., Price, V. & Beardain, G. (1997). Cooperative

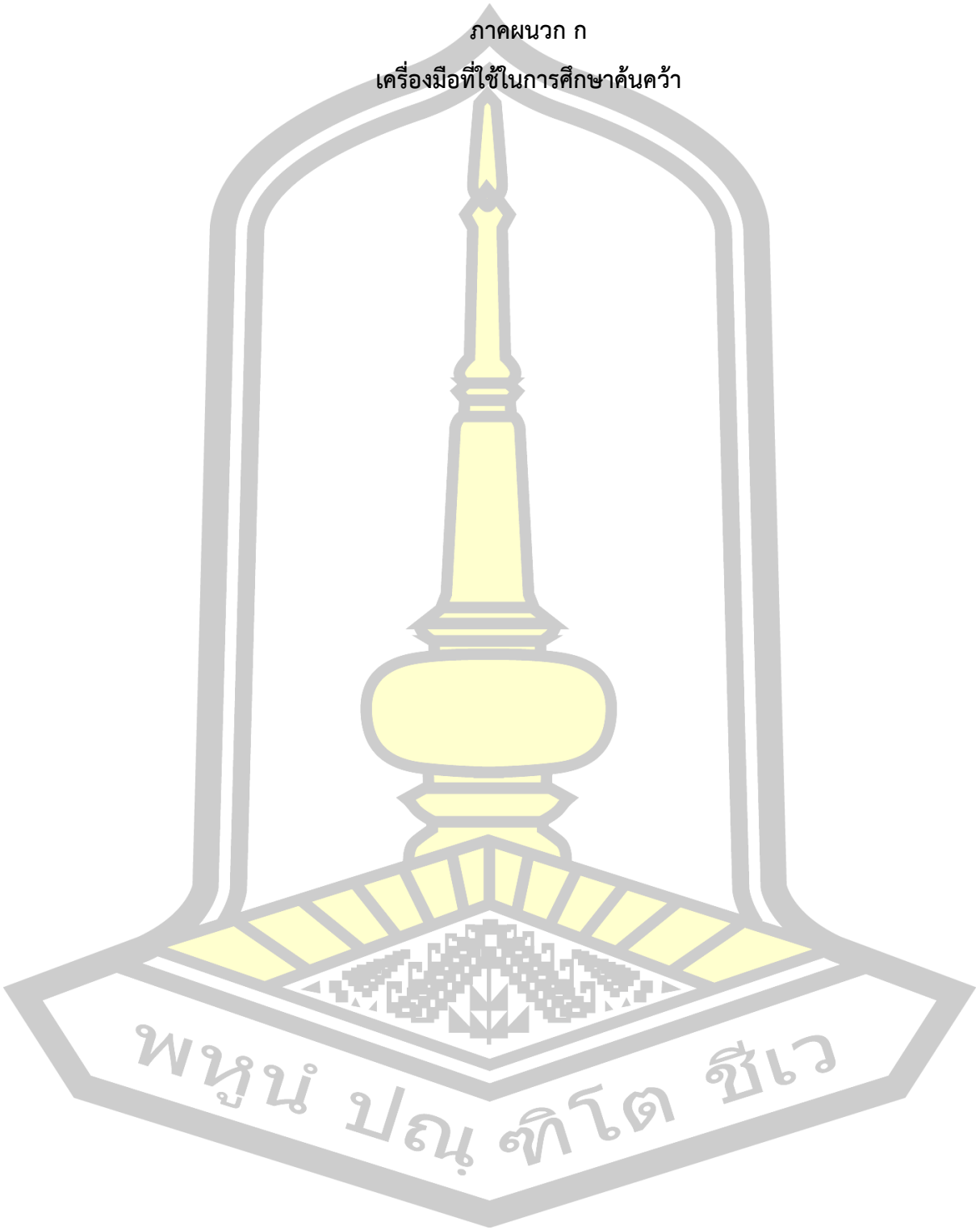
Problem Solving. *Teaching Chidren Mathematics*, *3*(39), 482–486.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า



แผนที่ 1	แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า	
คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง : การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น หน่วยการเรียนรู้ย่อยเรื่อง : การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่	จำนวน 1 คาบ เวลา 55 นาที
สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

ผลการเรียนรู้

เลือกวิธีวิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

สาระสำคัญ

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ หาได้โดยตรงจากข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดโดยการหารผลรวมของข้อมูลผลรวมของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูล

จุดประสงค์การเรียนรู้

-ด้านความรู้

นักเรียนเข้าใจและสามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่กำหนดให้ได้

- ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากปัญหาที่กำหนดให้ได้

- ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สาระการเรียนรู้

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร (population mean)

$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3+\ldots+x_N}{N} \quad \text{หรือ} \quad \mu = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}$$

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง (sample mean)

$$\bar{X} = \frac{x_1+x_2+x_3+\ldots+x_n}{n} \quad \text{หรือ} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

กระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา

1.1 ให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

“ ถ้าน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งมี 5 คน คือ 41, 46, 44, 49, และ 43 กิโลกรัม ถ้านักเรียนกลุ่มนี้มีสมาชิกเพิ่มอีก 1 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของนักเรียนทั้งหกคนนี้เป็น 46 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของนักเรียนคนที่ 6 ”

2.ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

1.1 ครูอธิบายการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นค่ากลางของข้อมูล เมื่อข้อมูลนั้นๆ ไม่มีค่าใดค่าหนึ่งหรือหลายค่า ค่าซึ่งสูงหรือต่ำกว่าค่าอื่นมากๆ

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังนี้

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร (population mean)

$$\mu = \frac{x_1+x_2+x_3+\ldots+x_N}{N} \quad \text{หรือ} \quad \mu = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}$$

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง (sample mean)

$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+x_3+\ldots+x_n}{n} \quad \text{หรือ} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

1.2 ครูยกตัวอย่างการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

ตัวอย่างที่ 1 จากการตรวจสอบราคาข้าวสารชนิดถุงละ 5 กิโลกรัม ของร้านค้าหลายแห่ง ปรากฏว่าราคาข้าวสารต่อถุงเป็นดังนี้ 150, 153, 170, 160, 165, 180, 175, 139, 145, 149 จงหาราคาเฉลี่ยของข้าวสารชนิดถุงละ 5 กิโลกรัมของร้านค้าเหล่านี้

วิธีทำ ราคาข้าวสารเฉลี่ยต่อถุง

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_1}{10}$$

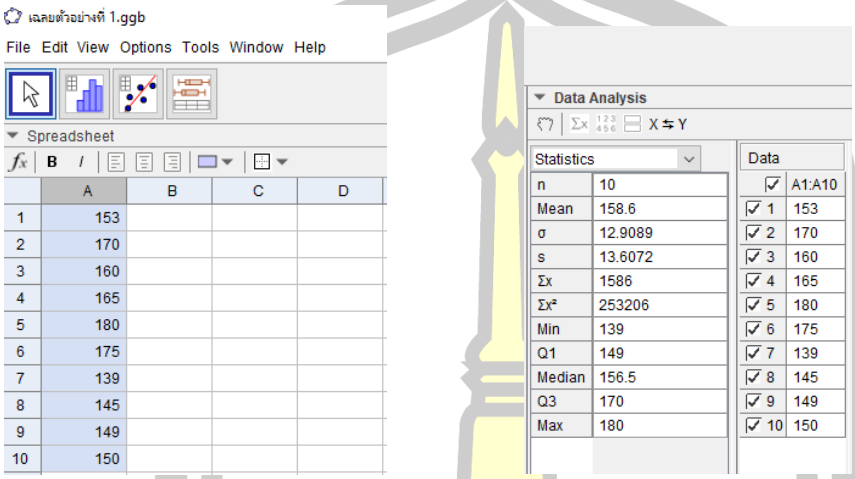
$$= \frac{150+153+170+160+165+180+175+139+145+149}{10}$$

$$= \frac{1586}{10}$$

$$= 158.60$$

นั่นคือ ราคาเฉลี่ยของข้าวสารชนิดถุงละ 5 กิโลกรัมของร้านค้าเหล่านี้คือ 158.60 บาท หรือกล่าวได้ว่าราคาข้าวสาร เฉลี่ยใกล้เคียงกับ 159 บาทต่อถุง

1.3 ตรวจสอบคำตอบจากโปรแกรมจีโอจีบร้า



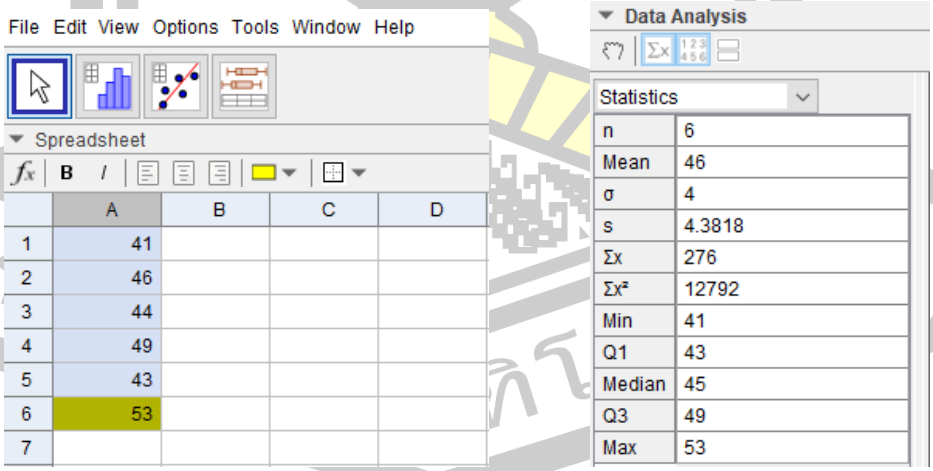
3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ

3.1 จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดไว้ให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตไปใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

4. ขั้นตรวจสอบและสรุปร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

4.1 สุ่มนักเรียน 3 คนมาเฉลยจากโจทย์ปัญหาในขั้น กำหนดขอบเขตของปัญหา

4.2 ครูตรวจสอบคำตอบโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าได้ดังนี้



5. ขั้นฝึกปฏิบัติ

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานที่ 1 ดังต่อไปนี้

“ ในการสอบสามครั้งปวีณสุดาสอบได้คะแนน 78, 89, และ 82 คะแนนตามลำดับอยากทราบว่าในการสอบครั้งที่ 4 ปวีณสุดาจะต้องสอบกี่คะแนนจึงจะทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบทั้งสี่ครั้งเป็น 85 คะแนน”

การวัดและประเมินผล

หลักฐานการเรียนรู้

- ใบงานที่ 1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่
- สื่อการสอน GeoGebra เรื่อง การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่

วิธีการวัดผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
นักเรียนเข้าใจและสามารถใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (K)	ตรวจใบงานที่ 1	ใบงานที่ 1	ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากปัญหาที่กำหนดให้ได้ (P)	ตรวจใบงานที่ 1	แบบประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
นักเรียนนักเรียนมีส่วนรวมในชั้นเรียน (A)	สังเกตการทำงาน	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน	ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- แบบฝึกหัดที่ 1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่
- สื่อการสอน GeoGebra เรื่อง การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่
- หนังสือคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ม.4-6 เล่ม 5 (สสวท)

8.เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการสอน

ผลการตรวจใบงาน

.....

.....

.....

.....

ผลการตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

.....

.....

การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

ผู้วิจัย

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นของผู้ตรวจ

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพร้อมพันธ์ สุวรรณแสน)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอนันท์ สำเภาทอง)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพัฒนวงศ์ ดอกไม้)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสมทรัพย์ ภูโสดา)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

พหุปัญญาศิโต ชีวา

ใบงานที่ 1

เรื่อง การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่

1) ถ้าน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งมี 5 คน คือ 41, 46, 44, 49, และ 43 กิโลกรัม ถ้านักเรียนกลุ่มนี้มีสมาชิกเพิ่มอีก 1 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของนักเรียนทั้งหกคนนี้เป็น 46 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของนักเรียนคนที่ 6 **(5 คะแนน)**

<u>วิธีทำ</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) ในการสอบสามครั้งปวีณสุดาสอบได้คะแนน 78, 89, และ 82 คะแนนตามลำดับอยากทราบว่าในการสอบครั้งที่ 4 ปวีณสุดาจะต้องสอบกี่คะแนนจึงจะทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบทั้งสี่ครั้งเป็น 85 คะแนน**(5 คะแนน)**

<u>วิธีทำ</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงานที่ 1

โจทย์ปัญหาที่ 1 : ถ้าน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งมี 5 คน คือ 41, 46, 44, 49, และ 43 กิโลกรัม ถ้านักเรียนกลุ่มนี้มีสมาชิกเพิ่มอีก 1 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของนักเรียนทั้งหกคนนี้เป็น 46 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของนักเรียนคนที่ 6

วิธีทำ $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

จาก $\bar{x} = \frac{\text{ผลรวมของน้ำหนักนักเรียนทั้งหกคน}}{6}$

และ $\bar{x} =$ 46 กิโลกรัม

จะได้ ผลรวมน้ำหนักของนักเรียนทั้งหกคน คือ 46 x 6 = 276 กิโลกรัม

ดังนั้น น้ำหนักของนักเรียนคนที่หก เท่ากับ

276-(41+46+44+49+43)

= 276-223

= 53

นั่นคือ นักเรียนคนที่หกหนัก 53 กิโลกรัม

โจทย์ปัญหาที่ 2 : ในการสอบสามครั้งปวีณสุดาสอบได้คะแนน 78, 89, และ 82 คะแนนตามลำดับ อยากทราบว่าในการสอบครั้งที่ 4 ปวีณสุดาจะต้องสอบกี่คะแนนจึงจะทำให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบทั้งสี่ครั้งเป็น 85 คะแนน

วิธีทำ $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

จาก $\bar{x} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนสอบทั้งสี่ครั้ง}}{4}$

และ $\bar{x} =$ 85 คะแนน

จะได้ ผลรวมคะแนนสอบของปวีณสุดาทั้งสี่คน คือ 85 x 4 = 340 กิโลกรัม

ดังนั้น คะแนนสอบของปวีณสุดาครั้งที่สี่ เท่ากับ

340-(78+89+82)

= 340-249

= 91

นั่นคือ คะแนนสอบของปวีณสุดาครั้งที่สี่ เท่ากับ 91 คะแนน

แบบประเมินด้านความรู้ (K)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

คำชี้แจง ผู้สอนประเมินคะแนนของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	เกณฑ์การประเมิน										
	การเลือกใช้สูตร		ค่าจากการสังเกต		การแทนค่าในสูตร		การคำนวณ		การสรุปคำตอบ		รวม
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	5

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

ผู้วิจัย

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน	
	0	1
การเลือกใช้สูตร	เลือกใช้สูตรผิดไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ	เลือกใช้สูตรถูกต้อง
ค่าจากการสังเกต	ค่าจากการสังเกตผิด	ค่าจากการสังเกตถูกต้อง
แทนค่าในสูตร	แทนค่าไม่ตรงตามตัวแปรในสูตร	แทนค่าตรงตามตัวแปรในสูตร
การคำนวณ	คำนวณผิด	คำนวณถูกต้อง
สรุปคำตอบ	สรุปคำตอบไม่ตรงตามโจทย์ต้องการ	สรุปคำตอบได้ตรงตามโจทย์ต้องการและครบถ้วน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ความสามารถในการแก้ปัญหา)

สังเกตพฤติกรรมวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชั้น.....จำนวน.....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์												รวม
	การกำหนดปัญหาจากโจทย์			การใช้วิธีการแก้ปัญหา			การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา			การสรุปคำตอบ			
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	8

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

ผู้วิจัย

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมการแก้ปัญหา
ทำความเข้าใจ	0	ไม่มีการเขียน หรือเขียนข้อความที่ไม่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
	1	มีการเขียนข้อความหรือข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด
	2	มีการเขียนข้อความหรือแสดงข้อมูลที่แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องครบถ้วน
วางแผนการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหาแต่ไม่ใช่แผนที่จะแก้ปัญหา
	1	มีการเขียนแผนแก้ปัญหาแต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้องครบถ้วน
ดำเนินตามแผน	0	ไม่มีการเขียนแสดงวิธีทำใดเลย หรือมีการเขียนแสดงวิธีทำแต่ไม่ใช่วิธีทำที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการได้
	1	มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนแสดงวิธีทำได้สมบูรณ์แต่มีการคำนวณผิดพลาด หรือเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์แต่ตอบคำถามผิดพลาด
	2	มีการเขียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นตอนได้ถูกต้องครบถ้วน สื่อความหมายได้สมบูรณ์ และแสดงคำตอบได้ถูกต้อง
ตรวจสอบผล	0	ไม่มีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้
	1	มีการเขียนแสดงวิธีตรวจคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมเกือบสมบูรณ์แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณโดยเขียนสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	2	มีการเขียนแสดงวิธีตรวจคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย

แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สังเกตพฤติกรรมวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชั้น.....จำนวน.....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	ความสนใจ				มีการสนทนาในเนื้อหา				ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย				รวม
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

แผนที่ 5	แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับแนวคิดโพลยาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า	
คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง : การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น หน่วยการเรียนรู้ย่อยเรื่อง : มัธยฐาน	จำนวน 1 คาบ เวลา 55 นาที
สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

ผลการเรียนรู้

เลือกวิธีวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัธยฐาน

สาระสำคัญ

มัธยฐาน คือ ค่าที่มีตำแหน่งอยู่กึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมด เมื่อเรียงข้อมูลจากค่าน้อยที่สุดไปหาค่ามากที่สุดหรือจากค่ามากที่สุดไปหาค่าน้อยที่สุด

จุดเด่นของการใช้ค่ามัธยฐาน คือนำมาใช้เป็นค่ากลางของข้อมูลเมื่อข้อมูลนั้น ๆ มีค่าใดค่าหนึ่งหรือหลายค่าซึ่งสูงหรือต่ำกว่าค่าอื่น ๆ มากหรือมีจำนวนค่าสังเกตที่มากกว่าและน้อยกว่าค่านี้อยู่ประมาณเท่ากัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

-ด้านความรู้

นักเรียนเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่ากลางของข้อมูลโดยการหาค่ามัธยฐานได้

- ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่ามัธยฐานของข้อมูลที่กำหนดให้ได้

- ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สาระการเรียนรู้

-การหามัธยฐานของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

1.เรียงข้อมูลจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อยอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.หาตำแหน่งของมัธยฐานจาก $\frac{N+1}{2}$

3.จากการเรียงข้อมูลหาค่ามัธยฐานจากตำแหน่งของมัธยฐาน

-การหามัธยฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่

1.หาว่ามัธยฐานตกอยู่ในอันตรภาคชั้นใดโดยพิจารณาจากความถี่สะสม จาก $\frac{N}{2}$

2.แทนค่าในสูตรการหามัธยฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ดังนี้

$$\text{มัธยฐาน} = L + \left(\frac{\frac{N}{2} - \sum f_L}{f_M} \right) I$$

$$\text{หรือ มัธยฐาน} = U - \left(\frac{\sum f_U - \frac{N}{2}}{f_M} \right) I$$

เมื่อ L และ U เป็นขอบล่างและขอบบนของอันตรภาคชั้นที่มีมัธยฐานอยู่ ตามลำดับ

N เป็นผลรวมของความถี่ทั้งหมด $\left(\sum_{i=1}^{k} f_i \right)$

$\sum f_L$ เป็นผลรวมความถี่ของทุกอันตรภาคชั้นที่เป็นช่วงคะแนนต่ำกว่าชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

$\sum f_U$ เป็นผลรวมความถี่ของทุกอันตรภาคชั้นที่มีมัธยฐานอยู่และทุกชั้นที่เป็นช่วงคะแนนต่ำกว่า

f_M เป็นความถี่ของอันตรภาคชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

I เป็นความกว้างของอันตรภาคชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

กระบวนการเรียนรู้

1. **ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา**

1.1 ครูแสดงโจทย์ปัญหาดังต่อไปนี้

จงหามัธยฐานของปริมาณข้าวที่บริษัทข้าวสยามส่งออกไปขายยังต่างประเทศเป็นระยะเวลา 22 ปี ซึ่งมี การแจงแจงความถี่ดังตาราง

ปริมาณข้าวส่งออก	ความถี่ (จำนวนปีที่ส่งออก)	ความถี่สะสม
0.80-0.99	1	1
1.00-1.19	3	4
1.20-1.39	6	10
1.40-1.59	9	19
1.60-1.79	0	19

1.80-1.99	1	20
2.00-2.19	2	22

2.ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ

2.1 ครูอธิบายการหามัธยฐานของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ดังนี้

1) ข้อมูลจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อยอย่างใดอย่างหนึ่ง

2) หาตำแหน่งของมัธยฐานจาก $\frac{N+1}{2}$

3) จากการเรียงข้อมูลหาค่ามัธยฐานจากตำแหน่งของมัธยฐาน

2.2 ครูอธิบายวิธีการหามัธยฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ดังนี้

1) หาว่ามัธยฐานตกอยู่ในอันตรภาคชั้นใดโดยพิจารณาจากความถี่สะสม จาก $\frac{N}{2}$ จากโจทย์ปัญหา N=22 ดังนั้นจะได้ว่าตำแหน่งมัธยฐานคือ $\frac{22}{2}=11$ ดังนั้นมัธยฐานอยู่ในช่วง 1.40-1.59 ให้นักเรียนหาค่า L,U, $\sum f_L$, $\sum f_U$, f_M , I

เมื่อ L และ U เป็นขอบล่างและขอบบนของอันตรภาคชั้นที่มีมัธยฐานอยู่ ตามลำดับ

N เป็นผลรวมของความถี่ทั้งหมด $\left(\sum_{i=1}^{k} f_i\right)$

$\sum f_L$ เป็นผลรวมความถี่ของทุกอันตรภาคชั้นที่เป็นช่วงคะแนนต่ำกว่าชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

$\sum f_U$ เป็นผลรวมความถี่ของทุกอันตรภาคชั้นที่มีมัธยฐานอยู่และทุกชั้นที่เป็นช่วงคะแนนต่ำกว่า

f_M เป็นความถี่ของอันตรภาคชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

I เป็นความกว้างของอันตรภาคชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

2) แทนค่าในสูตรการหามัธยฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ดังนี้

$$\text{มัธยฐาน} = L + \left(\frac{\frac{N}{2} - \sum f_L}{f_M}\right) I \quad \text{หรือ} \quad \text{มัธยฐาน} = U - \left(\frac{\sum f_U - \frac{N}{2}}{f_M}\right) I$$

3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ และแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา

2.1 เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้หลักการการหาค่ามัธยฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่แล้วให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ในใบงานที่ 5 ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนต้องบอกได้ว่าสิ่งโจทย์ต้องการคืออะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนต้องบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดและเลือกวิธีการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหาคำตอบ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องแสดงวิธีการหาคำตอบและวิธีคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบจากโจทย์ปัญหา

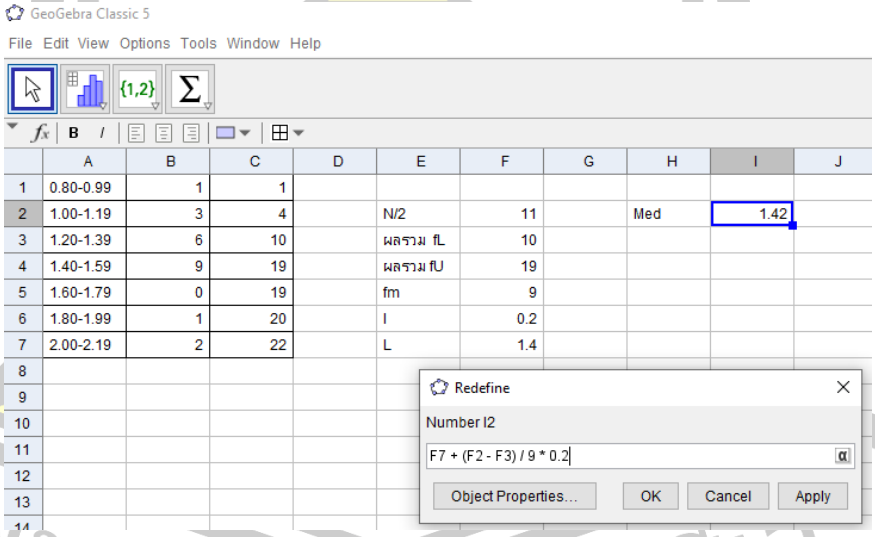
ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา

2.2 เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์เสร็จเรียบร้อยแล้วสุ่มนักเรียน 3 คนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน

4. ขั้นตรวจสอบและสรุปร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

4.1 เมื่อนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดเสร็จแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบของตัวเองและของนักเรียนที่ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

4.2 ครูผู้สอนใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าในการตรวจสอบคำตอบ ดังนี้



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0.80-0.99	1	1							
2	1.00-1.19	3	4		N/2	11		Med	1.42	
3	1.20-1.39	6	10		ผลรวม fL	10				
4	1.40-1.59	9	19		ผลรวม fU	19				
5	1.60-1.79	0	19		fm	9				
6	1.80-1.99	1	20		l	0.2				
7	2.00-2.19	2	22		L	1.4				

5. ขั้นฝึกปฏิบัติ

5.1 ครูกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนใช้ ทฤษฎี หลักการ แก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิมเพื่อฝึกการนำ ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังนี้

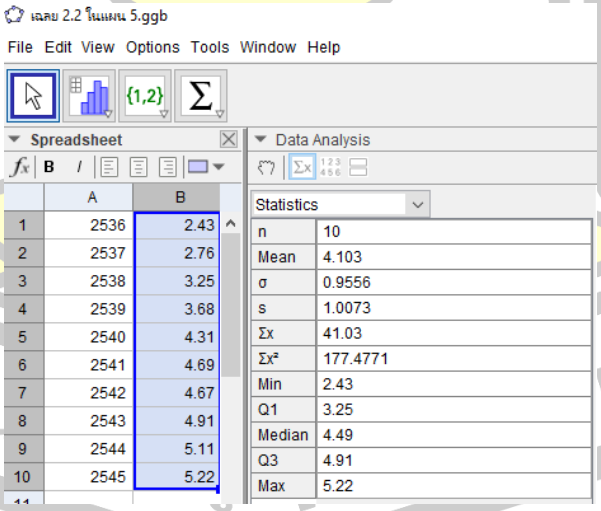
จงหามัธยฐานของจำนวนเงินฝากของธนาคารพานิชย์ในประเทศไทยในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ พ.ศ. 2536 ถึง พ.ศ. 2545 ซึ่งมีจำนวนเงินฝากในแต่ละปีดังนี้

พ.ศ	จำนวนเงินฝาก (ล้านล้านบาท)
2536	2.43
2537	2.76
2538	3.25
2539	3.68
2540	4.31
2541	4.69
2542	4.67
2543	4.91
2544	5.11
2545	5.22

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย

5.2 ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา

5.3 ตรวจคำตอบโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า ดังนี้



การวัดและประเมินผล

หลักฐานการเรียนรู้

- ใบงานที่ 5 การหาค่ามัธยฐาน
- สื่อการสอน เรื่อง มัธยฐาน

วิธีการวัดผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
นักเรียนเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่ากลางของข้อมูลโดยการหาค่ามัธยฐานได้	ตรวจใบงานที่ 5	ใบงานที่ 5	ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่ามัธยฐานของข้อมูลที่กำหนดให้ได้	ตรวจใบงานที่ 5	แบบประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
นักเรียนมีส่วนรวมในชั้นเรียน (A)	สังเกตการทำงาน	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน	ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- แบบฝึกหัดที่ 5 การหาค่ามัธยฐาน
- สื่อการสอน GeoGebra เรื่อง มัธยฐาน
- หนังสือคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ม.4-6 เล่ม 5 (สสวท)

8.เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการสอน

ผลการตรวจใบงาน

.....

.....

.....

.....

ผลการตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

.....

.....

การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

พหุปัญญิโต ชีเว

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)
ผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นของผู้ตรวจ

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพร้อมพันธ์ สุวรรณแสน)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอนันท์ สำเภาทอง)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพัฒนวงศ์ ดอกไม้)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสมทรัพย์ ภูโสดา)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

ใบงานที่ 5

เรื่อง การหามัธยฐาน

1. จงหามัธยฐานของปริมาณข้าวที่บริษัทข้าวสยามส่งออกไปขายยังต่างประเทศเป็นระยะเวลา 22 ปี ซึ่งมี การแจงแจงความถี่ดังตาราง **(5 คะแนน)**

ปริมาณข้าวส่งออก	ความถี่ (จำนวนปีที่ส่งออก)	ความถี่สะสม
0.80-0.99	1	1
1.00-1.19	3	4
1.20-1.39	6	10
1.40-1.59	9	19
1.60-1.79	0	19
1.80-1.99	1	20
2.00-2.19	2	22

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการ)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนดและเลือกวิธีการหาคำตอบ)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหาคำตอบ (วิธีที่ใช้ในการหาคำตอบและวิธีคิด)

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบ (ตรวจสอบและสรุปคำตอบ)

2. จงหามัธยฐานของจำนวนเงินฝากของธนาคารพานิชย์ในประเทศไทยในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ พ.ศ. 2536 ถึง พ.ศ. 2545 ซึ่งมีจำนวนเงินฝากในแต่ละปีดังนี้ **(5 คะแนน)**

พ.ศ	จำนวนเงินฝาก (ล้านล้านบาท)
2536	2.43
2537	2.76
2538	3.25
2539	3.68
2540	4.31
2541	4.69
2542	4.67
2543	4.91
2544	5.11
2545	5.22

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการ)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนดและเลือกวิธีการหาคำตอบ)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหาคำตอบ (วิธีที่ใช้ในการหาคำตอบและวิธีคิด)

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ (ตรวจสอบและสรุปคำตอบ)

พหุน ปณฑิโต ชีเว

แบบประเมินด้านความรู้ (K)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชั้น.....จำนวน.....

คำชี้แจง ผู้สอนประเมินคะแนนของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	เกณฑ์การประเมิน										
	การเลือกใช้สูตร		ค่าจากการสังเกต		การแทนค่าในสูตร		การคำนวณ		การสรุปคำตอบ		รวม
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	5

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)
ผู้วิจัย

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน	
	0	1
การเลือกใช้สูตร	เลือกใช้สูตรผิดไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ	เลือกใช้สูตรถูกต้อง
ค่าจากการสังเกต	ค่าจากการสังเกตผิด	ค่าจากการสังเกตถูกต้อง
แทนค่าในสูตร	แทนค่าไม่ตรงตามตัวแปรในสูตร	แทนค่าตรงตามตัวแปรในสูตร
การคำนวณ	คำนวณผิด	คำนวณถูกต้อง
สรุปคำตอบ	สรุปคำตอบไม่ตรงตามโจทย์ต้องการ	สรุปคำตอบได้ตรงตามโจทย์ต้องการและครบถ้วน

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ความสามารถในการแก้ปัญหา)

สังเกตพฤติกรรมวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชั้น.....จำนวน.....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์												รวม
	การกำหนดปัญหาจากโจทย์			การใช้วิธีการแก้ปัญหา			การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา			การสรุปคำตอบ			
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	8

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎ์ ชุมภูจันทร์)
ผู้วิจัย

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมการแก้ปัญหา
ทำความเข้าใจ	0	ไม่มีการเขียน หรือเขียนข้อความที่ไม่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
	1	มีการเขียนข้อความหรือข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด
	2	มีการเขียนข้อความหรือแสดงข้อมูลที่แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องครบถ้วน
วางแผนการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหาแต่ไม่ใช่แผนที่จะแก้ปัญหา
	1	มีการเขียนแผนแก้ปัญหาแต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้องครบถ้วน
ดำเนินตามแผน	0	ไม่มีการเขียนแสดงวิธีทำใดเลย หรือมีการเขียนแสดงวิธีทำแต่ไม่ใช่วิธีทำที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการได้
	1	มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนแสดงวิธีทำได้สมบูรณ์แต่มีการคำนวณผิดพลาด หรือเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์แต่ตอบคำถามผิดพลาด
	2	มีการเขียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นตอนได้ถูกต้องครบถ้วน สื่อความหมายได้สมบูรณ์ และแสดงคำตอบได้ถูกต้อง
ตรวจสอบผล	0	ไม่มีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้
	1	มีการเขียนแสดงวิธีตรวจคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมเกือบสมบูรณ์ แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณโดยเขียนสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	2	มีการเขียนแสดงวิธีตรวจคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย

แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สังเกตพฤติกรรมวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชั้น.....จำนวน.....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	ความสนใจ				มีการสนทนาในเนื้อหา				ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย				รวม
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

ผู้วิจัย

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

พฤติกรรม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
ความสนใจ	สนใจฟังดูตั้งใจจดจ่อ	นั่งฟังไปเรื่อยๆไม่รบกวนผู้อื่น	ไม่สนใจฟัง แต่ก็ไม่รบกวนผู้อื่น	ไม่สนใจฟังรบกวนผู้อื่น
มีการสนทนาในเนื้อหา	อธิบายเนื้อหาพร้อมสอนเพื่อนในการทำโจทย์	เมื่อเพื่อนถามแล้วจึงอธิบายบอกวิธีการในจุดๆนั้น	เพื่อนถามแล้วตอบ	ไม่มีการสนทนาต่างทำงานของตน
ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานส่งครบตรงเวลามีความถูกต้องเรียบร้อย	ทำงานส่งครบตรงเวลางานผิดบ้างเล็กน้อย	ทำงานส่งครบแต่มีความล่าช้า	ไม่สนใจทำงานส่งงานไม่ครบส่งงานช้า

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

แผนที่ 10	**แผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยกับเทคนิค KWDLร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า**	
คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2	หน่วยการเรียนรู้เรื่อง : การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น หน่วยการเรียนรู้ย่อยเรื่อง : ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์หรือกึ่งช่วงควอร์ไทล์	จำนวน 1 คาบ เวลา 55 นาที
สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.		

ผลการเรียนรู้

เลือกวิธีวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ หรือกึ่งช่วงควอร์ไทล์

สาระสำคัญ

ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ คือ ค่าที่ใช้วัดการกระจายที่หาได้จากครึ่งหนึ่งของผลต่างระหว่างควอร์ไทล์ที่สาม (Q_3) และควอร์ไทล์ที่หนึ่ง (Q_1) นั่นคือ

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ (Q.D.)} = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

จุดประสงค์การเรียนรู้

-ด้านความรู้

นักเรียนสามารถเข้าใจการวัดการกระจายของข้อมูลโดยการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ได้

- ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนสามารถแสดงวิธีการวัดการกระจายของข้อมูลโดยการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ได้

- ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สาระการเรียนรู้

ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ คือ ค่าที่ใช้วัดการกระจายที่หาได้จากครึ่งหนึ่งของผลต่างระหว่างควอร์ไทล์ที่สาม (Q_3) และควอร์ไทล์ที่หนึ่ง (Q_1) นั่นคือ

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ (Q.D.)} = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

การวัดการกระจายของข้อมูลโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนควอรีไทล์มีส่วนดีเพราะกรณีที่มีข้อมูลบางค่าสูงหรือต่ำกว่าข้อมูลอื่นๆในชุดเดียวกันมาก จะมีผลกระทบต่อพิสัยแต่จะไม่มีผลกระทบต่อส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ เนื่องจากมิได้นำเอาข้อมูลที่ต่ำกว่า Q_1 หรือสูงกว่า Q_3 มาคำนวณด้วย ในกรณีที่การแจกแจงความถี่ของข้อมูลมีอันตรภาคชั้นแรก หรืออันตรภาคชั้นสุดท้ายในตารางเป็นอันตรภาคชั้นเปิด ก็สามารถหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ได้ เพราะไม่ต้องเกี่ยวกับอันตรภาคชั้นแรกและอันตรภาคชั้นสุดท้ายในตารางแต่อย่างใด แต่ส่วนเบี่ยงเบนควอรีไทล์มีข้อเสียเนื่องจากไม่ได้ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่มาคำนวณใช้เฉพาะข้อมูลที่มีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับข้อมูลในตำแหน่งที่ของควอรีไทล์ที่หนึ่งและสามเท่านั้นจึงเป็นการวัดการกระจายที่ไม่ละเอียดนัก

กระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา

1.1 ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาดังต่อไปนี้

จงหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของทีมนักเรียนที่เข้าร่วมแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิก ครั้งที่ 45 (พ.ศ. 2547) ณ ประเทศกรีซจากประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ทั้งหมดที่เข้าร่วมการแข่งขันซึ่งมีผลสอบดังนี้

ประเทศ	คะแนน
เวียดนาม	196
สิงคโปร์	139
ไทย	99
อินโดนีเซีย	61
มาเลเซีย	34
ฟิลิปปินส์	16

2. ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ

2.1 ผู้สอนอธิบายขั้นตอนการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ ดังนี้

1. การหาตำแหน่งควอร์ไทล์ของข้อมูล

- หาตำแหน่งควอร์ไทล์ของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ คือ Q_r อยู่ตำแหน่งที่ $\frac{r(N+1)}{4}$

ดังนั้นการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ต้องหา Q_1 อยู่ตำแหน่งที่ $\frac{(N+1)}{4}$

และ Q_3 อยู่ตำแหน่งที่ $\frac{3(N+1)}{4}$

- หาตำแหน่งควอร์ไทล์ของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ คือ Q_r อยู่ตำแหน่งที่ $\frac{rN}{4}$

ดังนั้นการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ต้องหา Q_1 อยู่ตำแหน่งที่ $\frac{N}{4}$ และ Q_3 อยู่ตำแหน่งที่ $\frac{3N}{4}$

2. หาค่าควอร์ไทล์ที่หนึ่ง Q_1 และควอร์ไทล์ที่สาม Q_3

3. แทนค่าค่าควอร์ไทล์ที่หนึ่ง Q_1 และควอร์ไทล์ที่สาม Q_3 ลงในสูตร

ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ (Q.D.) = $\frac{Q_3 - Q_1}{2}$

2.2 ผู้สอนยกตัวอย่างการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ ดังนี้

1) 1 2 3 4 5

<u>วิธีทำ</u> - หาค่าของควอร์ไทล์ที่หนึ่ง (Q_1)

หาตำแหน่งควอร์ไทล์ที่หนึ่ง (Q_1) = $\frac{5+1}{4} = 1.5$

ดังนั้น เมื่อเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก ค่าควอร์ไทล์ที่หนึ่ง (Q_1) อยู่ตำแหน่งที่ 1.5 คือค่าที่อยู่ระหว่าง 1 กับ 2 คือ 1.5

- หาค่าของควอร์ไทล์ที่สาม (Q_3)

หาตำแหน่งควอร์ไทล์ที่สาม (Q_3) = $\frac{3(5+1)}{4} = 4.5$

ดังนั้น เมื่อเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก ค่าควอร์ไทล์ที่สาม (Q_3) อยู่ตำแหน่งที่ 4.5 คือค่าที่อยู่ระหว่าง 4 กับ 5 คือ 4.5

จากสูตรส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ (Q.D.) = $\frac{Q_3 - Q_1}{2}$

ได้ว่า ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ (Q.D.) = $\frac{4.5 - 1.5}{2} = 1.5$

นั่นคือ ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ เท่ากับ 1.5

3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ และเทคนิค KWDL

3.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วนั่งเป็นกลุ่มเพื่อร่วมกันแก้ปัญหาจากโจทย์และทำใบงานที่ 10

3.2 ให้นักเรียนร่วมแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในใบงานที่ 10 ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเทคนิค KWDL ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What We Know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร

ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ

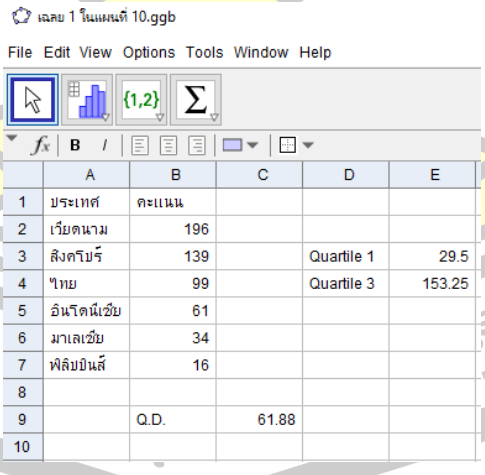
ขั้นที่ 4 L (What We Learned) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนแล้วร่วมกันอภิปรายการแสดงวิธีทำของแต่ละกลุ่ม

4. ขั้นตรวจสอบและสรุปร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

4.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายการแสดงวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตัวเองและกลุ่มอื่นว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ถูกต้องหรือไม่

4.2 เมื่อทุกกลุ่มอภิปรายการแสดงวิธีทำเสร็จแล้วผู้สอนตรวจคำตอบของปัญหาโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า ดังนี้


เฉลย 1 ในแผนที่ 10.ggb

File Edit View Options Tools Window Help

	A	B	C	D	E
1	ประเทศ	คะแนน			
2	เวียดนาม	196			
3	สิงคโปร์	139		Quartile 1	29.5
4	ไทย	99		Quartile 3	153.25
5	อินโดนีเซีย	61			
6	มาเลเซีย	34			
7	ฟิลิปปินส์	16			
8					
9		Q.D.	61.88		
10					

5. ขั้นฝึกปฏิบัติ

5.1 ผู้สอนให้สถานการณ์ใหม่เพื่อให้นักเรียนนำหลักการไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

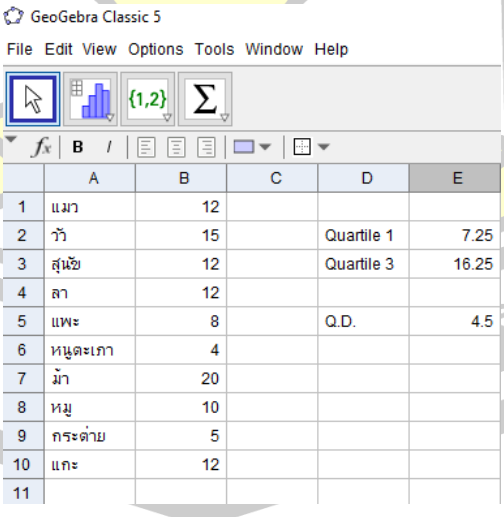
จงหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ของอายุขัย (longevity) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 10 ประเภท ประเภทละ 1 ตัว ดังตารางต่อไปนี้

สัตว์เลี้ยง (ตัวที่)	ประเภท	อายุขัย (ปี)
1	แมว	12
2	วัว	15
3	สุนัข	12
4	ลา	12
5	แพะ	8
6	หนูตะเภา	4
7	ม้า	20
8	หมู	10
9	กระต่าย	5
10	แกะ	12

ที่มา : Watkins et al. (2004)

5.2 ให้นักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของเทคนิค KWDL

5.3 เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้วครูผู้สอนตรวจคำตอบโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า ดังนี้



การวัดและประเมินผล

หลักฐานการเรียนรู้

- ใบงานที่ 10
- สื่อการสอน เรื่อง ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์

วิธีการวัดผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
นักเรียนสามารถเข้าใจการวัดการกระจายของข้อมูลโดยการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ได้	ตรวจใบงานที่ 10	ใบงานที่ 10	ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนสามารถแสดงวิธีการวัดการกระจายของข้อมูลโดยการหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ได้	ตรวจใบงานที่ 10	แบบประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
นักเรียนมีส่วนรวมในชั้นเรียน (A)	สังเกตการทำงาน	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน	ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- แบบฝึกหัดที่ 10 เรื่องส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์
- สื่อการสอน เรื่อง ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์
- หนังสือคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ม.4-6 เล่ม 5 (สสวท)

8.เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการสอน

ผลการตรวจใบงาน

.....

.....

.....

.....

ผลการตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

.....

.....

การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

พหุน ปญ ศ โต ชีเว

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

ผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นของผู้ตรวจ

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพร้อมพันธ์ สุวรรณแสน)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอนันท์ สำเภาทอง)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายพัฒนวงศ์ ดอกไม้)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสมทรัพย์ ภูโสดา)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

ใบงานที่ 10

เรื่อง ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์

1) จงหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของทีมนักเรียนที่เข้าร่วมแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิก ครั้งที่ 45 (พ.ศ. 2547) ณ ประเทศกรีซจากประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ทั้งหมดที่เข้าร่วมการแข่งขันซึ่งมีผลสอบดังนี้ **(5 คะแนน)**

ประเทศ	**คะแนน**
เวียดนาม	196
สิงคโปร์	139
ไทย	99
อินโดนีเซีย	61
มาเลเซีย	34
ฟิลิปปินส์	16

<u>วิธีทำ</u> ขั้นที่ 1 K (What We Know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร

ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ขั้นที่ 4 L (What We Learned) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา

2) จงหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ของอายุขัย (longevity) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 10 ประเภท ประเภทละ 1 ตัว ดังตารางต่อไปนี้ **(5 คะแนน)**

สัตว์เลี้ยง (ตัวที่)	ประเภท	อายุขัย (ปี)
1	แมว	12
2	วัว	15
3	สุนัข	12
4	ลา	12
5	แพะ	8
6	หนูตะเภา	4
7	ม้า	20
8	หมู	10
9	กระต่าย	5
10	แกะ	12

<u>วิธีทำ</u> ขั้นที่ 1 K (What We Know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าคืออะไร

ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ขั้นที่ 4 L (What We Learned) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปความรู้จากการแก้ปัญหา

แบบประเมินด้านความรู้ (K)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชั้น.....จำนวน.....

คำชี้แจง ผู้สอนประเมินคะแนนของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	เกณฑ์การประเมิน										
	การเลือกใช้สูตร		ค่าจากการสังเกต		การแทนค่าในสูตร		การคำนวณ		การสรุปคำตอบ		รวม
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	5

พหุน ปณ ศโต ชีเว

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

ผู้วิจัย

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนน**	
	0	**1**
การเลือกใช้สูตร	เลือกใช้สูตรผิดไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ	เลือกใช้สูตรถูกต้อง
ค่าจากการสังเกต	ค่าจากการสังเกตผิด	ค่าจากการสังเกตถูกต้อง
แทนค่าในสูตร	แทนค่าไม่ตรงตามตัวแปรในสูตร	แทนค่าตรงตามตัวแปรในสูตร
การคำนวณ	คำนวณผิด	คำนวณถูกต้อง
สรุปคำตอบ	สรุปคำตอบไม่ตรงตามโจทย์ต้องการ	สรุปคำตอบได้ตรงตามโจทย์ต้องการและครบถ้วน

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ความสามารถในการแก้ปัญหา)

สังเกตพฤติกรรมวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชั้น.....จำนวน.....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์												รวม
	การกำหนดปัญหาจากโจทย์			การใช้วิธีการแก้ปัญหา			การแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา			การสรุปคำตอบ			
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	8

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

ผู้วิจัย

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมการแก้ปัญหา
ทำความเข้าใจ	0	ไม่มีการเขียน หรือเขียนข้อความที่ไม่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
	1	มีการเขียนข้อความหรือข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด
	2	มีการเขียนข้อความหรือแสดงข้อมูลที่แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องครบถ้วน
วางแผนการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหาแต่ไม่ใช่แผนที่จะแก้ปัญหา
	1	มีการเขียนแผนแก้ปัญหาแต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	มีการเขียนวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้องครบถ้วน
ดำเนินตามแผน	0	ไม่มีการเขียนแสดงวิธีทำใดเลย หรือมีการเขียนแสดงวิธีทำแต่ไม่ใช่วิธีทำที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการได้
	1	มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนแสดงวิธีทำได้สมบูรณ์แต่มีการคำนวณผิดพลาด หรือเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์แต่ตอบคำถามผิดพลาด
	2	มีการเขียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นตอนได้ถูกต้องครบถ้วน สื่อความหมายได้สมบูรณ์ และแสดงคำตอบได้ถูกต้อง
ตรวจสอบผล	0	ไม่มีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้
	1	มีการเขียนแสดงวิธีตรวจคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมเกือบสมบูรณ์ แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณโดยเขียนสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง

	2	มีการเขียนแสดงวิธีตรวจคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ และไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย

แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สังเกตพฤติกรรมวันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชั้น.....จำนวน.....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงความเป็นจริง

เลขที่	ความสนใจ				มีการสนทนาในเนื้อหา				ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย				รวม
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	

พหุน ปณ ศโต ชีเว

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์)

ผู้วิจัย

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

พฤติกรรม	4 ดีมาก	3 ดี	2 พอใช้	1 ปรับปรุง
ความสนใจ	สนใจฟังดูตั้งใจจดจ่อ	นั่งฟังไปเรื่อยๆไม่รบกวนผู้อื่น	ไม่สนใจฟัง แต่ก็ไม่รบกวนผู้อื่น	ไม่สนใจฟังรบกวนผู้อื่น
มีการสนทนาในเนื้อหา	อธิบายเนื้อหาพร้อมสอนเพื่อนในการทำโจทย์	เมื่อเพื่อนถามแล้วจึงอธิบายบอกวิธีการในจุดๆนั้น	เพื่อนถามแล้วตอบ	ไม่มีการสนทนาต่างทำงานของตน
ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานส่งครบตรงเวลามีความถูกต้องเรียบร้อย	ทำงานส่งครบตรงเวลางานผิดบ้างเล็กน้อย	ทำงานส่งครบแต่มีความล่าช้า	ไม่สนใจทำงานส่งงานไม่ครบส่งงานช้า

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลา 60 นาที

2. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 5 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน รวมทั้งหมด 40 คะแนน

3.ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการคำนวณอย่างละเอียดเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหา

---

1. ถ้าน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งมี 5 คน คือ 42, 46, 44, 49, และ 45 กิโลกรัม ถ้านักเรียนกลุ่มนี้มีสมาชิกเพิ่มอีก 1 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของนักเรียนทั้งหกคนนี้เป็น 48 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของนักเรียนคนที่ 6

<u>วิธีทำ</u> ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการ)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนด)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (วิธีที่ใช้ในการหาคำตอบและวิธีคิด)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 สรุปคำตอบ

.....

2. ข้อมูลชุดหนึ่งมี 20 จำนวน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 8.2 ผลบวกของข้อมูลชุดนี้เท่ากับเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการ)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนด)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (วิธีที่ใช้ในการหาคำตอบและวิธีคิด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุปคำตอบ

.....

.....

.....

3. ครูหาค่าเฉลี่ยคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน 10 คน ได้ 5.5 ภายหลังพบว่าอ่านผิด 1 คน โดยอ่านจาก 3 เป็น 8 คะแนน ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u> ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการ)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนด)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (วิธีที่ใช้ในการหาคำตอบและวิธีคิด)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบสรุปคำตอบ

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

.....

.....

.....

.....

4. ในการสอบวิชาเคมี 2 ครั้ง ค่าน้ำหนักแต่ละครั้งเป็น 60 และ 40 ตามลำดับ เดชาสอบวิชาเคมีแต่ละครั้งได้ 60 และ 80 คะแนน เดชาจะได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบเคมีเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u> ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการ)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนด)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (วิธีที่ใช้ในการหาคำตอบและวิธีคิด)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบสรุปคำตอบ

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

.....

.....

.....

.....

5. หญิงลีต้องการซื้อข้าสารหอมมะลิจำนวน 100 กิโลกรัม จึงสำรวจราคาข้าวสารในร้านที่ใกล้เคียงกันจำนวน 3 ร้าน ซึ่งราคาต่อกิโลกรัมของร้านที่ 1, 2 และ 3 เป็น 25, 28 และ 35 บาทตามลำดับ หญิงลีซื้อข้าวสารหอมมะลิจากร้านที่ 1, 2 และ 3 จำนวน 40, 40 และ 20 กิโลตามลำดับโดยเฉลี่ยแล้วหญิงลีซื้อข้าวสารหอมมะลิมากิโลกรัมละกี่บาท

<u>วิธีทำ</u> ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการ)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (สิ่งที่โจทย์กำหนด)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (วิธีที่ใช้ในการหาคำตอบและวิธีคิด)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบสรุปคำตอบ

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบฉบับเป็นแบบปรนัยมีทั้งหมด 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมทั้งหมด 20 คะแนน
3.ให้นักเรียนกากบาทลงในกระดาษคำตอบเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อมูล 12, 6, 14, 8, 18, 4, 10, 16 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับข้อใด

ก. 8 ข. 9

ค. 10 ง. 11

2. ข้อมูล 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับข้อใด

ก. 14.5 ข. 15.5

ค. 16.5 ง. 17.5

3. $x_1=2$, $x_2=1$, $x_3=3$ ข้อใดถูกต้อง

ก. $\sum_{x=1}^{3} 5 = 8$ ข. $\sum_{x=1}^{3} 3 = 6$

ค. $\sum_{x=1}^{3} x^2 = 13$ ง. $\sum_{x=1}^{3} (x_i - 1)^2 = 14$

7. ครูหาค่าเฉลี่ยคะแนน 20 คน ได้ 5.5 พบว่าอ่านผิด 1 คน จาก 9 เป็น 6 ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องเป็นเท่าใด

ก. 3.65 ข. 4.55

ค. 5.65 ง. 5.66

8. คน 6 คน อายุเฉลี่ย 20 ปี ในนี้รวมฝาแฝด 1 คู่ อายุของคนที่ไม่ใช่แฝดเป็น 28, 13, 25 และ 10 ปี อายุของแฝดแต่ละคนจะเป็นกี่ปี

ก. 22 ข. 24

ค. 44 ง. 54

9. กำหนดข้อมูล 2, 3, 5, a, 7, 10 ถ้าเฉลี่ยข้อมูลชุดนี้เท่ากับ 6.3 แล้ว a มีค่าเท่าไร

ก. 8.8 ข. 9.8

4. ถ้า $\sum_{x=1}^{5} x_i = 10$ แล้ว $\sum_{x=1}^{5} (4x_i - 2)$ เท่ากับขอใด

ก. 20 ข. 22

ค. 28 ง. 30

5.ผลรวมของข้อมูลชุดหนึ่งเท่ากับ 120 และค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 20 แล้วข้อมูลชุดนี้มีกี่จำนวน

ก. 2 ข. 6

ค. 10 ง. 12

6. ครูหาค่าเฉลี่ยคะแนน 10 คน ได้ 5.5 พบว่าอ่านผิด 1 คน จาก 8 เป็น 3 ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องเป็นเท่าใด

ก. 3.5 ข. 4

ค. 6 ง. 8

12. ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักของนักเรียนสามคน คือ 38 กิโลกรัม และนักเรียนหนึ่งคนในกลุ่มนี้หนัก 46 กิโลกรัม ส่วนอีกสองคนที่เหลือหนักเท่ากัน อยากทราบว่านักเรียนสองคนที่เหลือหนักคนละกี่กิโลกรัม

ก. 30 ข. 31

ค. 32 ง. 34

13. นักเรียนชั้น ม.6/6 มียอดเงินออมทรัพย์รวม 24,892 บาท เงินออมทรัพย์เฉลี่ยของนักเรียนที่ออมเงินเป็น 508 บาท แล้วมีนักเรียนชั้น ม. 6/6 ที่ออมเงินมีกี่คน

ก. 29 ข. 39

ค. 49 ง. 59

14.ในการสอบวิชาเคมี 2 ครั้ง ค่าน้ำหนักแต่ละครั้งเป็น 60 และ 40 ตามลำดับ เดชาสอบวิชาเคมีแต่ละครั้งได้ 60 และ 80 คะแนน เดชาจะได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบเคมีเป็นเท่าใด

ก. 48 ข. 58

ค. 68 ง. 78

15.รจนาซื้อเงาะ 5 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 35

ค. 10.8 ง. 11.8

10. ข้อมูล 10 จำนวน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 26.5 ถ้าข้อมูลหนึ่ง คือ 30 ผลบวกของข้อมูลอีก 9 จำนวนที่เหลือเป็นเท่าใด

ก. 215 ข. 225

ค. 235 ง. 245

11. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยข้อมูล 7 ข้อมูล มีค่า 81 ถ้าตัดข้อมูลออกไป 1 ข้อมูล ทำให้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนี้เหลือ 78 ข้อมูลที่ถูกตัดไปมีค่าเท่าใด

ก. 97 ข. 98

ค. 99 ง. 100

17.การวัดผลรายวิชาภาษาไทยมีคะแนนความสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่ รายงาน โครงงาน แบบฝึกหัด และการทดสอบ เป็นค่าน้ำหนัก 10, 20, 30 และ 40 คะแนน ถ้าสุกัญญาได้คะแนนแต่ละส่วนได้ 70, 80, 90 และ 60 คะแนน ตามลำดับสุกัญญาได้คะแนนเฉลี่ยเท่าใด

ก. 74 ข. 75

ค. 76 ง. 77

18.ในการทดสอบวิชาสถิติของนักกเรียนห้องหนึ่งจำนวน 50 คน ปรากฏว่ามีนักเรียนจำนวน 40 คน ที่ได้คะแนนอยู่ระหว่าง 60-80 คะแนนส่วนอีก 10 คนที่เหลือได้คะแนนอยู่ระหว่าง 90-100 คะแนน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชาสถิติเป็นเท่าไร

ก. 74 ข. 75

ค. 76 ง. 77

19. นักเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียนหญิง 23 คน นักเรียนชาย 32 คน จากข้อมูลความสูงทราบว่าความสูงเฉลี่ยของนักเรียนหญิงคือ 159.8 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ยของนักเรียนชายคือ

บาท มังคุด 6 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 40 บาท ฝรั่ง 9 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 45 บาท รจนาซื้อผลไม่เฉลี่ยกิโลกรัมละเท่าไร ก. 38 ข. 39 ค. 40 ง. 41 16. ผลการสอบของนายทวีศักดิ์ วิชาคณิตศาสตร์ 3 หน่วยกิต ได้เกรด 4 วิชาวิทยาศาสตร์ 4 หน่วยกิต ได้เกรด 3 วิชาภาษาไทย 3 หน่วยกิต ได้เกรด 3 วิชาสังคมศึกษา 2 หน่วยกิตได้เกรด 2 จงหาเกรดเฉลี่ยของนายทวีศักดิ์ ก. 3.05 ข. 3.06 ค. 3.07 ง. 3.08	165.3 เซนติเมตร จงหาความสูงเฉลี่ยของนักเรียนห้องนี้ ก. 165 ข.164 ค. 163 ง. 162 20. คะแนนเฉลี่ยจากการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสามห้องของโรงเรียนแห่งหนึ่งเป็น 50, 65, และ 76 คะแนน โดยมีนักเรียนแต่ละห้อง 40, 50 และ 30 ตามลำดับ จงห่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสามห้อง ก. 62.77 ข. 62.87 ค. 62.75 ง. 65.85

โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

กระดาษคำตอบข้อสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ..... รหัสวิชา .....

ชื่อ .....นามสกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย ✕ ลงบนกระดาษคำตอบของแต่ละข้อ (..... คะแนน)

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ	ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1						11					
2						12					
3						13					
4						14					
5						15					
6						16					
7						17					
8						18					
9						19					
10						20					

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

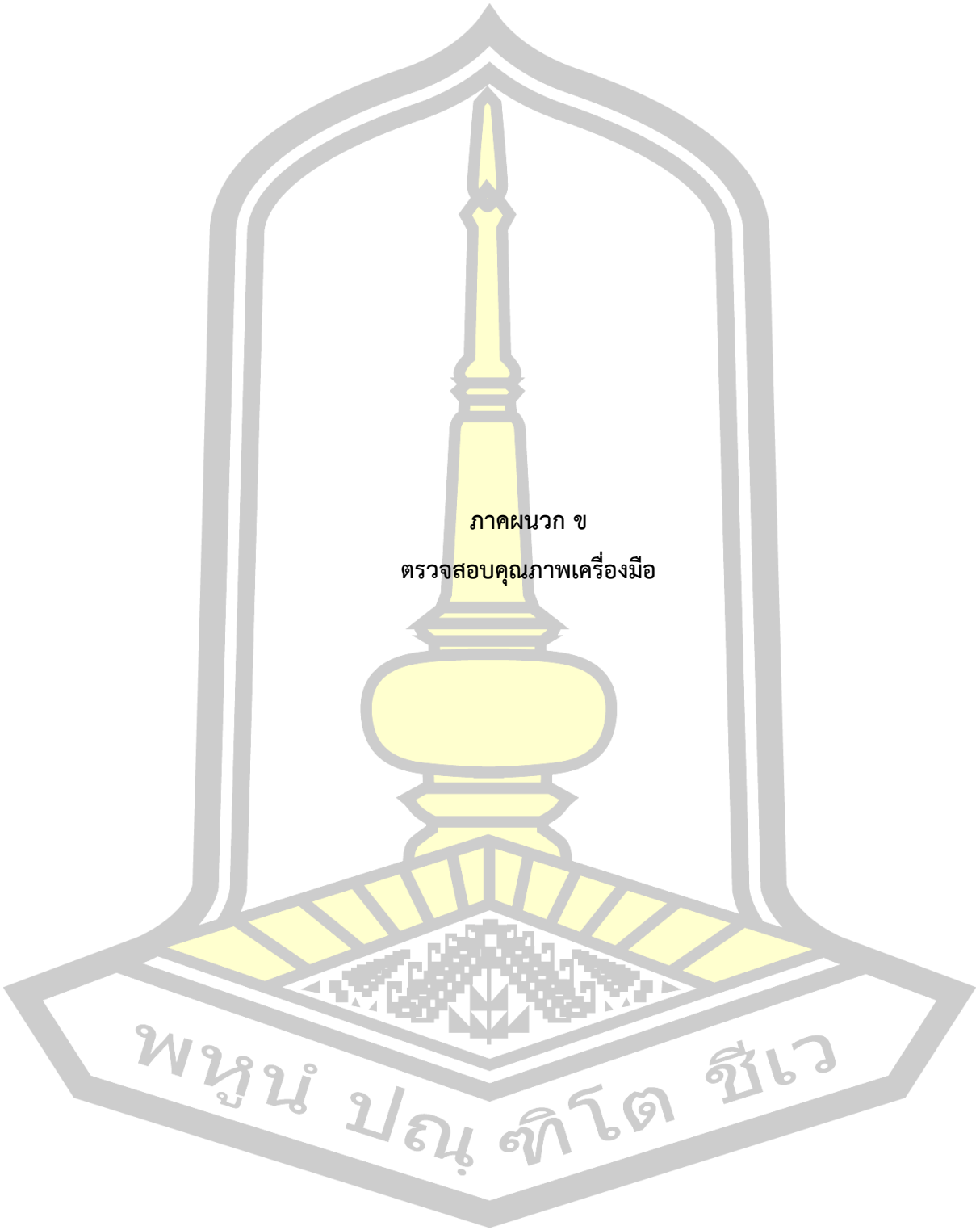
กระดาษคำตอบข้อสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ..... รหัสวิชา .....

ชื่อ .....นามสกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย ✕ ลงบนกระดาษคำตอบของแต่ละข้อ (..... คะแนน)

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ	ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1				X		11			X		
2		X				12				X	
3			X			13			X		
4				X		14			X		
5		X				15				X	
6			X			16				X	
7			X			17	X				
8	X					18		X			
9			X			19			X		
10		X				20			X		



ภาคผนวก ข

ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ 18 ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ที่ 1-4

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้			
	1	2	3	4
1.สาระสำคัญ				
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.6	4.6	4.6	4.6
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.6
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.2	4.2	4.4	4.4
2.จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6
2.2 มีควาชัดเจนเข้าใจง่าย	4.6	4.6	4.6	4.6
2.3 สามารถวัดผลและประเมินผลได้	4.6	4.6	4.6	4.6
3.ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน				
3.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.4	4.4	4.4	4.4
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.2	4.2	4.4	4.6
3.3 ระบุสื่อการเรียนรู้อย่างเหมาะสม	4.2	4.2	4.2	4.2
3.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.6	4.6	4.6	4.6
3.5 กิจกรรมมีความชัดเจน	4	4.2	4	4.4
3.6 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.8	4.6	4.8	4.8
3.7 กิจกรรมมีความเป็นไปได้	4.8	4.6	4.8	4.6
4. ด้านสื่อการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6

4.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	4.4	4.6	4.4	4.4
4.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4	4.2	4	4
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล				
5.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.6	4.6	4.6	4.6
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6
5.3 ใช้เครื่องวัดผลที่เหมาะสม	4.6	4.6	4.6	4.6
5.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.6
เฉลี่ย	4.49	4.5	4.51	4.52

ตารางที่ 19 ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่ 5-8

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้			
	5	6	7	8
1.สาระสำคัญ				
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.2	4.4	4.4	4.4
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.4	4.6	4.6	4.4
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4.4	4.2
2.จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.4	4.4	4.4	4.4
2.2 มีควาชัดเจนเข้าใจง่าย	4.4	4.4	4.4	4.4
2.3 สามารถวัดผลและประเมินผลได้	4.2	4.4	4.6	4.6
3.ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน				
3.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.2	4.2	4.2	4.4
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.2	4	4.4	4.6
3.3 ระบุสื่อการเรียนรู้อย่างเหมาะสม	4	4.2	4	4.2
3.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.4	4.4	4.4	4.6
3.5 กิจกรรมมีความชัดเจน	4	4.2	4	4.4
3.6 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.6	4.6	4.6	4.8
3.7 กิจกรรมมีความเป็นไปได้	4.6	4.6	4.6	4.6
4. ด้านสื่อการเรียนรู้				

4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.4	4.6	4.4	4.6
4.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	4.2	4.6	4.2	4.4
4.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4	4.2	4	4
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล				
5.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.6	4.4	4.6	4.6
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.4	4.4	4.4	4.6
5.3 ใช้เครื่องวัดผลที่เหมาะสม	4.4	4.4	4.4	4.6
5.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.4	4.6	4.4	4.6
เฉลี่ย	4.31	4.38	4.37	4.47

ตารางที่ 20 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าด้วยเทคนิค KWDL ที่ 9-11

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้		
	9	10	11
1.สาระสำคัญ			
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.4	4.6	4.4
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.8	4.4
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.4	4.4	4.2
2.จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.6	4.4
2.2 มีควาชัดเจนเข้าใจง่าย	4.6	4.6	4.4
2.3 สามารถวัดผลและประเมินผลได้	4.6	4.6	4.6
3.ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
3.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.4	4.4	4.4
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.4	4.4	4.6
3.3 ระบุสื่อการเรียนรู้อย่างเหมาะสม	4	4.6	4.2
3.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.4	4.6	4.6
3.5 กิจกรรมมีความชัดเจน	4.4	4.4	4.4
3.6 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.8	4.8	4.8
3.7 กิจกรรมมีความเป็นไปได้	4.8	4.8	4.6
4. ด้านสื่อการเรียนรู้			

4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
4.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	4.4	4.8	4.4
4.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4.4	4.2	4
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
5.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.8	4.6	4.6
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
5.3 ใช้เครื่องวัดผลที่เหมาะสม	4.6	4.6	4.6
5.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
เฉลี่ย	4.52	4.58	4.47

ตารางที่ 21 ตารางค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	P	B	หมายเหตุ	ข้อที่	P	B	หมายเหตุ
1	0.69	0.41	*	16	0.78	0.24	*
2	0.73	0.20	*	17	0.31	0.31	*
3	0.37	0.27	*	18	0.51	0.20	*
4	0.32	0.31	*	19	0.49	0.31	*
5	0.75	0.27	*	20	0.64	0.24	*
6	0.36	0.27	*	21	0.61	0.41	
7	0.44	027	*	22	0.58	0.14	
8	0.41	0.24	*	23	0.51	0.20	
9	0.53	0.24	*	24	0.80	0.24	
10	0.46	0.23	*	25	0.51	0.24	
11	0.75	0.34	*	26	0.80	0.23	
12	0.76	0.27	*	27	0.24	0.27	
13	0.73	0.27	*	28	0.17	0.27	
14	0.32	0.31	*	29	0.25	0.14	
15	0.41	0.27	*	30	0.14	0.17	

*คือ ข้อที่นำไปใช้จริง ค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.31 - 0.78
และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.20 – 0.41
ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) เท่ากับ 0.914

ตารางที่ 22 ตารางผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
18	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
22	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
24	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
25	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
28	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
29	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
30	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 23 ตารางผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 24 ตารางผลการประเมินแบบสังเกตการณ์แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
2	4	5	5	5	4	23	4.6	มาก
	4	5	5	5	4	23	4.6	มาก
	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
3	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
4	5	4	5	5	4	23	4.6	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	4	5	5	4	23	4.6	มาก

ตารางที่ 25 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	P	B	หมายเหตุ	ข้อที่	P	B	หมายเหตุ
1	0.695	0.407	*	16	0.712	0.305	*
2	0.729	0.169		17	0.407	0.339	*
3	0.373	0.271	*	18	0.559	0.271	*
4	0.322	0.305	*	19	0.525	0.305	*
5	0.746	0.237	*	20	0.678	0.305	*
6	0.356	0.271	*	21	0.627	0.406	
7	0.441	0.271	*	22	0.576	0.169	
8	0.407	0.237	*	23	0.542	0.271	
9	0.525	0.203	*	24	0.746	0.372	*
10	0.458	0.237	*	25	0.492	0.169	
11	0.746	0.339	*	26	0.780	0.305	
12	0.763	0.305	*	27	0.695	0.271	
13	0.729	0.237	*	28	0.508	0.237	
14	0.356	0.339	*	29	0.254	0.237	
15	0.492	0.271	*	30	0.169	0.203	

*คือ ข้อที่นำไปใช้จริง ค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.322 - 0.763

และอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.203 – 0.407

ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) เท่ากับ 0.720

ตารางที่ 26 ตาราง ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	0	0	4	0.6	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	สอดคล้อง
22	+1	0	+1	+1	0	3	0.6	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
24	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
25	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
28	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
29	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
30	+1	+1	0	0	+1	3	0.6	สอดคล้อง

ตารางที่ 27 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	0	+1	5	1	สอดคล้อง

7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 28 ตารางผลการประเมินแบบสังเกตการณ์แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
2	4	5	5	5	4	23	4.6	มาก
	4	5	5	5	4	23	4.6	มาก
	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
3	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
4	5	4	5	5	4	23	4.6	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	4	5	5	4	23	4.6	มาก

ตารางที่ 29 ตารางค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3

ข้อที่	P	B	หมายเหตุ	ข้อที่	P	B	หมายเหตุ
1	0.644	0.406	*	16	0.729	0.237	*
2	0.695	0.237	*	17	0.424	0.305	*
3	0.440	0.203	*	18	0.593	0.237	*
4	0.373	0.305	*	19	0.559	0.407	*
5	0.695	0.271	*	20	0.695	0.271	*
6	0.399	0.237	*	21	0.644	0.373	
7	0.525	0.237	*	22	0.627	0.271	
8	0.424	0.407	*	23	0.559	0.203	
9	0.627	0.339	*	24	0.762	0.339	
10	0.559	0.237	*	25	0.475	0.203	
11	0.712	0.339	*	26	0.797	0.271	
12	0.729	0.373	*	27	0.644	0.305	
13	0.763	0.203	*	28	0.525	0.237	
14	0.407	0.305	*	29	0.254	0.271	
15	0.508	0.271	*	30	0.169	0.237	

*คือ ข้อที่นำไปใช้จริง ค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.37 - 0.763
และอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.203 – 0.407
ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) เท่ากับ 0.854

ตารางที่ 30 ตารางผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	0	+1	+1	0	+1	3	0.6	สอดคล้อง
3	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
9	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
11	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
12	+1	+1	0	+1	0	3	0.6	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
15	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
17	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
22	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
23	0	+1	+1	+1	0	3	0.6	สอดคล้อง
24	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
25	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
28	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
29	+1	0	+1	+1	0	3	0.6	สอดคล้อง
30	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง

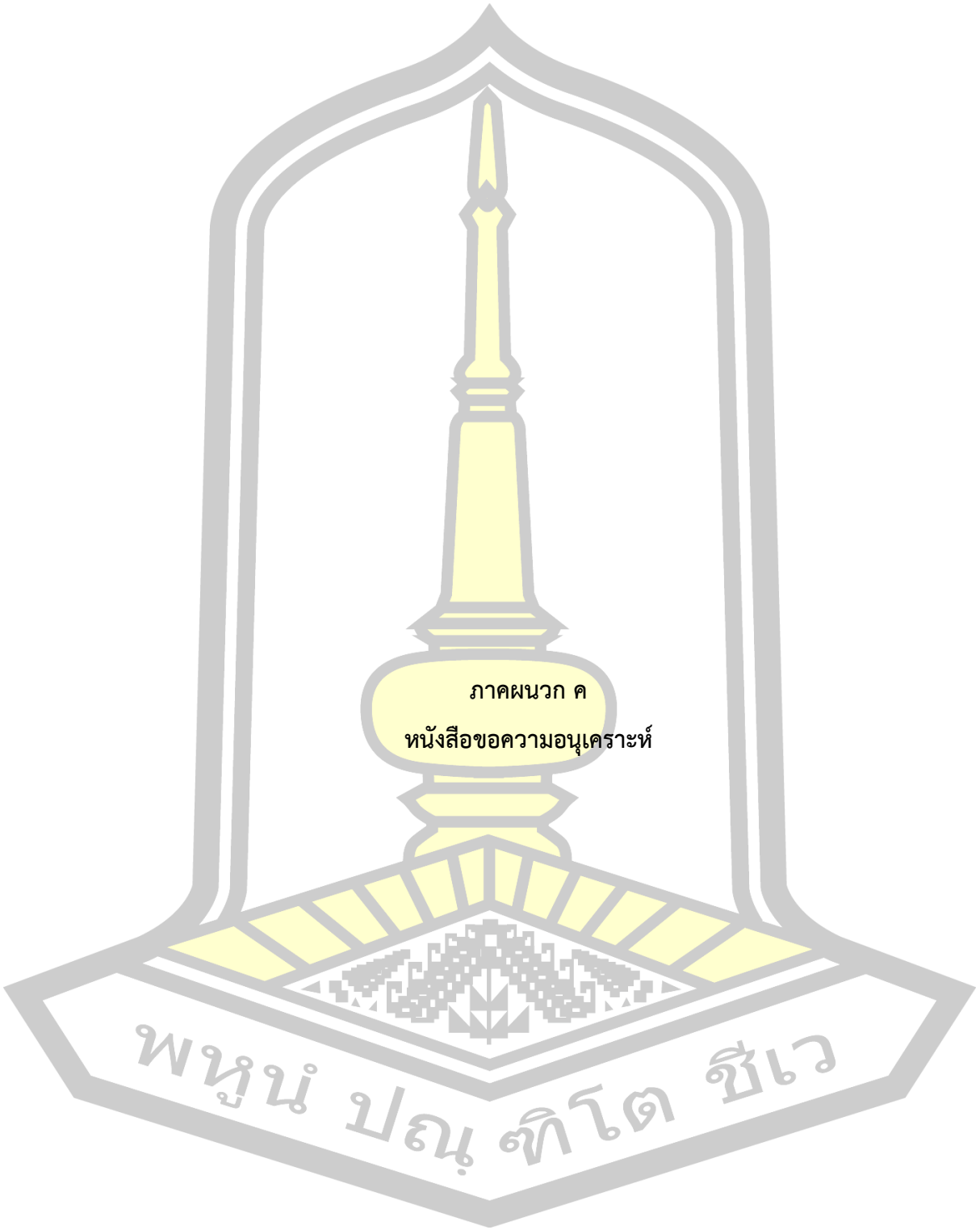
ตารางที่ 31 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	0	+1	+1	0	3	0.6	สอดคล้อง
2	0	+1	+1	0	+1	3	0.6	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	สอดคล้อง

6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	0	+1	+1	0	+1	3	0.6	สอดคล้อง
9	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 32 ตารางผลการประเมินแบบสังเกตการณ์แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 3

ข้อที่	**คะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ**					**รวม**	**ค่าเฉลี่ย**	**ผลการวิเคราะห์**
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**			
1.	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
2	4	5	5	5	4	23	4.6	มาก
	4	5	5	5	4	23	4.6	มาก
	5	5	5	5	5	25	5	มากที่สุด
3	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
4	5	4	5	5	4	23	4.6	มาก
	5	5	5	5	4	24	4.8	มาก
	5	4	5	5	4	23	4.6	มาก



ภาคผนวก ค

หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ วันที่ 20 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุติมันต์

ด้วย นายสุกฤษฎ์ ชุมภูจันทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร ปณ ศิโต ขอ

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว181 วันที่ 20 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์

ด้วย นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร ปณ ศิโต ขอ

ที่ อว 0605.5(2)/ว181

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

20 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวเพชรรัตน์ วงษ์ผักเบี้ย

ด้วย นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0652744230

ที่ อว 0605.5(2)/ว181

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

20 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายอนันท์ สำเภาทอง

ด้วย นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0652744230

ที่ อว 0605.5(2)/ว181

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

20 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวเอื้อมพร ลาโยธี

ด้วย นายสุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0652744230

ที่ อว 0605.5(2)/398

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

31 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

ด้วย นายสุกฤษฎ์ ชุมภูจันทร์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายสุกฤษฎ์ ชุมภูจันทร์ ทำการทดลอง ใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0652744230

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์
วันเกิด	วันที่ 14 เดือน มีนาคม พ.ศ.2539
สถานที่เกิด	อำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 123 หมู่ 8 บ้านเกษม ตำบลเกษม อำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี รหัสไปรษณีย์ 34130
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2550 ประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเกษม จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนเกษมสีมาวิทยาคาร จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2560 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว