ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์

ของ

เพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
พฤศจิกายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

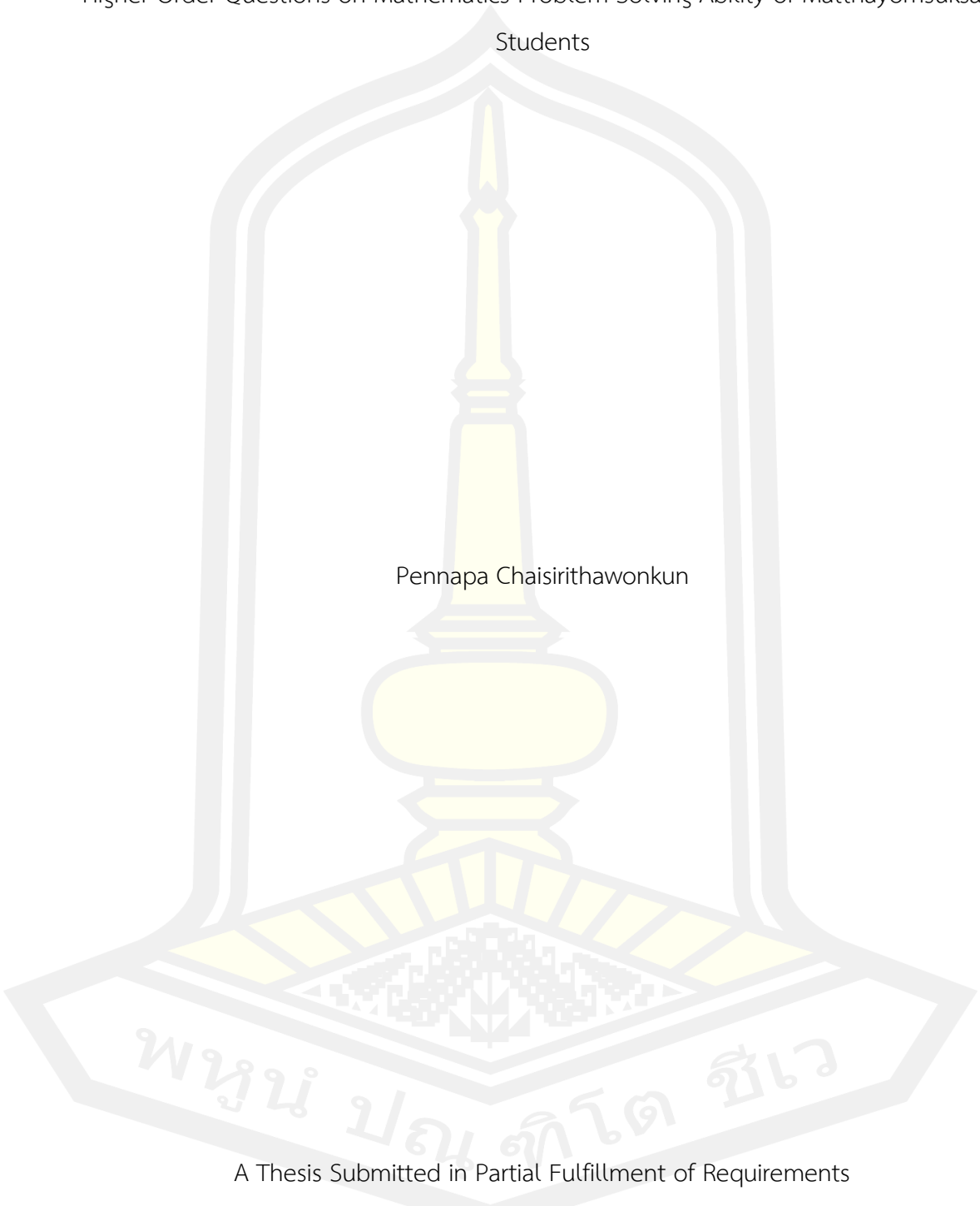
ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์
ของ
เพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
พฤศจิกายน 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Based on Heuristics and Higher Order Questions on Mathematics Problem Solving Ability of Matthayomsuksa 5 Students

Pennapa Chaisirithawonkun



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

November 2022

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวเพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. สุมาลี ชูกำแพง)

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

.....กรรมการ
(รศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

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

ชื่อเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย เพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 จำนวน 36 คน ได้โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) โดยแต่ละห้องเรียนจัดการเรียนรู้แบบคละความสามารถ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน คละกันไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่องฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อัตนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีความยาก (p) ตั้งแต่ 0.506 ถึง 0.631 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.306 ถึง 0.425 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.982 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีความยาก (p) ตั้งแต่ 0.5 ถึง 0.775 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.4 ถึง 0.7 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.965 สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t – test for one sample

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.72/82.45 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 70/70

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์, คำถามระดับสูง, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

TITLE The Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Based on Heuristics and Higher Order Questions on Mathematics Problem Solving Ability of Matthayomsuksa 5 Students

AUTHOR Pennapa Chaisirithawonkun

ADVISORS Assistant Professor Montri Thongmoon , Ph.D.

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

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2022

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop lesson plans based on heuristics and higher order questions which enhance the mathematical problem-solving ability of function of Mathayomsuksa 5 students based on 70/70 criteria, 2) to compare the mathematical problems-solving ability of function of Mathayomsuksa 5 students after participating in the learning activities based on heuristics and higher order questions with 70 percent criteria, 3) to compare the mathematics learning achievement of function of Mathayomsuksa 5 students after participating in the learning activities based on heuristics and higher order questions with 70 percent criteria.

The subjects of this study were a class of 36 students in the semester of academic year 2021 at Roi-Et Wittayalai School, Roi Et, The Secondary Educational Service Area Office 27. The samples were randomly selected by using cluster random sampling. Students in each classroom were divided into three different groups, which are proficient group, intermediate group and low-level group, according to their performances. The instruments used for collecting data were 1) 8 lesson plans based on heuristics and higher order questions of function of Mathayomsuksa 5 2) 5 items of subjective test to assess mathematical problem-solving ability of function of Mathayomsuksa 5. The difficulties (p) of the test varied from 0.506 to 0.631, the

discrimination (B) of each item varied from 0.306 to 0.425, and the reliability was at 0.982 3) 20 four-option items of mathematics learning achievement test. The difficulties (p) of the test varied from 0.5 to 0.775, the discrimination (B) of each item varied from 0.4 to 0.7, and the reliability was at 0.965. Statistics used in the research included: a percentage, a mean, a standard deviation and t - test for one sample.

The research findings were as follows;

1. The lesson plans based on heuristics and higher order questions, which enhance the mathematical problem-solving ability of function of Mathayomsuksa 5 students, were found that the efficiency were 86.72/82.45 according to the 70/70 criteria.

2. The mathematical problem-solving ability of function of Mathayomsuksa 5 students after participating in the learning activities based on heuristics and higher order questions was statistically higher than the 70-percent criterion at 0.5 level.

3. The mathematics learning achievement of function of Mathayomsuksa 5 students after participating in the learning activities based on heuristics and higher order questions was statistically higher than the 70-percent criterion at 0.5 level.

Keyword : Learning activities based on Heuristics, higher order questions, mathematical problem-solving ability

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้ด้วยความเมตตากรุณาและความช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ชูกำแพง ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมทรง สิทธิ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือและแนะนำ ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ดร.เสาวณิต ร่มศรี และคุณครูวลีฉัตร วิบูลย์กุล ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียน โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ทุกท่านที่มีส่วนร่วมและเป็นกำลังใจในการใช้เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อวิศิษฏ์ ชัยศิริถาวรกุล คุณแม่บานเย็น ชัยศิริถาวรกุล ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้ความรักความห่วงใย สนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบุพการีและบูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

เพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญรูปภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ภูมิหลัง 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 5

1.4 ความสำคัญของการวิจัย 5

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 10

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 11

พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 11

2.2 แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ 14

2.3 คำถามระดับสูง 26

2.4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 34

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 41
2.6 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 44
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 47
บทที่ 3 52
วิธีดำเนินการวิจัย 52
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 52
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 53
3.3 วิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ 53
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 63
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 64
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 65
บทที่ 4 71
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71
4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 72
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 72
บทที่ 5 77
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 77
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 77
5.2 สรุปผล 78
5.3 อภิปรายผล 78
5.4 ข้อเสนอแนะ 82
บรรณานุกรม 84
ภาคผนวก 93

ภาคผนวก ก 94
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง 94
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน 94
ภาคผนวก ข 109
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 109
แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 109
ภาคผนวก ค 123
แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และผลประเมิน 123
ภาคผนวก ง 132
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 132
ภาคผนวก จ 139
คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล 139
ภาคผนวก ฉ 146
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 146
ภาคผนวก ช 149
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย t-test 149
ภาคผนวก ฌ 151
หนังสือขอความอนุเคราะห์ 151
ประวัติผู้เขียน 155

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ตัวอย่างคำถามที่ต้องการพัฒนาการแก้ปัญหา 33

ตาราง 2 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ 54

ตาราง 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน 58

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 59

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 61

ตาราง 6 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design 64

ตาราง 7 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน 73

ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 75

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 76

ตาราง 10 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน 127

ตาราง 11 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน 129

ตาราง 12 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน 131

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน 133

ตาราง 14 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 135

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน 137

ตาราง 16 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 138

ตาราง 17 คะแนนใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน 140

ตาราง 18 คะแนนทดสอบย่อยของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ ฮิวริสติกส์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน 142

ตาราง 19 แสดงคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมคำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 144

ตาราง 20 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 147

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 แบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์ 20

ภาพประกอบ 2 แสดงการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 80

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

ปัจจุบันโลกมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในกระแสโลกาภิวัตน์ โลกปัจจุบันและโลกอนาคตจึงเป็นโลกแห่งความรู้และเทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนั้น การพัฒนาคุณภาพของคนให้เป็นคนมีความรู้ ความสามารถและมีทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในยุคโลกาภิวัตน์ไม่ว่าจะเป็นความรู้ด้านภาษา การรู้จักใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544: 1) ดังนั้น การศึกษาเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นสำหรับการสร้างคนเพื่อพัฒนาประเทศ และสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขได้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้พร้อมที่จะดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมในอนาคต ต้องพัฒนาให้เป็นคนที่มีคุณภาพ เป็นผู้ที่มีความรู้ ทักษะความสามารถต่าง ๆ สามารถใช้ความรู้ทักษะและความสามารถเหล่านั้นไปใช้แก้ปัญหาและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (สมเดช บุญประจักษ์, 2547: 1)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้สิ่งที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงในโลก เนื่องจากวัตถุที่อยู่ในกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นเพียงสัญลักษณ์ที่ใช้แทนวัตถุจริง ดังนั้นการคิดทางคณิตศาสตร์จึงถือเป็นการคิดระดับสูง (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555,หน้า 1) ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจุดมุ่งหมายให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนดังนี้ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ 6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จะเห็นได้ว่า มีการกำหนดให้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสาระที่ 6 ซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 4) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และสามารถนำคณิตศาสตร์ไป

ประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพของชีวิต และพัฒนาคุณภาพของสังคมไทยให้ดีนั้น ครูผู้สอนจะต้องดูความเหมาะสมและความจำเป็นในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นความพร้อมของสถานศึกษา ในด้านบุคลากร ผู้เรียน และสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร สาเหตุเกิดจากผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ขาดการไตร่ตรองที่ดีในการแก้ปัญหา มีอคติกับวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนมักจะสอนด้วยวิธีการสอนที่ไม่มีความหลากหลาย ยึดตัวเองเป็นสำคัญ ขาดเทคนิคการสอน นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม เนื้อหาบางเรื่องยากเกินที่จะอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ผลการประเมินระดับประเทศชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปี พ.ศ. 2561 คะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนอยู่ที่ 47.70 ในปี พ.ศ. 2562 ลดลงเหลือ 40.10 ปี (วิชาการโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย, 2564) จากคะแนนเฉลี่ยที่ลดลงดังกล่าว อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากการขาดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากที่ได้ไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย ในภาคเรียนที่ 1/2564 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้เมื่อนักเรียนเจอโจทย์หรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนไม่มีการวางแผนในการแก้ปัญหาจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีแก้ปัญหาได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น และยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับที่สูงขึ้นอีกด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และยังถือเป็นความสามารถที่ควรจะพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน ซึ่งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความรู้ ความคิดของนักเรียน ช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการคิด การวิเคราะห์การเชื่อมโยง กระประยุกต์ใช้ความรู้ ตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ (สมเดช บุญประจักษ์, 2550: 71) ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 6) ผู้สอนจึงต้องพยายามจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน โดยผู้สอนควรเลือกกิจกรรมที่เน้นการเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข การฝึกทักษะ

นี้เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างมากโดยฝึกให้เริ่มต้นจากสิ่งที่ง่ายไปสู่สิ่งที่ยากซับซ้อนมากขึ้น ทำให้สามารถนำไปแก้ปัญหาได้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ดี เพราะเป็นวิธีสอนที่เน้นการคิดและตัดสินใจของนักเรียน เป็นวิธีการที่ช่วยให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และส่งเสริมให้นักเรียนรู้สาเหตุของปัญหาและการแก้ปัญหา โดยนักเรียนอาจต้องดำเนินการทั้งการแก้ปัญหาแบบเดิมที่เคยทำ การใช้กฎ หลักการ และทฤษฎี เชื่อมโยงกับการใช้วิธีการใหม่ ๆ การตั้งคำถามใหม่ จนสามารถสร้างแบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ของนักเรียนเอง ถือว่าเป็นวิธีการสอนที่มีประโยชน์อย่างมากในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการศึกษามีการคิดที่เป็นระบบในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ มีรูปแบบการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สร้างความสัมพันธ์ (Relate) เป็นขั้นที่สร้างขึ้นสำหรับการสำรวจตรวจค้น โดยเชื่องโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบจากในแบบฝึกหัดที่ผ่านมาว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ปัญหาใหม่นี้มีความท้าทายมากขึ้นหรือไม่ ต้องใช้ความรู้เพิ่มเติมหรือไม่ 2) สำรวจตรวจค้น (Investigate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยนักเรียนอาจประยุกต์ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เคยพบมาก่อนในการหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาใหม่ 3) สื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ 4) ประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองและรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของคำถามและคำตอบจากครูผู้สอนเพิ่มเติม 5) สร้างคำถาม (Create) เป็นขั้นที่มีการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติมด้วยการตั้งคำถามใหม่เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจในโครงสร้างของความรู้ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (Sheffield, 2003: 13-14) โดยนักเรียนอาจเริ่มต้นจากจุดใดก็ได้ในแบบจำลองความคิดนี้และดำเนินต่อไปยังจุดใดก็ได้เช่นกัน เพื่อตรวจสอบปัญหาทางคณิตศาสตร์

การใช้คำถามเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ซึ่งคำถามของครูควรเป็นคำถามที่มีคุณภาพในการกระตุ้นให้นักเรียนต้องใช้ความสามารถด้านการคิดในระดับที่สูงกว่าความจำมาคิดแก้ปัญหาและหาคำตอบ (Brandt, 1983: 3-12) นั่นคือ คำถามระดับสูง ซึ่งโรสแมรี (Rosemary, 1973: 619) ให้ความหมายของคำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นคำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบ สรุปกฎเกณฑ์อย่างมีเหตุผล คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบรูปแบบใหม่ๆ รวมถึงคำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน นอกจากนี้ โรสแมรี กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถาม

ระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ๆหลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยรู้หรือได้เรียนมาแล้ว และการใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนผู้เรียนคุ้นเคย จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนอย่างแท้จริง ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาความรู้ลความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การใช้คำถามระดับสูงจึงเป็นสิ่งที่ครูควรนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่าแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมในการใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยที่นักเรียนจะแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบในการดำเนินการ เน้นการตัดสินใจในการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมในแต่ละประเภทของปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และการใช้คำถามระดับสูงจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถตัดสินจะทำ จะเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง จากการวิเคราะห์ผู้วิจัยคิดว่า แนวทางดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผลการวิจัยที่ได้จะเป็นแนวทางและประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่จะนำการสอนตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 ความสำคัญของการวิจัย

1.4.1 ผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นอื่น ต่อไป

1.4.2 ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงไปใช้ในการส่งเสริมหรือพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีกด้วย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 156 คน ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน แบบคละความสามารถทางด้านการเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.5.2 ตัวแปร ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการโดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

2. ตัวแปรตาม

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1.5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาแล้วประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ (Relate) เป็นขั้นที่สร้างขึ้นสำหรับการสำรวจตรวจค้น โดยเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบจากในแบบฝึกหัดที่ผ่านมาว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ปัญหาใหม่นี้มีความท้าทายมากขึ้นหรือไม่ ต้องใช้ความรู้เพิ่มเติมหรือไม่

2. ขั้นสำรวจตรวจค้น (Investigate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยนักเรียนอาจประยุกต์ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เคยพบมาก่อนในการหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาใหม่

3. ขั้นสื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองและรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของคำถามและคำตอบ จากครูผู้สอนเพิ่มเติม

4. ขั้นประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้

5. ขั้นสร้างคำถามบูรณาการปัญหา (Create) เป็นขั้นที่มีการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติมด้วยการตั้งคำถามใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจในโครงสร้างของความรู้ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

1.6.2 การใช้คำถามระดับสูง หมายถึง การใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้การคิดระดับสูง ซึ่งเป็นการคิดเปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุผล และ

ค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ ซึ่งผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

1. คำถามที่ให้นักเรียนดัดแปลงคำถาม สถานการณ์ หรือแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น โดยใช้คำพูดของตนเอง แต่ยังคงความหมายเดิม

2. คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือในทางกลับกัน

3. คำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบความคล้าย โดยบอกความเหมือน ความแตกต่าง หรือบอกความสัมพันธ์

4. คำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา/ตรวจสอบว่า ประโยคที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ โดยอาศัยหลักการให้เหตุผล

5. คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบวิธีการหรือข้อมูลที่นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

1.6.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนใช้การคิดโดยเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจค้นร่วมกับการใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้การคิดระดับสูง ซึ่งเป็นการคิดเปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุผล ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ (Relate) เป็นขั้นที่ครูให้ปัญหาแก่นักเรียน นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์จากการเชื่อมโยงข้อมูลในปัญหาหรือ การเชื่อมโยงข้อมูลจากความรู้เดิมที่มีกับความรู้ใหม่ที่เรียน หรือ การเชื่อมโยงปัญหาที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนกับปัญหาใหม่ ว่ามีลักษณะที่เหมือนกันคล้ายคลึง หรือแตกต่างกันอย่างไรและต้องใช้ความรู้อะไรบ้างในการแก้ปัญหา

2. ขั้นสำรวจตรวจค้น (Investigate) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนสำรวจตรวจค้นปัญหา ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม ในการแสดงตัวแทนความคิดของนักเรียน และใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตสร้างความสัมพันธ์ในการหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สู่แนวทางการแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์ของปัญหานั้น ๆ

3. ขั้นสื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายว่ามีความเหมือนหรือแตกต่าง ข้อดีข้อจำกัดอย่างไร

4. ขั้นประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนประเมินความคิดของตนเองและหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนร่วมกันประเมินผลลัพธ์ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของจากครูผู้สอนเพิ่มเติม

5. ขั้นสร้างคำถามบูรณาการปัญหา (Create) เป็นขั้นที่ครูสร้างคำถามใหม่หรือเพิ่มเงื่อนไขใหม่จากปัญหาเดิมแก่นักเรียน เป็นการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติม นักเรียนหาแนวทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม

1.6.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการหาวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาภาษาของตนเอง สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องใช้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ เขาควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ จนสามารถสรุปออกมาได้

2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาให้ชัดเจน สิ่งที่ต้องการหามีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหานั้น เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรจะแบ่งเป็นขั้นๆ ควรแบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ และขั้นตอนใหญ่แต่ละชั้นควรจะแบ่งเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในชั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าต้องการสิ่งหนึ่งต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการนั้น

3. ขั้นดำเนินตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือคิดคำนวณตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือทักษะการคิดคำนวณ และควรเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาใช้

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนวิธีการและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา

ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนครบทั้ง 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.6.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึงคะแนนความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงระดับสูง ซึ่ง

สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

1.6.6 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน ที่เรียนผ่านการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย โดยกำหนดสัดส่วนเป็น 60 : 40 ตามลำดับ ซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 แนวคิดแบบฮิวริสติกส์

- 2.2.1 ความหมายแนวคิดแบบฮิวริสติกส์
- 2.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคิดแบบฮิวริสติกส์
- 2.2.3 การคิดแบบฮิวริสติกส์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 2.2.4 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์

2.3 คำถามระดับสูง

- 2.3.1 ความหมายของคำถามระดับสูง
- 2.3.2 ความสำคัญของคำถามระดับสูง
- 2.3.3 ประเภทของคำถามระดับสูง
- 2.3.4 คำถามระดับสูงกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.4.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา
- 2.4.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
- 2.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

- 2.6.1 ความหมายของประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
- 2.6.2 วิธีหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.7.1 งานวิจัยในประเทศ
- 2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ

2.1.1 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

1. จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

2. การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง1 การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดอัตราส่วน ตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทาง เรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

3. สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิง

2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติใน

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้การแก้ปัญหา

2.1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่างๆ หรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

2.1.4 คุณภาพของผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2. เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

3. นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหารวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

4. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

2.1.5 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค32102 กลุ่มสามาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 40 ชั่วโมง จำนวน 1 หน่วยกิต โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

ศึกษา ฝึกทักษะ/กระบวนการในสาระต่อไปนี้

เลขยกกำลัง รากที่ n ของจำนวนจริง เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1 เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

ฟังก์ชัน ฟังก์ชันและกราฟเชิงเส้น (ฟังก์ชันเชิงเส้น ฟังก์ชันกำลังสอง ฟังก์ชันขั้นบันได ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล)

โดยจัดประสบการณ์ หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิดทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีฐวามเชื่อมั่นในตนเองการวัดและประเมินผลใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด
รหัสตัวชี้วัด

ค1.1 ม.5/1

ค1.2 ม.5/1

รวม 2 ตัวชี้วัด

2.1.6 โครงสร้างหลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค32102 กลุ่มสามาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 40 ชั่วโมง จำนวน 1 หน่วยกิต โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	เลขยกกำลัง	ค1.1 ม.5/1	- รากที่ n ของจำนวนจริงเมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1 - เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	15	45
2	ฟังก์ชัน	ค1.2 ม.5/1	ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชัน - ฟังก์ชันเชิงเส้น - ฟังก์ชันกำลังสอง - ฟังก์ชันขั้นบันได - ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	25	55

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค32102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการการเรียนรู้เรื่อง ฟังก์ชัน เนื้อหาส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับเรื่อง ฟังก์ชันและกราฟเชิงเส้น (ฟังก์ชันเชิงเส้น ฟังก์ชันกำลังสอง ฟังก์ชันขั้นบันได ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล) ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.2 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และนำการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง ฟังก์ชัน ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมซึ่งผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนการแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่หมาะสมในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง

2.2 แนวคิดแบบฮิวริสติกส์

2.2.1 ความหมายแนวคิดแบบฮิวริสติกส์

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) จัดเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งมีนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึงความหมายของฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไว้ดังนี้

ไซมอนและนีเวล (Simon and Newell, 1971: 145) กล่าวไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กลยุทธ์หรือกฎเกณฑ์ที่ใช้เรียนรู้การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อย

แคทเรชโค (Katretchko, 1971: 1) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยพยายามหาตัวเลือกและเหตุผลที่ดีมาใช้อธิบายโจทย์จากนั้นจึงใช้การวิเคราะห์วิธีการเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ

เรสเตอร์ (Lester, 1980: 1) ได้ให้ความหมายของฮิวริสติกส์ไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง แผนการกระทำในการหาหนทางแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะเป็นเครื่องมือช่วยในการแก้ปัญหา

เพอร์กิน (Perkins, 1981) กล่าวไว้ว่า ฮิวริสติกส์ เป็นกลวิธีหรือหลักการโดยทั่วไปที่ช่วยในการแก้ปัญหาของนักเรียน แต่ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะสามารถแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

ดี โบโน (De Bono, 1984: 10) ให้แนวคิดว่า ฮิวริสติกส์ ประกอบด้วยมุมมองทั้งหมดสำหรับการคิดซึ่งไม่สามารถระบุแนวทางหรือวิธีการได้ชัดเจนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โนแวค และ โกวิน (Novak and Gowin, 1984: 48) กล่าวไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหา หรือช่วยให้เกิดความเข้าใจกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างความรู้ และทราบถึงว่าความรู้ถูกสร้างขึ้นมาอย่างไร

สชอนฟิลด์ (Schoenfeld, 1985: 23) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ เป็นวิธีการที่กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ประสบความสำเร็จ ด้วยตนเอง นัยโดยทั่วไปที่ช่วยให้บุคคลแต่ละคนทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ดีขึ้น หรือ สร้างแนวทางไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา ตัวอย่างของฮิวริสติกส์ประกอบด้วย การวาดภาพ การโต้แย้งด้วยเหตุผล การพิจารณาปัญหาที่คล้ายกัน เป็นต้น

มูสตาคัส (Moustakas, 1990: 1) กล่าวไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่จะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ และเป็นหนทางหนึ่งในการช่วยค้นหาความรู้เพิ่มเติมโดยผ่านกระบวนการที่เหมาะสมและอยู่ในความสนใจ

โกลดิน (Goldin, 1998: 153) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ เป็นสิ่งที่นำไปใช้ประโยชน์มากที่สุดเกี่ยวกับการจัดระบบหน่วยข้อมูล และเป็นโครงสร้างสำคัญในการนำเสนอตัวแทนความคิดหรือระบบสำหรับการวางแผน การควบคุม และ การดำเนินการ

เวอร์สชาฟฟิล (Verschaffel, 1999: 217) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ เป็นวิธีการค้นหาอย่างมีระบบในการวิเคราะห์ปัญหาและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบต่าง ๆ

โพลยา (Polya, 2000: 1) กล่าวไว้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการหนึ่งที่ช่วยในการเรียนรู้วิธีแก้ปัญหา โดยเน้นในขั้นตอนการตัดสินใจ

เชฟฟิลด์ (Sheffield, 2009: 1) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง การเชื่อมโยงข้อมูล หรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ทำให้นักเรียนรู้ต้นเหตุของปัญหา สามารถสร้างปัญหาย่อยจากปัญหา

ที่พบเพื่อทำให้ปัญหานั้นง่ายขึ้น จึงกล่าวได้ว่า ฮิวริสติกส์เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยในเรื่องการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตลอดจนสามารถช่วยแก้ปัญหาที่ต้องการ

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 52) กล่าวว่า คำว่า ฮิวริสติกส์ ได้รับมาจากภาษากรีก ซึ่งหมายความว่า “ฉันพบ” นักเรียนจะต้องเป็นผู้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง แทนการบอกของครู วิธีนี้ต้องการที่จะให้นักเรียนได้กระทำด้วยตนเองหรือเรียนรู้ด้วยตนเอง วิธีนี้พยายามที่จะให้นักเรียนเป็นผู้คนพบ และเป็นผู้ประดิษฐ์ ครูเป็นเพียงผู้มองดูอยู่เคียงข้างนักเรียน นักเรียนจะเลือกทางเดินของตัวเอง และดำเนินการต่อไปด้วยตัวเขาเอง ครูไม่จำเป็นที่จะส่งเสริมหรือแนะนำนักเรียน ไม่ต้องการที่จะให้ครูยอมรับหรือไม่ยอมรับในผลงานของเขา ถ้านักเรียนต้องการที่จะทำสิ่งใดให้สำเร็จ ครูจงปล่อยให้เขาทำไปตามวิธีทางของเขา ให้เขาได้ช่วยตัวเองด้วยเหตุผลและข้อโต้แย้ง ครูไม่ควรใช้ตำราหรือสิ่งที่ทำไว้แล้วบีบบังคับตัวนักเรียน วิธีการนี้จะทำให้นักเรียนเชื่อมั่นในตัวของเขาเอง และมีอิสระในการทำงาน งานของครูไม่ใช่แก้ปัญหาให้นักเรียนแต่เป็นการทำให้นักเรียนมีความสามารถในการที่จะแก้ปัญหาด้วยตัวเขาเอง

นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552: 21) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ คือ กระบวนการต่าง ๆ ที่นักเรียนได้ใช้พื้นฐานความรู้ที่มีอยู่ในการเรียนเนื้อหาใหม่หรือแก้ปัญหาที่พบ โดยใช้การวิเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลในลักษณะการโยงความสัมพันธ์ของความรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของความรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง การเชื่อมโยงข้อมูล หรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ทำให้นักเรียนรู้สาเหตุของปัญหา เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหาและพยายามแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

2.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์

นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้กระบวนการของฮิวริสติกส์กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ไซมอน และ นีเวล (Simon and Newell, 1971: 150) ได้กล่าวถึงกระบวนการของฮิวริสติกส์โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุเป้าหมายเชิงเนื้อหา คือ การแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นประเด็นย่อยๆ เพื่อศึกษาในแต่ละประเด็นที่ระบุไว้ โดยผู้เรียนเป็นผู้แบ่งเป้าหมายเชิงเนื้อหาย่อย โดยพิจารณาจากความรู้เดิมหรือวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละคาบ

2. การวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยให้นักเรียนหาข้อแตกต่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด

3. พิจารณาจากผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้ ซึ่งกระบวนการนี้ให้ความสำคัญไปยังข้อสรุปของปัญหาซึ่งผู้ที่แก้ปัญหาจะต้องพยายามเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสิ่งที่กำหนดให้ได้

4. พิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา โดยตัดวิธีการที่เป็นไปไม่ได้ทิ้งไป เพื่อให้ได้วิธีเพียงวิธีเดียวที่ดีที่สุด

เดวิด และ บิกนีเวลล์ (David and Zbigniew, 2000: 404-408) ได้กล่าวถึงกระบวนการของการคิดแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นพิจารณาปัญหา เพื่อให้ได้หนทางในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่เป็นหลัง

2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้

3. ขั้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหา

4. ขั้นพิจารณาปัญหาโดยการเรียนรู้อย่างรอบคอบกับวิธีการแก้ปัญหาที่เคยได้เรียนรู้มาแล้วในอดีต

5. ขั้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหา โดยไม่ยึดติดกับขั้นตอนเดิม ๆ ที่เคยทำมาแล้ว

6. ขั้นปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยม่สนใจว่าคำตอบนั้นจะดีที่สุดเสมอไป

7. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาโดยไม่สนใจสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหา สามารถจัดการกับปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ยึดติดกับกรอบความคิดแบบเดิม ๆ

8. ขั้นการกำหนดค่าคงที่แทนสิ่งไม่ทราบค่าในกรณีที่ปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้นและไม่สามารถตีความจากปัญหาในจุดนั้น ๆ ได้

9. ขั้นเก็บรวบรวมผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาเพื่อใช้ในอ้างอิง

10. ทำขั้นตอนที่ 1-9 ซ้ำและสรุปออกมาเป็นรูปแบบที่ชัดเจน

พีลลี่ (Peelle, 2001: 1-9) ได้นำการคิดแบบฮิวริสติกส์ไปใช้กับการเรียนการสอนโดยได้พัฒนารูปแบบการสอนมาตรฐานเพื่อช่วยในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวอย่างรูปแบบการสอนที่นำฮิวริสติกส์มาใช้ คือ รูปแบบการสอนเชิงสำรวจ (Exploration Mode) การสอนเชิงสำรวจจะช่วยให้นักเรียนพยายามหาหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่ตนเองสนใจ แล้วพยายามค้นหาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดออกมา แล้วจัดทำออกมาเป็นแบบแผน (map) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ ต่อไป โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องนั้น ๆ ระหว่างกลุ่มเพื่อน และครูผู้สอน เพื่อช่วยยืนยันว่าสิ่งที่ค้นพบนั้นเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดผลดีและผลเสียต่อการเรียนดังนี้

1. นักเรียนจะศึกษาข้อมูลจากแหล่งที่ตนเองเลือกเท่านั้น เช่น ห้องสมุดห้องคอมพิวเตอร์ หรือบ้านของตนเอง ซึ่งอาจจะเก็บข้อมูลไม่ครบในบางเรื่องไป และใช้เวลาค่อนข้างมาก

2. นักเรียนอาจจะไม่มีเวลาเพียงพอที่จะค้นหาข้อมูลเป็นจำนวนมาก

3. รูปแบบการสอนแบบนี้เหมาะที่นักเรียนจะนำไปประยุกต์ใช้กับงานหรือการบ้านที่ได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน

4. ช่วยให้นักเรียนทราบความเป็นมา และเหตุผลจากข้อมูลจริงในเรื่องที่ตนเองศึกษา

5. ช่วยให้นักเรียนศึกษาไปพร้อมกับการเรียนรู้ แต่อาจจะมีบางประเด็นที่ยากต่อการทำความเข้าใจ

6. สามารถเรียนรู้ได้อย่างสบายใจแต่ถ้าในบางปัญหาที่มีความยากทำให้ต้องหยุดไปอาจจะทำให้รู้สึกผิดหวังได้

7. นักเรียนจะเป็นผู้คิดเองว่าจะทำสิ่งใดต่อไป ซึ่งบางครั้งก่อให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดได้ง่าย

8. ช่วยให้นักเรียนพยายามที่จะแก้ปัญหาที่ท้าทายใหม่ ๆ ซึ่งบางปัญหาก็อาจจะไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยการใช้คณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว

9. นักเรียนจะมีความรู้สึกถึงความเป็นเจ้าของในสิ่งที่ตนเองค้นพบ แต่ด้วยการใช้เมตาคอกนิชัน (Meta-cognition) เพียงอย่างเดียว คงไม่สามารถทำเช่นนั้นได้

10. นักเรียนสามารถนำเสนอ "แบบแผน" ที่ตนเองค้นพบได้ แต่การกระทำแบบนี้เหมือนเป็นการนำเสนอข้อมลเพียงด้านเดียว

11. นักเรียนจะรู้สึกภูมิใจในสิ่งที่ตนเองทำสำเร็จ แต่ครูผู้สอนไม่สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้ทันที ต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วนก่อน

12. นักเรียนจะนำทักษะที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาใช้ เช่น การสำรวจ การทดลอง การให้เหตุผลโดยใช้ฮิวริสติกส์ และการตัดสินใจอย่างอิสระ

ดังนั้นการนำฮิวริสติกส์มาใช้ในการสอนเชิงสำรวจประกอบด้วยขั้นตอนที่นักเรียนเพื่อจัดเก็บระบบข้อมูลที่ค้นคว้าและช่วยให้นักเรียนจะได้จัดการอย่างเป็นระบบกับข้อมูลที่ค้นคว้ามา ช่วยนักเรียนในการให้เหตุผลโดยใช้ฮิวริสติกส์และช่วยในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนตลอดจนทำให้เกิดการเรียนรู้ตามหลักคณิตศาสตร์

โนแวคและโกวิน (Novak and Gowin, 1984: 11) กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เป็นหลักการเฉพาะที่สนับสนุนให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเอง วิธีการค้นพบด้วยตนเองช่วยเหลือให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ยังเป็นการระดมพลังความคิดและเป็นวิธีทำให้นักเรียนและครูมองเห็นความหมายของสิ่งที่เรียนและความหมายของความรู้สึกร่วม เป็นกระบวนการช่วยนักเรียนให้ได้เรียนในสิ่งที่มีความหมายควรแก่การเรียน เป็นกระบวนการเรียนที่มีลักษณะเป็นสัญลักษณ์ หรือ การร่วมรับรู้ ซึ่งทำให้ความคิดของนักเรียนมีความชัดเจนขึ้นโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมรับรู้ในความคิดต่าง ๆ ด้วยกัน และขยายขอบเขตของความคิดนั้น 1 โดยตัดสินใจร่วมกัน

นอกจากนี้ โนแวคและโกวิน (Novak and Gowin, 1984: 11) เสนอแนวคิดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้น

การคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติ และโครงสร้างของความรู้ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนของตนเองและความรู้ เป็นสิ่งหนึ่งที่ช่วยแสดงให้นักเรียนเข้าใจว่ามนุษย์สามารถสร้างความรู้ใหม่ได้อย่างไร การค้นหาความจริง การเรียนที่อยู่ภายในข้อกำหนดที่ว่าต้องเป็นการเรียนที่เกิดขึ้นโดยตัวของนักเรียนเอง โดยที่เมื่อนักเรียนได้เรียนตามวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์นี้ เขาจะรับภาระหน้าที่ของเขาเองในอันที่จะรู้จักการเชื่อมโยงความคิดที่ได้จากข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะใหม่ที่เป็นระบบ โดยการสำรวจหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้ หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ต้องคำนึงถึงสาเหตุ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของปัญหา หรือข้อปลีกย่อยบางประการของปัญหา นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการผันแปรหรือเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง 1 รู้จักเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ และรู้จักสับเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น ๆ เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งข้อแก้ปัญหาที่เหมาะสม การสนทนา การอภิปราย การพูดโต้แย้งภายในกลุ่มและต่างกลุ่ม ตลอดจนการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียน สิ่งเหล่านี้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยทำให้การเชื่อมโยงของข้อความคิดเป็นไปได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ หรือมิฉะนั้นอาจช่วยให้เห็นการเชื่อมโยงที่ขาดหายไประหว่างข้อมูลต่าง ๆ ทำให้สามารถสืบค้นหาข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาเชื่อมโยงเสริมให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เยนและฟลอรา (Yen and Flora, 1985: 3-4) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ สรุปได้ว่า การฝึกให้นักเรียนใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์จะทำให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติต่อการเรียนดีขึ้น เนื่องจากการคิดแบบฮิวริสติกส์ช่วยในการพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ได้โดยตนเอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

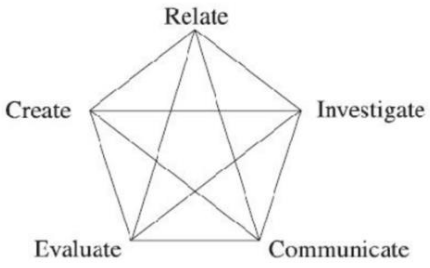
เจมส์และวิลเลี่ยม (James and William, 1992: 44-45) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้ ช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยังสามารถแสดงโครงเรื่องที่ศึกษาได้ ตลอดจนช่วยให้นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากขึ้น

ฟลอยด์ (Floyd, 2005: 2-5) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ว่า การให้นักเรียนคิดแบบฮิวริสติกส์ช่วยในการตัดสินใจในการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ทำให้สามารถกำหนดกลยุทธ์ เทคนิค กระบวนการและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในการเรียนได้

เชฟฟิลด์ (Sheffield, 2003: 103) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์นี้ครูและนักเรียนควรร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการคิดการสำรวจตรวจค้น และการตรวจสอบโดยเน้นให้นักเรียนใช้คำถามต่าง ๆ ด้วยตนเองต่อเนื่องจากคำถามของครู ทั้งนี้ก่อนที่ครูจะถามคำถาม

นักเรียน ครูควรลองใช้คำถามนั้น ๆ กับเพื่อนครูก่อน เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ ก่อนที่จะอ่านเฉลยเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ครูเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นในเหตุผลที่หลากหลายแง่มุมการเป็นตัวแทนและความสัมพันธ์ที่อาจจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในวิธีการหาคำตอบ

นอกจากนี้ เซฟฟิลด์ (Sheffield, 2005: 2) ได้นำเสนอแบบจำลองความคิดของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้สาเหตุของปัญหาและการแก้ปัญหา โดยนักเรียนอาจต้องดำเนินการทั้งการแก้ปัญหาแบบเดิมที่เคยใช้ การใช้กฎ หลักการ และทฤษฎีเชื่อมโยงกับการใช้วิธีการใหม่ ๆ การตั้งคำถามใหม่ จนสามารถสร้างแบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ของนักเรียนเอง ถือว่าเป็นวิธีสอนที่มีประโยชน์อย่างมากในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการศึกษา มีการคิดที่เป็นระบบในการค้นหาคำตอบ ทั้งนี้แบบจำลองความคิดของ เซฟฟิลด์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้คือ สร้างความสัมพันธ์ (Relate) สำรวจ (Investigate) ติดต่อสื่อสาร (Communicate) ประเมิน (Evaluate) และ สร้างคำถามหรือปัญหา (Create) โดยนักเรียนอาจเริ่มต้นจากจุดใดก็ได้ในแบบจำลองความคิดนี้และดำเนินต่อไปยังจุดใดก็ได้เช่นกัน เพื่อตรวจสอบปัญหาทางคณิตศาสตร์(Sheffield &Cruikshank, 2005:84 -85)



ภาพประกอบ 1 แบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์

ซึ่งแบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์ มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้ (Sheffield, 2003: 13-14)

1) สร้างความสัมพันธ์ (Relate) เป็นขั้นที่สร้างขึ้นสำหรับการสำรวจตรวจค้น โดยเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบจากในแบบฝึกหัดที่ผ่านมาว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ปัญหาใหม่นี้มีความท้าทายมากขึ้นหรือไม่ ต้องใช้ความรู้เพิ่มเติมหรือไม่

2) สำรวจตรวจค้น (Investigate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยนักเรียนอาจประยุกต์ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เคยพบมาก่อนในการหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาใหม่

3) สื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้

4) ประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองและรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของคำถามและคำตอบ จากครูผู้สอนเพิ่มเติม

5) สร้างคำถาม (Create) เป็นขั้นที่มีการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติมด้วยการตั้งคำถามใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจในโครงสร้างของความรู้ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

นอกจากนี้ นวลทิพย์ นวพันธุ์ (2552: 28) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยการนำแบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์มาประยุกต์ใช้ ว่า แบบจำลองความคิดของเซฟฟิลด์ นี้ไม่ได้สิ้นสุดการคิดเพียงเมื่อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาเท่านั้น ในขณะที่มีหลายแบบจำลองความคิดสิ้นสุดเมื่อนักเรียนค้นพบคำตอบ โดยไม่ได้ย้อนกลับมาพิจารณาปัญหานั้น ๆ อีกเลย ซึ่งแบบจำลองความคิดที่มีลักษณะเช่นนี้นับว่าขาดการกระตุ้นให้นักเรียนคิดลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และขาดการค้นพบมโนทัศน์ใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ที่จะสำรวจปัญหา เมื่อเขาค้นพบว่าความท้าทายของคณิตศาสตร์ไม่ได้เริ่มต้นที่การค้นพบปัญหาแล้วสิ้นสุดที่การแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ แต่นักคณิตศาสตร์กล่าวว่า คณิตศาสตร์ที่แท้จริงเริ่มต้นหลังจากที่ปัญหาที่ค้นพบได้แล้ว แบบจำลองความคิดนี้แตกต่างจากคำถามคณิตศาสตร์ที่แบบเดิม ๆ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่เคยถามว่าประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรจัดให้เพิ่มขึ้นหรือไม่ซึ่งหมายความรวมถึงการเพิ่มหัวข้อเรื่องในหลักสูตร หรือควรเร่งรัดมากกว่านี้หรือไม่ซึ่งหมายถึงการทำให้นักเรียนในหลักสูตรการเรียนการสอนเดิมที่มีอยู่ให้จบเร็วมากขึ้น ทั้งนี้แบบจำลองความคิดที่มีลักษณะเปิด ดังเช่นตัวอย่างนี้ สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งหลักสูตรการเรียนการสอนในปัจจุบัน และสำหรับหลักสูตรที่มีการปรับปรุงใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาแล้วประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของเซฟฟิลด์ (Sheffield, 2005: 2) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ขั้นสร้างความสัมพันธ์ (Relate) เป็นขั้นที่สร้างขึ้นสำหรับการสำรวจตรวจค้น โดยเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบจากในแบบฝึกหัดที่ผ่านมาว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ปัญหาใหม่นี้มีความท้าทายมากขึ้นหรือไม่ ต้องใช้ความรู้เพิ่มเติมหรือไม่

2. ขั้นสำรวจตรวจค้น (Investigate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเริ่มใช้ความคิดเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยนักเรียนอาจประยุกต์ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เคยพบมาก่อนในการหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาใหม่

3. ขั้นสื่อสาร (Communicate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินการคิดของตนเองและรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของคำถามและคำตอบ จากครูผู้สอนเพิ่มเติม

4. ขั้นประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้

5. ขั้นสร้างคำถามบูรณาการปัญหา (Create) เป็นขั้นที่มีการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติมด้วยการตั้งคำถามใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจในโครงสร้างของความรู้ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

2.2.3 การคิดแบบฮิวริสติกส์กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ถือเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการสอนให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้นั้น ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนเกิดความเข้าในโครงสร้างของความรู้ โดยนักเรียนต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่ในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และสามารถที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของความรู้เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

แบรนส์ฟอร์ด และ สเตน (Bransford and Stain, 1984: 1-7) ได้เสนอขั้นตอนของฮิวริสติกส์ในการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Identify the problem)
2. กำหนดและแยกแยะปัญหา (Define and represent the problem)
3. กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา (Explore possible solution strategies)
4. เนินการตามแผนที่วางไว้ (Act on the strategies)
5. มองย้อนกลับไปแต่ละขั้นและประเมินผล (Look back and evaluate)

รีชติน (Rechtin, 1991: 1-5) ได้นำฮิวริสติกส์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน โดยแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. จัดให้อยู่ในรูปแบบที่ง่าย เพื่อช่วยประเมินระบบโดยรวมว่ามีความซับซ้อนหรือไม่ โดยลดขั้นตอนบางอย่างที่ไม่มีความจำเป็นหรือซ้ำซ้อนออกไป

2. ปรับให้อยู่ในรูปแบบและขั้นตอนที่กำหนด ตามแผนผัง และขั้นตอนที่เตรียมไว้ โดยมี 3 ขั้นตอนย่อยคือ

2.1 ปรับโครงสร้างตามลักษณะหน้าที่และลักษณะทางกายภาพ

2.2 ปรับโครงสร้างของระบบทั้งหมด โดยแบ่งตามหน้าที่

2.3 ปรับเปลี่ยนผลิตผล และกระบวนการ ให้เหมาะสม

3. จัดกลุ่มในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กัน โดยแบ่งระบบงานทั้งหมดออกเป็นหน่วยย่อย รวมถึงตัวเลือกที่เป็นไปได้ โดยแต่ละหน่วยย่อยจะมีความสัมพันธ์กันทั้งเรื่องของหน้าที่และวิธีการ

ออกแบบ กระบวนการฮิวริสติกส์ที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

3.1 คัดเลือกหน่วยที่ไม่เกี่ยวข้องกันออกมาตามที่เป็นไปได้

3.2 ใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมในการจัดให้แต่ละระดับนั้นมีหน่วยที่ไม่ซ้ำกัน

3.3 จัดกลุ่มของสิ่งที่มีอิทธิพลมากที่สุดในระบบ และกลุ่มที่มีปัญหากับระบบเข้าไว้ด้วยกัน

4. ปรับเปลี่ยนไปตามสิ่งกระตุ้นภายนอก โดยขั้นตอนนี้จะเน้นไปถึงการปรับให้ระบบมีความยืดหยุ่นต่อสิ่งกระตุ้นภายนอก เช่น ความไม่แน่นอน ความยุ่งยากใจ และสิ่งรบกวน

5. จัดให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน ซึ่งจากรูปแบบทั่วไปจะถูกพัฒนาขึ้นไปเรื่อย ๆอย่างค่อยเป็นค่อยไปจนกว่าจะสามารถจัดระบบทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานได้

6. ตรวจสอบการเข้ากันได้ของระบบ มีการจัดระบบงานโดยรวม เมื่อพิจารณาจากวิธีการปฏิบัติที่ผ่านมา และพฤติกรรม โดยพิจารณา 2 ส่วน คือ ระบบงานที่มีความซับซ้อน และทำให้ระบบมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน โดยกระบวนการฮิวริสติกส์ที่นำมาใช้ มีดังนี้

6.1 การปรับใช้เทคโนโลยีที่มีความทันสมัยให้เหมาะกับสภาพทางสังคมที่เปลี่ยนไป

6.2 การวางระบบที่มีความแตกต่างกัน (Architectures) ก่อให้เกิดความแตกต่างด้านพฤติกรรม

6.3 ระบบงานที่มีความซับซ้อนมาก ๆ จะไม่สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ครบทุกเงื่อนไข

6.4 การใช้ฮิวริสติกส์จะทำให้การจัดการระบบง่ายกว่าการทำแบบระบบการคิดแบบย้อนกลับ (Reverse)

มหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster University, 1998: 1-6) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การให้คำจำกัดความของปัญหา (Define the problem) โดยการทำความเข้าใจปัญหาและหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ

2. สร้างทางเลือกในการหาคำตอบ โดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้

2.1 หาความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

2.2 ตั้งสมมติฐาน

2.3 หาเกณฑ์ชี้วัดที่เหมาะสม

2.4 เก็บรวบรวมข้อมูล รายละเอียดที่ไม่ครบถ้วน

2.5 คาดเดาคำตอบและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

2.6 หาทางเลือกจากสิ่งอื่นที่สัมพันธ์กันก่อนหรือเริ่มวิเคราะห์จากส่วนย่อยๆ ในปัญหานั้นๆ หากสิ่งที่กล่าวมาแล้วไม่สามารถช่วยในการหาคำตอบได้

3. การวางแผนงาน (plan)

3.1 การระบุประเภทของปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างใดอย่าง

3.2 การนำเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา

4. ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

5. พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้น

5.1 ตรวจสอบว่าวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องและตรวจสอบผลลัพธ์หนึ่งที่เหมาะสมสมเหตุสมผลหรือไม่

5.2 ตรวจสอบกระบวนการโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้

มินยิ และ คณะ (Minyi et. al, 2002: 1-10) ได้เสนอขั้นตอนของฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาไว้ 11 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นพิจารณาหาความสัมพันธ์และความคล้ายกันกับปัญหาเดิมที่ได้รับการพิสูจน์มาแล้ว โดยพยายามเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับโดยอาศัยจากความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. ขั้นวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เงื่อนไขและตัวไม่ทราบค่าหรือวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งสมมติฐานและการสรุป

3. ขั้นพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้ในปัญหาว่ามีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยได้เรียนมาแล้วในอดีต

4. ขั้นกำหนดให้คำจำกัดความของข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์

5. ขั้นเขียนสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเมื่อถึงเป้าหมายในระยะหนึ่งของการแก้ปัญหา

6. ขั้นใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลและการตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

7. ขั้นแบ่งปัญหาเป็นกรณีศึกษาย่อย โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของสิ่งที่สนใจศึกษาในปัญหานั้น ๆ

8. ขั้นพิจารณากรณีย่อยในแต่ละกรณีเพื่อตัดกรณีที่เป็นไปไม่ได้โดยใช้วิธีขัดแย้ง

9. ขั้นเปลี่ยนรูปของปัญหาไปและดำเนินการขั้นที่ 1-3 ซ้ำอีกครั้ง

10. ขั้นพิจารณาจากข้อสรุปหรือสมการสุดท้ายแล้วตั้งสมมติฐานขึ้นมาว่าน่าจะเกิดจากสิ่งใดและทำซ้ำตามกระบวนการนี้ไปเรื่อยจนกระทั่งถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายกว่าเดิม ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการแก้ปัญหาโดยวิธีการอื่น

11. ขั้นพยายามจัดรูปของปัญหาให้อยู่ในรูปที่ง่ายขึ้นโดยให้สมมูลกับสิ่งที่เคยเรียนมาในอดีต

ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545: 17) สรุปว่า ขั้นตอนของฮิวริสติกส์ที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยการให้คำจำกัดความของปัญหาและพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

2. ขั้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหา โดยการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาที่

3. ขั้นพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม โดยการพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้และสามารถหาคำตอบได้เหมาะสม

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมด และได้ผลตามที่ต้องการครบถ้วนหรือไม่

จากที่กล่าวมาข้างตันสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มี 4 ขั้นตอน คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหาและพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม 3) การแก้ปัญหาตามวิธีที่เลือก 4) การตรวจสอบคำตอบและการดำเนินการแก้ปัญหาหลากหลาย

2.2.4 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึงประโยชน์ของกรคิดแบบฮิวริสติกส์ไว้ดังนี้

เจมส์ (James, 1981: 4-5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์ ว่า ฮิวริสติกส์นั้นจะช่วยให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี

เยน (Yen, 1985: 3-4) ได้กล่าวประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์กับการเรียนสรุปได้ว่าฮิวริสติกส์จะทำให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติต่อการเรียนดีขึ้น เนื่องจากฮิวริสติกส์ช่วยในการช่วยพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ด้วยของตนเอง สามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้

การ์เนต (Garnett, 1991: 102-103) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่าฮิวริสติกส์ช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้และยังสามารถแสดงโครงเรื่องที่ศึกษาได้และช่วยให้นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น

โอลส์สัน และ รีส (Ohlsson and Rees, 1991: 1-3) ได้นำฮิวริสติกส์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน และคาดคะเนคำตอบที่จะเกิดขึ้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักการทางคณิตศาสตร์ เพื่อประโยชน์ดังนี้

1. ใช้เป็นค่าคงที่สำหรับอ้างอิงถึงระดับความเข้าใจปัญหา (Problem states)

2. เพื่อวัดระดับความสามารถของผู้ที่ศึกษา (performance)

3. ใช้ตรวจสอบและแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด (detects and correct)

ฟอยด์ (Floyd, 2002: 2-5) ได้กล่าวประโยชน์การคิดแบบฮิวริสติกส์ สรุปได้ว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ ช่วยในการตัดสินใจ (Making Decision) ในการแก้ปัญหา เนื่องนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ทำให้สามารถกำหนดกลยุทธ์ (Strategy) เทคนิค (Technique) กระบวนการ(Procedure) และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ (Rules) ในการเรียน

ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545: 21) สรุปว่าฮิวริสติกส์มีประโยชน์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลที่ดี และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ นอกจากนี้ยังทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง ซึ่งใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาเป็นอย่างดี

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ฮิวริสติกส์ มีประโยชน์ ช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น ช่วยพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลได้ด้วยของตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลที่ดี และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล และมีแนวทางในการหาคำตอบที่หลากหลาย

2.3 คำถามระดับสูง

2.3.1 ความหมายของคำถามระดับสูง

การใช้คำถามระดับสูงเป็นเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งมีนักการศึกษาต่างประเทศและนักการศึกษาไทยได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ดังนี้

จอร์จ และฮานส์ (George and Hans, 1970: 395-400) ใช้กระบวนการทางความคิดที่นักเรียนใช้ความรู้เดิมที่ได้รับมาตอบคำถาม เป็นเกณฑ์ในการจำแนกคำถาม ซึ่งจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ คำถามสืบสอบระดับต่ำ และคำถามสืบสอบระดับสูง โดยให้ความหมายของคำถามสืบสอบระดับสูงสรุปได้ว่า เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบปฏิบัติสิ่งต่อไปนี้

1. แสดงการปฏิบัติเชิงนามธรรม ซึ่งใช้มากในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การคูณ การแทนที่ หรือการทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

2. ประเมินค่า โดยมีเหตุผลเพียงพอ

3. บอกความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่ง หรือมากกว่า โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้ตอบสร้างขึ้นเอง

4. บอกลำดับเหตุการณ์ที่เป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่กำหนดให้

5. บอกหลักฐานหรือเหตุผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

โรสแมรี (Rosemary, 1973: 619–626) ให้ความหมายของคำถามระดับสูง (Higher – order Questions) สรุปได้ว่า เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบ สรุปกฎเกณฑ์อย่างมีเหตุผล คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบรูปแบบใหม่ๆ และคำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

จอร์จ (George, 1975: 108) ได้นำจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ บลูม (Bloom's Taxonomy of Education Objectives) ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมายทางการศึกษา 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของคำถามออกเป็น 2 ประเภทกว้าง ๆ คือ คำถามระดับต่ำ (Lower Order Cognitive Questions) และคำถามระดับสูง (Higher Order Cognitive Questions) ซึ่งคำถามระดับสูง (Higher Order Cognitive Questions) เป็นคำถามที่มีลักษณะดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับการนำไปใช้ (Appication) เป็นคำถามที่แสดงการนำความรู้ไปใช้หรือแก้ปัญหา

2. คำถามให้วิเคราะห์ (Analysis) เป็นคำถามที่ต้องการให้แสดงถึงสาเหตุ เหตุจูงใจหรือการก่อเกิดเหตุการณ์ ซึ่งอาจมีหลายคำตอบ

3. คำถามให้สังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่จะได้คำตอบทำนองคาดการณ์และคำตอบที่แสดงภาพพจน์และแนวคิด

4. คำถามให้ประเมินค่า (Evaluation) เป็นคำถามที่ต้องแสดงความแตกต่างของความคิดและคุณค่า ซึ่งจะต้องมีเหตุผลในการพิจารณาสรุป

จอร์จ และแร็ก (George and Wragg , 1993: 6) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า คำถามระดับสูง (Higher order Questions) หมายถึง คำถามที่ต้องการคำตอบมากกว่าการให้นักเรียนบอกข้อความจริง/ความหมาย หรือให้ยกตัวอย่าง แต่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ สรุปอ้างอิง ตัวอย่างเช่น "ทำไมนก จึงไม่เป็นแมลง" หรือ "นี่คือส่วนที่ยังเหลืออยู่ จงเขียนในรูปร้อยละ"

เจฟฟรีย์ และคณะ (Jeffrey et al, 2001: 84) กล่าวโดยสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนได้ตอบสนองและใช้ความคิดระดับสูงหรือระดับที่มากกว่าความรู้ความจำ

แคทลีน (Kathleen, 2001: 5) สรุปความหมายของคำถามระดับสูงจากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้คำถามในห้องเรียนว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ถามในสิ่งที่ เป็นนามธรรมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วนำมาใช้ในการหาคำตอบหรือสนับสนุนคำตอบโดยมีหลักฐานและเหตุผลเพียงพอ

โรจนี จะในภาษ และคณะ (2522: 74-75) กล่าวถึงคำถามระดับสูง สรุปได้ว่าเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิด นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเป็นพื้นฐานในการสรุปหาคำตอบ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และเกิดทักษะในการคิดอย่างมีระบบ

รัญจวน คำวชิรพิทักษ์ (2538: 75) ให้ความหมายของคำถามระดับสูง สรุปได้ว่า เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้การประยุกต์ การประเมิน หรือใช้ความคิดในระดับสูง ซึ่งคำตอบที่ได้จากการตั้งสมมติฐาน หรือการคาดคะเน หรือการประเมินตัวอย่างมักจะขึ้นต้นด้วยคำว่าทำไม อย่างไร

สุจิตรา โอสถอภิรักษ์ (2538: 113) ให้ความหมายของคำถามระดับสูง สรุปได้ว่า เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิดในการเปรียบเทียบ หาสาเหตุหรือความสัมพันธ์แก้ปัญหาหรือคิดรอบด้าน คิดได้หลากหลายทิศทางและมีคำตอบถูกมากกว่า 1 คำตอบ

สราวดี เพ็งศรีโคตร (2549: 60) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ส่งเสริมให้เด็กคิด โดยนำความรู้และประสบการณ์เดิม หรือจากความจำที่ได้จากคำถามระดับต่ำมาเป็นพื้นฐานในการสรุปหาคำตอบ

สายัณห์ ผาน้อย (2549: 110) ให้ความหมายของคำถามระดับสูง สรุปได้ว่า เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบที่ต้องใช้สติปัญญาสูงขึ้น คือ คำถามในระดับความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า หรือเรียกว่าคำถามที่ต้องการสอบความคิด (Thought Question) การตอบคำถามระดับนี้ผู้ตอบจะต้องใช้ความคิด ความสัมพันธ์และการแปลผล โดยอาศัยพื้นฐานความจำมาสัมพันธ์กัน

เบญจมาศ ฉิมมาลี (2550: 38) ได้สรุปไว้ว่า คำถามระดับสูง คือ คำถามที่ต้องการคำตอบที่ต้องใช้ความคิดในระดับที่สูงกว่าความรู้ความจำ กล่าวคือ เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบมากกว่าการให้นักเรียนบอกข้อความจริงหรือความหมาย ต้องอาศัยการพิจารณาสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ววิเคราะห์หาคำตอบหรือข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

อัมพร ม้าคนอง (2553: 80-82) ได้กล่าวไว้โดยสรุปว่า คำถามประเภทนี้เป็นถามที่ต้องการให้ผู้เรียนใช้ความคิดในระดับสูง เช่น ให้เปรียบเทียบ ค้นหาแบบรูป หาข้อสรุปเป็นเหตุเป็นผล เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ

จากความหมายของคำถามระดับสูงดังกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คำถามระดับสูงคือ คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนใช้ความคิดในระดับสูงในการหาคำตอบ นั่นคือใช้ความคิดในระดับที่สูงกว่าขั้นความรู้ความจำ โดยที่เป็นคำถามนั้นต้องการให้นักเรียนแสดงเหตุผลและข้อสนับสนุนมากกว่าคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว

2.3.2 ความสำคัญของคำถามระดับสูง

มีนักการศึกษาต่างประเทศ และนักการศึกษาไทยได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถามระดับสูงไว้ดังนี้

โรสแมรี (Rosemary, 1973: 619) กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงสรุปได้ว่า เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยรู้หรือได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ครูจะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ

ศูนย์กลางเพื่อความเป็นเลิศทางด้านการสอน (Center For Teaching Excellence University of Urbana Champain, 2006: Online) กล่าวถึงความสำคัญของคำถามระดับสูง (High-Level Question) สรุปได้ว่า เป็นคำถามที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เพื่อ

1. ส่งเสริมนักเรียนให้รู้จักการคิดอย่างลึกซึ้งและละเอียดรอบคอบ (Encouraging Student to Think Deeply and Critically)
2. การแก้ปัญหาของนักเรียน (Problem Solving)
3. ส่งเสริมให้มีการอภิปราย (Encouraging Discussions)
4. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาสารสนเทศด้วยตัวของพวกเขาเอง (Stimulating Student to Seek Information on Their Own)

รัดเดล (Ruddel, 1974: 237-283) กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ไม่ใช่นักเรียนจำวิธีการคิดแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาแบบเมื่อก่อน ครูควรสอนให้นักเรียนนึกถึงสภาพจริง จากนั้นใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นนักเรียนให้ใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่มาหาคำตอบ การที่ครูคิดและตั้งคำถามระดับสูงนั้นเป็นเรื่องที่ยาก ต้องใช้ความอดทน ความพยายามอย่างมาก และต้องทำอย่างเป็นขั้นตอนจึงจะทำให้เกิดผลดีแก่นักเรียนได้อย่างแท้จริง เพราะขณะที่นักเรียนตอบคำถามโดยการอธิบายความคิดนั้น จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้ การใช้คำถามระดับสูงจะเป็นสิ่งที่แสดงให้ตัวนักเรียนเองทราบว่าตนเองเข้าใจหรือไม่เข้าใจในประเด็นใดบ้าง

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 93) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถตัดสินจะทำ จะเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

อัมพร ม้าคนอง (2553: 80-82) กล่าวไว้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ผู้สอนคณิตศาสตร์ควรพยายามใช้ในห้องเรียน ซึ่งคำถามประเภทนี้จะส่งเสริมการคิดระดับสูงให้กับผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการหาคำตอบ การใช้คำถามระดับสูงอย่างต่อเนื่องจนผู้เรียนคุ้นเคย จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนอย่างแท้จริง

จากความสำคัญของการใช้คำถามระดับสูงที่กล่าวมา สรุปได้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ครูคณิตศาสตร์ควรพยายามใช้ในห้องเรียน ซึ่งคำถามระดับสูงจะช่วยกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนหาคำตอบโดยต้องใช้ความคิดในระดับสูง ทำให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ถูกต้อง และเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2.3.3 ประเภทของคำถามระดับสูง

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้แบ่งประเภทของคำถามระดับสูงไว้ตามแนวคิดของแต่ละท่าน ดังนี้

จอร์จ และฮานส์ (George and Hans, 1970: 395-400) แบ่งประเภทของคำถามสืบสอบระดับสูงว่าเป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบปฏิบัติสิ่งต่อไปนี้

1. แสดงการปฏิบัติเชิงนามธรรม ซึ่งใช้มากในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การคูณ การแทนที่ หรือการทำให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

2. ประเมินค่า โดยมีเหตุผลเพียงพอ

3. บอกความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่ง 2 สิ่ง หรือมากกว่า โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้ตอบสร้างขึ้นเอง

4. บอกลำดับเหตุการณ์ที่เป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่กำหนดให้

5. บอกหลักฐานหรือเหตุผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

โรสแมรี (Rosemary, 1973: 619-626) แบ่งประเภทของคำถามระดับสูงในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ 12 ประเภท ดังนี้

1. คำถามที่ให้นักเรียนแปลนิยาม/หลักการทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรม โดยการยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม ตัวอย่างเช่น

1.1 จงยกตัวอย่างความสัมพันธ์ที่ไม่สามารถถ่ายทอดได้

1.2 จงหาฟังก์ชัน f และ g ที่ทำให้ fog = gof ทุกค่า

2. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงวิธีการใหม่ๆ ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น กำหนดให้เซต A มีสมบัติปิดภายใต้เครื่องหมาย $\oplus$ a และ b เป็นสมาชิกของเซต A จะได้ว่า a $\oplus$ b จะมีคุณสมบัติปิด แล้วเศษส่วนมีคุณสมบัติปิดการคูณหรือไม่

3. คำถามที่ให้นักเรียนดัดแปลงคำถาม สถานการณ์ หรือแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น โดยใช้คำพูดของตนเอง แต่ยังคงความหมายเดิม ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อความในหนังสือแบบเรียนให้เป็นคำพูดของนักเรียนเองได้อย่างไร, ให้นักเรียนอธิบายข้อความ “การหารไม่มีคุณสมบัติการสลับที่” เป็นคำพูดของนักเรียนเอง

4. คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือในทางกลับกัน ตัวอย่างเช่น สมมติให้จอห์นมีอายุ x ปี ถ้าเราบอกว่าพี่ชายจอห์นเคยมีอายุ x – 5 ปี นักเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับอายุของพี่ชายของจอห์น

5. คำถามให้นักเรียนใช้ความสามารถในการใช้สัญลักษณ์แทนการมองสิ่งของทางกายภาพหรือปรากฏการณ์ และการสังเกตข้อมูลหรือมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

6. คำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบ โดยบอกความเหมือน ความแตกต่าง หรือบอกความสัมพันธ์ ตัวอย่างเช่น

6.1 จำนวนใดในเซตข้างล่างนี้ที่เป็นตัวประกอบร่วมของทุกจำนวน {3, 9, 15, 27, 45, 72, 105}

6.2 นักเรียนคิดว่า “สมการเชิงเส้น” และ “ฟังก์ชันเชิงเส้น” ต่างกันอย่างไร

7. คำถามที่นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ตัวอย่างเช่น

7.1 ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใหญ่ที่สุดสามารถบรรจุอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดจะเป็นเท่าใด

7.2 นายสมิธอาศัยอยู่ในห้องขนาด 9 x 14 ตารางฟุต พรมปูพื้นห้องของเขามีขนาด 8 x 11 ตารางฟุต มีพื้นที่ห้องอยู่เท่าไรที่ไม่ได้ปูพรม

8. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงการพิสูจน์กฎหรือข้อความทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น จงพิสูจน์ว่า มุมตรงข้ามย่อมมีขนาดเท่ากัน

9. คำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา/ตรวจสอบว่า ประโยคที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ โดยอาศัยหลักการให้เหตุผล ตัวอย่างเช่น บ๊อบมีความคิดว่าทุกครั้งที่แมรีมางานปาร์ตี้จิมจะมาด้วยเสมอ แต่คืนนี้จิมมีธุระที่นอกเมือง ดังนั้น แมรีจะไม่มาร่วมงานปาร์ตี้ นักเรียนคิดว่าความคิดของบ๊อบถูกต้องหรือไม่

10. คำถามที่ให้นักเรียนค้นหาแบบรูป ดำเนินการตามแบบรูป หรือคำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยการค้นหาแบบรูป ตัวอย่างเช่น ให้ S_2,S_3,S_5 และ S_7 อยู่ในขอบเขตที่กำหนด และ S_4,S_6,S_8,S_9 และ S_{10} ไม่อยู่ในขอบเขต ถ้า n แทนจำนวนใดๆ นักเรียนคิดว่า S_n อยู่ในขอบเขตหรือไม่

11. คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบวิธีการหรือข้อมูลที่นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา ตัวอย่างเช่น

11.1 ในการหาจำนวนสับเซตของเซตที่มีจำนวนสมาชิกอยู่ 40 ตัว เราจะต้องทราบอะไรจึงจะหาคำตอบได้

11.2 ต้องทราบว่าในการพาลูกบอลเคลื่อนที่จากจุด A ไปจุด B ลูกบอลจะเคลื่อนที่ไปในทางใด นักเรียนจะมีวิธีทดสอบอย่างไร

12. คำถามที่ให้นักคิดแบบกว้าง ตัวอย่างเช่น จากสมการ t + 5 > 18 นักเรียนลองสร้างโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับอสมการนี้

แคทลีน (Kathleen, 2001: 5) แบ่งประเภทของคำถามระดับสูง ดังนี้

1. คำถามปลายเปิด
2. คำถามให้แปลความ
3. คำถามให้ประเมินค่า
4. คำถามสืบสอบ
5. คำถามให้สรุปอ้างอิง
6. คำถามให้สังเคราะห์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การใช้คำถามระดับสูง เป็นการใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้การคิดระดับสูง ซึ่งเป็นการคิดเปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุผล และค้นพบสิ่งใหม่หลังการใช้ความรู้ที่มีอยู่ประกอบการคิดอย่างรอบคอบ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเภทของคำถามระดับสูงของโรสแมรี (Rosemary, 1973: 619-626) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

1. คำถามที่ให้นักเรียนดัดแปลงคำถาม สถานการณ์ หรือแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น โดยใช้คำพูดของตนเอง แต่ยังคงความหมายเดิม

2. คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือในทางกลับกัน

3. คำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบความล้าย โดยบอกความเหมือน ความแตกต่าง หรือบอกความสัมพันธ์

4. คำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา/ตรวจสอบว่า ประโยคที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ โดยอาศัยหลักการให้เหตุผล

5. คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบวิธีการหรือข้อมูลที่นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

2.3.4 คำถามระดับสูงกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

คำถามระดับสูงเป็นแนวทางหนึ่งที่ครูควรพิจารณานำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังแนวคิดของนักเรียนการศึกษาแต่ละท่านดังต่อไปนี้

โรสแมรี (Rosemary, 1973: 619) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การที่ครูใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้

นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หรือแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่นักเรียนไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว นั่นคือ ครูมีหน้าที่จะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ

กัญญา วีรยวรรธน (2552: 1) กล่าวโดยสรุปไว้ว่า การตั้งคำถามระดับสูงจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดระดับสูง และเป็นคนมีเหตุผล ผู้เรียนไม่เพียงแต่จดจำความรู้ ข้อเท็จจริงได้อย่างเดียวแต่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ และประเมินสิ่งที่ถามได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสาระสำคัญของเรื่องราวที่เรียนได้อย่างถูกต้อง และกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลมาตอบคำถามด้วยตนเอง

อัมพร ม้าคนอง (2553: 82) ได้กล่าวว่าการใช้คำถามเพื่อพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนสามารถใช้คำถามทุกระดับร่วมกันได้ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน ในขณะที่บางครั้งต้องใช้คำถามระดับสูง เพื่อขยายความคิดในสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจอย่างดีแล้ว ดังนั้นการใช้คำถามเพื่อพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจึงต้องพิจารณาสิ่งที่เกี่ยวข้องในหลากหลายประเด็น ตัวอย่างต่อไปนี้ เป็นคำถามที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการแก้ปัญหา

ตาราง 1 ตัวอย่างคำถามที่ต้องการพัฒนาการแก้ปัญหา

ตัวอย่างคำถามที่ต้องการพัฒนาการแก้ปัญหา	**จุดประสงค์ของการถาม**
- ปัญหานี้ต้องการให้หาอะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง เพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่ต้องหาข้อมูลใดเพิ่มเติม และจะหาได้อย่างไร	- วิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหา
- เคยเห็นหรือเคยแก้ปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเคยเป็นเรื่องอะไร และแก้ปัญหาอย่างไร	- ระลึกหรือเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ และประสบการณ์เดิม
- จะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร ต้องใช้ความรู้เรื่องใดมาช่วยบ้าง	- วางแผน และกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา
- แน่ใจได้อย่างว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบอย่างไร	- ตรวจสอบคำตอบหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบ
- มีวิธีการอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ ถ้ามี วิธีใดบ้าง	- ใช้วิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหา
- วิธีการแก้ปัญหาใดมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะเหตุใด	- วิเคราะห์ และประเมินประสิทธิภาพของการแก้ปัญหา
- ถ้าจะทำปัญหานี้ให้ซับซ้อนขึ้น จะเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือข้อมูลอะไรได้บ้างเปลี่ยนอย่างไร	- ขยายความคิดจากการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงมีบทบาทสำคัญในการฝึกและกระตุ้นการคิดทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2.4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา

1. ความหมายของปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

ครูลิค และรูดนิศ (Krulic and Rudnick, 1993: 6) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา และคำตอบจะต้องเกี่ยวกับปริมาณในปัญหานั้น ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน แต่ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นคว้าหาวิธีการเพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ ที่ต้องการ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาสรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอยู่ในปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล

2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และอุปกรณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้

3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

อดัมส์ เอลลิส และบีสัน (Adums, Elis and Beeson, 1997: 173-174) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องคันหาว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาจะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 79) 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

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันที่บุคคลได้พบหรืออาจเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยคุ้นมาก่อน ปัญหามักมีความสัมพันธ์กับผู้ที่แก้ปัญหา ซึ่งคำถามหนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจจะไม่ได้เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่น ๆ ก็ได้ และในการหาคำตอบ ผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น

2. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่านดังนี้

โพลยา (Polya, 1980: 1) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความหมายที่ชัดเจนแต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

เคนเนดี้ (Kennedy, 1984: 81) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 52) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานซึ่งยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบนักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบแต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาออกมาด้วย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการแก้ปัญหาสำหรับ

นักเรียนอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากปัญหาต่าง ๆ ได้
2. การแก้ปัญหานั้นได้เกิดขึ้นในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ
3. ประยุกต์และตัดแปลงยุทธวิธีอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหาได้
4. ควบคุมและพิจารณาบนกระบวนการการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบานการ วิธีการ หรือเทคนิคต่าง ๆ ที่ผู้แก้ปัญหาต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์และทักษะพื้นฐานที่มีอยู่นำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหารวมไปถึงกระบวนการทั้งหมดซึ่งไม่ใช่แค่ผลลัพธ์สุดท้าย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 7) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา

จากการค้นคว้าเอกสารข้างตัน สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ต่าง ๆ และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อค้นหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

2.4.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น ได้มีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. พิจารณาตามวัตถุประสงค์ของปัญหา

โพลยา (Polya, 2000: 123-128) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทโดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

คือ สมมุติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา

เรย์ และคณะ (Reys and Others, 2004: 16) แบ่งประเภทของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเรื่องราวที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว

2. ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

3. พิจารณาตามลักษณะของปัญหา

แฮทฟิลด์ เอดเวิดส์ และบิทเทอร์ (Hatfield, Edwards and Bittery, 1993: 37) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open - Ended) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ไขปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ได้หลากหลายวิธี

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องคันหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

4. พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก

ชาร์ลส์ (Charles, 1985 : 6-10) ได้พิจารณาแบ่งประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภทดังนี้

1. ปัญหาที่ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น

2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple Translation problem) เป็นปัญหาที่เคยพบ เช่น ปัญหาในห้องเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนแปลงประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้เข้าใจมโนมติทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex Translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มปัญหาที่มีสองขั้นตอนหรือมากกว่าสองขั้นตอน หรือมากกว่าสองการดำเนินการ

4. ปัญหาเป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้นหรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้มโนมติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูลและต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนมติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

การค้นคว้าเอกสารดังกล่าว สรุปได้ว่าประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ได้แก่ ปัญหาค้นพบ และปัญหาให้พิสูจน์
2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาธรรมดา และปัญหาไม่ธรรมดา

2.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1973: 5-40) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจ คือ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหาเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร อะไรเป็นที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องใช้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ เขาควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ ซ้ำแล้วซ้ำอีกและหลาย ๆ แง่มุมจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

2. การวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหามีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหาบ้างเทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรจะแบ่งเป็นขั้นๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ และใน

ขั้นตอนใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อที่จะให้ได้สิ่งนั้นตามที่ต้องการ

3. การดำเนินการตามแผน นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

4. การตรวจสอบ การตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขา และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

กานเย่ (Gagne, 1997) กล่าวถึงสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎสูตร ความคิดรวบยอดและหลักการทางคณิตสาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาเป็นความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem Schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ คำศัพท์และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่างๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning Strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive Strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจย้อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาตลอดกระบวนการ

ทิศนา แขมมณี (2550: 124-125) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การสังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุปและตระหนักในปัญหานั้น

2. การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา

3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียน

4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึก การปฏิบัติงานเพื่อรายงาน และตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเองซึ่งอาจทำในรูปของรายงานจากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์และวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้และการตรวจสอบ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551: 24-27) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าความ สามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์โจทย์ วางแผนและดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหา ตลอดจนหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาที่กำหนดให้โดยใช้ทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ หมายถึง การแปลความจากโจทย์แล้วแยกแยะองค์ประกอบของโจทย์ เช่น สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพียงพอต่อการที่จะหาคำตอบหรือไม่ ข้อมูลใดบ้างที่ต้องการหาเพิ่ม

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโจทย์ หมายถึง การตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อน ใช้วิธีการใดหาคำตอบ เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

3. การคำนวณหาคำตอบ หมายถึง การคำนวณหาคำตอบในแต่ละขั้นตอนและหน่วยของคำตอบ

4. การสรุปและรายงานผล หมายถึง การย้อนกลับไปตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของวิธีการหาคำตอบ

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการหาวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ โพลยา (Polya, 1973: 5-40) โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาภาษาของตนเอง สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องใช้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ เขาควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ จนสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาให้ชัดเจน สิ่งที่ต้องการหามีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหานั้น เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรจะแบ่งเป็นขั้นๆ ควรแบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ และขั้นตอนใหญ่แต่ละชั้นควรจะแบ่งเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในชั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าต้องการสิ่งหนึ่งต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการนั้น

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือคิดคำนวณตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือทักษะการคิดคำนวณ และควรเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนวิธีการและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนครบทั้ง 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 150) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูว่าผู้เรียนมีความสามารถหรือสัมฤทธิ์ผลในแต่ละรายวิชามากน้อยเพียงใด ผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียน หรือตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุง และพัฒนาการสอนของครูให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การที่จะทำให้ผลการทดสอบมีความถูกต้อง เที่ยงตรงเชื่อถือได้นั้นจะต้องใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพซึ่งผ่านการสร้างอย่างถูกต้องตามหลักวิชา

ชวลิต ชูกำแพง (2551: 91) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากคะแนนผลการเรียนรู้ที่วัดโดยใช้แบบทดสอบ

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552: 16) ให้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือจากการสอนจึงเป็นการตรวจสอบความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถชนิดใด

สุดาวัลย์ ใจภักดิ์ดี (2555: 16) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนโดยการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ของบลูม (Bloom) ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่าที่วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความรู้ ความสามารถ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ที่บุคคลได้รับและทักษะที่นักเรียนได้จากการเรียนการสอนทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน สภาพแวดล้อมและแหล่งอื่น ๆ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการที่จะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นั่นคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้มีผู้ความหมายไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้ได้เป็น 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหนบกพร่องส่วนใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลผลคะแนนด้วยทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนไปแล้ว จะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ ซึ่งควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. วัดด้านความรู้ความจำ
2. วัดด้านความเข้าใจ
3. วัดด้านการนำไปใช้
4. วัดด้านการวิเคราะห์

5. วัดด้านการสังเคราะห์

6. วัดด้านการประเมินค่า

สมนึก ภัททิยธนี (2546) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้าง กับแบบทดสอบมาตรฐาน

คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีมี 10 ประการ คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงเส้นคงว่าไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียบเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภท ความรู้ความจำ แต่ต้องให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหา แล้วจึงตอบได้

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางการถามตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบชนิดใดจะเป็นปรนัยจะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีตตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกผู้สอบข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดผล

แบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป หรือมีความยากง่ายก็ตามพอเหมาะส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้นความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้ในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีได้ แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552) ให้นิยามว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ คือ แบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวัดผลของการเรียนหรือการสอน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงระดับสูง ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

2.6 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

2.6.1 ความหมายของประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

เผชิญ กิจระการ (2544: 51) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หมายถึง ผลรวมของการหาคุณภาพ (Quality) ทั้งเชิงปริมาณที่แสดงเป็นตัวเลข (Quantitative) และเชิงคุณภาพ(Qualitative) ที่แสดงเป็น ภาษาที่เข้าใจได้เป็นผลที่แสดงถึงผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง

มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช (2547: 494-499) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ระดับ คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้สร้างการจัดการเรียนรู้พอใจว่า หากแผนการการจัดการเรียนรู้นั้นมีค่าถึงระดับนั้นถึงแล้ว แผนการจัดการเรียนรู้นั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2548: 172) การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การนำเอาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดให้ เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงแล้วนำไปสอนจริง ๆ อย่างน้อยเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนเป็นพฤติกรรมที่พึงพอใจโดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดของผู้เรียนต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนแล้วเมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้มาตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพแล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มนักเรียนที่ต้องการ

2.6.2 วิธีหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

เผชิญ กิจระการ (2544 : 44-51) ได้กล่าวถึงวิธีการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น 2 วิธีดังนี้

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)

กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของแผนกการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Expert)เป็นผู้ตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้ ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาหาค่าประสิทธิภาพโดยใช้สูตร ต่อไปนี้

$$CVR = \frac{2N_2}{N} - 1$$

เมื่อ CVR แทน ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล

N_2 แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach)

วิธีนี้จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกกระบวนการเรียนรู้ หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น

E_1/E_2=80/80, E_1/E_2=85/85, E_1/E_2=90/90 เป็นต้น

เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้จะยกตัวอย่าง E_1/E_2=80/80 ดังนี้

2.1 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า E_1 และ E_2 ใช้สูตรดังนี้

$$\text{สูตร 1} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนของแบบทดสอบย่อยทุดชุด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยทุดชุด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$\text{สูตร 2} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือจำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 เช่น มีนักเรียน 40 คนร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด คือ 32 คน แต่ละคนได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน ถึงร้อยละ 80 (E_1) 80 ตัวหลัง (E_2) คือผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด (40 คน) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

2.3 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือจำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน ได้เทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน (Pre-test)

ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) สามารถอธิบายได้ชัดเจนได้ ดังนี้ สมมุตินักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบก่อนเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 10 แสดงว่า แตกต่างจากคะแนนเต็ม (ร้อยละ100) เท่ากับ 90 ถ้านักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85 แสดงว่ามี

ความแตกต่างจากการทดสอบ 2 ครั้งนี้ (ก่อนเรียนกับหลังเรียน) เท่ากับ 85 - 10 = 75 ดังนั้นค่าของ $E_2 = \left(\frac{75}{90}\right) \times 100$ ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ($E_2 = 80$)

2.4 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อที่ถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ โดยใช้สูตรและวิธีคำนวณตามความหมายที่ 1 โดยตั้งประสิทธิภาพ E_1/E_2 ไว้ที่เกณฑ์ 70/70 เพราะธรรมชาติของคณิตศาสตร์ค่อนข้างเป็นนามธรรมและต้องใช้ทักษะความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545: 56-62) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชบพิธ กรุงเทพมหานคร โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน และกลุ่มควบคุม 48 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์และแผนการสอนปกติ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ 50 คน และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 50 คนพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 และสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ . 05

เรวดี มีสุข (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดวามสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ 15.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.50 คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 14.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.50 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 14.40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.00

นิยูสนี อามะ (2556) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องบทประยุกต์ โดยการใช้ฮิวริสติกส์ โรงเรียนอนุบาลปัตตานีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลปัตตานีจำนวน 1 ห้องเรียน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้ฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ 60% ของคะแนนเต็มที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ รวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ฐิติกรณ์ นากุมา (2560) ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับแบบปกติ” พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีประสิทธิภาพไปตามเกณฑ์ 75/75 และนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

เบญจมาศ ฉิมมาลี (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยจริงวิทยา จังหวัดสุรินทร์ จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลอง 36 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม 36 คน เครื่องมือที่ใช้ทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก และแผนการ

จัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวันความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด สูงกว่าร้อยละ 50 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง ประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัมพร ม้าคนอง (2551: 4) ได้ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ และวิชาเอกประถมศึกษา กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ในระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์และถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์ หลังเรียนจากการใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง มีจำนวนมากกว่าก่อนเรียน 2) ผู้เรียนที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนจากการใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ และคำถามระดับสูง ได้ถูกต้องอย่างสมบูรณ์ และถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์กว่าก่อนเรียน มีจำนวนเพิ่มขึ้นในทุกสาระคณิตศาสตร์ 3 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนจากการใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกสาระคณิตศาสตร์

กฤษฎา วรพิน (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1)นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เคดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ 2) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความคงทนในการเรียน

คณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Hohn และ Frey (2002: 374 -380) ได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวกับการแปลงและตีความหมายของปัญหา การวางแผนการหาคำตอบ การดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบคำตอบ ของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 3 4 และ 5 ที่ได้รับการฝึกตามรูปแบบของฮิวริสติกส์และใช้ปัญหาที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองใช้เวลาในการทำความเข้าใจปัญหาน้อยกว่ากลุ่มที่ไม้ได้รับบารฝึก และยังพบว่าความถูกต้องในการแก้ปัญหาเป็นผลมาจากความสามารถในการทำความเข้าใจในปัญหา

Boris (2004: Web Site) ได้ศึกษาการเรียนการสอนโดยใช้ฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยมุ่งศึกษาใน 2 ประเด็น คือ พฤติกรรมที่แสดงออกที่ใช้ในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับเกรด 8 ที่ได้รับการฝึกฝน โดยใช้วิธีการฮิวริสติกส์ในระหว่างการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะหรือพฤติกรรมที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา มี 4 รูปแบบ คือ การใช้วิธีการง่าย ๆ การแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน การแก้ปัญหาในลักษณะรูปวงกลม และการแก้ปัญหาในลักษณะเหมือนก้นหอย สำหรับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า เป็นไปในทางบวก

Mukherjee (2004: 481 - 489) ได้พัฒนาการสอนโดยใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการจัดการระบบข้อมูล (MIS) ในชั้นเรียนการฝึกปฏิบัติงานซึ่งในการสอนตามปกติ นักศึกษาจะมีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจกับหัวข้อปัญหาที่กำหนดขึ้นซึ่งมีอย่างหลากหลายและเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ผู้วิจัยได้พัฒนาการสอนโดยเน้นให้นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับการใช้เหตุผล และฮิวริสติกส์มาช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหาโดยชี้ให้นักเรียนพบว่าในบางครั้งการหาคำตอบที่น่าพอใจไม่จำเป็นต้องมาจากวิธีที่ดีที่สุดเสมอไป ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความเข้าใจเกี่ยวกับการวางแนวทางในการพิจารณาปัญหาได้ดีขึ้น

Hoon (2013) ได้ศึกษาประสบการณ์ที่เกี่ยวกับแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้รับการพัฒนาขึ้นโดยนักเรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ ความสามารถของนักเรียนที่พัฒนาขึ้น สังเกตได้จากการทำงานในการแก้ปัญหา และส่วนหนึ่งมาจากการสัมภาษณ์เพื่อทดสอบดูผลตอบรับของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ในกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งผลตอบรับนั้นมีความสัมพันธ์กับกระบวนการแก้ปัญหา

Novotna (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการสอนตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นที่น่าพอใจและสามารถ

กล่าวได้ว่า พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนสามารถพัฒนาได้โดยการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์

Jeffrey (2001) ศึกษาผลการใช้คำถามระดับสูงของผู้สอนต่อนักเรียนชายและหญิงระดับประถมศึกษาในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการตอบสนองคำถามระดับสูงของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน และพบว่าคำถามระดับสูง(คำถามที่สูงกว่าระดับความรู้ความจำ) ช่วยกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณมากกว่าระดับต่ำ (คำถามที่ถามความรู้ความจำ)

Wimer, Ridenour, Thomas and Place (2001) ได้ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้คำถามระดับสูงของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนเอกชน จำนวน 249 คน โดยสังเกตจากการใช้คำถามระดับสูงและคำถามระดับต่ำของครูผู้สอนในแต่ละโรงเรียน ผลการศึกษาปรากฏว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ทั้งนักเรียนชายเละนักเรียนหญิงตอบสนองต่อการใช้คำถามระดับต่ำมากกว่าการใช้คำถามระดับสูงของครู และนักเรียนหญิงส่วนใหญ่ไม่รับถามคำถามมากกว่านักเรียนชาย

Shahrill and Mundia (2014) ได้ศึกษาการใช้คำถามระดับต่ำและคำถามระดับสูงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของครู โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นครูคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ที่กำลังสอนนักเรียนระดับเกรด 8 ของประเทศสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย โดยผู้วิจัยได้สังเกตและวิเคราะห์ผลจากการบันทึกวิดี โอการสอนของครูทุกคน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ครูส่วนใหญ่เลือกใช้คำถามระดับต่ำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 75.8 ส่วนการใช้คำถามระดับสูงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีเพียงร้อยละ 24.2 ทั้งนี้ครูมีการใช้คำถามกับนักเรียนชายมากกว่านักเรียนหญิง เนื่องจากนักเรียนชายมีการตอบสนองต่อคำถามได้ดีกว่านักเรียนหญิง และครูทุกคนจะให้คำชมแก่นักเรียนทุกครั้งที่มีนักเรียนตอบคำถาม เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนแก่นักเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการใช้แนวคิดของฮิวริสติกส์และผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามระดับสูงพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในด้านต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน ผลปรากฏว่าคะแนนการสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและนักเรียนทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) ไพศาล วรคำ (2559) โดยมีการดำเนินการวิจัยโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.3 วิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 156 คน โดยแต่ละห้องประกอบไปด้วยนักเรียนคละความสามารถ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

3.2.1 แผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ แผนละ 1 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง

3.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

3.3 วิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 แผนจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ แผนละ 1 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปี 5

2. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา สรุปสาระการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัส ค32102 ที่ต้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ประกอบไปด้วย 2 หน่วย ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฟังก์ชัน

3. ศึกษาวิธีการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงจากตำรา เอกสารและศึกษา

4. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องฟังก์ชัน

ตาราง 2 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ฟังก์ชันเชิงเส้น	ฟังก์ชันเชิงเส้น (linear function) คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $f(x)=ax+b$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนจริง โดยกราฟของฟังก์ชันจะเป็นเส้นตรง ฟังก์ชัน $f(x)=ax+b$ เมื่อ $a=0$ จะได้ฟังก์ชัน $f(x)=b$ มีชื่อเรียกว่า ฟังก์ชันคงตัว ในการเขียนกราฟของฟังก์ชันเชิงเส้น สามารถหาคู่อันดับซึ่งเป็นสมาชิกของฟังก์ชันเพียงสองคู่แล้วเขียนกราฟของฟังก์ชันเชิงเส้นได้	1. นักเรียนสามารถเขียนฟังก์ชันเชิงเส้นได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันเชิงเส้นได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเชิงเส้นไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 4. นักเรียนมีความสนใจและเอาใจใส่ต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2
ฟังก์ชันกำลังสอง	ฟังก์ชันกำลังสอง (quadratic function) คือฟังก์ชันที่อยู่รูป $f(x)=ax^2+bx+c$ เมื่อ a , b และ c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a\neq0$ ลักษณะของกราฟฟังก์ชันกำลังสองจะขึ้นอยู่กับ a, b และ c โดยเมื่อ a เป็นจำนวนจริงบวกหรือจำนวนจริงลบ จะทำให้ได้กราฟเป็นเส้นโค้งหงายขึ้นหรือคว่ำลงตามลำดับ	1. นักเรียนสามารถหาองค์ประกอบของฟังก์ชันกำลังสองได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันกำลังสองได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 4. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	2

ตาราง 2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ฟังก์ชันขั้นบันได	ฟังก์ชันขั้นบันได (step function) คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นสับเซตของเซตของจำนวนจริง และโดเมนถูกแบ่งออกเป็นช่วงย่อยมากกว่าหนึ่งช่วง โดยค่าของฟังก์ชันในแต่ละช่วงย่อยเป็นค่าคงตัว และกราฟของฟังก์ชันจะมีลักษณะคล้ายขั้นบันได	1. นักเรียนสามารถเขียนฟังก์ชันขั้นบันไดได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันขั้นบันไดได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันขั้นบันไดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 4. นักเรียนมีความรับผิดชอบ ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	2
ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $f(x)=a^x$ เมื่อ $a>0$ และ $a\neq1$ กราฟของฟังก์ชันจะผ่านจุด (0 , 1) เสมอ ทั้งนี้เพราะ $a^0=1$ ถ้า $a>1$ แล้วเมื่อ x เพิ่มขึ้น ค่าของ f(x) จะเพิ่มขึ้น ถ้า $0<a<1$ แล้วเมื่อ x เพิ่มขึ้น ค่าของ f(x) จะลดลง	1. นักเรียนสามารถเขียนฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 3. นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงเวลา	2

5. กำหนดรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

6. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 8 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

3 จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

4. สาระการเรียนรู้

5. หลักฐานหรือร่องรอยของการเรียนรู้/การวัดและการประเมินผล

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นสร้างความสัมพันธ์

6.2 ขั้นสำรวจตรวจค้น

6.3 ขั้นสื่อสาร/นำเสนอ/อภิปราย

6.4 ขั้นประเมิน

6.5 ขั้นสร้างคำถามบูรณาการปัญหา

7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

8. บันทึกหลังแผนการสอน

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ประกอบการเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

8. ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ให้ถูกต้องเหมาะสมตามข้อเสนอแนะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านเนื้อหา จุดประสงค์ และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

9.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (นวัตกรรมหลักสูตรละการเรียนรู้) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

9.2 ดร.เสาวณิต ร่มศรี การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การบริหารการจัดการศึกษา) ครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล

9.3 นางวลีฉัตร วิบูลย์กุล ครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

10. นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ซึ่งค่าเฉลี่ย 3.51 - 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ถือเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ได้ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2545)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ได้คะแนนเฉลี่ยรวม คือ 4.90 ซึ่งถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ได้

11. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

12. นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบอัตนัย 9 ข้อ ที่นักเรียนไม่เคยทำมาก่อน (Subjective or Essay Test) โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือ แบบเรียน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน แบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ ใช้จริง 5 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

สาระการเรียนรู้	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**จำนวนแบบทดสอบ**	
		จำนวนที่สร้าง	**ใช้จริง**
ฟังก์ชันเชิงเส้น	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเชิงเส้นไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
ฟังก์ชันกำลังสอง	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3	2
ฟังก์ชันขั้นบันได	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันขั้นบันไดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
รวม		**9**	**5**

5. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย 5 ข้อ โดยให้คะแนนข้อละ 8 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของชาร์เลตและคนอื่นๆ (ยุพิน พลเรือง, 2557: 72 อ้างอิงจาก Charles: et al, 1987: 29) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ (2546: 104-143) ดังตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมการแก้ปัญหา
ทำความเข้าใจปัญหา	0	ไม่มีการเขียน หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
	1	มีการเขียนข้อความหรือข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด
	2	มีการเขียนข้อความหรือแสดงข้อมูลที่แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องครบถ้วน
วางแผนการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหาแต่ไม่ใช่แผนที่จะแก้ปัญหา
	1	มีการเขียนวางแผนแก้ปัญหาแต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	มีการเขียน วางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน
การดำเนินการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการเขียนแสดงวิธีทำใดเลยหรือมีการเขียนแสดงวิธีทำ แต่ไม่ใช่วิธีที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ
	1	มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างสมบูรณ์ แต่มีการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผิดพลาดจนได้คำตอบที่ผิดพลาดหรือแสดงวิธีการทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์แต่ตอบคำถามผิดพลาด
	2	มีการแสดงวิธีการทำอย่างเป็นขั้นตอน ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน สื่อความหมายชัดเจนสมบูรณ์ และแสดงคำตอบที่ถูกต้อง

ตาราง 4 (ต่อ)

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมการแก้ปัญหา
การตรวจสอบผล	0	ไม่มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้
	1	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบที่เหมาะสม ถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณโดยเขียนสัญลักษณ์ที่ผิดพลาด
	2	มีการเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสม ถูกต้องสมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความโดยกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อคำถาม ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้
คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (Index Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5-1 แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index Objective Congruence (IOC)) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าเท่ากับ 1 คะแนน

7. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

8. นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาจากค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) และคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ตามเกณฑ์ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 - 1 แล้วคัดเลือกแบบทดสอบมาจำนวน 5 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบ

วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่คัดเลือกมาจำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.506-0.631 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.306-0.425

9. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่คัดเลือกมา จำนวน 5 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α- Coefficien t) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.982

10. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่คัดเลือกแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ก่อนนำไปใช้จริง

11. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จัดพิมพ์เป็นฉบับจริง จำนวน 5 ข้อ แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1. ศึกษา หลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และสร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

สาระการเรียนรู้	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**จำนวนข้อสอบ**	
		จำนวนที่สร้าง	**ใช้จริง**
ฟังก์ชันเชิงเส้น	1. นักเรียนสามารถเขียนฟังก์ชันเชิงเส้นได้	3	2
	2. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันเชิงเส้นได้	4	3
ฟังก์ชันกำลังสอง	1. นักเรียนสามารถหาองค์ประกอบของฟังก์ชันกำลังสองได้	3	2
	2. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันกำลังสองได้	4	3

ตาราง 5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		จำนวนที่สร้าง	ใช้จริง
ฟังก์ชันขั้นบันได	1. นักเรียนสามารถเขียนฟังก์ชันขั้นบันไดได้	3	2
	2. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันขั้นบันไดได้	4	3
ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	1. นักเรียนสามารถเขียนฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้	3	2
	2. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้	4	3
รวม		28	20

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้
คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

6. นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าอยู่ในช่วง 0.67-1.00

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่ม

ตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

9. นำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B-index) เป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้ใช้ สมนึก ภัททิยธนี (2546) ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่คัดเลือกมาจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.500-0.775 และค่าอำนาจจำแนก (B-index) อยู่ในช่วง 0.40-0.70

10. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.965 สมนึก ภัททิยธนี (2546)

11. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียนได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแผนการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง จำนวน 8 แผน

3. ดำเนินการทดสอบระหว่างเรียนเมื่อจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วย โดยกำหนดการประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรม การทำแบบฝึกหัดพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อย

4. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน กับกลุ่มตัวอย่างหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

6. ตรวจผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

7. ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน รวมเป็น 40 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานโดนมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ (Holistic Scoring)

แบบแผนการทดลองและการดำเนินการทดลอง

แบบแผนการศึกษาค้นคว้าในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) ไพศาล วรคำ (2559) รายละเอียดดังตาราง

ตาราง 6 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	O

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

X หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

O หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ 70/70 โดยหาค่า E_1/E_2

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one samples ชูศรี วงศ์รัตนะ (2550)

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one samples ชูศรี วงศ์รัตนะ (2550)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2545)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตรดังนี้ สมนึก ภัททิยธนี (2546)

$$\bar{X}=\frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

x_i แทน คะแนนของแต่ละคน

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีสูตรดังนี้ สมนึก ภัททิยธนี (2546)

$$S=\sqrt{\frac{N\sum_{i=1}^{N} x_i-\left(\sum_{i=1}^{N} x_i\right)}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x_i แทน คะแนนของแต่ละคน

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง (E_1/E_2) ใช้สูตรดังนี้ เผชิญ กิจระการ (2544)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

X_i แทน คะแนนของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อย

A แทน คะแนนเต็มของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N} Y_i}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

Y_i แทน คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. หาค่าความตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง Index of Item Objective Congruence (IOC) สมนึก ภัททิยธนี (2546)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือดัชนีเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชียวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชียวชาญ

2. การหาค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551)

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

P_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้ตอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

3. การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ Brennan (B - Index หรือ Brennan Index) สมนึก ภัททิยธนี (2546) ดังนี้

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

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

4. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิธีของ Lovett สมนึก ภัททิยธนี (2546) ดังนี้

$$r_{cc}=1-\frac{K\sum X_i - \sum x_i^2}{(K-1)\sum (x_i-C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ

x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

C แทน คะแนนจุดตัด

การดำเนินการครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดคะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2.3 การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การหาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง Index of Item Objective Congruence (IOC) สมนึก ภัททิยธนี (2546) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือดัชนีเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชียวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชียวชาญทั้งหมด

2. วิเคราะห์ความยากของข้อสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทเนอร์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้ พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544)

$$p=\frac{s_h+s_l-(n_l)(x_{min})}{(n)(x_{max}-x_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

s_h แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มสูง

s_l แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_l แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

3. การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของวิทเนอร์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้ พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544)

$$r=\frac{s_h-s_l}{(n_h)(x_{max}-x_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

s_h แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มสูง

s_l แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_h แทน จำนวนคนกลุ่มสูง

4. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของข้อสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายชื่อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร t - test for one sample ชูศรี วงศ์รัตนะ (2550)

$$t=\frac{\bar{X}-\mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}},\ df=n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน คะแนนเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องอีกทั้งเพื่อความสะดวกในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
μ	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ปนะสิทธิภาพของผลลัพธ์
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน (t-test)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นที่สังเกตได้เปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) โดยคำนวณหาค่า E_1 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผน และคำนวณหาค่า E_2 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

ตาราง 7 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

เลขที่	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบหลังเรียน (60 คะแนน)
	ใบกิจกรรม (60 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
1(ก)	59	36	95	57
2(ก)	43	36	79	54
3(ก)	57	38	95	57
4(ก)	54	34	88	57
5(ก)	47	37	84	43
6(ก)	57	34	91	54
7(ก)	45	29	74	56
8(ก)	59	38	97	57
9(ก)	58	38	96	57
10(ก)	58	37	95	56
11(ก)	48	37	85	41
12(ก)	59	37	96	54
13(ก)	59	39	98	55
14(ก)	54	36	90	52
15(ก)	53	36	89	54
16(ก)	56	34	90	56
17(ก)	56	37	93	53
1(ข)	33	37	70	38
2(ข)	38	32	70	31
3(ข)	41	28	69	40
4(ข)	56	35	91	46
5(ข)	54	32	86	50
6(ข)	41	33	74	39
7(ข)	52	33	85	49
8(ข)	53	36	89	49

ตาราง 7 (ต่อ)

เลขที่	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบหลังเรียน (60 คะแนน)
	ใบกิจกรรม (60 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
9(ข)	47	38	85	49
10(ข)	51	36	87	49
11(ข)	56	38	94	49
12(ข)	53	37	90	49
13(ข)	57	37	94	49
14(ข)	46	34	80	45
15(ข)	46	33	79	48
16(ข)	53	33	86	49
17(ข)	41	38	79	44
18(ข)	55	30	85	47
19(ข)	57	37	94	48
รวม	1852	1270	3122	1781
ค่าเฉลี่ย	51.44	35.28	86.72	49.47
S.D.	6.83	2.71	8.16	6.33
ร้อยละ	85.74	88.19	86.72	82.45

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง (E_1/E_2) เท่ากับ 86.72/82.45

จากตาราง 7 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน เท่ากับ 86.72 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.45 ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.72/82.45 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	s	μ	t	p
คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	36	40	31.03	5.95	28	3.053*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	s	μ	t	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	36	20	18.44	2.81	14	9.481*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน มีลำดับขั้นตอนและผลการวิจัยดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2 สรุปผล

5.3 อภิปรายผล

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

5.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

5.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

5.2 สรุปผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลได้ดังนี้

5.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.72/82.45 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 70/70

5.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 อภิปรายผล

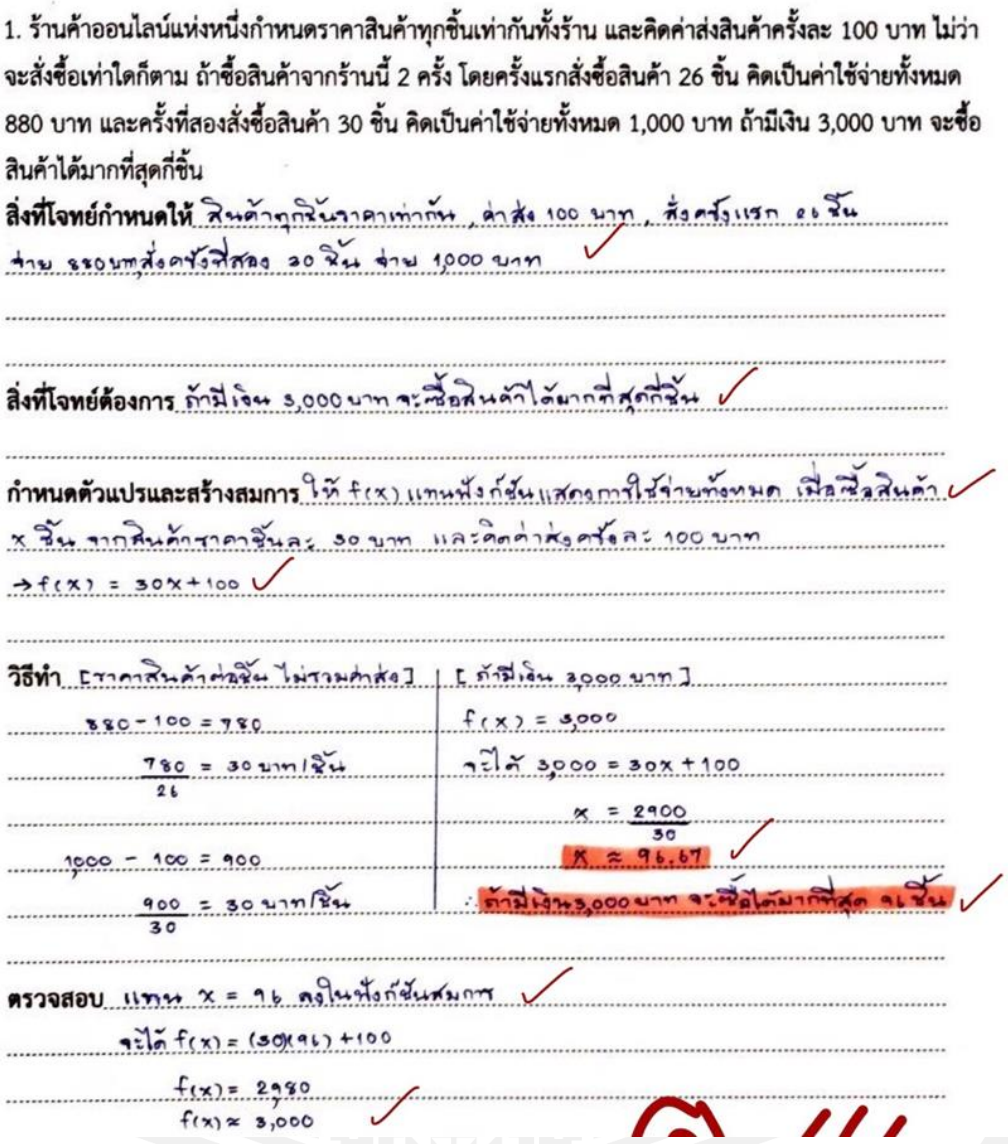
การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

5.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.72/82.45 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำใบกิจกรรมและจากแบบทดสอบย่อย โดยเฉลี่ยร้อยละ 86.72 และทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยเฉลี่ย 82.45 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ฐิติกรณ์ นากุมา (2560) การเปรียบเทียบผลฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับแบบปกติ พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีประสิทธิภาพไปตามเกณฑ์

75/75 และนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์อยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นได้ผ่านขั้นตอนกระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบและวิธีการที่เหมาะสม โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีการดำเนินการโดยการศึกษาโครงสร้างหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ประกอบการเสนอเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ เพื่อหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

5.3.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีค่าเฉลี่ย 31.03 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 77.56 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกถึงแนวคิดในการให้เหตุผล และการแก้ปัญหามีการอภิปรายการแสดงความคิดเห็นเป็นรายบุคคล ทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีการแลกเปลี่ยนความรู้ภายในห้องเรียน ช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนให้สนุกสนาน นอกจากนั้นครูจะใช้คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพิ่มเติม นักเรียนพยายามค้นหาวิธีการใหม่ที่แตกต่างจากวิธีการเดิม เมื่อครูพบว่าวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนนำเสนอยังไม่ครบทุกวิธีหรือยังไม่สมบูรณ์ ครูจะเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อสร้างแนวคิดที่หลากหลายให้นักเรียน ให้นักเรียนช่วยกันหาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ดังคำกล่าวของ การ์เนต (Garnett, 1991: 102-103) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่าฮิวริสติกส์ช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ได้และยังสามารถแสดงโครงเรื่องที่ศึกษาได้และช่วยให้นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น และโรสแมรี (Rosemary, 1973: 619) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การที่ครูใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หรือแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่นักเรียนไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่ง

เป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว นั่นคือ ครูมีหน้าที่จะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ


1. ร้านค้าออนไลน์แห่งหนึ่งกำหนดราคาสินค้าทุกชิ้นเท่ากันทั้งร้าน และคิดค่าส่งสินค้าครั้งละ 100 บาท ไม่ว่าจะสั่งซื้อเท่าใดก็ตาม ถ้าซื้อสินค้าจากร้านนี้ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกสั่งซื้อสินค้า 26 ชิ้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 880 บาท และครั้งที่สองสั่งซื้อสินค้า 30 ชิ้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 1,000 บาท ถ้ามีเงิน 3,000 บาท จะซื้อสินค้าได้มากที่สุดกี่ชิ้น

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สินค้าทุกชิ้นราคาเท่ากัน, ค่าส่ง 100 บาท, สั่งครั้งแรก 26 ชิ้น จ่าย 880 บาท สั่งครั้งที่สอง 30 ชิ้น จ่าย 1,000 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการ ถ้ามีเงิน 3,000 บาท จะซื้อสินค้าได้มากที่สุดกี่ชิ้น

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ ให้ $f(x)$ แทนฟังก์ชันแสดงการใช้จ่ายทั้งหมด เมื่อซื้อสินค้า x ชิ้น จากสินค้าราคาชิ้นละ 30 บาท และคิดค่าส่งครั้งละ 100 บาท

$\rightarrow f(x) = 30x + 100$

วิธีทำ [ราคาสินค้าต่อชิ้น ไม่รวมค่าส่ง]

$880 - 100 = 780$

$\frac{780}{26} = 30$ บาท/ชิ้น

$1000 - 100 = 900$

$\frac{900}{30} = 30$ บาท/ชิ้น

[ถ้ามีเงิน 3,000 บาท]

$f(x) = 3,000$

จะได้ $3,000 = 30x + 100$

$x = \frac{2900}{30}$

$x \approx 96.67$

∴ ถ้ามีเงิน 3,000 บาท จะซื้อได้มากที่สุด 96 ชิ้น

ตรวจสอบ แทน $x = 96$ ลงในฟังก์ชันสมการ

จะได้ $f(x) = (30)(96) + 100$

$f(x) = 2,980$

$f(x) \approx 3,000$

ภาพประกอบ 2 แสดงการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1

จากภาพประกอบ 2 พบว่า เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้จนเข้าใจในหลักการ นักเรียนจะสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของฟังก์ชันมาเขียนแสดงแนวคิดในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบได้ จากภาพจะพบว่านักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการ การกำหนดตัวแปรและสร้างสมการ กำหนดฟังก์ชันเพื่อใช้ในการหาคำตอบ ตลอดจนนำฟังก์ชันที่กำหนดมาหาค่าที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบของโจทย์ได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงไว้ 5 ขั้นดังนี้ คือ 1) ขั้นสร้างความสัมพันธ์ เป็นขั้นที่ครูให้ปัญหาแก่นักเรียน นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์จากการเชื่อมโยงข้อมูลในปัญหาหรือ การเชื่อมโยงข้อมูลจากความรู้เดิมที่มีกับความรู้ใหม่ที่เรียน หรือ การเชื่อมโยงปัญหาที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนกับปัญหาใหม่ ว่ามีลักษณะที่เหมือนกันคล้ายคลึง หรือแตกต่างกันอย่างไรและต้องใช้ความรู้อะไรบ้างในการแก้ปัญหา 2) ขั้นสำรวจตรวจค้น เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนสำรวจตรวจค้นปัญหา ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม ในการแสดงตัวแทนความคิดของนักเรียน และใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตสร้างความสัมพันธ์ในการหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สู่แนวทางการแก้ปัญหาจนได้ผลลัพธ์ของปัญหานั้น ๆ 3) ขั้นสื่อสาร/นำเสนอ/อภิปราย เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนคนอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบที่เป็นไปได้ ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายว่ามีความเหมือนหรือแตกต่าง ข้อดีข้อจำกัดอย่างไร 4) ขั้นประเมิน เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนประเมินความคิดของตนเองและหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนร่วมกันประเมินผลลัพธ์ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของจากครูผู้สอนเพิ่มเติม 5) ขั้นสร้างคำถามบูรณาการปัญหา เป็นขั้นที่ครูสร้างคำถามใหม่หรือเพิ่มเงื่อนไขใหม่จากปัญหาเดิมแก่นักเรียน เป็นการขยายและสำรวจตรวจสอบประเด็นที่เจาะลึกเพิ่มเติม นักเรียนหาแนวทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม

นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 และสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น

ให้นักเรียนใช้การคิดโดยเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจค้นร่วมกับการใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้การคิดระดับสูง ซึ่งเป็นการคิดเปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ ค้นหารูปแบบ หาข้อสรุปที่เป็นเหตุผล สอดคล้องกับคำกล่าวของ เยน (Yen, 1985: 3-4) ได้กล่าวประโยชน์ของการคิดแบบฮิวริสติกส์กับการเรียนสรุปได้ว่าฮิวริสติกส์จะทำให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติต่อการเรียนดีขึ้น เนื่องจากฮิวริสติกส์ช่วยในการช่วยพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ด้วยของตนเอง สามารถส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้ และคำกล่าวของ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 93) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า คำถามระดับสูงช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถตัดสินจะทำ จะเชื่อหรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ เรวดี มีสุข (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดวามสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นผู้สอนควรศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี ควรนำเสนอตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่หลากหลายให้มากและเพียงพอ ที่จะให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วม เพื่อนำมาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด อาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องได้ ผู้สอนควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ
ฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน

3. ครูผู้สอนจะต้องให้โอกาสแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และให้เวลาเพียงพอกับการฝึก เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงนั้นต้องใช้เวลามากพอสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น เลขยกกำลัง ลำดับและอนุกรม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ เป็นต้น

2. ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร การเชื่อมโยง หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

3. ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงในเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยอื่น เช่น การทดสอบกลุ่มเดียวเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง หรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง กับกลุ่มปกติ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กัญญา วีรยวรรณธน. (2552). เทคนิคการตั้งคำถาม [Online]. แหล่งที่มา: http:/wwww.nsdv.go.th/innovation/questioning.html. [1 ธันวาคม 2564]

กฤษฎา วรพิน. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ขอบใจ สาสิทธิ์. (2545). ผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวลิต ชูกำแพง. (2551). การประเมินการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจอินเตอร์โปรเกรสซิฟ.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์เครือข่าย. พิมพ์ครั้งที่ 9. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ฐิติกรณ์ นากุมา. (2560). การเปรียบเทียบผลฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์กับแบบปกติ. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทิศนา แขมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลทิพย์ นวพันธุ์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิยูสนี อามะ. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง บทประยุกต์ โดยการใช้ฮิวริสติกส์ โรงเรียนอนุบาลปัตตานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื่องต้น (7th ed.). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

เบญจมาศ ฉิมมาลี. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์| ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เผชิญ กิจระการ. (2544). การหาค่าดัชนีประสิทธิผล. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี. (2545). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E_1/E_2). การวัดผลการศึกษา, 8(2), 30-32.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (3rd ed.). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป เมเนจเม้นท์ จำกัด.

ไพศาล วรคำ. (2559). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2547). เอกสารชุดการสอนวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 21. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ยุพดี กะจะวงษ์. (2536). การใช้คำถามเพื่อสร้างความคิดรวบยอดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เขตการศึกษา 12. รายงานการวิจัย.

ยุพิน พลเรือง. (2557). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง, วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2552). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัญจวน คำชิรพิทักษ์. (2538). จิตวิทยาการสื่อสารในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เรวดี มีสุข. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนพหุนาม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

โรจนี จะโนภาษ และคณะ. (2522). แบบจำลองทักษะการสอนจุลภาค. ทักษะการตั้งคำถาม. กรุงเทพมหานคร: คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (5th ed.). กรุงเทพฯ: สุวีริยา สาส์น.

วิชาการโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย. (2564). รายงานผลการทดสอบระดับชาติ O-Net วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย. ร้อยเอ็ด: โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ หลักสูตรการสอนและการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศรีเมือง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: หจก. ส เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-ดิว มีเดีย.

สมเดช บุญประจักษ์. (2547). แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ.

สมเดช บุญประจักษ์. (2550). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). การวัดผลการศึกษา (4th ed.). กาฬสินธุ์: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัทพิยธนี. (2551). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). ระเบียบวิธีวิจัย (2nd ed.). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สราวดี เพ็งศรีโคตร. (2549). คำถามนั้นสำคัญไฉน. วารสาวิทยาจารย์.

สายัณห์ ผาน้อย. (2549). การสอนกระบวนการคิดโดยการตั้งคำถาม. วารสารวงการครู.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สุดาวัลย์ ใจภักดี. การเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ระหว่างการจัดการเรียนเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.

สุจิตรา โอสถอภิรักษ์. (2538). การวิเคราะห์การใช้คำถามของครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2551). การพัฒนามนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง. รายงานการวิจัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การพัฒนาทักษะและกระบวนทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Adam Sam, Eills Leslie and B.F. Beeson. (1997). Teaching Matheratics. With Emphasis on the Diagnostic Approach. New York: Harper and Row Publihers, Co.

Boris, K. (2004). Junior High School Students Heuristic Behaviors in Mathematical Problem Solving. from: http://www.graduate.teachnion.ac.il/Theses/Abstracts.asp?ld=10775 [2022, May 12].

Brandt, R. (1983). Teaching of Thinking. Educational Leadership 40: 3.

Bransford, G., and Stains, J. (1984). Reassessing the role of collaboration writing in advancbed composition [Online]. 1984. Available from: http://www.ericdb.com/research/info.htm [2012, Dec 13].

Center For Teaching Excellence University of Urbana Champain. Effective Classroom Questioning[online]. (2006). Available from: www.cte.uiuc.edu [9 July 2007].

Charles, R. L. (1985). The role of Problem Solving. Arithmetic Teacher. 22(February): 50.

David, D. F., and Zbigniew, M. (2000). How to solve it: Modern Heuristics. New York, 2000: 404-408.

De Bono, E. (1984). Children solve problems. NY: Penguin Books: 10.

Floyd, C. (2002). Problem solving as a strategy for learning mathematics. Lesson plan Project-Lit. [Online]. 2002. Available from: http:// www.mtsu.edu[2012, July 11].

Floyd, R. W. (2005). Heuristics for Math Problem Solving [Online] Available from: math.com/math/heuristics.php [2012, November 10].

Garnett, K. F. (1991). Developing Heuristics in The Mathematics Problem – Solving Process of Sixth - Grade Children: A Non - constructivist Teaching Experiment. Dissertation Abstracts (July). 102 -103.

Gagne, R. M. (1997). Condition for Learning. Library of Congress Cataloging in Publication Data. Holt: Rinehart and Winston.

George, B. (1975). Microteaching: A Program for Teaching Skills. London: Butler and Tanner.

George, B., and Wragg, E. C. (1993). Questioning. London and New York: Butler & Tanner.

George, T. L., and Hans, O. A. (1970). Determining the Level of Inquiry in Teacher's Questions. Dissertation Abstracts International. 31(July).

Goldin, Gerald A. (1999). Representation in School Mathematics: A Unifying Research Perspective. In A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics. pp. 275-283. 2nd ed. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.

Hatfield, M. M., Edwards, N.T., and Bitter G. G. (1993). Mathematics Methods for the Elementary and Middle School. Boston: A Division of Simon & Schuster.

Hohn, R.L. and B. Frey. (2002). Heuristics Training and Performance in Elementary Mathematical Problem Solving. The Journal of Education Research. 95(6): 374-380.

Hoon, S.T. (2013). Heuristic Approach Experience in Solving Mathematical Problems. Educational Research.4(8): 607-611.

James, H. W., and William, S. R. (1992). Today's Mathematic. 2nd ed. The United States of America: 44-45.

James, J. (1981). Problem solving behavior and attitude of prospective teachers with a history of math avoidance as a function of heuristics and discussion. [Online]. 1981. Available from: http://thailis.uni.net. [2012, July 11].

Jeffrey, W. W. (2001). Higher Order Teacher Questioning of Boys and Girls in Elementary Mathematics Classrooms. Journal for Research in Mathematics Education 95, 2(84).

Kathleen, C. Classroom Questioning[online]. (2001). Available from: http://www.nwrel.org/scpd/sirs/3/cu5.html [9 July 2007].

Katretchko, S. L. (1971). Between Logic and Heuristics [Online]. Available from: http://www.bu.edu/wcp/Papers/Logi/LogiKatr.htm [2012, July 12].

Kennedy Leonard M. (1984). Guiding Children's Learning of Mathematics. 4th ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing.

Krulik, S., and Rudnick J. A. (1993). Reasoning and Problem-Solving: A Handbook for Elementary School Teachers. Boston: Allyn and Bacon.

Lester, S. (1980). Achievement effects of individual small group and cooperative learning strategies on math problem-solving. [Online]. Available from: http://www.infojdb.com/education/problemsolving/learning.htm[2012, Aug12].

McMaster university. Teaching of heuristics strategies: A Pilot Study [Online]. (1998). Available from: http://www.interpaper.net/search.asp?detail=1 [2012, Dec 13].

Minyi, et. al. Teaching heuristic with problem-solving. [Online]. (2002). Available from: http://www.resourcedbs.com/getdb_detail.asp [2012, Dec 13].

Moustakas, C. (1990). Heuristic Research. California. Sage. Publication, Inc.

Mukherjee, A. (2004). A Class Exercise to Teach Practical Considerations in Use of Mathematical Model. Education (Chula Vista, Calif.).

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston, Virginia Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). Learning How to Learn. New York and Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Novotna, J. (2014). Problem Solving in School Mathematics Based on Heuristic Strategies. ERIES Journal. 7(1): 1-6.

Ohlsson, S., and Rees, E. (1991). The function of Conceptual Understanding in the learning of Arithmetic Procedures. Cognition and Instruction: 1.

Peelle, H. (2001). Alternative modes for teaching school mathematics: A Synopsis. [Online]. Available from: http:// www.educ.umass.edu [2012, Nov 10].

Perkins, D. N. (1981). Knowledge as Design: Teaching Thinking Trough Content. In Sternberg, R.J., and Baron, J.B. (ed), Teaching Thinking Skills: Theory & Practice, New York: W.IT Freeman and Company: 62-68.

Polya, G. (1973). How to Solve It. New Jerset: Princeton University Press. (1980). On solving mathematical problems in high school. In Krulik, S. (Ed.). Problem Solving in School Mathematics. (pp.1-2). Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

Polya, G. (2000). How to solve it: A new aspect of mathematical method, Princeton: Princeton University Press.

Rechtin, G. (1991). Learning system and problem solving. [Online]. Available from: http://www.rehks.com/knowledge/details.asp[2012, Dec 13].

Rey, R. E., et al. (2004). Helping Children Learn Mathematics. 7^{th} ed. New York: Wiley & Sons.

Rosemary Schmalz, S.P. (1973). Categorization of Questions that Mathematics Teachers ask. Mathematics Teacher 66, 616-629.

Ruddel, R. B. (1974). Reading-language instruction: innovative practices. Englewood Cliffs,N.J.: Prentice-Hall.

Schoenfeld, A. H. (1985). Beyond the purely cognitive: Belief systems, social cognitions and meta-cognitions as driving forces in intellectual performance. Cognitive Science, 7: 329 - 363.)

Shahrill, M., & Mundia, L. (2014). The Use of Low-Order and Higher-Order Questions in Mathematics Teaching: Video Analyses Case Study. Journal of Studies in Education, 4(2), 15-34.

Sheffield, L. J. (2003). Extending the challenge in Mathematics: Developing Mathematical Promise in K - 8 pupils [Online]. Available from: http://www.sagepub.com/upm-data/7203_sheffield_ch1.pdf[2012, July 16].

Sheffield, L. J. (2005). Using Creativity Techniques to Add Depth and Complexity to the Mathematics Curricula. [Online]. Available from: http://math.ecnu.edu.cn/earcome3/SYM1.htm [2012, July 16].

Sheffield, L. J. & Cruikshank, D. E. (2005). Teaching and Learning Mathematics: pre-kindergarten through Middle School. Fifth Edition. New York: Wiley.

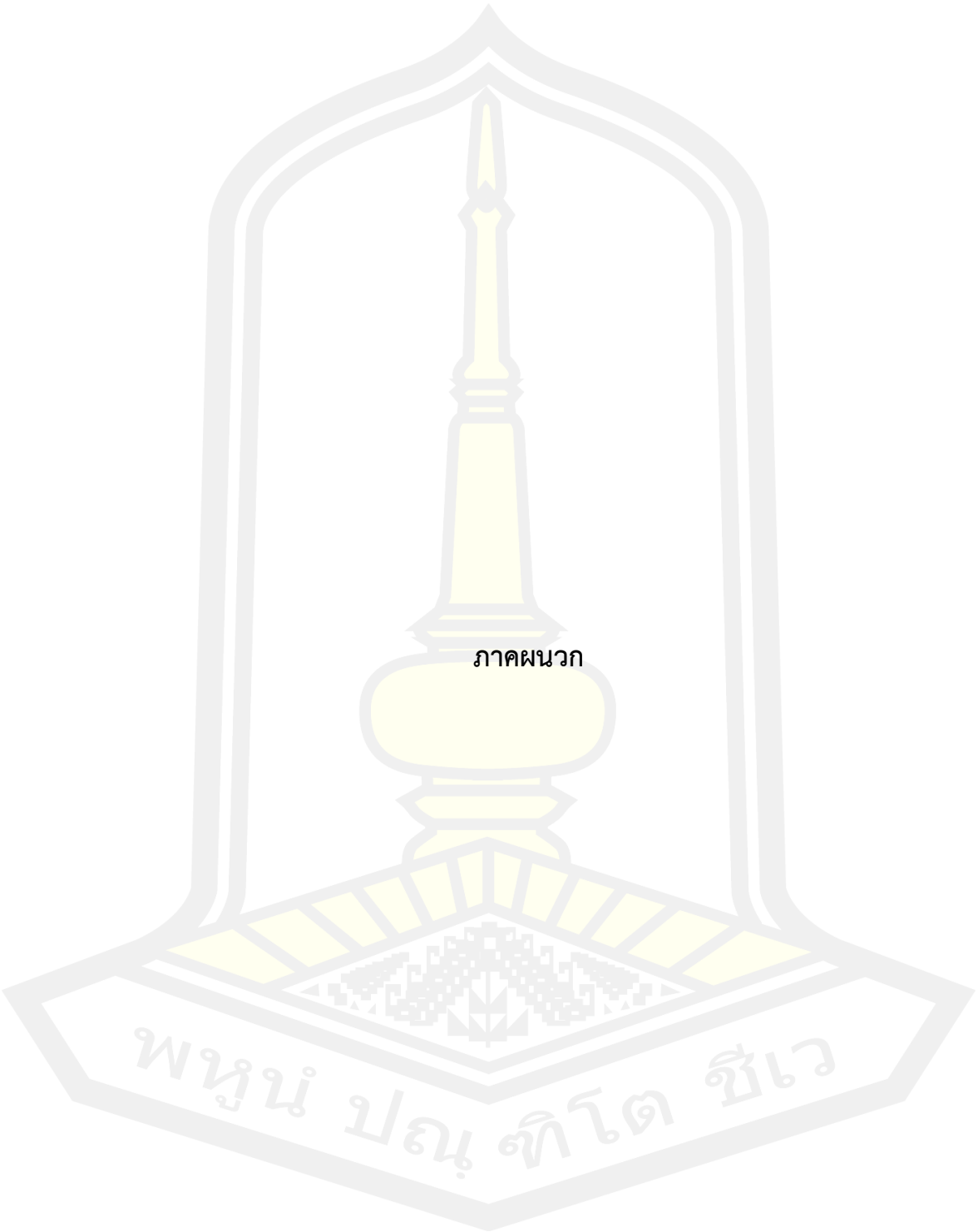
Sheffield, L. J. (2009). RE: Using the heuristic for Developing Mathematical Creativity for Thai student [Online]. Available from: E-mail: Sheffieldanku.edu.

Simon, H.A, & Newell, A. (1971). Human problem solving: the state of the theory in 1970. American Psychologist, 26, 2: 145-159.

Verschaffel, L. (1999). Realistic Mathematical Modeling and Problem Solving. In Hamers, J., Van Luit, J. and Csapo, B. (Eds), Teaching and Learning Thinking Skills (215-239). Lisse: Swets & Zeitlinger.

Wimer, J. W., Ridenour, C. S., & Thomas, K. (2001). Higher order teacher questioning of boys and girls in elementary mathematics classroom. The Journal of Education Research, 95(2), 84 - 92.

Yen, F., and Flora, B. (1985). An intervention study in mathematical problem solving Among selected junior high school students (heuristics math tutoring self efficacy).[Online]. Available from: http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp[2012, July 16].



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฟังก์ชัน **กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

สาระการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง **เวลา 1 ชั่วโมง**

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ภาคเรียนที่ 2/2564**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 1.2 ม.5/1 ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชัน อธิบายสถานการณ์ที่กำหนด

2. สาระการเรียนรู้

ฟังก์ชันกำลังสอง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันกำลังสองได้
2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
3. นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงเวลา

4. สาระสำคัญ

ฟังก์ชันกำลังสอง (quadratic function) คือฟังก์ชันที่อยู่รูป $f(x)=ax^2+bx+c$ เมื่อ a , b และ c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a\neq0$ ลักษณะของกราฟฟังก์ชันกำลังสองจะขึ้นอยู่กับ a, b และ c โดยเมื่อ a เป็นจำนวนจริงบวกหรือจำนวนจริงลบ จะทำให้ได้กราฟเป็นเส้นโค้งหงายขึ้นหรือคว่ำลงตามลำดับ

จาก $f(x)=ax^2+bx+c$ ถ้า $a>0$ กราฟจะเป็นเส้นโค้งหงายขึ้น ถ้า $a<0$ กราฟจะเป็นเส้นโค้งคว่ำลง กราฟของฟังก์ชันกำลังสองนี้มีชื่อเรียกว่า พาราโบลา (parabola)

จุดยอด (vertex) ของพาราโบลา คือ จุดสูงสุดหรือจุดต่ำสุดของพาราโบลา หรือจุดวกกลับ การหาจุดสูงสุดหรือจุดต่ำสุดของกราฟทำได้โดยจัดรูปสมการให้อยู่ในรูปของ $f(x)=a(x-h)^2+k$ เพื่อหาจุดยอดของกราฟหรือจุด (h , k)

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1: ขั้นสร้างความสัมพันธ์ (Relate) (15 นาที)

1. ครูแจกใบกิจกรรม 4 เรื่องค่าของฟังก์ชันกำลังสองให้กับนักเรียนทุกคน และให้นักเรียนทุกคนแก้โจทย์ปัญหาในใบกิจกรรมข้อ 1. เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เรื่องการเขียนกราฟให้แก่นักเรียน

2. ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด

- จากโจทย์ข้อ 1. เรามีวิธีการหาองค์ประกอบของกราฟฟังก์ชันกำลังสอง เพื่อนำมาวาดกราฟได้อย่างไร (คำถามระดับสูงประเภทที่ 5)

3. ครูเลือกนักเรียน 2 คนมาอธิบายวิธีการเขียนกราฟของฟังก์ชันจากโจทย์ข้อที่ 1 โดยครูคอยอธิบายเพิ่มเติมและให้คำแนะนำแก่นักเรียน

4. ครูให้นักเรียนทุกคนแก้โจทย์ปัญหาในใบกิจกรรมข้อที่ 2.1 ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบจากโจทย์ที่ผ่านมาว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ต้องใช้ความรู้อะไรเพิ่มเติม

- จากโจทย์ข้อ 1. และ 2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง (คำถามระดับสูงประเภทที่ 3)

- จากโจทย์ข้อ 2.1 การเขียนฟังก์ชันแสดงรายได้ของเจ้าของหอพัก นักเรียนจะต้องทราบค่าของตัวแปรอะไรบ้าง (คำถามระดับสูงประเภทที่ 5)

ขั้นที่ 2: ขั้นสำรวจตรวจค้น (Investigate) (10 นาที)

5. ครูให้นักเรียนปรึกษากับเพื่อนภายในห้อง สืบค้นจากเอกสารประกอบการสอนหรือสืบค้นจากเว็บไซต์ที่ครูเตรียมไว้ให้ ดังนี้

- https://mathpaper.net/index.php

- https://www.tps.ac.th/images/attachment_content/rela.pdf

6. ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยนักเรียนอาจประยุกต์ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เคยพบมาก่อนในการหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาใหม่

- เรามีวิธีการกำหนดตัวแปร และเขียนสมการอยู่ในรูปของฟังก์ชันกำลังสองได้อย่างไร (คำถามระดับสูงประเภทที่ 2)

ขั้นที่ 3: ขั้นสื่อสาร (Communicate) (15 นาที)

7. ครูสุ่มนักเรียน 3-4 คน ออกมานำเสนอเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาแก่เพื่อนคนอื่น ๆ ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายว่ามีความเหมือนหรือแตกต่าง ข้อดีข้อจำกัดอย่างไร

- ให้นักเรียนอธิบายวิธีการกำหนดฟังก์ชันและหาคำตอบของโจทย์ปัญหา เป็นคำพูดของนักเรียนเอง (คำถามระดับสูงประเภทที่ 2)

- นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อนแต่ละคนมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (คำถามระดับสูงประเภทที่ 3)

- นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อนแต่ละคนถูกต้องหรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผล (คำถามระดับสูงประเภทที่ 4)

ขั้นที่ 4: ขั้นประเมิน (Evaluate) (10 นาที)

8. ครูให้นักเรียนแต่ละคนประเมินความคิดของตนเองและหาข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา โดยการตรวจสอบคำตอบของตนเองในใบกิจกรรมว่ามีความถูกต้องหรือไม่

9. ครูใช้คำถามระดับสูงเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนประเมินผลลัพธ์ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของจากครูผู้สอนเพิ่มเติม

- นักเรียนจะตรวจสอบได้อย่างไรว่าฟังก์ชันค่าเช่าห้องพักรายเดือนที่นักเรียนได้เป็นฟังก์ชันที่ถูกต้อง (คำถามระดับสูงประเภทที่ 4)

10. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวิธีการหาองค์ประกอบของกราฟฟังก์ชันกำลังสองเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ดังนี้

ฟังก์ชันกำลังสอง (quadratic function) คือฟังก์ชันที่อยู่รูป $f(x)=ax^2+bx+c$ เมื่อ a , b และ c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a\neq0$ ลักษณะของกราฟฟังก์ชันกำลังสองจะขึ้นอยู่กับ a, b และ c โดยเมื่อ a โดยเมื่อ a เป็นจำนวนจริงบวกหรือจำนวนจริงลบ จะทำให้ได้กราฟเป็นเส้นโค้งหงายขึ้นหรือคว่ำลงตามลำดับ

การที่เราจะวาดกราฟของฟังก์ชันกำลังสองได้ เราจะต้องจัดรูปของฟังก์ชันให้อยู่ในรูปของ $f(x)=a(x-h)^2+k$ เพื่อหาจุดยอดของกราฟหรือจุด (h , k)

ขั้นที่ 5: ขั้นสร้างคำถามบูรณาการปัญหา (Create) (10 นาที)

11. ครูให้นักเรียนทุกคนแก้โจทย์ปัญหาในใบกิจกรรมข้อที่ 2.2

12. ครูใช้คำถามระดับสูง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงปัญหาใหม่กับปัญหาที่เคยพบจากโจทย์ที่ผ่านมาว่าเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ต้องใช้ความรู้อะไรเพิ่มเติม

- จากโจทย์ข้อ 2.1 และ 2.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง (คำถามระดับสูงประเภทที่ 3)

13. ครูสุ่มนักเรียน 1-2 คนออกมาเสนอแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา และรับคำแนะนำการประเมินอย่างละเอียดของจากครูผู้สอนเพิ่มเติม

14. ครูสรุปความรู้เกี่ยวกับการหาค่าของฟังก์ชันกำลังสอง

15. ครูให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน และส่งท้ายคาบเพื่อเป็นการประเมินความเข้าใจของนักเรียน

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถหาค่าของฟังก์ชันกำลังสองได้	ใบกิจกรรม	ประเมินจากการทำใบกิจกรรม	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับดี
2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	ใบกิจกรรม	ประเมินจากการทำใบกิจกรรม	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับดี
3. นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงเวลา	แบบสังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	สังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	- เกณฑ์การผ่านอยู่ในระดับดี

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ใบกิจกรรม
3. แบบทดสอบย่อยหลังเรียน

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

9.บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ครูผู้สอนและบันทึก

(นางสาวเพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล)

วันที่ ..... / ..... / .....

10. เกณฑ์การประเมิน

- เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรม

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมด้านความรู้/ความเข้าใจ (K)

รายการประเมิน	**3**	**2**	**1**	**0**
1. ขั้นตอนการหาคำตอบ	มีขั้นตอนการหาคำตอบครบถ้วน	มีขั้นตอนการหาคำตอบแต่ยังไม่ครบถ้วน	มีร่องรอยการเขียนขั้นตอนหาคำตอบแต่ไม่ถูกต้อง	ไม่มีขั้นตอนการหาคำตอบ
2. คำตอบ	คำตอบถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์	คำตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	คำตอบยังไม่ถูกต้อง	ไม่เขียนคำตอบ

เกณฑ์การประเมินรวม

ดีมาก	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	6	คะแนน
ดี	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	4-5	คะแนน
พอใช้	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	2-3	คะแนน
ปรับปรุง	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	0-1	คะแนน

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพ ดี จึงผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2	1	0
1. ทำความเข้าใจปัญหา	มีการเขียนข้อความหรือแสดงข้อมูลที่แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องครบถ้วน	มีการเขียนข้อความหรือข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด	ไม่มีการเขียน หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
2. การวางแผนในการแก้ปัญหา	มีการเขียน วางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน	มีการเขียนวางแผนแก้ปัญหาแต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน	ไม่มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหาแต่ไม่ใช่แผนที่จะแก้ปัญหา
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	มีการแสดงวิธีการทำอย่างเป็นขั้นตอน ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สื่อความหมายชัดเจน สมบูรณ์ และแสดงคำตอบที่ถูกต้อง	มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างสมบูรณ์ แต่มีการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผิดพลาดจนได้คำตอบที่ผิดพลาดหรือแสดงวิธีการทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ แต่ตอบคำถามผิดพลาด	ไม่มีการเขียนแสดงวิธีทำใดเลยหรือมีการเขียนแสดงวิธีทำ แต่ไม่ใช่วิธีที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ
4. การตรวจสอบผล	มีการเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง สมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณโดยเขียนสัญลักษณ์ที่ผิดพลาด	ไม่มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้

เกณฑ์การประเมินผล

ดีมาก	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	7-8	คะแนน
ดี	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	5-6	คะแนน
พอใช้	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	3-4	คะแนน
ปรับปรุง	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	0-2	คะแนน

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพ ดี จึงผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์ (A)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2	1	0
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูสั่ง	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูเตือน	ครูต้องคอยกระตุ้นให้ทำงาน
2. มีความสนใจในการเรียน	ตั้งใจฟังขณะที่ครูสอนและมีการตั้งคำถามทุกครั้ง	ตั้งใจฟังขณะที่ครูสอนแต่ไม่มีการตั้งคำถาม	ไม่ตั้งใจฟังขณะที่ครูสอน
3. ตรงต่อเวลาในการส่งงาน	ส่งงานตรงเวลาที่ครูกำหนด	ส่งงานเกินเวลาที่ครูกำหนด	ไม่ส่งงานครูเลย

เกณฑ์การประเมินรวม

ดีมาก	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	5-6	คะแนน
ดี	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	3-4	คะแนน
พอใช้	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	2	คะแนน
ปรับปรุง	หมายถึง	นักเรียนได้รับคะแนน	0-1	คะแนน

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพ ดี จึงผ่านเกณฑ์การประเมิน

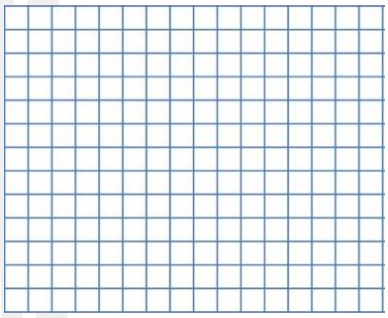
ใบกิจกรรม 4

ชื่อ.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

---

1. จงเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งหาโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน จุดที่กราฟตัดแกน X และจุดยอดของกราฟ และหาว่าจุดยอดของกราฟเป็นจุดที่ฟังก์ชันมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด และมีค่าเท่าใด

1.1 $f(x)=x^2-6x+8$



2. เจ้าของหอพักแห่งหนึ่งมีห้องพักสำหรับให้เช่า 80 ห้อง เขาพบว่า ถ้าคิดค่าเช่าห้องละ 4,000 บาทต่อเดือน จะมีผู้เช่าเต็มทุกห้อง แต่ถ้าเพิ่มค่าเช่าห้องพักเป็นห้องละ 4,200 บาทต่อเดือน จะมีห้องว่าง 1 ห้อง และถ้าเพิ่มค่าเช่าห้องพักเป็นห้องละ 4,400 บาทต่อเดือน จะมีห้องว่าง 2 ห้อง โดยจำนวนห้องว่างจะเพิ่มขึ้น 1 ห้อง เมื่อเพิ่มค่าเช่าอีกห้องละ 200 บาทต่อเดือน

2.1 ถ้าต้องการให้มีรายได้เดือนละ 375,000 บาท เจ้าของหอพักต้องคิดค่าเช่าห้องละเท่าใด

<u>แนวคิด</u>

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการ

.....

.....

- กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ (สร้างฟังก์ชัน)

.....

.....

.....

<u>หาคำตอบ</u>

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

<u>ทบทวนคำตอบ</u>

ตรวจสอบ.....

.....

.....

2.2 เจ้าของหอพักต้องตั้งราคาค่าเช่าห้องพักห้องละเท่าใด จึงจะทำให้มีรายได้มากที่สุด และมีรายได้มากที่สุดเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบย่อยหลังเรียน 4

ชื่อ.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

---

1. พิภพสังเกตว่า ถ้าเขาขายขนมชิ้นละ 35 บาท เขาจะขายขนมได้วันละ 100 ชิ้น แต่ถ้าเขาตั้งราคาขายสูงขึ้นทุก ๆ 1 บาท เขาจะขายขนมได้ลดลงวันละ 2 ชิ้น พิภพจะต้องขายขนมในราคาชิ้นละเท่าใดจึงจะมีรายได้มากที่สุด และเขาจะมีรายได้มากที่สุดเท่าใด

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการ.....

.....

- กำหนดตัวแปรและสร้าง.....

.....

.....

.....

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ.....

.....

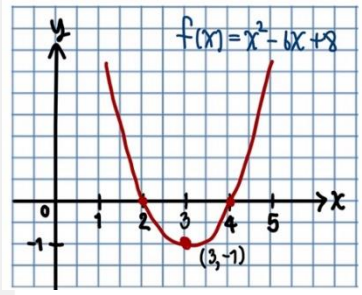
.....

.....

เฉลยใบกิจกรรม 4

1. จงเขียนกราฟของฟังก์ชันที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งหาโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน จุดที่กราฟตัดแกน X และจุดยอดของกราฟ และหาว่าจุดยอดของกราฟเป็นจุดที่ฟังก์ชันมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด และมีค่าเท่าใด

1.1 $f(x) = x^2 - 6x + 8$



วิธีทำ พิจารณา $f(x) = x^2 - 6x + 8$

$= x^2 - 2x(3) + 3^2 - 1 = (x-3)^2 - 1$

จาก $f(x) = a(x-h)^2 + k$ จะได้ $a > 0, h = 3, k = -1$

$\therefore$ กราฟหงาย และมีจุดยอดที่จุด $(3,-1)$

$\therefore$ จุดยอดของกราฟเป็นจุดที่ฟังก์ชันมีค่าต่ำสุด คือ -1

ให้ $f(x) = 0 \; ; \; x^2 - 6x + 8 = 0 \iff (x-2)(x-4) = 0$

$\therefore$ กราฟตัดแกน x ที่จุด $(2,0), (4,0)$

$\therefore$ จากกราฟจะพบว่า $D_f = \mathbb{R}, R_f = \{y | y \geq -1\}$

2. เจ้าของหอพักแห่งหนึ่งมีห้องพักสำหรับให้เช่า 80 ห้อง เขาพบว่า ถ้าคิดค่าเช่าห้องละ 4,000 บาทต่อเดือน จะมีผู้เช่าเต็มทุกห้อง แต่ถ้าเพิ่มค่าเช่าห้องพักเป็นห้องละ 4,200 บาทต่อเดือน จะมีห้องว่าง 1 ห้อง และถ้าเพิ่มค่าเช่าห้องพักเป็นห้องละ 4,400 บาทต่อเดือน จะมีห้องว่าง 2 ห้อง โดยจำนวนห้องว่างจะเพิ่มขึ้น 1 ห้อง เมื่อเพิ่มค่าเช่าอีกห้องละ 200 บาทต่อเดือน

2.1 ถ้าต้องการให้มีรายได้เดือนละ 375,000 บาท เจ้าของหอพักต้องคิดค่าเช่าห้องละเท่าใด

แนวคิด

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

หอพักแห่งหนึ่งมีห้องพักสำหรับให้เช่า 80 ห้อง ถ้าคิดค่าเช่าห้องละ 4,000 บาทต่อเดือน จะมีผู้เช่าเต็มทุกห้อง โดยจำนวนห้องว่างจะเพิ่มขึ้น 1 ห้อง เมื่อเพิ่มค่าเช่าอีกห้องละ 200 บาทต่อเดือน

- สิ่งที่โจทย์ต้องการ

ถ้าต้องการให้มีรายได้เดือนละ 375,000 บาท เจ้าของหอพักต้องคิดค่าเช่าห้องละเท่าใด

- กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ (สร้างฟังก์ชัน)

ให้ $f(x)$ แทนฟังก์ชันแสดงรายได้ของเจ้าของห้องพัก เมื่อ x แทนจำนวนห้องที่ว่าง

จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จะได้ $f(x) = (80-x)(4000 + 200x)$

$= 320{,}000 + 16{,}000x - 4000x - 200x^2$

$= -200x^2 + 12{,}000x + 320{,}000$

ดังนั้น $f(x) = -200x^2 + 12{,}000x + 320{,}000$

หาคำตอบ

วิธีทำ กำหนดให้ $f(x) = 375{,}000$ จาก $f(x) = -200x^2 + 12{,}000x + 320{,}000$

พิจารณา $375{,}000 = -200x^2 + 12{,}000x + 320{,}000$

$x^2 - 60x + 275 = 0$

$(x - 5)(x - 55) = 0$

$\therefore \quad x = 5, 55$

ดังนั้น ถ้าเจ้าของหอพักต้องให้มีรายได้เดือนละ 375,000 บาท สามารถคิดค่าเช่าได้ 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ห้องพักว่าง 5 ห้อง คิดค่าเช่าห้องละ $4000 + 200(5) = 5{,}000$ บาท

กรณีที่ 2 ห้องพักว่าง 55 ห้อง คิดค่าเช่าห้องละ $4000 + 200(55) = 15{,}000$ บาท

ทบทวนคำตอบ

ตรวจสอบ จาก $f(x) = -200x^2 + 12{,}000x + 320{,}000$

แทน $x = 5$: $f(5) = -200(5)^2 + 12{,}000(5) + 320{,}000 = 375{,}000$

แทน $x = 55$: $f(55) = -200(55)^2 + 12{,}000(55) + 320{,}000 = 375{,}000$

2.2 เจ้าของหอพักต้องตั้งราคาค่าเช่าห้องพักห้องละเท่าใด จึงจะทำให้มีรายได้มากที่สุด และมีรายได้มากที่สุดเท่าใด

วิธีทำ พิจารณา $f(x) = -200x^2 + 12{,}000x + 320{,}000$

$= -200(x^2 - 60x - 1{,}600)$

$= -200(x^2 - 2x(30) + 30^2 - 2{,}500)$

$= -200(x - 30)^2 + 500{,}000$

จาก $f(x) = a(x - h)^2 + k$ จะได้ $a < 0, (h, k) = (30, 500{,}000)$

ดังนั้น จะต้องตั้งราคาห้องเท่ากับ $4000 + 200(30) = 10{,}000$ บาท จึงจะมีรายได้มากที่สุด และรายได้มากที่สุดคือ 500,000 บาท/เดือน โดยมีห้องพักเหลือ 30 ห้อง

เฉลยแบบทดสอบย่อยหลังเรียน 4

1. พิภพสังเกตว่า ถ้าเขาขายขนมชิ้นละ 35 บาท เขาจะขายขนมได้วันละ 100 ชิ้น แต่ถ้าเขาตั้งราคาขายสูงขึ้นทุก ๆ 1 บาท เขาจะขายขนมได้ลดลงวันละ 2 ชิ้น พิภพจะต้องขายขนมในราคาชิ้นละเท่าใดจึงจะมีรายได้มากที่สุด และเขาจะมีรายได้มากที่สุดเท่าใด

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ถ้าเขาขายขนมชิ้นละ 35 บาท เขาจะขายขนมได้วันละ 100 ชิ้น แต่ถ้าเขาตั้งราคาขายสูงขึ้นทุก ๆ 1 บาท เขาจะขายขนมได้ลดลงวันละ 2 ชิ้น
- สิ่งที่โจทย์ต้องการ จะต้องขายขนมในราคาชิ้นละเท่าใดจึงจะมีรายได้มากที่สุด และเขาจะมีรายได้มากที่สุดเท่าใด
- กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

ให้ $f(x)$ แทนรายได้ของพิภพ (บาท) เมื่อ x แทนราคาของที่สูงขึ้น (บาท)

จะได้ $f(x) = (35 + x)(100 - 2x)$

$= 3500 - 70x + 100x - 2x^2$

$\therefore f(x) = -2x^2 + 30x + 3500$

วิธีทำ พิจารณา $f(x) = -2(x^2 - 15x - 1750)$

$= -2\left(x^2 - 2x\left(\frac{15}{2}\right) + \frac{225}{4} - \frac{7225}{4}\right)$

$= -2\left(x - \frac{15}{2}\right)^2 + \frac{7225}{2}$

ดังนั้น กราฟคว่ำ และมีจุดสูงสุดที่ $(h, k) = \left(\frac{15}{2}, \frac{7225}{2}\right)$

นั่นคือ พิภพจะต้องขายขนมในราคาชิ้นละ $35 + \frac{15}{2} = 42.5$ บาท จึงจะมีรายได้สูงสุด และมีรายได้สูงสุด คือ 3,612.5 บาท

ตรวจสอบ ให้ $x = \frac{15}{2}$

พิจารณา $f\left(\frac{15}{2}\right) = -2\left(\left(\frac{15}{2}\right)^2 - 15\left(\frac{15}{2}\right) - 1750\right)$

$= -2\left(\frac{225}{4}\right) + 225 + 3500 = 3,612.5$

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ลงในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระดาษคำตอบที่แจก
3. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ทับอักษร ก ข ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบ

ชื่อ.....ชั้น ม.5/ เลขที่ ห้อง ( )ก ( )ข

---

1. ข้อใดคือฟังก์ชันความยาวรอบรูปของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านขนาด x หน่วย

ก. $f(x) = 4x$ ข. $f(x) = x + 4$

ค. $f(x) = x^4$ ง. $f(x) = x^2$

2. ข้อใดคือฟังก์ชันค่าขนส่งสินค้าจากกรุงเทพฯ ไปยังจังหวัดที่อยู่ในเขตชายแดนภาคใต้ซึ่งประกอบด้วยค่าขนส่งขั้นต้น 120 บาท กับค่าขนส่งที่คิดตามน้ำหนักสินค้ากิโลกรัมละ 10 บาท เมื่อ x แทนน้ำหนักสินค้า (กิโลกรัม)

ก. $g(x) = 120x + 10$

ข. $g(x) = 110x + 10$

ค. $g(x) = 10x + 120$

ง. $g(x) = x + 120$

3. กำหนดให้ $f(x) = x + 3$ และ $g(x) = 2x - 3$ โดยที่ x เป็นจำนวนจริงใด ๆ ค่าของ $3f(2) - 4g(-1)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -5 ข. 1

ค. 10 ง. 35

4. กำหนดให้ $f(x) = \frac{x}{3} + 3$ โดยที่ x เป็นจำนวนจริงใดๆ ค่าของ x ที่ทำให้ $f(x) = 12$

ก. 7 ข. 27

ค. 33 ง. 35

5. กำหนดให้ $f(x) = \frac{3}{4}x + 3$ และ $g(x) = \frac{x}{4} - 4$ โดยที่ x เป็นจำนวนจริงใดๆ ค่าของ x ที่ทำให้ $f(x) = g(x)$ เท่ากับข้อใด

ก. -10 ข. -12

ค. -14 ง. -16

6. กำหนดให้ $f(x) = x^2 - 4x + 7$ จุดยอดของกราฟคือข้อใด

ก. $(-2,3)$ ข. $(2,3)$

ค. $(-4,7)$ ง. $(4,7)$

7. กำหนดให้ $f(x) = x^2 - 3x - 10$ จุดที่กราฟตัดแกน x คือจุดใด

ก. $(2,0)$ และ $(-5,0)$ ข. $(-3,0)$ และ $(-10,0)$

ค. $(3,0)$ และ $(10,0)$ ง. $(-2,0)$ และ $(5,0)$

8. กำหนดให้ $f(x) = x^2 - 4x + 3$ โดยที่ x เป็นจำนวนจริงใดๆ ค่าของ $f(-1) + f(3)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 8 ข. 15

ค. 20 ง. 22

9. กำหนดให้ $f(x) = -x^2 + 2x + 3$ แล้วข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. $f(x) < 0$ เมื่อ $-1 \leq x \leq 3$

ข. จุดวกกลับของกราฟอยู่ในจตุภาคที่ 2

ค. ฟังก์ชัน f มีค่าสูงสุดที่ $x = -1$

ง. ฟังก์ชัน f มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4

10. กำหนดให้ $f(x) = (x-2)^2 - 9$ ค่าของ $10 - f(-2)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -13 ข. 3

ค. 20 ง. 31

11. อัตราค่าบริการในการส่งจดหมายในประเทศ ซึ่งกำหนดอัตราค่าบริการ ดังนี้

พิกัดน้ำหนัก	ค่าบริการ
ไม่เกิน 50 กรัม	5
เกิน 50 กรัม แต่ไม่เกิน 100 กรัม	10
เกิน 100 กรัม แต่ไม่เกิน 250 กรัม	15

ให้ $f(x)$ แทนอัตราค่าบริการในการส่งจดหมายในประเทศ (บาท) เมื่อ x แทนน้ำหนักของจดหมาย (กรัม) ข้อใดคือฟังก์ชันจากข้อมูลดังกล่าว

ก. $f(x) = \begin{cases} 5; & 0 < x \leq 50 \\ 10; & 50 < x \leq 100 \\ 15; & 100 < x \leq 250 \end{cases}$

ข. $f(x) = \begin{cases} 5; & 0 < x \leq 50 \\ 10; & 50 \leq x \leq 100 \\ 15; & 100 \leq x \leq 250 \end{cases}$

ค. $f(x) = \begin{cases} 5; & 0 \leq x < 50 \\ 10; & 50 \leq x < 100 \\ 15; & 100 \leq x < 250 \end{cases}$

ง. $f(x) = \begin{cases} 5; & 0 < x < 50 \\ 10; & 50 \leq x < 100 \\ 15; & 100 \leq x \leq 250 \end{cases}$

12. ซิมการ์ดโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเติมเงินมีอัตราค่าโทรออกสองนาทีแรก 3 บาท นาทีต่อไป นาทีละ 50 สตางค์ โดยเศษของนาทีคิดเป็น 1 นาที ข้อใดคือฟังก์ชันแสดงค่าโทรออก เมื่อเราใช้บริการไม่เกิน 5 นาที ให้ $h(x)$ แทนอัตราค่าโทรออก (บาท) เมื่อ x แทนเวลาในการใช้บริการ (นาที)

ก. $h(x) = \begin{cases} 3.0; & 0 < x \leq 2 \\ 3.5; & 2 < x \leq 3 \\ 4.0; & 3 < x \leq 4 \\ 4.5; & 4 < x \leq 5 \end{cases}$

ข. $h(x) = \begin{cases} 3.0; & 0 \leq x < 2 \\ 3.5; & 2 \leq x < 3 \\ 4.0; & 3 \leq x < 4 \\ 4.5; & 4 \leq x < 5 \end{cases}$

ค. $h(x) = \begin{cases} 3.0; & 0 < x \leq 2 \\ 4.5; & 2 < x \leq 3 \\ 5.0; & 3 < x \leq 4 \\ 6.5; & 4 < x \leq 5 \end{cases}$

ง. $h(x) = \begin{cases} 3.0; & 0 \leq x < 2 \\ 4.5; & 2 \leq x < 3 \\ 5.0; & 3 \leq x < 4 \\ 6.5; & 4 \leq x < 5 \end{cases}$

13. กำหนดให้ $f(x)=\begin{cases} x+5 & ; \quad x<2 \\ x^2-4x+5 & ; \quad 2\le x<4 \\ 10 & ; \quad x\ge 4 \end{cases}$
ค่าของ $f(-1)+f(3)$ เท่ากับข้อใด

ก. -1 ข. 2

ค. 4 ง. 6

14. กำหนดให้ $f(x)=\begin{cases} x & ; \quad x<-1 \\ 2x & ; \quad -1\le x<10 \\ x+8 & ; \quad x\ge 10 \end{cases}$
ค่าของ $2f(-2)+f(3)-f(10)$ เท่ากับข้อใด

ก. -11 ข. -14

ค. -16 ง. 8

15. อาคารจอดรถแห่งหนึ่งกำหนดอัตราค่าจอดรถชั่วโมงละ 30 บาท ชั่วโมงถัดไป ชั่วโมงละ 20 บาท โดยเศษของชั่วโมงที่เกิน 1 นาที คิดเป็น 1 ชั่วโมง ถ้าเราต้องการจอดรถ 5 ชั่วโมง 30 นาที เราจะต้องจ่ายค่าบริการเท่าใด

ก. 120 บาท ข. 130 บาท

ค. 150 บาท ง. 180 บาท

16. แม่ค้าคนหนึ่งกู้เงินจากธนาคาร 450,000 บาท เพื่อไปลงทุน โดยธนาคารกำหนดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6 ต่อปี และคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกปี ข้อใดคือฟังก์ชันของจำนวนเงินที่แม่ค้าต้องชำระคืนธนาคาร เมื่อกำหนดให้ $f(n)$ แทนฟังก์ชันจำนวนเงินที่เขาต้องชำระคืนให้ธนาคาร (บาท) และ n แทนจำนวนปีที่กู้เงิน

ก. $f(n)=450{,}000(1.6)^n$

ข. $f(n)=450{,}000(0.06)^n$

ค. $f(n)=450{,}000(1.06)^n$

ง. $f(n)=450{,}000(0.6)^n$

17. ถ้าจำนวนแบคทีเรียเริ่มต้นมี 100 เซลล์ และมีอัตราการเพิ่มของแบคทีเรีย 12% ต่อชั่วโมง ข้อใดคือฟังก์ชันการเพิ่มขึ้นของจำนวนแบคทีเรีย เมื่อกำหนดให้ $f(x)$ แทนฟังก์ชันของจำนวนแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้น (เซลล์) และ x แทนเวลาผ่านไป (ชั่วโมง)

ก. $f(x)=100(12)^x$

ข. $f(x)=1000(1.12)^x$

ค. $f(x)=1000(1.2)^x$

ง. $f(x)=100(1.12)^x$

18. กำหนดให้ $f(x)=3^x$ ค่าของ $f(-3)\cdot f(2)$ คือข้อใด

ก. $\frac{1}{3}$ ข. $\frac{1}{9}$

ค. -6 ง. 3

19. กำหนดให้ $f(x)=2^x+1$ โดยที่ x เป็นจำนวนจริงใดๆ ค่าของ x ที่ทำให้ $f(x)=65$ คือข้อใด

ก. 9 ข. 36

ค. 6 ง. 32

20. กำหนดให้ $f(x)=\left(\frac{1}{3}\right)^x$ และ $h(x)=3^x$ โดยที่ x เป็นจำนวนจริงใดๆ กราฟของ $f(x)$ และ $h(x)$ ตัดกันที่จุดใด

ก. $(0,-1)$ ข. $(0,1)$

ค. $(1,0)$ ง. $(-1,0)$

เฉลย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

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

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ.....ชั้น ม.5/ .....เลขที่ ....ห้อง ( )ก ( )ข

คำชี้แจง : จงตอบคำถามของแต่ละสถานการณ์ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ร้านค้าออนไลน์แห่งหนึ่งกำหนดราคาสินค้าทุกชิ้นเท่ากันทั้งร้าน และคิดค่าส่งสินค้าครั้งละ 100 บาท ไม่ว่าจะสั่งซื้อเท่าใดก็ตาม ถ้าซื้อสินค้าจากร้านนี้ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกสั่งซื้อสินค้า 26 ชิ้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 880 บาท และครั้งที่สองสั่งซื้อสินค้า 30 ชิ้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 1,000 บาท ถ้ามีเงิน 3,000 บาท จะซื้อสินค้าได้มากที่สุดกี่ชิ้น

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการ.....

.....

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ.....

.....

.....

.....

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ.....

.....

.....

2. ต้องการล้อมรั้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อทำการเกษตร โดยด้านหนึ่งของพื้นที่ที่ต้องการล้อมรั้วอยู่ติดคลองจึงไม่ต้องมีรั้วกั้น ถ้ารั้วทั้งหมดยาว 120 เมตร พื้นที่ที่มากที่สุดที่ได้จากการล้อมรั้วเป็นเท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

วิธีทำ

ตรวจสอบ

3. ถ้ากำไรจากการขายสินค้า (ต่อชิ้น) หลังหักค่าใช้จ่ายแล้วเท่ากับ $100 - 0.1x$ บาท เมื่อ x แทนจำนวนสินค้าที่ขายได้ จงหาว่าจะต้องขายสินค้ากี่ชิ้น จึงจะมีกำไรมากที่สุด และมีกำไรมากที่สุดเท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

วิธีทำ

ตรวจสอบ

4. อัตราค่าโดยสารรถแท็กซี่เริ่มต้นกิโลเมตรแรก 35 บาท กิโลเมตรต่อไป คิดค่าโดยสาร 3 บาท ต่อ 100 เมตร ถ้าระยะทางที่มากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร คิดเป็น 100 เมตร ถ้ามีเงิน 50 บาท เราสามารถโดยสารรถแท็กซี่ได้ไกลสุดเท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

วิธีทำ

ตรวจสอบ

5. เพรียวชอบรับประทานขนมหวานแต่ไม่ออกกำลังกายเลย ส่งผลให้เมื่อระยะเวลาผ่านไปน้ำหนักของเพรียวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังตาราง

เวลาที่ผ่านไป (เดือน)	1	2	3	4
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	1	3	7	15

ถ้าตอนเริ่มต้นเพรียวหนัก 40 กิโลกรัม น้ำหนักของเพรียวจะมากกว่า 100 กิโลกรัม เมื่อเวลาผ่านไปกี่เดือน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

วิธีทำ

ตรวจสอบ

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ร้านค้าออนไลน์แห่งหนึ่งกำหนดราคาสินค้าทุกชิ้นเท่ากันทั้งร้าน และคิดค่าส่งสินค้าครั้งละ 100 บาท ไม่ว่าจะสั่งซื้อเท่าใดก็ตาม ถ้าซื้อสินค้าจากร้านนี้ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกสั่งซื้อสินค้า 26 ชิ้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 880 บาท และครั้งที่สองสั่งซื้อสินค้า 30 ชิ้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 1,000 บาท ถ้ามีเงิน 3,000 บาท จะซื้อสินค้าได้มากที่สุดกี่ชิ้น

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ร้านค้าออนไลน์แห่งหนึ่งกำหนดราคาสินค้าทุกชิ้นเท่ากันทั้งร้าน และคิดค่าส่งสินค้าครั้งละ 100 บาท ไม่ว่าจะสั่งซื้อเท่าใดก็ตาม ถ้าซื้อสินค้าจากร้านนี้ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกสั่งซื้อสินค้า 26 ชิ้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 880 บาท และครั้งที่สองสั่งซื้อสินค้า 30 ชิ้น คิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 1,000 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการ ถ้ามีเงิน 3,000 บาท จะซื้อสินค้าได้มากที่สุดกี่ชิ้น

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

ให้ $f(x)$ แทนฟังก์ชันค่าใช้จ่ายในการซื้อสินค้าจากร้านค้าออนไลน์ (บาท)

เมื่อ x แทนจำนวนสินค้า (ชิ้น)

จะได้ฟังก์ชัน คือ $f(x) = 30x + 100$

วิธีทำ จากโจทย์ $f(x) = 3{,}000$

พิจารณา $3{,}000 = 30x + 100$

$$2900 = 30x$$

$$x = \frac{2900}{30} = 96.67$$

ดังนั้น ซื้อสินค้าได้มากสุด 96 ชิ้น

ตรวจสอบ สมมติให้ $x = 97$ จะได้ $f(97) = 30(97) + 100 = 3010$

ซึ่งเกินจำนวนเงินที่มี

ดังนั้น ถ้ามีเงิน 3,000 บาท จะซื้อสินค้าได้มากที่สุด 96 ชิ้น

2. ต้องการล้อมรั้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อทำการเกษตร โดยด้านหนึ่งของพื้นที่ที่ต้องการล้อมรั้วอยู่ติดคลองจึงไม่ต้องมีรั้วกั้น ถ้ารั้วทั้งหมดยาว 120 เมตร พื้นที่ที่มากที่สุดที่ได้จากการล้อมรั้วเป็นเท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ด้านหนึ่งของพื้นที่ที่ต้องการล้อมรั้วอยู่ติดคลองจึงไม่ต้องมีรั้วกั้น ถ้ารั้วทั้งหมดยาว 120 เมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการ พื้นที่ที่มากที่สุดที่ได้จากการล้อมรั้วเป็นเท่าใด

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

ให้ $f(x)$ แทนฟังก์ชันพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อทำการเกษตร (ตารางเมตร)

เมื่อ x แทนความกว้าง (เมตร)

จะได้ฟังก์ชัน คือ $f(x) = (120 - 2x)x$

$\therefore f(x) = -2x^2 + 120x$

วิธีทำ พิจารณา $f(x) = -2x^2 + 120x$

$= -2(x^2 - 2x(30) + 900 - 900)$

$= -2(x - 30)^2 + 1800$

ดังนั้น กราฟคว่ำ และมีจุดสูงสุดที่ $(h, k) = (30, 1800)$

นั่นคือ พื้นที่ที่มากที่สุดที่ได้จากการล้อมรั้ว คือ 1,800 ตารางเมตร

ตรวจสอบ ให้ $x = 30$

พิจารณา $f(30) = -2(30)^2 + 120(30)$

$= -2(900) + 3600$

$= -1800 + 3600$

$= 1800$

ดังนั้น ความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อทำการเกษตรจะต้องมีด้านกว้างยาว 30 เมตร จึงจะทำให้มีพื้นที่มากที่สุด และมีพื้นที่ขนาด 1,800 ตารางเมตร

3. ถ้ากำไรจากการขายสินค้า (ต่อชิ้น) หลังหักค่าใช้จ่ายแล้วเท่ากับ $100 - 0.1x$ บาท เมื่อ x แทนจำนวนสินค้าที่ขายได้ จงหาว่าจะต้องขายสินค้ากี่ชิ้น จึงจะมีกำไรมากที่สุด และมีกำไรมากที่สุดเท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ กำไรจากการขายสินค้า (ต่อชิ้น) หลังหักค่าใช้จ่ายแล้วเท่ากับ $100 - 0.1x$ บาท เมื่อ x แทนจำนวนสินค้าที่ขายได้

สิ่งที่โจทย์ต้องการ จะต้องขายสินค้ากี่ชิ้น จึงจะมีกำไรมากที่สุด และมีกำไรมากที่สุดเท่าใด

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

ให้ $f(x)$ แทนฟังก์ชันแสดงกำไรจากการขายสินค้า (บาท) เมื่อ x แทนจำนวนสินค้าที่ขายได้

จะได้ฟังก์ชัน คือ $f(x) = (100 - 0.1x)x = -0.1x^2 + 100x$

วิธีทำ พิจารณา $f(x) = -0.1x^2 + 100x$

$= -0.1(x^2 - 1000x)$

$= -0.1(x^2 - 2x(500) + 500^2 - 500^2)$

$= -0.1(x - 500)^2 + 25{,}000$

จะได้ $(h, k) = (500, 25000)$

ดังนั้น จะต้องขายสินค้า 500 ชิ้นจึงจะมีกำไรสูงสุด และมีกำไรมากที่สุด คือ 25,000 บาท

ตรวจสอบ แทน $x = 500$ ใน $f(x) = -0.1x^2 + 100x$

พิจารณา $f(500) = -0.1(500)^2 + 100(500)$

$= 25,000$

แทน $x = 501$ ใน $f(x) = -0.1x^2 + 100x$

พิจารณา $f(501) = -0.1(501)^2 + 100(501)$

$= 24,999$

ดังนั้น จะต้องขายสินค้า 500 ชิ้นจึงจะมีกำไรสูงสุด และมีกำไรมากที่สุด คือ 25,000 บาท

4. อัตราค่าโดยสารรถแท็กซี่เริ่มต้นกิโลเมตรแรก 35 บาท กิโลเมตรต่อไป คิดค่าโดยสาร 3 บาท ต่อ 100 เมตร ถ้าระยะทางที่มากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร คิดเป็น 100 เมตร ถ้ามีเงิน 50 บาท เราสามารถโดยสารรถแท็กซี่ได้ไกลสุดเท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ อัตราค่าโดยสารรถแท็กซี่เริ่มต้นกิโลเมตรแรก 35 บาท กิโลเมตรต่อไป คิดค่าโดยสาร 3 บาท ต่อ 100 เมตร ถ้าระยะทางที่มากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร คิดเป็น 100 เมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการ ถ้ามีเงิน 50 บาท เราสามารถโดยสารรถแท็กซี่ได้ไกลสุดเท่าใด

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

ให้ $f(x)$ แทนอัตราค่าโดยสารรถแท็กซี่ (บาท) เมื่อ x แทนระยะทาง (กิโลเมตร)

$$f(x) = \begin{cases} 35\,; & 0 < x \leq 1 \\ 38\,; & 1 < x \leq 1.1 \\ 41\,; & 1.1 < x \leq 1.2 \\ 44\,; & 1.2 < x \leq 1.3 \\ 47\,; & 1.3 < x \leq 1.4 \\ 50\,; & 1.4 < x \leq 1.5 \\ 53\,; & 1.5 < x \leq 1.6 \end{cases}$$

วิธีทำ จากฟังก์ชัน

$$f(x) = \begin{cases} 35\,; & 0 < x \leq 1 \\ 38\,; & 1 < x \leq 1.1 \\ 41\,; & 1.1 < x \leq 1.2 \\ 44\,; & 1.2 < x \leq 1.3 \\ 47\,; & 1.3 < x \leq 1.4 \\ 50\,; & 1.4 < x \leq 1.5 \\ 53\,; & 1.5 < x \leq 1.6 \end{cases}$$

ถ้ามีเงินถ้ามีเงิน 50 บาท เราสามารถโดยสารรถแท็กซี่ได้ไกลสุด คือ 1.5 กิโลเมตร

ตรวจสอบ จากฟังก์ชัน $f(x) = 50\,; 1.4 < x \leq 1.5$

ดังนั้น ถ้าเรามีเงิน 50 บาท เราเดินทางได้ไม่เกิน 1.5 กิโลเมตร

ถ้าเดินทางไกลกว่านี้ เราจะต้องจ่ายเงินค่าเดินทาง 53 บาท

5. เพรียวชอบรับประทานขนมหวานแต่ไม่ออกกำลังกายเลย ส่งผลให้เมื่อระยะเวลาผ่านไปน้ำหนักของเพรียวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังตาราง

เวลาที่ผ่านไป (เดือน)	1	2	3	4
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	1	3	7	15

ถ้าตอนเริ่มต้นเพรียวหนัก 40 กิโลกรัม น้ำหนักของเพรียวจะมากกว่า 100 กิโลกรัม เมื่อเวลาผ่านไปกี่เดือน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ น้ำหนักของเพรียวที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

เวลาที่ผ่านไป (เดือน)	1	2	3	4
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	1	3	7	15

สิ่งที่โจทย์ต้องการ น้ำหนักของเพรียวจะมากกว่า 100 กิโลกรัม เมื่อเวลาผ่านไปกี่เดือน

กำหนดตัวแปรและสร้างสมการ

ให้ $f(x)$ แทนฟังก์ชันน้ำหนักของเพรียวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม) เมื่อ x แทน เวลาที่ผ่านไป (เดือน)

จากข้อมูลในตาราง จะได้ฟังก์ชันคือ $f(x) = 2^x - 1$

วิธีทำ จากโจทย์ต้องการให้น้ำหนักของเพรียวมากกว่า 100 กิโลกรัม

ดังนั้นเพรียวจะต้องมีน้ำหนักเพิ่มมากกว่า $100 - 40 = 60$ กิโลกรัม

จาก $f(x) = 2^x - 1$

พิจารณา $2^x - 1 > 60$

$2^x > 61$

จาก $2^5 = 32$ และ $2^6 = 64$

ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน เพรียวจึงจะมีน้ำหนักมากกว่า 100 กิโลกรัม

ตรวจสอบ แทน $x = 6$ ใน $f(x) = 2^x - 1$

พิจารณา $f(6) = 2^6 - 1$

$= 64 - 1 = 63$

ดังนั้น น้ำหนักของเพรียวเมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน คือ $63 + 40 = 103$ กิโลกรัม

ภาคผนวก ค

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และผลประเมิน

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์
ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

****

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความสอดคล้อง ความถูกต้อง ความเหมาะสมของเครื่องมือ ว่าเหมาะสมหรือไม่ ระดับใด โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์การตัดสินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน ตามเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 - 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	เหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด 1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.3 ตรงตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 สามารถประเมินได้จริง					
2.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้					
2.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้					
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
4. การวัดและประเมินผล 4.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้					
4.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน					
5. กิจกรรมการเรียนรู้ 5.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน					
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา					
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
6. สื่อการเรียนการสอน 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้					
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสม กับระดับชั้นของนักเรียน					
7. องค์ประกอบของแผน 7.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบ ครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่ สอดคล้อง สัมพันธ์กัน					
7.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียน ได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ประเมิน ...../...../.....

ตาราง 10 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 8 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{X}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด				
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	5.00	5.00	4.92
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.75	4.75	5.00	4.83
1.3 ตรงตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	4.88	4.88	4.88	4.88
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สามารถประเมินได้จริง	5.00	4.88	4.75	4.88
2.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.75	4.88	4.88	4.83
2.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้	4.88	4.88	5.00	4.92
3. สาระการเรียนรู้				
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	4.88	5.00	4.88
3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.88	5.00	4.75	4.88
4. การวัดและประเมินผล				
4.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	4.88	4.88	4.75	4.83
4.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	4.88	5.00	4.63	4.83
5. กิจกรรมการเรียนรู้				
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน	5.00	5.00	4.88	4.96
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.88	5.00	5.00	4.96
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.88	5.00	4.88	4.92
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5.00	4.88	4.88	4.92
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน	4.88	5.00	5.00	4.96

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 8 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ			$\overline{X}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
6. สื่อการเรียนการสอน				
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4.75	4.88	5.00	4.88
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.88	5.00	5.00	4.96
7. องค์ประกอบของแผน				
7.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน	5.00	4.88	4.88	4.92
7.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา	4.75	5.00	5.00	4.92
เฉลี่ยรวม	4.86	4.93	4.90	4.90
S.D.	0.09	0.08	0.11	0.04

ตาราง 11 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง	
	ค่าเฉลี่ย	ความเหมาะสม
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด		
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.92	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.83	มากที่สุด
1.3 ตรงตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	4.88	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้		
2.1 สามารถประเมินได้จริง	4.88	มากที่สุด
2.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4.83	มากที่สุด
2.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้	4.92	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้		
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.88	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.88	มากที่สุด
4. การวัดและประเมินผล		
4.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้	4.83	มากที่สุด
4.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน	4.83	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้		
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน	4.96	มากที่สุด
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.96	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.92	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.92	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน	4.96	มากที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง	
	ค่าเฉลี่ย	ความเหมาะสม
6. สื่อการเรียนการสอน		
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4.88	มากที่สุด
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.96	มากที่สุด
7. องค์ประกอบของแผน		
7.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน เหมาะสม และมีรายละเอียดที่สอดคล้อง สัมพันธ์กัน	4.92	มากที่สุด
7.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในสิ่งที่ต้องการพัฒนา	4.92	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.90	มากที่สุด

ตาราง 12 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

คนที่	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8
1	4.79	4.63	4.89	4.95	4.95	4.89	4.84	4.95
2	4.84	4.84	5.00	4.89	4.95	4.89	5.00	5.00
3	4.89	4.95	4.89	4.95	4.89	4.95	4.84	4.84
รวม	14.53	14.42	14.79	14.79	14.79	14.74	14.68	14.79
เฉลี่ย	4.84	4.81	4.93	4.93	4.93	4.91	4.89	4.93
S.D.	0.05	0.16	0.06	0.03	0.03	0.03	0.09	0.08

ภาคผนวก ง

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 14 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
1	0.500	0.600	ใช้ได้**
2	0.625	0.550	ใช้ได้**
3	0.675	0.250	ใช้ดุ้
4	0.700	0.500	ใช้ได้**
5	0.300	0.600	ใช้ได้
6	0.750	0.500	ใช้ได้**
7	0.700	0.600	ใช้ได้**
8	0.750	0.500	ใช้ได้**
9	0.875	-0.250	ใช้ไม่ได้
10	0.675	0.450	ใช้ได้**
11	0.700	0.600	ใช้ได้**
12	0.750	0.400	ใช้ได้**
13	0.225	0.450	ใช้ได้
14	0.650	0.700	ใช้ได้**
15	0.725	0.450	ใช้ได้**
16	1.000	0.000	ใช้ไม่ได้
17	0.775	0.450	ใช้ได้**
18	0.600	0.400	ใช้ได้**
19	0.700	0.400	ใช้ได้**
20	0.725	0.550	ใช้ได้**
21	0.550	0.300	ใช้ได้
22	0.525	0.350	ใช้ได้
23	0.725	0.450	ใช้ได้**
24	0.675	0.450	ใช้ได้**
25	0.575	0.550	ใช้ได้**

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
26	0.650	0.500	ใช้ได้**
27	0.725	0.450	ใช้ได้**
28	0.600	-0.500	ใช้ไม่ได้
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.965			

** หมายถึง ข้อที่เลือกใช้

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 16 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.631	0.306	ใช้ได้**
2	0.794	0.206	ใช้ได้
3	0.763	0.213	ใช้ได้
4	0.569	0.369	ใช้ได้**
5	0.506	0.381	ใช้ได้**
6	0.250	0.225	ใช้ได้
7	0.550	0.425	ใช้ได้**
8	0.613	0.338	ใช้ได้**
9	0.288	0.263	ใช้ได้
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.982			

** หมายถึง ข้อที่เลือกใช้

ภาคผนวก จ
คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 17 คะแนนใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

เลขที่	คะแนนใบกิจกรรม								รวม (60)
	แผน 1 (7)	แผน 2 (8)	แผน 3 (7)	แผน 4 (8)	แผน 5 (7)	แผน 6 (8)	แผน 7 (7)	แผน 8 (8)	
1(ก)	7	8	7	8	6	8	7	8	59
2(ก)	6	7	4	3	7	4	7	5	43
3(ก)	7	8	7	6	6	8	7	8	57
4(ก)	5	7	6	7	7	8	7	7	54
5(ก)	6	5	6	6	6	4	6	8	47
6(ก)	7	7	7	6	7	8	7	8	57
7(ก)	4	6	2	3	7	8	7	8	45
8(ก)	7	8	7	8	7	7	7	8	59
9(ก)	6	8	7	8	6	8	7	8	58
10(ก)	7	7	7	8	6	8	7	8	58
11(ก)	4	5	6	7	5	6	7	8	48
12(ก)	7	8	7	8	6	8	7	8	59
13(ก)	7	8	7	8	7	8	7	7	59
14(ก)	5	8	6	8	7	8	7	5	54
15(ก)	6	7	3	7	7	8	7	8	53
16(ก)	6	8	7	6	6	8	7	8	56
17(ก)	7	7	7	6	6	8	7	8	56
1(ข)	6	5	2	4	7	2	3	4	33
2(ข)	6	4	5	6	5	1	6	5	38
3(ข)	4	6	2	4	5	6	7	7	41
4(ข)	7	7	7	6	6	8	7	8	56
5(ข)	6	6	7	6	6	8	7	8	54
6(ข)	6	5	6	7	3	4	4	6	41
7(ข)	6	6	7	5	6	8	6	8	52

ตาราง 17 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนใบกิจกรรม								รวม (60)
	แผน 1 (7)	แผน 2 (8)	แผน 3 (7)	แผน 4 (8)	แผน 5 (7)	แผน 6 (8)	แผน 7 (7)	แผน 8 (8)	
8(ข)	6	6	7	5	6	8	7	8	53
9(ข)	3	5	5	6	7	7	6	8	47
10(ข)	5	6	7	8	4	8	7	6	51
11(ข)	6	8	7	7	6	8	7	7	56
12(ข)	5	8	6	8	6	7	7	6	53
13(ข)	7	6	7	8	6	8	7	8	57
14(ข)	5	5	6	4	7	7	7	5	46
15(ข)	5	5	7	5	7	6	7	4	46
16(ข)	5	6	6	8	7	8	7	6	53
17(ข)	3	6	7	6	4	3	6	6	41
18(ข)	6	7	7	8	6	6	7	8	55
19(ข)	7	6	7	8	6	8	7	8	57

ตาราง 18 คะแนนทดสอบย่อยของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับคำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

เลขที่	คะแนนทดสอบย่อย				รวม (40)
	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 แผนที่ 1-2 (10)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 แผนที่ 3-4 (10)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 3 แผนที่ 5-6 (10)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 4 แผนที่ 7-8 (10)	
1(ก)	9	9	8	10	36
2(ก)	10	9	9	8	36
3(ก)	10	9	9	10	38
4(ก)	8	8	9	9	34
5(ก)	10	8	9	10	37
6(ก)	8	9	8	9	34
7(ก)	6	7	8	8	29
8(ก)	9	10	9	10	38
9(ก)	10	10	9	9	38
10(ก)	10	9	8	10	37
11(ก)	8	9	10	10	37
12(ก)	9	9	9	10	37
13(ก)	9	10	10	10	39
14(ก)	10	9	8	9	36
15(ก)	9	10	9	8	36
16(ก)	8	8	8	10	34
17(ก)	10	8	9	10	37
1(ข)	8	10	9	10	37
2(ข)	8	7	8	9	32
3(ข)	6	6	8	8	28
4(ข)	9	10	7	9	35
5(ข)	7	7	9	9	32
6(ข)	8	7	9	9	33

ตาราง 18 (ต่อ)

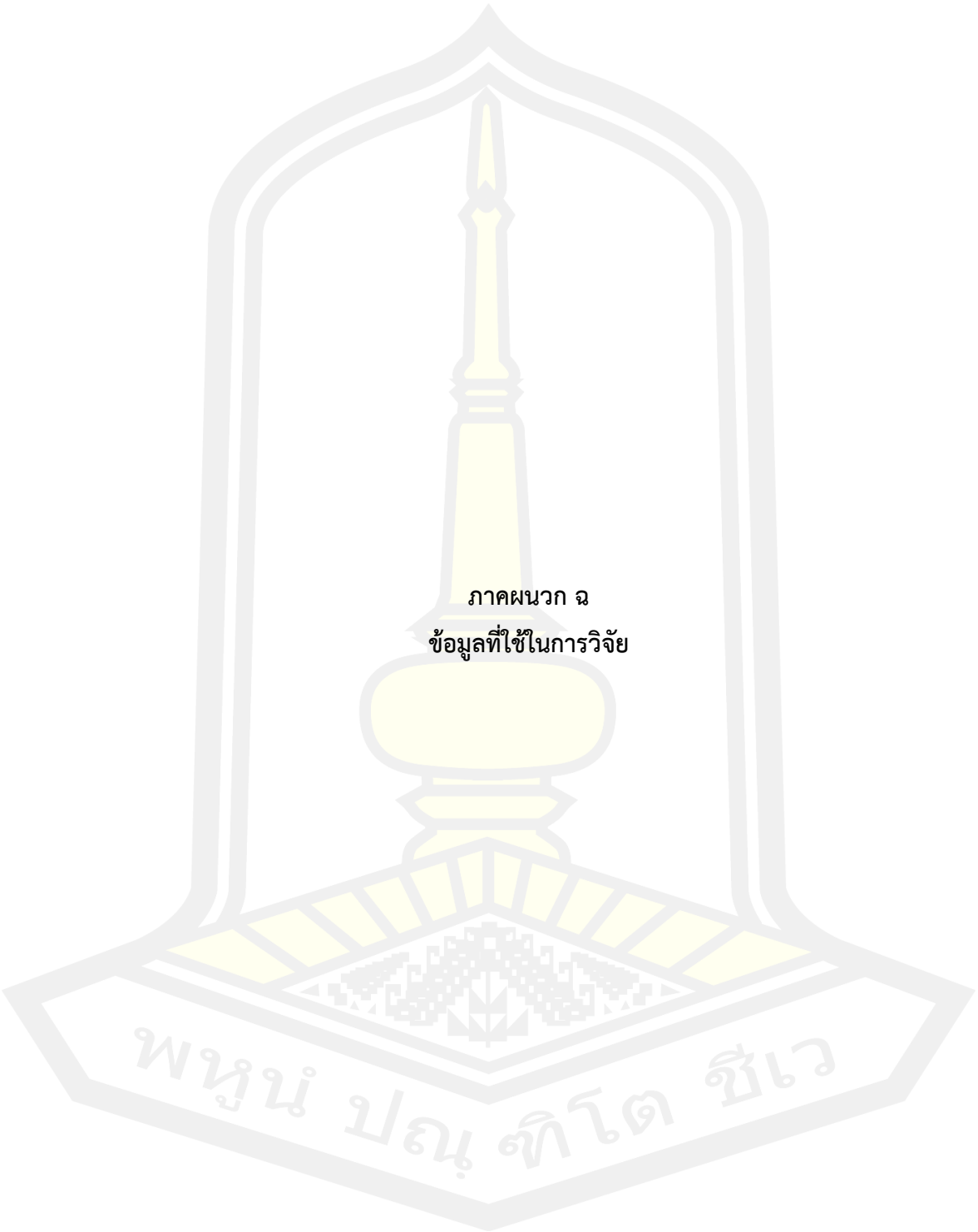
เลขที่	คะแนนทดสอบย่อย				รวม (40)
	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 แผนที่ 1-2 (10)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 แผนที่ 3-4 (10)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 3 แผนที่ 5-6 (10)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 4 แผนที่ 7-8 (10)	
7(ข)	7	8	9	9	33
8(ข)	9	9	10	8	36
9(ข)	9	9	10	10	38
10(ข)	10	9	9	8	36
11(ข)	10	8	10	10	38
12(ข)	9	8	10	10	37
13(ข)	10	8	9	10	37
14(ข)	8	8	9	9	34
15(ข)	8	8	9	8	33
16(ข)	7	8	9	9	33
17(ข)	10	9	9	10	38
18(ข)	6	7	8	9	30
19(ข)	9	9	9	10	37

ตาราง 19 แสดงคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมคำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20 คะแนน)	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (40 คะแนน)	รวมคะแนนทดสอบหลังเรียน (60 คะแนน)	ร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน
1(ก)	20	37	57	95.00
2(ก)	17	37	54	90.00
3(ก)	20	37	57	95.00
4(ก)	20	37	57	95.00
5(ก)	19	24	43	71.67
6(ก)	19	35	54	90.00
7(ก)	19	37	56	93.33
8(ก)	20	37	57	95.00
9(ก)	20	37	57	95.00
10(ก)	20	36	56	93.33
11(ก)	4	37	41	68.33
12(ก)	20	34	54	90.00
13(ก)	20	35	55	91.67
14(ก)	15	37	52	86.67
15(ก)	18	36	54	90.00
16(ก)	20	36	56	93.33
17(ก)	20	33	53	88.33
1(ข)	20	18	38	63.33
2(ข)	16	15	31	51.67
3(ข)	20	20	40	66.67
4(ข)	17	29	46	76.67
5(ข)	19	31	50	83.33
6(ข)	19	20	39	65.00

ตาราง 19 (ต่อ)

เลขที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20 คะแนน)	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (40 คะแนน)	รวมคะแนนทดสอบหลังเรียน (60 คะแนน)	ร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน
7(ข)	19	30	49	81.67
8(ข)	19	30	49	81.67
9(ข)	19	30	49	81.67
10(ข)	19	30	49	81.67
11(ข)	19	30	49	81.67
12(ข)	19	30	49	81.67
13(ข)	19	30	49	81.67
14(ข)	19	26	45	75.00
15(ข)	18	30	48	80.00
16(ข)	19	30	49	81.67
17(ข)	19	25	44	73.33
18(ข)	15	32	47	78.33
19(ข)	19	29	48	80.00
รวม	664	1117	1781	2968.33
เฉลี่ย	18.44	31.03	49.47	82.45
S.D.	2.81	5.95	6.33	10.55



ภาคผนวก ฉ
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 20 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบหลังเรียน (60 คะแนน)
	ใบกิจกรรม (60 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
1(ก)	59	36	95	57
2(ก)	43	36	79	54
3(ก)	57	38	95	57
4(ก)	54	34	88	57
5(ก)	47	37	84	43
6(ก)	57	34	91	54
7(ก)	45	29	74	56
8(ก)	59	38	97	57
9(ก)	58	38	96	57
10(ก)	58	37	95	56
11(ก)	48	37	85	41
12(ก)	59	37	96	54
13(ก)	59	39	98	55
14(ก)	54	36	90	52
15(ก)	53	36	89	54
16(ก)	56	34	90	56
17(ก)	56	37	93	53
1(ข)	33	37	70	38
2(ข)	38	32	70	31
3(ข)	41	28	69	40
4(ข)	56	35	91	46
5(ข)	54	32	86	50

ตาราง 20 (ต่อ)

เลขที่	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบหลังเรียน (60 คะแนน)
	ใบกิจกรรม (60 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
6(ข)	41	33	74	39
7(ข)	52	33	85	49
8(ข)	53	36	89	49
9(ข)	47	38	85	49
10(ข)	51	36	87	49
11(ข)	56	38	94	49
12(ข)	53	37	90	49
13(ข)	57	37	94	49
14(ข)	46	34	80	45
15(ข)	46	33	79	48
16(ข)	53	33	86	49
17(ข)	41	38	79	44
18(ข)	55	30	85	47
19(ข)	57	37	94	48
รวม	1852	1270	3122	1781
ค่าเฉลี่ย	51.44	35.28	86.72	49.47
S.D.	6.83	2.71	8.16	6.33
ร้อยละ	85.74	88.19	86.72	82.45

ภาคผนวก ช

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย t-test

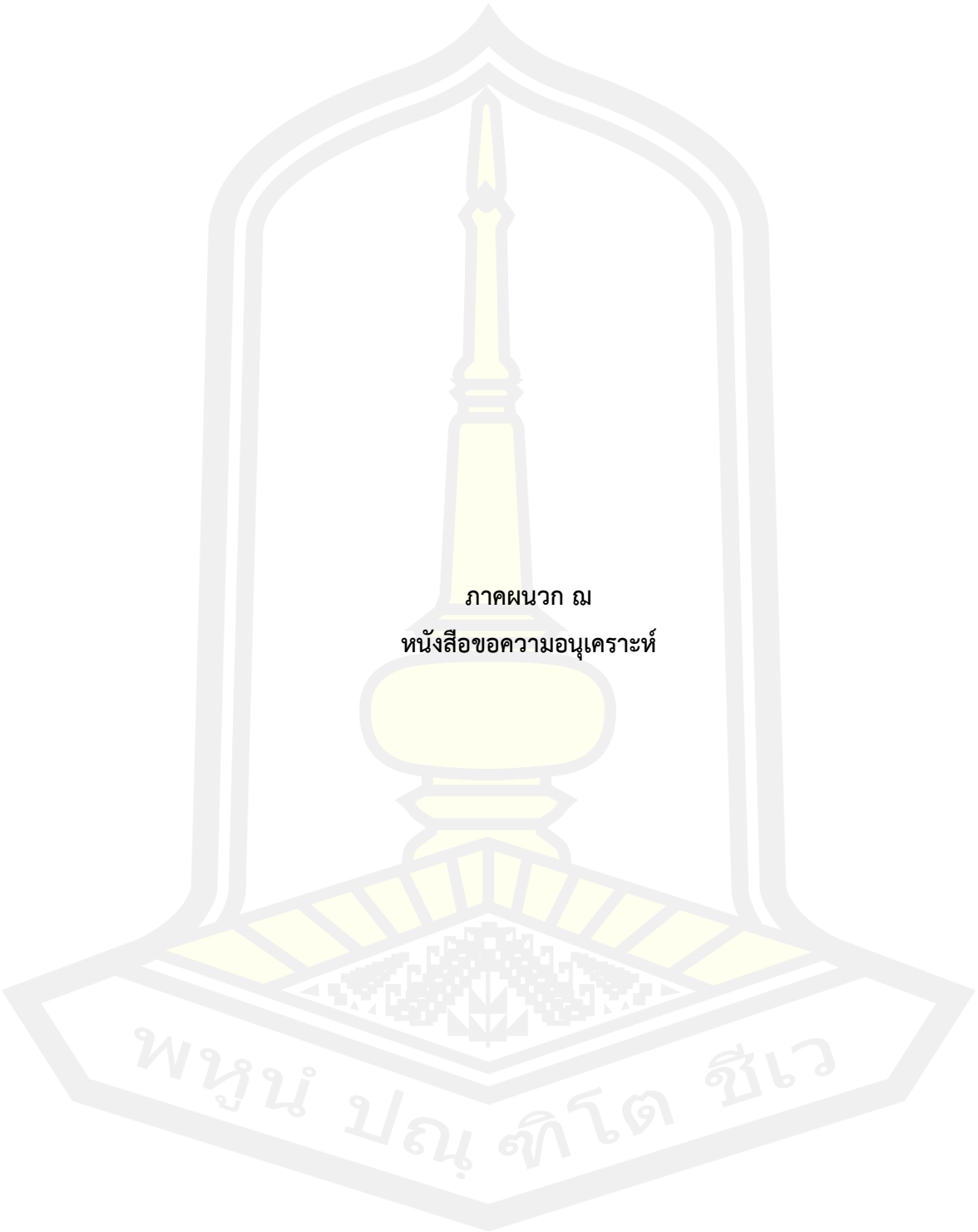
ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมคำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การแก้ปัญหา	36	31.03	5.950	.992

One-Sample Test

	Test Value = 11					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of The Difference	
					Lower	Upper
การแก้ปัญหา	20.197	35	.000	20.028	18.01	22.04



ภาคผนวก ฌ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ว450 วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นางสาวเพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 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

ที่ อว 0605.5(2)/ว450 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

9 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.เสาวณิต ร่มศรี

ด้วย นางสาวเพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0933263112

ที่ อว 0605.5(2)/ว450 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

9 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางวลีฉัตร วิบูลย์กุล

ด้วย นางสาวเพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0933263112

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวเพ็ญนภา ชัยศิริถาวรกุล
วันเกิด	28 สิงหาคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 109 หมู่ 8 ตำบลหนองซอน อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม 44160
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนกัลยาณวัตร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย พ.ศ. 2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2565 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-