

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BASED ON
PROBLEM POSING AND HEURISTICS THINKING APPROACHES
TO ENHANCE MATHEMATICS PROBLEM SOLVING ABILITY OF
LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Krissada Worapin



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Curriculum and Instruction
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2016
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้ง
ปัญหาและการคิดแบบอภิปรัชญาเพื่อส่งเสริมความสามารถใน
การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น

โดย

นายกฤษฎา วรพิน

สาขาวิชา

หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชัย เสวกงาม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุศุภบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ จิตระดับ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชัย เสวกงาม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยศวีร์ สายฟ้า)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ไพโรจน์ น่วมนุ่ม)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. สุพัตรา ผาติวิสันต์)

กฤษฎา วรพิน : การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BASED ON PROBLEM POSING AND HEURISTICS
THINKING APPROACHES TO ENHANCE MATHEMATICS PROBLEM SOLVING ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. วิชัย เสวกงาม, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร. อัมพร ม้าคนอง, 271 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยๆ ดังนี้
 - 2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์
 - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติหลังการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน
 - 2.3 เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนา มีระยะเวลาในการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน 4 เดือน ในการดำเนินการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ และระยะที่ 2 เป็นการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครปฐม จำนวน 80 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนคือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ใช้ทดสอบก่อนเรียน) และแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (ใช้สำหรับทดสอบหลังเรียน) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่ามัธยฐานและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีหลักการ 6 ประการคือ 1) หลักการตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้ 2) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับเชื่อมโยงข้อมูลและทำความเข้าใจข้อมูล 3) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับการแยกแยะข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล 4) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ระหว่างการทำกิจกรรมแก้โจทย์ปัญหา 5) หลักการแก้โจทย์ปัญหาโดยการทำงานเป็นกลุ่ม และ 6) หลักการขยายปัญหา ประกอบไปด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ 1) ชั่งตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม 2) ชั่งนำเสนอนิยามใหม่ 3) ชั่งเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา 4) ชั่งเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และ 5) ชั่งสรุปความรู้และขยายปัญหา
2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
3. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นจากก่อนการทดลอง

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

ปีการศึกษา 2559

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5684201627 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION

KEYWORDS: PROBLEM POSING / HEURISTICS THINKING / PROBLEM SOLVING ABILITY

KRISSADA WORAPIN: DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BASED ON PROBLEM POSING AND HEURISTICS THINKING APPROACHES TO ENHANCE MATHEMATICS PROBLEM SOLVING ABILITY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: ASST. PROF. WICHAI SAWEKNGAM, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. AUMPORN MAKANONG, Ph.D., 271 pp.

The Objectives of the research were:

1. To develop an instructional process based on problem posing and heuristics thinking approaches to enhance mathematics problem solving ability.
2. To study the effectiveness of the instructional process based on problem posing and heuristics thinking approaches as follows;
 - 2.1 To compare mathematics problem solving ability on the pre-test and post-test of the students who were taught mathematics using problem posing and heuristics teaching approach.
 - 2.2 To compare mathematics problem solving ability of the students who were taught mathematics using problem posing and heuristics teaching approach and those who were taught with conventional teaching approach after the instructional experiment process.
 - 2.3 To study the development of mathematics problem solving ability of the students who taught mathematics using problem posing and heuristics teaching approach.

This study is a research and development which took place over a period of four months. It was divided into two phrases; Phrase 1 the development of instructional process based on problem posing and heuristics thinking approaches and Phrase 2 the instructional experiment process. The sample group consisted of 80 students who were studying in Matayom 3 in second semester of academic year 2016 from the public schools under the Office of Basic Education Commission, the Ministry of Education, Nakhon Prayom province. The students were divided into 40 students in experiment group and 40 students in control group. The students in experiment group were taught mathematics with problem posing and heuristics teaching approach while the students in control group were taught mathematics with conventional teaching approach. The instruments used for data collection and analysis of the effectiveness of the instructional approach were the test for mathematics problem solving ability set 1 (for pre-test) and the test for mathematics problem solving ability set 2 (for post-test). The data was analyzed by using mean and standard deviation, and t-test.

The results showed that

1. The instructional process based on problem posing and heuristics thinking approaches to enhance mathematics problem solving ability of lower secondary school students consisted of 6 principles which are 1) posing problem to relate to prior knowledge 2) posing problem to connect and understand the data 3) posing problem to distinguish and analyse the data 4) posing problem to evaluate the learning during the problem solving process 5) posing problem in group and 6) extending problem which composed of 5 stages 1) posing problem to relate to prior knowledge 2) presenting new concept 3) confronting and understanding the problem 4) grouping to solve problem and 5) concluding and clarifying the problem.
2. The students in experiment group who were taught with problem posing and heuristics teaching approach exhibited an increase of mathematics problem solving ability in post-test at .05 level of significance, they also showed higher ability in problem solving in post-test at .05 level of significance in every components of mathematics problem solving ability.
3. The students in experiment group who were taught with problem posing and heuristics teaching approach showed higher mathematics problem solving ability than the students in control group who were taught with conventional teaching approach at .05 level of significance, they also showed ability in problem solving in post-test higher than the students in control group at .05 level of significance in every components of mathematics problem solving ability.
4. The students who experienced instructional process based on problem posing and heuristics teaching approach resulted in higher development of mathematics problem solving ability from pre-test.

Department: Curriculum and Instruction
Field of Study: Curriculum and Instruction
Academic Year: 2016

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสะดวกและความกรุณาจากการดูแลเอาใจใส่ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ที่เสียสละเวลาให้แนวคิดในการทำวิทยานิพนธ์ ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำที่ดีในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ จิตระดับ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมน่วม ดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย เพื่อแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณผู้บริหาร ครู และนักเรียนโรงเรียน สิรินครราชวิทยาลัย และ โรงเรียนวัดบ้านโป่ง “สามัคคีคุณูปถัมภ์” ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณพ่อขุนทอง คุณแม่ราตรี วรพิน นายเปรมศักดิ์ วรพิน น้องชายที่แสนดี ครอบครัววรพิน เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ และทุกท่านที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจ และมีส่วนช่วยในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญแผนภาพ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
คำถามวิจัย.....	9
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	10
สมมติฐานการวิจัย.....	10
ขอบเขตการวิจัย.....	11
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	18
1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	18
1.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	18
1.3 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์.....	20
1.4 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	24
1.5 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	25
1.6 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	26
1.7 ทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	35

1.8 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	40
1.9 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	45
1.10 การวัดและการประเมินการแก้ปัญหา (Problem Solving)	49
1.11 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	53
ตอนที่ 2 การตั้งปัญหาคณิตศาสตร์.....	55
2.1 ความหมายของการตั้งปัญหา.....	55
2.2 ความสำคัญของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	57
2.3 องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์	59
2.4 ลักษณะและประเภทของคำถามหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	59
2.5 ระยะในการเกิดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem Posing)	62
2.6 กลยุทธ์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	63
2.7 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาในชั้นเรียน	67
2.8 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการตั้งปัญหาในชั้นเรียน	71
ตอนที่ 3 การคิดแบบฮิวริสติกส์	76
3.1 ข้อมูลพื้นฐานของฮิวริสติกส์.....	76
3.2 แบบการคิด.....	81
3.3 ความหมายการคิดแบบฮิวริสติกส์	82
3.4 แนวคิดและความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์.....	83
3.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์	84
3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการนำวิธีสอนแบบฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน	90
ตอนที่ 4 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน	95
4.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน	95

4.2 แนวทางของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน.....	97
4.3 การตรวจสอบและการประเมินกระบวนการเรียนการสอน.....	99
ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	101
5.1 งานวิจัยในประเทศ	101
5.2 งานวิจัยต่างประเทศ	103
กรอบแนวคิดการวิจัย	110
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	111
ระยะที่ 1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบ ฮิวริสติกส์	114
1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนไทย	114
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยศึกษาจากหนังสือ บทความ และรายงานวิจัย ได้สาระสำคัญ ของความสามารถในการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.	116
3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการตั้งปัญหาและแนวคิดการ คิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	119
4. พัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น.....	121
5. ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน.....	128
ระยะที่ 2 การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน	136
1. การกำหนดแบบแผนการทดลอง	136
2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	137

3. จัดทำแผนการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ.....	137
4. พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	140
5. ดำเนินการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	146
6. วิเคราะห์ข้อมูล.....	153
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	154
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบ ฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	155
ตอนที่ 2 ผลของการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิด แบบฮิวริสติกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	163
1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลัง ทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหา และการคิดแบบฮิวริสติกส์.....	163
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริ สติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หลังการทดลอง ใช้กระบวนการเรียน การสอน	166
3. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิด แบบฮิวริสติกส์	169
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	182
สรุปผลการวิจัย.....	182
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิด แบบ ฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	182

ตอนที่ 2 ผลของประสิทธิผลจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการ ตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	184
อภิปรายผลการวิจัย	185
1. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์	185
2. การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบ ฮิวริสติกส์	191
ข้อเสนอแนะ	197
1. ข้อเสนอแนะในการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้	197
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	199
รายการอ้างอิง	201
ภาคผนวก	213
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	214
ภาคผนวก ข หนังสือขอความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย หนังสือขอความร่วมมือ ในการเก็บข้อมูลวิจัย	216
ภาคผนวก ค ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน จากการทดสอบปลายภาคการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2559 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	220
ภาคผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 54 คะแนน)	223
ภาคผนวก จ กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น	225
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	245
ภาคผนวก ช เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	260
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	271

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 สรุปทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมที่พบในแต่ละทักษะ.....	37
ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	39
ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	50
ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์แนวคิดการตั้งปัญหา	72
ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหา	74
ตารางที่ 6 แสดงการสรุปแนวคิดการตั้งปัญหาและหลักการตั้งปัญหา.....	75
ตารางที่ 7 แสดงข้อแตกต่างของการแก้ปัญหาแบบAlgorithm และการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics).....	81
ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์.....	91
ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการโดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์.....	93
ตารางที่ 10 แสดงการสรุปหลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์.....	94
ตารางที่ 11 แสดงการสรุปหลักการของแนวคิดตั้งปัญหาและหลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์.....	121
ตารางที่ 12 แสดงความเชื่อมโยงของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	127
ตารางที่ 13 แสดงขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกระบวนการเรียนการสอน	130
ตารางที่ 14 แสดงแบบแผนการทดลอง	136
ตารางที่ 15 แสดงรายละเอียดการกำหนดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	138
ตารางที่ 16 แสดงโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1... 140	140

ตารางที่ 17 แสดงโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2...	141
ตารางที่ 18 แสดงองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และสัดส่วนของคะแนนในแต่ละด้านของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	145
ตารางที่ 19 เปรียบเทียบแนวการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	148
ตารางที่ 20 แสดงแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	153
ตารางที่ 21 แสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกระบวนการเรียนการสอน	158
ตารางที่ 22 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t - test dependent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ (คะแนนเต็ม 54 คะแนน).....	164
ตารางที่ 23 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t - test dependent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ (จำนวนนักเรียน 40 คน).....	165
ตารางที่ 24 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t - test independent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ (คะแนนเต็ม 54 คะแนน).....	167
ตารางที่ 25 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t - test dependent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลอง โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบ ฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ (จำนวนนักเรียน 40 คน).....	168
ตารางที่ 26 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน จากการทดสอบปลายภาค	

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ทั้งหมด 12 ห้องเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	221
ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานจากการทดสอบปลายภาคการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	222
ตารางที่ 28 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 54 คะแนน).....	224
ตารางที่ 29 แสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอน	238
ตารางที่ 30 แสดงค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	243
ตารางที่ 31 แสดงการกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1	261
ตารางที่ 32 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 จำนวน 3 ข้อ	261
ตารางที่ 33 แสดงการกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2.....	264
ตารางที่ 34 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 จำนวน 3 ข้อ.....	264
ตารางที่ 35 ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1	267
ตารางที่ 36 ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2	268
ตารางที่ 37 ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินสัดส่วนของการให้คะแนนในแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	269
ตารางที่ 38 ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินเกณฑ์ของการให้คะแนนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น	270

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ.....	27
แผนภาพที่ 2 แสดงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแบบ DAPIC	30
แผนภาพที่ 3 แสดงแบบจำลองการแก้ปัญหาเป็นวงจร 7 ขั้นตอน ของ Kerstin Patrick	32
แผนภาพที่ 4 แสดงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Mayer (2003)	35
แผนภาพที่ 5 แสดงกรอบการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน	47
แผนภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างของคำถาม	59
แผนภาพที่ 7 แสดงแบบจำลองความคิดของ Sheffield (2008, 2003)	86
แผนภาพที่ 8 แสดงแบบจำลองวิธีการสอบแบบฮิวริสติกส์ของ Diet Lawspet (2008, 2010)...	87
แผนภาพที่ 9 แสดงระยะการดำเนินการวิจัย	112
แผนภาพที่ 10 แสดงหลักการของกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์.....	122
แผนภาพที่ 11 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาจากแนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักการของแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์.....	125

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีการคิดอย่างเป็นระบบ คณิตวิเคราะห์อย่างเป็นระเบียบแบบแผน มีเหตุผล และคิดสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถี่ถ้วนและรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548) กล่าวว่าคณิตศาสตร์นับว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

ในการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นการจัดการการศึกษาเพื่อปวงชน (Mathematics for All) ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนให้เป็นทรัพยากรที่มีค่า มีประสิทธิภาพและศักยภาพเพื่อจะได้เป็นกำลังของชาติ (Man Power) ดังนั้นรายวิชาคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาเยาวชนให้เป็นผู้รู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และสามารถปรับตัวให้เป็นบุคคลที่พร้อมต่อการเรียนรู้เพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงในโลกาภิวัตน์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว

จากความสำคัญข้างต้นจึงจำเป็นต้องจัดวิชาคณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ในสถานศึกษาเพื่อใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิดให้กับผู้เรียน โดยประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เอื้อให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ดังคำกล่าวที่ว่า ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมีความสำคัญต่อการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ระดับสูงขึ้น และ ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (อัมพร ม้าคนอง, 2546) จากคำกล่าวนี้อสอดคล้องกับแนวทางในการจัดสาระการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า “เมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น”

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ความสามารถหนึ่งที่มีความสำคัญคือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบคำตอบ และการขยายปัญหา (Polya, 1980; Lufliq, 1988; อัมพร ม้าคนอง, 2534; กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่ครูควรตระหนักและจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาส่งเสริมความสามารถต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนไทยในปัจจุบัน โดยการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นทักษะที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศได้กล่าวถึงประโยชน์ที่นักเรียนได้รับการฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้อย่างมากมาย เช่น สิริพร ทิพย์คง (2544) และดวงเดือน อ่อนน่วม (2547) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการแก้ปัญหาไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ การแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นทักษะกระบวนการที่ต้องใช้ทักษะการคิดระดับสูง คิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหามองต้องทำอยู่ตลอดเวลาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นอกจากนี้ Sathya Sai (1994) และ Dendane (2009) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ว่าเป็นการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคความท้าทายในชีวิตประจำวันได้ สามารถพัฒนา องค์ความรู้และความรู้สึกเชิงจำนวนทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถกระตุ้นความตั้งใจและสนใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถเพิ่มพูนความรู้เพื่อสร้างความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาให้เกิดประโยชน์สูงสุด การแก้ปัญหาจึงเป็นทั้งจุดหมายปลายทางและกระบวนการเรียนรู้ ที่ครูจะต้องกระตุ้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นยุทธศาสตร์การแก้ปัญหา ออกแบบปัญหาที่ท้าทายความสามารถให้เด็กคิด รวมทั้งการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหา” ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน โดย National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989) ได้กำหนดเป้าหมายและแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียนไว้ในมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผลสำหรับคณิตศาสตร์ในห้องเรียน (Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics) โดยระบุเป้าหมายแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน โดยให้เหตุผลว่าคณิตศาสตร์ไม่เป็นเพียงแต่การสอนมโนทัศน์ ข้อเท็จจริงและกระบวนการที่เรียนรู้เท่านั้น แต่ครอบคลุมการประยุกต์สู่การแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ และปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

ในสภาพความเป็นจริง ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) โดยจัดการทดสอบโดย สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ประจำปีการศึกษา 2557 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งประเทศ ซึ่งถือว่าเป็นระดับขั้นที่สูงสุดของการศึกษาภาคบังคับ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 29.65 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) โดยจัดการทดสอบ

โดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ของจังหวัดนครปฐม ประจำปีการศึกษา 2557 พบว่าในรายวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 29.59 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของทั้งประเทศ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายชื่อในข้อสอบ พบว่า นักเรียนได้คะแนนอยู่ในกลุ่มต่ำในส่วนของข้อสอบที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาและมีเนื้อหาในโจทย์ปัญหาค่อนข้างยาวและมีข้อมูลมาก โดยเฉพาะในเรื่องของปริมาตร พื้นที่ผิว อัตราส่วน (สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 9, 2558)

ลักษณะข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหายังคงเป็นอุปสรรคของการทำข้อสอบของนักเรียนไทยในปัจจุบัน โดยเฉพาะข้อสอบที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง จะเป็นแนวทางการทดสอบและการประเมินผลของนักเรียนในระดับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) เป็นโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) PISA ประเมินคุณภาพการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศที่เข้าร่วมโครงการ โดยมีการศึกษาว่าระบบการศึกษาของแต่ละประเทศได้เตรียมความพร้อมให้กับประชาชน สำหรับการใช้ชีวิต และการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตเพียงพอหรือไม่ PISA ไม่เน้นการประเมินความรู้ของผู้เรียนที่กำลังเรียนอยู่ในห้องเรียนโดยตรง แต่เน้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้อง กับชีวิตจริงสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการใช้ชีวิตในสังคมยุคใหม่ เพื่อการศึกษาต่อในระดับสูง การงานอาชีพ และการดำเนินชีวิต ซึ่งผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในประเทศไทยในปี 2012 นักเรียนไทยมีคะแนนอยู่ที่ 427 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 494 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ดังนั้นจะพบว่าประเทศไทยมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบเมื่อเทียบกับประเทศสมาชิก และพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายของการประเมินคือนักเรียนที่อยู่ระหว่างช่วงอายุ 14 ปี 6 เดือน ถึง 15 ปี 6 เดือน เป็นกลุ่มที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับและกำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับเช่นกัน

จากประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้นกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการทดสอบของการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) และการประเมินผลของนักเรียนในระดับนานาชาติ หรือ PISA พบว่านักเรียนไทยมีสาเหตุของปัญหาที่คล้ายคลึงกับนักเรียนในประเทศอื่นๆ ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุของการเกิดปัญหานี้จากสาเหตุที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) นักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา ขาดความรู้ความเข้าใจ ในกฎ สูตร นิยาม และสมบัติ ที่สำคัญในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับ Lynn (1993) ที่ได้บอกถึงอุปสรรคหนึ่งของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จคือ นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ 2) นักเรียนขาดทักษะและความสามารถที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่น การทำความเข้าใจปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การคำนวณ การคิด การให้เหตุผล การเชื่อมโยง การสื่อสารสื่อความหมาย การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ Movshovitz – Hadar และคณะ (1987) กล่าวถึงปัญหาที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องเนื่องมาจาก

นักเรียนขาดทักษะที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นทักษะการดำเนินการ แก้ปัญหา ขาดทักษะการคำนวณ ขาดทักษะการให้เหตุผล ขาดทักษะการตรวจสอบ ซึ่งอัมพร ม้าคนอง (2536) ได้กล่าวถึงข้อผิดพลาดของนักเรียนที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ด้าน คือ ด้านการตีความจากโจทย์ ด้านการใช้ ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ และด้านการคิดคำนวณ โดยที่ Mayer (2003) กล่าวถึงทักษะที่เป็นความสามารถพื้นฐานของการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วย 4 ทักษะ คือ ทักษะการแปล ความเข้าใจปัญหาคณิตศาสตร์ ทักษะการบูรณาการข้อมูลจากโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา และทักษะการดำเนินการตามแผน 3) นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ องค์ความรู้ที่ได้รับในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหานั้น การณ์ต่างๆ หรือในชีวิตจริงได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Lynn (1993) ที่ได้แสดงความคิดเห็นว่า การขาด ประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาในบริบทต่างๆ ที่หลากหลาย จึงทำให้นักเรียนติดกับกรอบของ การแก้โจทย์ปัญหาแบบที่ตนเองคุ้นเคย และไม่สามารถประยุกต์การแก้โจทย์ปัญหาไปใช้ใน สถานการณ์อื่นๆ ได้

จากรายงานผลการทดสอบดังกล่าว และการสรุปปัญหาข้างต้น เห็นได้ว่านักเรียนยังมีความรู้ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอ ทั้งในเรื่องของความรู้พื้นฐาน การคิด การแก้ปัญหา และ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

ดังนั้น ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Word Problem Solving) ของนักเรียนจึงเป็นสิ่งที่ต้องเร่งพัฒนา และส่งเสริมให้เกิดขึ้นในการจัดการเรียน การสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่จะสามารถเผชิญปัญหาหรือโจทย์ ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องอาศัยความคิดรวบยอด ความรู้ ประสบการณ์ในการแก้โจทย์ ปัญหาและเทคนิควิธีที่หลากหลายเพื่อที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ และความชำนาญ ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่ง ประกอบด้วย การวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการ แก้ปัญหา การตรวจสอบคำตอบ และการขยายปัญหา Contreras (2005) กล่าวว่า “การที่นักเรียน จะแก้ปัญหามองในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นการเรียนคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียน แก้ปัญหาได้ดีเนื่องจากการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งจำเป็นในวิชาคณิตศาสตร์” ทำให้หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดองค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะที่สำคัญ ที่เป็นจุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลังจากที่นักเรียนเรียนจบ การศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยนักเรียนจะต้องนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการ แก้ปัญหา การดำเนินชีวิต การศึกษาต่อ ทำให้นักเรียนมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับ Kennedy and Tipps (1994) ที่กล่าว ว่าทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นจุดเน้นสำคัญในหลักสูตรและเป็นเป้าหมายพื้นฐานใน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหามาตรฐานหนึ่งของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหามาตรฐานหนึ่งของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

จากการศึกษากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักการศึกษาหลายท่าน มุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ได้คำตอบตามปัญหาที่โจทย์ปัญหานั้นๆ ต้องการ ซึ่งเป็นเพียงการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้เท่านั้น แต่ไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาที่พบเจอในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ซึ่งนักเรียนจะยึดติดกับลักษณะของโจทย์ปัญหาและแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่ครูสอนหรือในแบบฝึกหัดที่เคยเรียนมาเท่านั้น เมื่อนักเรียนเจอโจทย์ปัญหาใหม่ในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่เคยพบเห็น นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ ประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันตามจุดเน้นของทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 อย่างแท้จริง (Troutman & Lichtenberg, 1995; Burris, 2010)

ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาจากนักการศึกษาต่างๆ ซึ่งกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาแต่ละท่านมีลักษณะ และขั้นตอนใกล้เคียงกัน มีบางส่วนที่แตกต่างกันในเรื่องจำนวนขั้นตอนเท่านั้น และพิจารณาทักษะที่เป็นความสามารถพื้นฐานของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ Mayer เพื่อสรุปความสามารถที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 (Polya, 1973; Wilson & Other, 1993; Troutman & Lichtenberg, 1995; The Integrated Mathematics Science and Technology, 2007; Mayer, 2003; Dendane, 2009; Burris, 2010; Kerstin Patrick, 2013) ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปความสามารถที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถ 4 ด้าน คือ ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ

จากความสำคัญ ประโยชน์ และสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ควรให้โอกาสกับนักเรียนในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ที่หลากหลาย และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพิ่มมากขึ้นในกระบวนการเรียนการสอน (Brown & Walter, 2005; NCTM, 2005) เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง และตอบสนองแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ที่ว่านักเรียนควรได้รับแรงจูงใจจากปัญหาในชีวิตจริง และการลงมือปฏิบัติมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว (วิจารณ์ พานิช, 2555) โดยที่แนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันผู้สอนควรมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาและตั้งโจทย์ปัญหาหรือประเด็นปัญหาที่นักเรียนได้เผชิญและพบเห็นอยู่ในชีวิตประจำวันหรือรอบๆ ตัวของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับประเด็นปัญหาหรือโจทย์ปัญหานั้นๆ ดังนั้นแนวคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing) จึงสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยที่การตั้งปัญหาคณิตศาสตร์เป็นส่วนประกอบสำคัญในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ (Kilpatrick, 1987) ซึ่งในปัจจุบันได้เน้นให้นักเรียนมีโอกาสในการตั้งปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการศึกษางานวิจัยของ English and Hoalford (1995) Stoyanova (1998) และ Winograd (1991) พบว่ากิจกรรม

การเรียนการสอนที่ให้นักเรียนตั้งปัญหาเป็นวิธีหนึ่งในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและทัศนคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวต้องเริ่มจากความมุ่งมั่นในการปรับสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการตั้งปัญหาในห้องเรียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยครูผู้สอนต้องหาวิธีการที่จะช่วยนักเรียนสามารถตั้งปัญหาที่มีความหมาย และมีความซับซ้อน ดังนั้นจึงจำเป็นที่ครูจะต้องให้การสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการตั้งปัญหาในชั่วโมงเรียน ซึ่งเมื่อครูและนักเรียนร่วมกันตั้งปัญหาที่มีความหมายเกี่ยวกับสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานั้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจข้อมูลในสถานการณ์หรือในปัญหามากขึ้น เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ คุณครูสามารถใช้การตั้งปัญหาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนที่กำลังดำเนินการแก้ปัญหาหามิติด้านในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ใช้ในการพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อยลง ซึ่งการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่ จากสถานการณ์ นิยาม ข้อความ วัตถุ และจากการปรับเปลี่ยนโจทย์ปัญหาเดิมที่มี หรือเป็นการตั้งคำถาม ซึ่งเป็นคำถามย่อยๆ ที่มีความหมายและเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยจะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำมาซึ่งแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ โดยการตั้งปัญหาสามารถจัดเป็นกิจกรรมได้ทั้งของครูและนักเรียน (Mamona-Down, 1997; Silver, 1993, 1994, 2004; Stoyanova, 1996; Adu – Elwan, 1999; สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา, 1991; Cai & Hwang, 2002; English, 2003; Silver & Cai, 1996; Lewis, 1998; Lavy & Shriki, 2010; Mishra & Iyer, 2013)

แนวความคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing) ได้มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่ง Kilpatrick (1987) ได้ระบุว่า การตั้งปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้เป็นเป้าหมายหรือเป็นวิธีสำหรับการเรียนการสอนได้อย่างดี วิธีการตั้งปัญหาเป็นเป้าหมายของการเรียนการสอน ซึ่งจะเรียกร้องให้นักเรียนตอบสนองต่อคำถามหรือปัญหาแบบต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Mishra and Iyer (2013) ที่ได้กล่าวว่าการตั้งปัญหา เป็นการสร้างปัญหาหรือคำถามโดยครูผู้สอนควบคู่กับผู้เรียน ซึ่งสามารถนำมาเป็นกลยุทธ์การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนการสอนที่มีความซับซ้อนในวิชาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ ซึ่งศักยภาพของการตั้งปัญหาจะสามารถตีแผ่ความรู้ และการนำมาใช้เป็นกลยุทธ์การเรียนการสอน และสามารถนำมาเป็นเครื่องมือประเมินผลในหลักสูตรได้ด้วย ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาในชั้นเรียน ครูจะต้องเป็นบุคคลที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอน และสร้างแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามแนวทางที่ครูกำหนดไว้ โดยใช้การตั้งปัญหาจากสถานการณ์ การสร้างคำถามย่อยๆ การกำหนดสถานการณ์ หรือการสร้างปัญหาปลายเปิด โดยครูจะต้องให้กำลังใจและสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนในการตั้งปัญหาใหม่ๆ อยู่สม่ำเสมอ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม และเกิดการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มของตนเอง หรือในห้องเรียน (Lowire, 2002) ดังนั้นการเลือกสถานการณ์หรือปัญหาที่มีคุณภาพเพื่อให้เกิดการตั้งปัญหา ควรเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่นักเรียนไม่ทราบวิธีการแก้ปัญหาในทันที แต่ต้องใช้ความเข้าใจของนักเรียนในการแก้ปัญหา โดยลักษณะและสถานการณ์ควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนสามารถพบเห็นและเข้าใจได้ เป็นสถานการณ์ที่ไม่ไกลตัวนักเรียนจนเกินไป (Perrin, 2007) โดยใช้การพิจารณาด้วยหลักคณิตศาสตร์

นำมาซึ่งกิจกรรมการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา นอกจากนี้การตั้งปัญหายังเป็นส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์กันของกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของกิจกรรมคณิตศาสตร์ (Kilpatrick, 1987) โดยการตั้งโจทย์ปัญหาไม่จำกัดเพียงการสร้างโจทย์ปัญหาใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ หรือ การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข แต่การตั้งโจทย์ปัญหายังนำมาซึ่งการปรับเปลี่ยนปัญหาที่กำหนดให้ และการสรรหาวิธีแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่ จึงกล่าวได้ว่าการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กัน (Silver, 1994; Cai & Hwang, 2002; English, 2003; Silver & Cai, 1996; Lewis, 1998) โดยในทางวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการตั้งปัญหาที่ตีมากกว่าการค้นพบแนวทางแก้ไขปัญหา (Einstein & Infeld, 1938; Cai & Hwang, 2003)

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหา (Problem Posing) จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดที่มีความยืดหยุ่น คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวจะส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และยังทำให้เห็นแนวคิดที่ชัดเจนในปัญหามากยิ่งขึ้น (Sheffield, 2003) สอดคล้องกับ Lavy and Shriki (2010) ที่กล่าวว่า การตั้งปัญหา จะช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดที่หลากหลายและยืดหยุ่น เพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหา เปิดกว้างทัศนคติของวิชาคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ในการเรียนในห้องเรียนสู่บริบทชีวิตจริง ส่งเสริมทักษะการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และทำให้แนวคิดพื้นฐานต่างๆ กระฉ่างชัดเจนมากขึ้น พร้อมทั้งทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาและอยากเข้ามามีส่วนร่วมในการศึกษาของตนเองมากขึ้น

จากข้อมูลข้างต้นทำให้เห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหา แต่การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหา ส่วนใหญ่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการตั้งปัญหามากกว่าการแก้ปัญหา โดยจะให้ความสำคัญกับประเด็นปัญหาที่ถูกตั้งขึ้นมากกว่าการดำเนินการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น (Walter, 2005; Auerbach, 1992; Nixon Ponder, 1995) ซึ่งจะทำให้ประเด็นปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่ถูกตั้งขึ้นนั้นขาดการหาคำตอบอย่างเป็นระบบ หรืออาจไม่ได้ถูกนำมาดำเนินการหาคำตอบ อีกทั้งการตั้งปัญหาหรือประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะเป็นโจทย์ที่มีความซับซ้อน มีข้อมูลที่ไม่มีความแน่นอน ข้อมูลมาก และไม่สามารถใช้อัลกอริทึมที่แน่นอนในการแก้ปัญหาได้ และใช้ระยะเวลาในการดำเนินการแก้ปัญหามาก (Silver, 1993, 1994, 2004; Armstrong, 1998) แนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในลักษณะของสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนของข้อมูลมาก คือ การสอนตามแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics Thinking) ซึ่งการคิดแบบ ฮิวริสติกส์ (Heuristics Thinking) จัดเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ โดยที่ Armstrong (1998) ได้กล่าวถึง ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ว่าเป็นแนวทางที่ใช้แก้ไขปัญหามีความซับซ้อน เป็นปัญหาที่มีข้อมูลมาก และข้อมูลไม่ครบถ้วน มีตัวแปรที่ทราบค่าไม่แน่นอน เนื่องจากการแก้ปัญหาโดยใช้การคิดแบบ ฮิวริสติกส์โดยแท้จริงแล้วก็คือ การแก้ปัญหาโดยอาศัยกฎเกณฑ์ง่าย ๆ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ในการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกันในอดีต และกระบวนการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา จึงทำให้การแก้ปัญหามีความรวดเร็วมากขึ้น ดังนั้นแนวคิดฮิวริสติกส์ (Heuristics) จึงเป็นวิธีการต่างๆ ที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาต่างๆ ให้

ประสบความสำเร็จด้วยตัวเอง ช่วยให้แต่ละคนทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ดีขึ้น และช่วยให้เกิดความเข้าใจกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา เพื่อสร้างแนวทางไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Novak & Gowin, 1984; Moustakas, 1990; Schoenfeld, 1995; Sheffield, 2009; Polya, 1973; Rubinstein, 1986; Mayer, 2003)

แนวคิดที่สำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ คือ วิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการคิด พิจารณา ประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคล ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการแก้ เพื่อจัดระบบข้อมูลเหล่านั้นในการนำมาใช้แก้ปัญหาของแต่ละบุคคล (Leinhardt & Schwarz, 1997; Floyd, 2002; Sheffield, 2003, 2005; Robinson & Hutchinson, 2014) โดยแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ข้างต้น ได้มีการนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีการคิด พิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้การตัดสินใจของตนเอง ในการเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาย่างอิสระ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนขยายกรอบความคิดของตนเองได้ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง (Sheffield, 2003, 2005; Robinson & Hutchinson, 2014; Leinhardt & Schwarz, 1997; Floyd, 2002) สอดคล้องกับ Lawspet (2008, 2010) และ Armstrong (2010) ที่ได้ระบุข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไว้ว่า เป็นการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง อีกทั้งสามารถพัฒนานิสัยการสืบค้น สำรวจค้นหา และช่างสังเกตของตนเอง พัฒนานิสัยการเรียนรู้ด้วยตนเองและกำหนดทิศทางการเรียนของตนเอง พัฒนาการเรียนของนักเรียน ให้เคารพการตัดสินใจและการทดลองทำอย่างเห็นได้จริง เป็นการเรียนรู้ทางด้านจิตวิทยาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำ เป็นกิจกรรมสามารถทำให้เสร็จได้ที่โรงเรียน ผู้สอนไม่ต้องกังวลเรื่องการส่งงาน สร้างความเข้าใจที่ชัดเจนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย แสดงถึงความตั้งใจและความมุ่งมั่นรายบุคคล และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและนักเรียน แต่ก็มีข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ซึ่งพบว่าใช้เวลานาน จึงยากต่อการควบคุมเนื้อหาในหลักสูตร เหมาะกับชั้นเรียนขนาดเล็ก ครูผู้สอนมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอน วิธีการนี้ผู้สอนจะต้องมีการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี ไม่เหมาะสำหรับนักเรียนใหม่ ซึ่งในระยะแรกต้องได้รับการชี้แนะที่มากพอ ไมเช่นนั้นอาจจะไม่ชอบวิชานั้นไปเลย และการจัดประเภทปัญหาหรือการสรุปปัญหาเป็นเรื่องยากที่ต้องใช้ทักษะและการฝึกฝน

จากความสำคัญและแนวคิดดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่มีความสำคัญ และเป็นความสามารถพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนควรจะได้พัฒนาให้มีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นจุดหมายปลายทางและกระบวนการเรียนรู้ ที่ครูจะต้องกระตุ้น

การเรียนรู้โดยเน้นยุทธศาสตร์การแก้ปัญหา ออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายความสามารถให้เด็กคิด รวมทั้งการสะท้อนความคิดในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้นการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จึงเป็นความสามารถที่นักเรียนควรเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวเอง เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่เป็นเพียงแต่การสอนมโนทัศน์ ข้อเท็จจริงและกระบวนการที่เรียนรู้เท่านั้น แต่ครอบคลุมการประยุกต์สู่การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย เชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูควรจัดการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหา (Problem Posing) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับประเด็นปัญหา สามารถทำความเข้าใจปัญหาในแต่ละสถานการณ์ กระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาย่างรอบคอบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดเชิงวิพากษ์ และหาแนวทางในการแก้ปัญหาย่างสมเหตุสมผล สามารถนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อยลง พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยในกระบวนการแก้ปัญหานักเรียนต้องคิด พิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้การตัดสินใจและสัญชาตญาณของตนเอง ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจค้น เพื่อจัดระบบของข้อมูลในการนำมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการคิดฮิวริสติกส์ (Heuristics) ซึ่งในแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) และแนวคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing) ถ้าครูผู้สอนนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน จะสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแนวคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing) มาใช้ร่วมกับ แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

คำถามวิจัย

1. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีหลักการและขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนอย่างไร
2. การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลัง ทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบ ฮิวริสติกส์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่ เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หลังการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

2.3 เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ไปใช้ ในการจัดการเรียนการสอนพบว่า ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีการคิด พิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้ การตัดสินใจโดยสัญชาตญาณของตนเอง ในการเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็น ระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้น เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหา สามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาย่างอิสระ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนขยาย กรอบความคิดของตนเองได้ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง (Sheffield, 2003, 2005; Robinson & Hutchinson, 2014; Leinhardt & Schwarz, 1997; Floyd, 2002) สอดคล้องกับ Lawspet (2008, 2010) และ Armstrong (2010)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดที่มีความ ยืดหยุ่น และคิดสร้างสรรค์ และคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งพฤติกรรมการดังกล่าวส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และยังทำให้เห็นแนวคิดที่ชัดเจนในปัญหามากยิ่งขึ้น (Sheffield, 2003) สอดคล้องกับ Lavy and Shriki (2010) และ Walter (2005) ได้ทำการศึกษาการตั้งปัญหาในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน พบว่า สามารถช่วยส่งเสริมกระบวนการคิดที่หลากหลายและยืดหยุ่น เพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหา เปิดกว้างทัศนคติมุมมองของวิชาคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ในการเรียนใน ห้องเรียนสู่บริบทชีวิตจริง ส่งเสริมทักษะการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และทำให้นักคิด

พื้นฐานต่างๆ กระจ่างชัดเจนมากขึ้น นอกจากนั้นการตั้งปัญหาจะช่วยให้นักเรียนลดการพึ่งพาครูผู้สอนและตำราเรียน พร้อมทั้งทำให้นักเรียนรู้สึกและเข้ามามีส่วนร่วมในการศึกษาของตนเองมากขึ้น นอกจากนั้นการตั้งปัญหาทำให้นักเรียนสามารถสำรวจแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยไม่กดดันที่จะต้องหาคำตอบที่ถูกพัฒนาคำถามหรือปัญหาจากพื้นฐานความรู้เดิมที่อาจจะรู้หรือไม่รู้ว่ามีระบบและมีความหมาย และทุกคำถามที่นักเรียนสร้างนั้นสำคัญเพราะสามารถนำไปสู่ปัญหาใหม่หรือสามารถใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาเดิมได้

Tagrul Kat และคณะ (2010), Limin Chen และคณะ (2010), Cai (1998) และ Florence Singer and Cristian Voica (2012) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาซึ่งผลการศึกษาออกมาในทิศทางเดียวกัน การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันนอกจากนั้น ยังมีความสอดคล้องขนานกันไประหว่างจำนวนคำถามหรือปัญหาที่ตั้งกับความสำเร็จในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นจากนักการศึกษาและนักวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดการตั้งปัญหาและแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ซึ่งแต่ละแนวคิดมีจุดเด่นและข้อจำกัดของแนวคิดที่แตกต่างกัน โดยนักศึกษานำการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาซึ่งได้ผลที่ดี ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าทั้งสองแนวคิดนี้สามารถนำมาใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยตั้งสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง
2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีขอบเขตของการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (The Research and Development) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยคือ 1) เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 2) เพื่อศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครปฐม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งใช้การเลือกแบบเจาะจง

2. การประเมินประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นใช้การวิจัยแบบ กึ่งทดลอง โดยตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหา และการคิดแบบฮิวริสติกส์

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ เรื่อง ความน่าจะเป็น สถิติ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนใช้เวลาเก็บข้อมูล 12 สัปดาห์ รวม 36 คาบ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานี้ สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วยความสามารถ 4 ด้านดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่ต้องหาคำตอบ และข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม โดยการเชื่อมโยงข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และสอดคล้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

2) ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ และสามารถระบุลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

3) ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบ และสามารถคิดคำนวณ โดยใช้ กฎ สูตร หรือหลักการ ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

4) ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้

2. การตั้งปัญหา หมายถึง การสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่ จากสถานการณ์ บทนิยาม ข้อความ วัตถุ และการปรับเปลี่ยนโจทย์ปัญหาเดิมที่มี หรือเป็นการตั้งคำถาม ซึ่งเป็นคำถามย่อยๆ ที่มีความหมายและเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยสามารถเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำมาซึ่งแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ โดยการตั้งปัญหาสามารถเป็นกิจกรรมได้ ทั้งของครูและนักเรียน โดยมีหลักการดังนี้

- 1) มีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ให้กับนักเรียนได้ทำกิจกรรมตั้งปัญหา
- 2) ใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการสร้างปัญหา หรือคำถาม และนิยามปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูจะต้องเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาของนักเรียน และส่งเสริมนักเรียนให้สามารถตั้งปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ
- 3) การตั้งปัญหาหรือคำถามอาจทำได้ใน 3 ระยะ คือ ก่อนการแก้ปัญหา ระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา และระยะหลังการแก้ปัญหา โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายข้อมูล
- 4) ให้ความสำคัญกับการตั้งโจทย์ปัญหามากกว่าการคำนวณหาค่าของคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น
- 5) การทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนในการช่วยกันตั้งปัญหาจะทำให้ได้ปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่มีความหลากหลาย และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียน
- 6) การตั้งปัญหาเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนนั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในการสอนแก้ปัญหามากกว่าการสอนเนื้อหาใหม่

3. การคิดแบบฮิวริสติกส์ หมายถึง วิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการคิด พิจารณา ประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคล ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการแก้ เพื่อจัดระบบข้อมูลเหล่านั้นในการนำมาใช้แก้ปัญหาของแต่ละบุคคล โดยนำแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนมีการคิดเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบสำรวจตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของโจทย์ปัญหาที่ต้องการแก้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาอย่างอิสระบนพื้นฐานความรู้ของแต่ละบุคคล โดยมีหลักการดังนี้

- 1) แต่ละบุคคลมีวิธีการคิดที่แตกต่างกัน บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา
- 2) การทำความเข้าใจข้อมูล ทำได้โดยการพิจารณาข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูล ทำได้โดยการสำรวจ ค้นหา แยกแยะข้อมูล และตรวจสอบความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนระหว่างข้อมูล แนวคิดที่ต้องการเรียนรู้ และข้อมูลของปัญหาที่ต้องการแก้ เพื่อศึกษาข้อมูลและนำไปใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหา
- 4) ทุกขั้นตอนของการศึกษาข้อมูลหรือในกระบวนการแก้ปัญหาคควรมีการประเมินในทุกๆ ขั้นตอนอย่างสม่ำเสมอ
- 5) การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการสื่อสาร ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายช่วยให้ได้แนวความคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายตามพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล จึงทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

6) การขยายความรู้โดยการตั้งปัญหาใหม่จากปัญหาหรือสถานการณ์ จะทำให้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และตรวจสอบแนวคิดใต้อสิ่งทีนักเรียนค้นพบ

4. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์
หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยนำแนวคิดและหลักการของการตั้งปัญหา และการคิดแบบฮิวริสติกส์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับข้อมูลจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลจำนวนมากและซับซ้อน โดยที่ครูผู้สอนหรือนักเรียนตั้งประเด็นโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด จากนั้นครูผู้สอนตั้งปัญหาหรือคำถามย่อยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงและสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล มีการวิเคราะห์ข้อมูล และประมวลผลข้อมูล จากข้อมูลที่ตนเองได้รับ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลในสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานั้นๆ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตั้งปัญหาอยู่เสมอ มีการใช้กระบวนการกลุ่มในการอภิปราย ระดมความคิด ทำความเข้าใจข้อมูล และร่วมกันตรวจสอบความสมเหตุสมผลในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้และการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อให้นักเรียนเผชิญโจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ อย่างหลากหลาย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 3 ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้อเรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากโจทย์ปัญหาปลายเปิด

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบอิสระความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มซึ่งใช้การตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาและให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ปลายเปิดหรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

5. กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

6. นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครปฐม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.3 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.4 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.5 ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.6 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์/แก้โจทย์ปัญหา
- 1.7 ทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.8 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.9 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.10 การวัดและการประเมินการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 1.11 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 การตั้งปัญหาคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์
- 2.2 ความสำคัญของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
- 2.4 ลักษณะและประเภทของคำถามหรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น
- 2.5 ระยะในการเกิดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.6 กลยุทธ์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.7 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาในชั้นเรียน

2.8 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการตั้งปัญหาในชั้นเรียน

ตอนที่ 3 การคิดแบบฮิวริสติกส์

3.1 ข้อมูลพื้นฐานของฮิวริสติกส์

3.2 แบบการคิด

3.3 ความหมายการคิดแบบฮิวริสติกส์

3.4 แนวคิดและความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์

3.5 การประยุกต์ใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์กับการจัดการเรียนการสอน

3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการนำวิธีสอนแบบฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ตอนที่ 4 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

4.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน

4.2 แนวทางของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

4.3 การตรวจสอบและการประเมินกระบวนการเรียนการสอน

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้อย่างหลากหลายดังนี้

Bell (1978) และ Polya (1980) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการหรือทางออกในสิ่งยุ่งยาก สิ่งที่เป็นอุปสรรค ซึ่งไม่สามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสำเร็จของสติปัญญาซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

Branca (1980) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 3 นัย ดังนี้

1. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal)
2. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process)
3. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill)

Mayer and Hegarty (1987) และ Sheffield and Cruikshank (2000) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยสรุปว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาที่ยุ่งยาก หรือนักเรียนไม่คุ้นเคย โดยผู้แก้ปัญหาคิดหรือทางออกกว่าจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร ซึ่งผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมาย โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้และทักษะที่ตนเองมีในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหานั้นๆอย่างสมเหตุสมผล

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลยุทธ์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ประมวลความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

1.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

Lester (1977) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตร และการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ The National Council of Teachers of Mathematics (1991) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นจุดเน้นที่สำคัญของหลักสูตร เป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการดำเนินชีวิตในแต่ละวัน ส่งเสริมความสามารถในระดับ

ต่างๆ ที่จะนำไปสู่การประสบความสำเร็จในชีวิต ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาจะมีผลกระทบต่อทักษะอื่นๆ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ มีวิจารณญาณและส่งเสริมกลยุทธ์ต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การออกแบบ การตัดสินใจ การทำงานเป็นกลุ่ม และใช้เป็นเครื่องมือหาคำตอบการแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญในการจัดการศึกษาของมนุษย์ด้วย (Fisher, 1987) ดังนั้นจึงควรหลักหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งมีนักการศึกษาที่กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดหลักสูตรเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาดังนี้

Sathya Sai (1994) กล่าวถึงการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนผ่านแนวทางการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดค่านิยมดังต่อไปนี้

1. เป็นการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคความท้าทายในชีวิตได้
2. พัฒนาองค์ความรู้และ การใช้ความคิดตัดสินใจเบื้องต้น (common sense)
3. เรียนรู้วิธีเลือกใช้อองค์ความรู้ที่มีความเหมาะสมกับการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการใช้งาน
4. บูรณาการสิ่งที่ตนเองรู้เข้ากับองค์ความรู้รวม
5. กระตุ้นความสนใจในสาขาความรู้ที่นักเรียนสนใจเพื่อสร้างความเชี่ยวชาญให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

NCTM (2005) ได้ระบุถึงหลักสูตรทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะเน้นที่

1. การพัฒนาทักษะและความสามารถเพื่อประยุกต์ทักษะเหล่านี้กับสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย
2. รวบรวม จัดระเบียบ ตีความ และสื่อสารข้อมูล
3. สร้างคำถามหลักๆ วิเคราะห์และสร้างมโนทัศน์ของปัญหา ให้นิยามปัญหาและเป้าหมาย ค้นพบ แบบรูปและความเหมือน หาข้อมูลที่เหมาะสม ทดลอง ย้ายทักษะและกลวิธีไปสู่สถานการณ์ใหม่
4. เพิ่มความอยากรู้อยากเห็น ความมั่นใจ และการเปิดใจเปิดความคิดให้กว้าง

Jobrina Gale Ellison (2009) ได้ ระบุถึงความสำคัญที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหามีประโยชน์ดังนี้

1. เป็นการเตรียมความพร้อมนักเรียนให้นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยส่งเสริมให้รักเรียนใช้กระบวนการคิดให้เป็น

2. พัฒนาความมั่นใจในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งจะกล้าเสี่ยงและกล้าตัดสินใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่จะรับฟังและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างอิสระ

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าสิ่งที่ผลต่อการแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่มีความจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะเป็นพื้นฐานในการส่งเสริมต่อการคิด การตัดสินใจ และเป็นพื้นฐานของการทำงานในศตวรรษที่ 21

1.3 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษา พบว่า นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งประเภทของปัญหาที่แตกต่างกันไป ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

Krulik and Reys (1980) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ 5 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ
2. ปัญหาทางพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้
4. ปัญหาที่หาส่วนที่ขาดหายไป
5. ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์

Charles (1985) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ 6 ประเภท โดยพิจารณาตามเป้าหมายของการฝึกดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ
3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาข้อความอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่างๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาการประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้โมเมนต์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูล การตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการโมเมนต์ ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ บางครั้งต้องใช้วิธีที่ไม่ธรรมดา หรือต้องใช้ความรู้ที่ลึกซึ้ง ปัญหาประเภทนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ และมีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

Polya (1985) แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ เงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา

Charles and Others (1987) กล่าวถึงประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ครูควรสอนให้นักเรียนได้แก่

1. ปัญหาขั้นตอนเดียว เป็นปัญหาที่ให้ผู้แก้ปัญหาต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการเรียนการสอนปกติ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้แก้ปัญหาขั้นตอนเดียว คือ การเลือกวิธีดำเนินการ

2. ปัญหาหลายขั้นตอน ปัญหาประเภทนี้ต่างจากปัญหาขั้นตอนเดียวที่จำนวนของการดำเนินการที่จำเป็นในการหาคำตอบ ปัญหาหลายขั้นตอนมีจำนวนการดำเนินการมากกว่าหนึ่งตัว ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน คือ การเลือกการดำเนินการ

3. ปัญหากระบวนการ เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ โดยการเลือกดำเนินการได้ทันที แต่ต้องใช้กระบวนการต่างๆ ช่วย เช่น การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนแผนภาพ การเขียนกราฟแทนปัญหา การแก้ปัญหานั้นประเภทนี้ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและการตรวจสอบ การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ ปัญหากระบวนการหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาก็ได้หลายแบบ

4. ปัญหาการประยุกต์ บางครั้งเรียกว่า ปัญหาเชิงสถานการณ์ เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามันจะต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งจะต้องใช้วิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลทั้งที่โจทย์กำหนด และไม่ได้กำหนดให้ การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นปัญหาที่จะทำให้ผู้แก้ปัญหามันเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์

Hatfield Edwards and Bitter (1993) แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาตามลักษณะของปัญหา แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาเหล่านี้มองว่ากระบวนการแก้ปัญหามันเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) ปัญหาประเภทนี้จะต้องให้คำตอบในขั้นสุดท้าย แต่จะมีวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบ

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่เป็นลักษณะร่วมของปัญหา มีเงื่อนไขปัญหา และบอกทิศทางในการแก้ไขปัญหามัน ผู้เรียนไม่รู้สึกรอคอยในการหาคำตอบ

Baroody (1993) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากเป้าหมายในการหาคำตอบของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) หรือปัญหาอย่างง่าย หรือปัญหาขั้นเดียว (Simple (one step) Translation Problem) เป็นปัญหาที่ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว และสามารถแก้ปัญหามันโดยตรง

2. ปัญหาไม่ธรรมดา (Nonroutine Problem) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ดังนี้

2.1 ปัญหาซับซ้อนหรือปัญหาหลายขั้นตอน (Complex (Multistep) Translation Problem) เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 การดำเนินการขึ้นไปในการแก้ปัญหามัน

2.2 ปัญหาที่ต้องปรับใช้สิ่งอื่นของปัญหา (Other Modification of Translation Problem) เป็นการรวบรวมปัญหาหลายชั้นและชั้นเดียวแล้วเปลี่ยนเป็นวิธีการอื่นๆ เพื่อต้องการความคิดวิเคราะห์ที่โต้แย้ง ปัญหาที่ต้องการหาค่าประกอบที่ผิด หรือสิ่งที่ผิดของโจทย์ปัญหาที่ต้องการประยุกต์คำตอบ ปัญหาที่ให้ข้อมูลมากๆ หรือข้อมูลน้อยๆ หรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้องปัญหาที่สามารถแก้ปัญหานั้นได้มากกว่า 1 วิธี ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ปัญหาที่ต้องใช้ความอดทนในการแก้ปัญหา

2.3 ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหา

2.4 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่มีเทคนิค และความต้องการความลึกซึ้ง เป็นปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาประเภทนี้จะทำให้เกิดความสนุกสนานและท้าทาย

2.5 ปัญหาเฉพาะที่ไม่ระบุเป้าหมาย (Nongoal – Specific Problem) ปัญหาประเภทนี้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งไม่ต้องการหาคำตอบหรือเงื่อนไขคำตอบ

2.6 ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) ขยายจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.7 ปัญหายุทธวิธี (Strategy Problem) กำหนดจุดมุ่งหมายที่จะต้องแก้ปัญหา ผู้เรียนบางคนอาจจะมุ่งไปที่คำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ แต่ปัญหาประเภทนี้จะช่วยระบุหรือเน้นยุทธวิธีที่จะช่วยทำให้เข้าใจปัญหา และกระบวนการในการแก้ปัญหา

Sathya Sai (1994) ได้รวบรวมประเภทของปัญหาในปัจจุบันสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทที่นักเรียนต้องเจอบ่อยๆ คือ

1. โจทย์ปัญหา เป็นแนวความคิดที่ครอบคลุมสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง นักเรียนต้องจดจำ ประยุกต์ใช้ การคิดคำนวณ และใช้กฎเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งอยู่ในช่วงของการเตรียมความพร้อมเผชิญปัญหาในชีวิตจริง

ในการสร้างคำถามในบางครั้งต้องให้ข้อมูลมากเกินไป เพื่อให้นักเรียนรู้จักเลือกข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องในการแก้ปัญหามาใช้ในการคำนวณ หรืออาจจะให้ข้อมูลที่เพียงพอในการหาคำตอบ (Fermi problem) จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้คอมมอนเซนส์และประสบการณ์หาคำตอบที่สมเหตุสมผล ซึ่งใช้ได้ดีกับการทำงานร่วมกัน กับปัญหาที่เป็นประเด็นสังคม

2. ปัญหาที่มีความพิเศษ (ไม่ธรรมดา) ซึ่งคำถามนี้ต้องใช้การตีความและจัดระเบียบข้อมูลที่สูงขึ้นมากกว่าแค่จดจำหรือประยุกต์ใช้ มุ่งเน้นส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางด้านความรู้ทั่วไปและคอมมอนเซนส์ คำถามประเภทนี้จะส่งเสริมการคิดอย่างมีตรรกะ เพิ่มความเข้าใจในมโนทัศน์ และสร้างกลวิธีการแก้ปัญหาที่ประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นได้

3. ปัญหาที่แท้จริง เป็นการตรวจสอบปัญหาที่แท้จริงสำหรับนักเรียนไม่จำเป็นต้องมีทางแก้ปัญหาคือตายตัว แต่มีการใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือแก้ปัญหา มุ่งให้นักเรียนเผชิญปัญหาในสังคม

Reys and Others (2004) แบ่งประเภทของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจาก ผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเรื่องราวที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว

2. ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามust ต้องประมวลความรู้ความสามารถ และประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

จากการศึกษาจากนักการศึกษาข้างต้น เราจะพบว่า ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำโจทย์ปัญหาไปใช้ เกณฑ์ในการจำแนก และลักษณะของตัวโจทย์ปัญหา เช่น แบ่งตามประเภทของปัญหา ตามรูปแบบของปัญหา แบ่งตามที่มาของปัญหา แบ่งตามหลักการแก้ปัญหา เป็นต้น

1.4 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของ โจทย์ปัญหาไว้หลากหลายดังนี้

Anderson and Pingry (1973) และ Skinner (1990) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า เป็นสถานการณ์หรือข้อคำถาม ที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบ โดยเกี่ยวข้องกับบุคคลใดบุคคลหนึ่งในการแสวงหาคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ ประสบการณ์ และการตัดสินใจอย่างเหมาะสม

Henderson and Pingry (1995) Orton and Frobisher (1996) Cooney, Davis and Henderson (1975) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน สามารถสรุปได้ดังนี้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ที่มีข้อคำถามซึ่งต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ หรือสามารถกล่าวอีกอย่างได้ว่า เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งมีลักษณะที่ท้าทาย จูงใจให้อยากแก้ปัญหา หรือกระตุ้นให้ผู้ใช้แก้ปัญหาเชื่อว่าสามารถหาทางแก้ปัญหาให้สำเร็จลุล่วง และมีคำตอบที่ถูกต้องรออยู่

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533) ได้ให้ความหมายของ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า เป็นสภาพของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยจำนวนและตัวเลข และข้อความที่ก่อให้เกิดประเด็น

ปัญหา นักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะใช้วิธีอะไรทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหานี้ พร้อมทั้งเสนอแนะว่า ครูควรจัดโจทย์ปัญหาเหล่านี้ไว้หลายระดับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของเด็กแต่ละคน เพื่อไม่ให้เด็ก เกิดความคับข้องใจ หรือขาดแรงจูงใจในการคิดแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น

Adams, Ellis and Beeson (1977), อัมพร ม้าคอง (2534), สมเดช บุญประจักษ์ (2550) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ และต้องการคำตอบที่เกี่ยวข้องกับปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล ส่วนใหญ่ ประกอบด้วยจำนวน ตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพและข้อความ โดยผู้แก้ปัญหามักจะต้องใช้ความรู้ ทักษะ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงประสบการณ์ ในการตัดสินใจและลงมือแก้ปัญหามาหาคำตอบด้วยตนเอง โดยปัญหาคณิตศาสตร์ยังรวมถึงปัญหาที่เป็นโจทย์ภาษา (Word problem) ปัญหาเชิงเรื่องราว (Story problem) และปัญหาเชิงสนทนา (Verbal problem) ซึ่งต้องมีการแปลความหมาย และวิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหาก่อนลงมือหาคำตอบ

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการกำหนดสถานการณ์หรือเรื่องราวซึ่งประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ บอกเล่าเหตุการณ์ จำนวน ข้อคำถามที่ต้องการค้นหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหามักจะต้องใช้ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ ความสามารถและทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในตนเอง ค้นหาวิธีการแก้ปัญหอย่างเป็นกระบวนการ และตัดสินใจแก้ปัญหด้วยวิธีการที่เหมาะสมให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1.5 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

Polya (1980) และ Lufliig (1988) กล่าวถึงความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาอย่างกว้างๆ ไว้ว่า เป็นการหาหนทางที่ไม่เคยใช้มาก่อนเพื่อจะใช้หาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา โดยเป็นการหาวิธีการเพื่อเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญในโจทย์ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือได้คำตอบที่โจทย์ปัญหาต้องการที่ชัดเจน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถแก้ปัญหได้ในทันทีทันใด โดยใช้ทักษะการคำนวณเพื่อแก้ปัญหที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์และใช้ภาษาในการสื่อสาร โดยไม่รวมการแก้ปัญหที่อยู่ในรูปของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หรืออยู่ในรูปของตัวเลขเท่านั้น

อัมพร ม้าคอง (2534) และ เพลินพิศ เสือชานา (2541) ได้ให้นิยามของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยสรุปว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะเป็นการแก้ปัญหที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ในลักษณะของโจทย์ภาษา คำพูด เรื่องราว หรือสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งต้องใช้ความรู้พื้นฐาน ความเข้าใจในโจทย์ปัญหา และวิธีการที่จะแก้ปัญห ประกอบกับความสามารถในด้านอื่นๆ ด้วยสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ (2545) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ไว้ว่า เป็นความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา คำตอบ โดยใช้ทักษะการคิดคำนวณ การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการตรวจคำตอบ

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบ

1.6 กระบวนการแก้ปัญหา/แก้โจทย์ปัญหา

ในการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จอย่างมีคุณภาพนั้น ผู้แก้ปัญหามust ต้องแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอน ซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหานั้นมีความรอบครอบมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงต้องแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการต่างๆในการแก้ปัญหา ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งแตกต่างกันที่จำนวนขั้นตอนดังนี้

Polya (1973) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา (Understand and Explore the Problem) เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจประโยชน์ย่อยๆ สัญลักษณ์ต่างๆ ของปัญหา โดยนักเรียนต้องสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือคำพูดของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Find a Strategy) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 1 นำไปการสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาคด้วยวิธีใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จะก่อให้เกิดผลอย่างไรได้บ้าง และต้องใช้ความรู้อะไรที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยการนำทฤษฎี หลักการ กฎ สูตร นิยาม ที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา

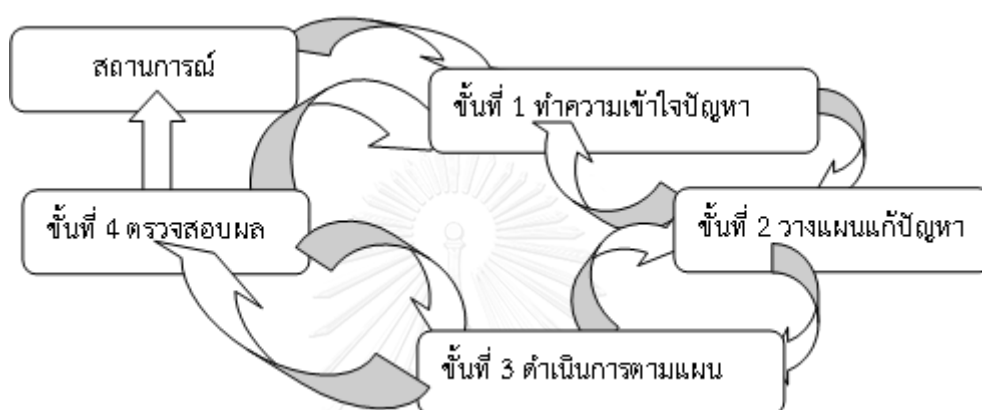
3. ขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ (Use the Strategy to Solve the Problem) เป็นขั้นดำเนินการตามแผน/วิธีการที่เลือกไว้จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ (Look Back and Reflect on the Solution) เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองว่าเรียบร้อยครบถ้วน ทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

นอกจากนี้ Mustafa Aydogdu and Mehmet Fatih Ayaz (2007) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ความสำคัญของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา ซึ่งพบว่าในขั้นตอนการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ (Look Back and Reflect on the Solution)

มีรายละเอียดของขั้นตอนที่ว่าผู้แก้ปัญหาจะต้องตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหาก็ต้องสะท้อนคิด (Reflect) เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหา และแนวทางและการปรับปรุงในการนำไปใช้แก้ปัญหาครั้งต่อไปอีกด้วย

Wilson and Other (1993) เสนอแนวคิดซึ่งสรุปได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาอาจไม่ได้เป็นลำดับที่ตายตัว เขาจึงเสนอรูปแบบที่การแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต (Dynamic) โดยปรับปรุงจากขั้นตอนของโพลยา แต่ขั้นตอนสามารถวนเวียนไปมาได้แสดงดังภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ

สามารถอธิบายแผนภูมิข้างต้นได้ดังนี้

เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหานักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อนหลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา

สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการแสดงพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ไขปัญหา ขั้นที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหาและคิดว่ามีความเข้าใจปัญหาดีแล้ว จึงเคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นวางแผนแก้ปัญหาหรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนแก้ปัญหาหรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 3 แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนก็อาจย้อนกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ในขั้นที่ 2 หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ในขั้นที่ 1 ก็ได้

เนื่องจากกระบวนการแก้ไขปัญหามาตามแนวคิดของวิลสันและคณะเป็นการดำเนินการที่เกิดขึ้นได้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้นนักเรียนจึงไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจ

ปัญหาเสมอไป เรียกกระบวนการแก้ไขปัญหามาตามความคิดของวิลสันและคณะว่าเป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาที่เป็นพลวัต

Troutman and Lichtenberg (1995) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดพื้นฐานจากกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องมีความรู้เรื่องในสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้คือ การตั้งคำถามตนเองเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

2. กำหนดแผนในการแก้ปัญหา โดยกำหนดอย่างน้อยหนึ่งแผน การกำหนดแผนไว้หลายแผนที่สามารถเปรียบเทียบและเลือกใช้แผนที่คิดว่าน่าจะจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่แก้ปัญหาลงมือทำตามแผนของตน ซึ่งแนะนำให้ทำงานเป็นกลุ่ม เพราะแต่ละคนดำเนินการตามแผนของตน คำตอบที่ได้สามารถนำมาตรวจสอบเปรียบเทียบกันและได้รู้สิ่งใหม่ๆจากเพื่อนๆในกลุ่ม หากทุกคนในกลุ่มใช้วิธีแก้ปัญหาเดียวกัน ทั้งกลุ่มจะได้มีโอกาสช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ซึ่งจะทำให้งานเสร็จอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์

4. ประเมินผลและคำตอบ ซึ่งดำเนินการโดย

4.1 พิจารณาคำตอบมีความเป็นไปได้หรือไม่สมเหตุสมผลหรือไม่

4.2 ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องของปัญหาหรือไม่

4.3 ลองแก้ปัญหาใหม่ โดยวางแผนใช้แผนการอื่นแล้วเปรียบเทียบผลที่ได้

4.4 เปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับคำตอบของเพื่อนคนอื่นๆ

5 ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหาค้นหารูปแบบทั่วไปของคำตอบของปัญหา ซึ่งต้องเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจนจึงจะสามารถขยายปัญหาได้ การขยายปัญหาจะช่วยเสริมสร้างทักษะในการแก้ปัญหาซึ่งทำโดย

5.1 เขียนปัญหาที่คล้ายปัญหาเดิม

5.2 เสนอปัญหาใหม่ เพื่อที่ผู้แก้ปัญหาค้นหารูปแบบทั่วไป กฎ หรือสูตรในการหาคำตอบ

6 บันทึกการแก้ปัญหา เพื่อสามารถรื้อฟื้นหรือทบทวนความพยายามของผู้แก้ปัญหาคือไปสิ่งที่ควรจดบันทึก ได้แก่

6.1 แหล่งของปัญหา

6.2 ตัวปัญหาที่กำหนด

6.3 แนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแบบแผนการคิดอย่างคร่าวๆ

6.4 ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่นำมาใช้หรือสามารถนำมาใช้ได้

6.5 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการขยายผลการแก้ปัญหา

Bohan, liby และ Vogol (1995) นำเสนอ 7 ขั้นตอนของการช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ โดยเขาปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหของ โพลยา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 อะไรคือคำถามที่คุณต้องตอบ

ขั้นที่ 2 เลือกคำถามหรือปัญหาที่คุณต้องการค้นหาคำตอบ โดยวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญในการค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ทำนายผลลัพธ์ที่น่าจะเป็น

ขั้นที่ 4 พัฒนาและค้นหาแนวทางในการทดสอบสมมติฐานหรือสิ่งที่ต้องการคำตอบ

ขั้นที่ 5 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูล ผลของการดำเนินการว่าสอดคล้องตามสมมติฐานหรือเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดหรือไม่

ขั้นที่ 7 การสะท้อนความคิด

เป็นการให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด ว่าได้เรียนรู้อะไรจากการดำเนินการแก้ปัญหา ประโยชน์และแนวทางที่จะนำไปใช้ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาครั้งต่อไป และผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้อย่างไร แบ่งปันผลลัพธ์ที่ได้กับผู้อื่น สรุป สุดท้ายนักเรียนจะเป็นนักวิจัยที่ เป็นผู้ผลิตความรู้ใหม่ ที่ผลิตและสื่อสารผ่านคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้มีผลในเชิงบวกกับชั้นเรียน

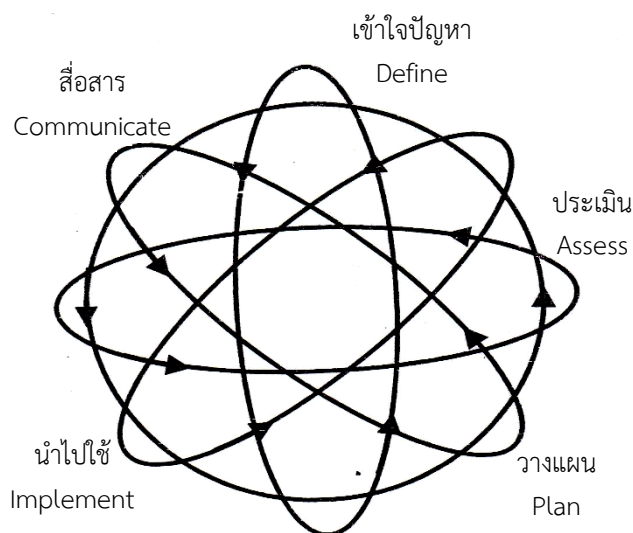
Mustafa Aydogdu and Mehmet Fatih Ayaz (2007) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ ความสำคัญของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา สามารถสรุปได้ดังนี้

รายงานผลจากการประชุมความก้าวหน้าคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี The Integrated Mathematics Science and Technology (2007: 1 - 2) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาใหม่ที่เรียกว่า DAPIC เป็นกระบวนการที่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเนื่องจากมีขั้นตอนไม่ซับซ้อนประกอบด้วย

1. ทำความเข้าใจปัญหา (Define) นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยการพิจารณาปัญหาอย่างถ่องแท้ ระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความยากหรืออุปสรรคในการแก้ปัญหาเท่านั้น

2. ประเมินเงื่อนไขของปัญหา (Assess) ในขั้นนี้นักเรียนประเมินเงื่อนไขของปัญหาพิจารณาข้อมูลที่ช่วยในการหาคำตอบ รวมทั้งความคุ้นเคยของปัญหา คือพิจารณาคำตอบที่ผ่านมา ว่าประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวอย่างไรเพื่อพัฒนาสู่ขั้นการวางแผนต่อไป
3. วางแผนการแก้ปัญหา (Plan) ขั้นนี้เป็นการวางแผนหาวิธีที่เหมาะสมมาช่วยในการแก้ปัญหา
4. นำแผนที่วางไปใช้ (Implement) เป็นขั้นการนำแผนที่วางมาใช้ โดยอาจมีการปรับปรุงแผนที่ให้ดีขึ้น
5. สื่อสารอภิปรายร่วมกัน (Communicate) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสารอภิปรายร่วมกัน อาจเป็นแบบฟอร์ม คำพูด การทำนายและการสร้างปัญหาใหม่

ทั้งนี้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ DAPIC ไม่ได้กำหนดไว้ว่าต้องเริ่มจุดไหนหรือเป็นไปตามลำดับ แต่ขึ้นอยู่กับผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาเอง เป็นกระบวนการไม่เชิงเส้น (Nonlinear) ยืดหยุ่นได้ กล่าวคือ ปัญหาอาจเริ่มต้นจากขั้นประเมินเงื่อนไขของปัญหา หรือการนำแผนที่วางไปใช้ก็ได้แต่สำหรับนักเรียนแล้วควรส่งเสริมให้เริ่มจากขั้นทำความเข้าใจปัญหาเพื่อฝึกการพิจารณาปัญหาดังภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 แสดงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแบบ DAPIC

Dendane (2009) ได้ระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในเชิงกระบวนการได้ 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. ขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหา
2. ขั้นตอนการสร้าง และจัดทำแผนการดำเนินการ

3. ขั้นตอนการดำเนินการตามแผนการ

4. ขั้นตอนการมองย้อนกลับ

Burris (2010) ได้นิยามปัญหาคณิตศาสตร์ว่า จริงๆ แล้วปัญหาจะต้องใช้ความคิดและความพยายามอยู่บ้างในการแก้ จึงจัดว่าไม่ใช่เป็นแบบฝึกหัด ปัญหาที่ดีจะให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความสามารถ และแนวการเรียนรู้ที่หลากหลาย ยังมีแนวทางออกหรือวิธีการที่มากกว่าหนึ่งจะยิ่งดีมาก ความท้าทาย คือ เราจะทำให้เกิดบรรยากาศดังกล่าวเช่นไร

ในการแก้โจทย์ปัญหาประยุกต์มาจาก 4 กระบวนการของ โพลยา แต่มีเพิ่มขึ้นในขั้นที่ 5 คือ ขั้นตอนขยายปัญหาทำให้มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา

ในขั้นนี้จะใช้คำถามเพื่อให้เข้าใจในตัวปัญหามากยิ่งขึ้น เช่น ปัญหาต้องการค้นหาอะไร คาดหวังอะไร ต้องการคำตอบแบบใด จะใช้หน่วยอะไรในการตอบ มีข้อมูลใดที่ให้มาบ้าง มีข้อมูลใดที่ต้องการเพิ่มเติมจากที่ให้มาบ้าง

2. จัดทำแผนการแก้ปัญหา

ในขั้นตอนนี้มุ่งเน้นที่จะหากลวิธีในการแก้ปัญหาที่ใช้ได้ในทุกระดับชั้น เช่น การเดาและการตรวจสอบ การวาดรูปหรือแผนผัง กราฟ ตัวเลข การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สร้างตาราง การตัดตัวเลือก การแบ่งกรณี การหาแบบรูป เป็นต้น

3. ดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหา

เมื่อวิเคราะห์ปัญหาและสร้างแผนการแล้ว หากแผนการเหมาะสมก็สามารถดำเนินการได้ แต่หากไม่สำเร็จก็เริ่มแผนการใหม่ อาจปรับเปลี่ยนกลวิธีเดิมหรือเลือกกลวิธีใหม่ นักเรียนต้องตระหนักว่าไม่ใช่ทุกปัญหาที่สามารถแก้ได้ในการลองครั้งแรก ความผิดพลาดล้มเหลวถือเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ พยายามช่วยให้นักเรียนรู้สึกหงุดหงิดหรือท้อแท้ใจ อาจใช้วิธีการเรียนรู้ในรูปแบบที่ช่วยเหลือกันเป็นทีม กิจกรรมปกติอาจอาจใช้คอมพิวเตอร์ เครื่องคิดเลขหรือเครื่องมือช่วยก็ได้

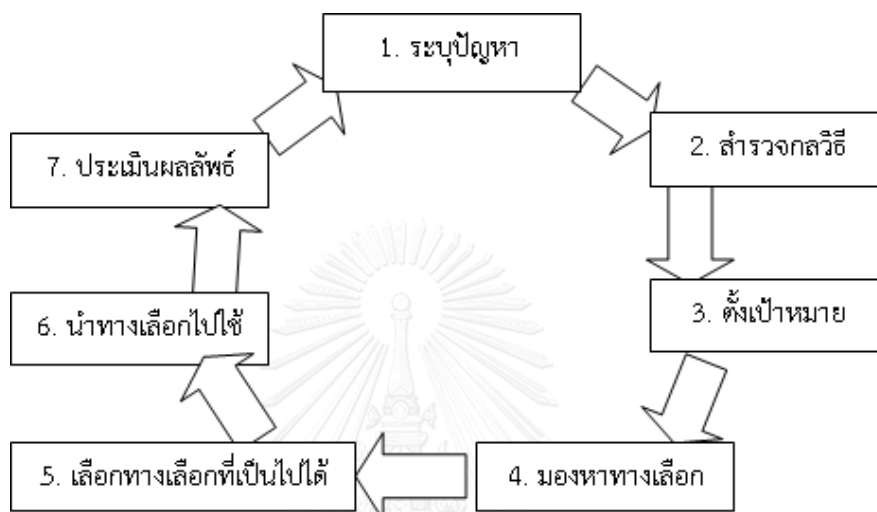
4. มองย้อนกลับ (การตรวจสอบคำตอบ)

เป็นสิ่งที่สำคัญที่ต้องตรวจสอบคำตอบทุกครั้ง ทุกขั้นตอน และต้องคำนวนภายในกระบวนการ เพื่อหาทางแก้ปัญหา ตัวอย่างคำถามที่ช่วยในกระบวนการมองย้อนกลับคือ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ มีวิธีหาคำตอบอื่นที่ง่ายต่อการพิสูจน์คำตอบหรือไม่ คำตอบเหมาะสมกับข้อมูลปัญหาหรือไม่

5. ขยายปัญหา

ปัญหาอาจต้องทำให้เรียบง่ายสำหรับนักเรียนที่ระดับต่างกัน หรือมีความต้องการพิเศษหรือครูผู้สอนบางคนอาจอยากทำปัญหาให้ยากขึ้นหรือซับซ้อนขึ้น พร้อมมีการเขียนบันทึก

Kerstin Patrick (2013) ได้นำเสนอแบบจำลองการแก้ปัญหาเป็นวงจร 7 ขั้นตอน ดังแผนภาพที่ 3 ดังนี้



แผนภาพที่ 3 แสดงแบบจำลองการแก้ปัญหาเป็นวงจร 7 ขั้นตอน ของ Kerstin Patrick

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

คือการหาว่าปัญหาที่ต้องการแก้คืออะไร การหาสาเหตุของปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่ทำทหายที่สุดของกระบวนการ การถามคำถามถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่เกิดขึ้นจะช่วยให้ได้ เช่น เป็นการเกิดขึ้นชั่วคราวหรือถาวร

ขั้นที่ 2 สำรวจกลวิธีที่เป็นไปได้

คิดถึงองค์ประกอบที่แตกต่างของปัญหาโดยมองจากมุมที่แตกต่าง โดยถามคำถาม เช่น คนอื่นจะรับรู้ปัญหาได้อย่างไร สำรวจให้กว้างมากที่สุด เช่น ระดมความคิด คิดเป็นภาพ จินตนาการ เขียนรายการออกมา ใช้เครื่องมือสร้างสรรค์และคิดวิเคราะห์ อภิปรายและตั้งกลวิธี

ขั้นที่ 3 ตั้งเป้าหมาย

การวางเป้าหมายเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเข้าถึงวัตถุประสงค์ทางกลวิธี เพื่อกระตุ้นให้ตนเองเปลี่ยนภาพอนาคตให้เป็นความจริง คำถามหลัก คือ อะไรคือสิ่งที่อยากได้ จำเป็นต้องตั้งคำถามให้อยู่ในระดับที่พอดี ไม่กว้างจนเกินไปหรือแคบจนเกินไป

ขั้นตอนที่ 4 มองหาทางเลือก

มีวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างได้กี่วิธี มีข้อดีข้อเสียอย่างไร ยังมีวิธีการแก้ที่เป็นไปได้มากเท่าไร ก็ยังมีโอกาสค้นพบทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์ของการระดมความคิด คือเพื่อรวบรวมรายการความเป็นไปได้ทั้งหมด โดยไม่ต้องสนว่าความคิดนั้นจะเป็นประโยชน์หรือนำไปปฏิบัติหรือบริหารจัดการได้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 5 เลือกทางเลือกที่เป็นไปได้

เมื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกแล้ว ก็ต้องเตรียมเหตุผลเพื่อพิสูจน์ว่าดีที่สุดในทุกทางเลือกอย่างไร ว่าเกี่ยวข้องที่สุดและเป็นไปได้จริง สามารถบริหารจัดการได้

ขั้นตอนที่ 6 นำทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ไปใช้

เมื่อเลือกทางแก้ปัญหาไปใส่ในรายการที่ต้องทำ จะต้องมียังประกอบคือ มีอะไรที่ต้องทำ โดยใคร ลดแผนการให้เล็กลงได้ไหม

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินผลลัพธ์

เมื่อทำตามการแก้ปัญหา จำเป็นต้องประเมินผลลัพธ์ว่าใช้แนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดหรือไม่ ตัดสินใจว่าจะวัดความสำเร็จของกลวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร ถ้าหากกลวิธีที่ใช้แก้ปัญหามุ่งเป้าหมาย ทำให้รู้ได้ว่าสามารถแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ หากไม่พอใจแนวทางการแก้ปัญหา ลองหาทางเลือกอื่นและเริ่มวงจรการแก้ปัญหาอีกครั้ง

Enrique Ortiz (2016) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ของ โพลยา 4 ขั้นตอน ในประเด็นที่สำคัญของกระบวนการแก้ปัญหา และสามารถนำมาใช้ได้จริงในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีประเด็นสำคัญดังนี้

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา/คำถาม (Understanding the problem) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาคควรทำความเข้าใจปัญหาหรือคำถาม โดยมุ่งให้ผู้แก้ปัญหามีส่วนร่วมกับปัญหานั้น และต้องการที่จะหาคำตอบ โดยผู้แก้ปัญหาคจะต้องตั้งประเด็นในการถามตนเองว่า คำศัพท์หมายความว่าอย่างไร เงื่อนไขสำคัญของข้อมูลคืออะไร อะไรคือข้อมูลที่ฉันต้องการทราบเพิ่มเติม เงื่อนไขที่ให้ความเพียงพอหรือไม่ และมีความซ้ำซ้อนของข้อมูลหรือไม่ ฉันทสามารถเขียนปัญหาหรือคำถามใหม่โดยใช้คำพูดตนเองได้อย่างไร เป็นต้น

ขั้นวางแผน (Devising a plan) ในขั้นนี้มุ่งเน้นให้ผู้แก้ปัญหาคพิจารณาและเชื่อมโยงข้อมูลกับสิ่งที่ยังไม่รู้แล้วต้องค้นหาคำตอบ โดยพิจารณาเงื่อนไขต่างๆจากปัญหาหรือคำถาม เพื่อนำมาสู่การวางแผนในการแก้ปัญหา โดยผู้แก้ปัญหาคจะต้องตั้งประเด็นในการถามตนเองว่า ฉันทเคยเห็นปัญหาหรือคำถามที่เหมือน ไกลเคียง หรือเชื่อมโยงกับปัญหานี้หรือไม่ ปัญหานี้มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหา

หลักการ ทฤษฎีใดที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ฉันจะทำปัญหาให้มีความง่ายขึ้นได้อย่างไร เราสามารถใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาแบบใดได้บ้าง เป็นต้น

ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ในขั้นนี้มุ่งเน้นให้ผู้แก้ปัญหาดำเนินการตามแผนการที่ได้พัฒนาขึ้นไว้ก่อนหน้านี้ ผู้แก้ปัญหาคควรตรวจสอบแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาอย่างละเอียดรอบครอบ โดยผู้แก้ปัญหาคจะต้องตั้งประเด็นในการถามตนเองว่า ขั้นที่ดำเนินการอยู่นั้นมีความถูกต้องเหมาะสมตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือไม่ ฉันจะแสดงการพิสูจน์ว่าสิ่งที่ทำนั้นมีความถูกต้องได้อย่างไร เป็นต้น

ขั้นการมองย้อนกลับ (Looking back- Reflect) ในขั้นนี้มุ่งเน้นให้ผู้แก้ปัญหา ตรวจสอบคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหา และมีการสะท้อนคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหา และประเด็นในการนำไปปรับปรุงและแก้ไขในการแก้ปัญหาอื่นๆต่อไป โดยผู้แก้ปัญหาคจะต้องตั้งประเด็นในการถามตนเองว่า ตอบคำถามทุกประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบหรือไม่ ฉันสามารถหาผลลัพธ์ที่แตกต่างได้อีกหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องตามเงื่อนไขและบริบทที่กำหนดหรือไม่ การคิดคำนวณในแต่ละขั้นตอนถูกต้องหรือไม่ ฉันสามารถนำผลลัพธ์ กลวิธี แนวทางการแก้ปัญหา ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือคำถามอื่นๆที่คล้ายคลึงในอนาคตได้หรือไม่ เราสามารถแก้ปัญหาด้วยกลวิธีอื่นๆอีกหรือไม่ แนวทางการแก้ปัญหานี้มีประสิทธิภาพข้อดีข้อเสียอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับแนวทางการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ เป็นต้น

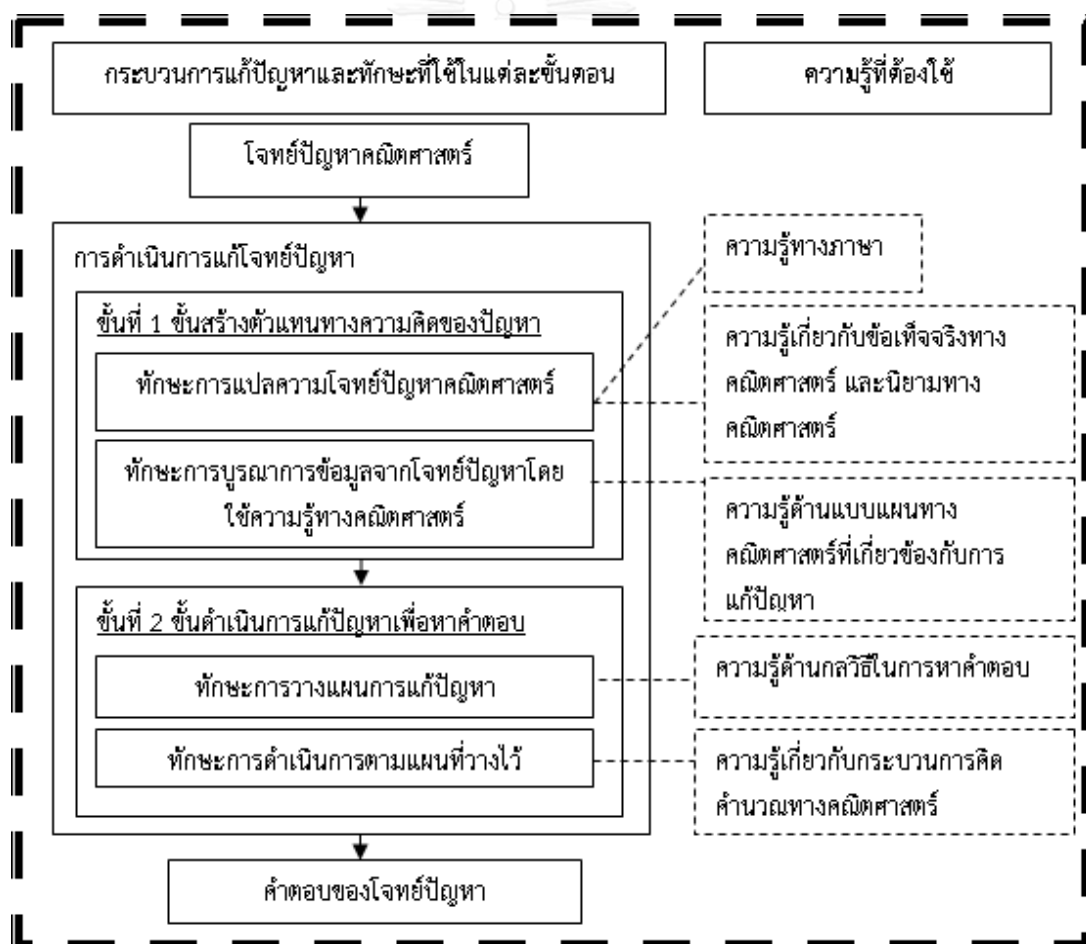
จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหา/แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาแต่ละท่านมีลักษณะ และขั้นตอนใกล้เคียงกัน มีบางส่วนที่แตกต่างกันในเรื่องจำนวนขั้นตอน โดยสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญซึ่งไม่จำเป็นต้องเรียงเป็นขั้นตอนที่ตายตัว โดยสามารถเริ่มที่ขั้นตอนใดก่อนก็ได้แต่ต้องดำเนินการให้ครบใน 4 ขั้นตอนนี้คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นที่ต้องทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลสำคัญที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม และข้อมูลที่โจทย์ต้องการถาม
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา โดยการนำทฤษฎี หลักการ กฎ สูตร นิยาม ที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นขั้นที่ต้องดำเนินการตามวิธีที่เลือกไว้จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีกรคิดคำนวณ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์
4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบ โดยขั้นนี้เป็นการพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบจากเงื่อนไขที่โจทย์

กำหนดให้ พร้อมทั้งสะท้อนความคิดสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา ประโยชน์และแนวทางการนำไปใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาครั้งต่อไป

1.7 ทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นในหัวข้อที่ 4 นั้น ซึ่งแต่ละขั้นตอนในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับ Mayer (2003) ได้เสนอทักษะที่เป็นความสามารถพื้นฐานของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์รวมทั้งสิ้น 4 ทักษะ ซึ่งในแต่ละทักษะต้องใช้ความรู้ด้านต่างๆดังนี้ โดยการนำเสนอของ Mayer (2003) ได้ระบุกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือขั้นตอนของการสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา และขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ โดยในแต่ละขั้นตอนประกอบไปด้วยทักษะที่สำคัญที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนดังแผนภาพที่ 4 ดังนี้



แผนภาพที่ 4 แสดงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Mayer (2003)

จากแผนภาพข้างต้นสามารถอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Mayer (2003) ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 : ขั้นสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา (Problem Representation) เป็นขั้นตอนการสร้างตัวแทนความคิดของปัญหาเป็นขั้นตอนแรกของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ทักษะที่สำคัญคือ

1. ทักษะการแปลโจทย์คณิตศาสตร์ (Problem Translation) เป็นความสามารถในการแปลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และทำความเข้าใจสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งสามารถอยู่ในรูปของประโยคทางภาษา รูปภาพ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางข้อมูล เพื่อให้ทราบรายละเอียดของโจทย์ปัญหาว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้างและโจทย์ต้องการหาสิ่งใด โดยความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในทักษะนี้มี 2 ประเภทคือ (1) ความรู้ทางภาษา (Linguistic Knowledge) และ (2) ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ (Factual Knowledge)

2. ทักษะการบูรณาการข้อมูลจากโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Problem Integration) เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้คัดเลือก และวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และประมวลข้อมูลที่คัดเลือกมาสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา (Problem Representation)

ขั้นที่ 2: ขั้นแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ (Problem Solution) เป็นขั้นตอนที่ใช้ตัวแทนทางความคิดของปัญหาที่สร้างแล้วนั้น มาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาเพื่อหากวิธีที่จะนำไปสู่การหาคำตอบตามที่โจทย์ปัญหาต้องการ ซึ่งในขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วย 2 ทักษะที่สำคัญคือ

1. ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา (Solution Planning and Monitoring) เป็นความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์กับตัวแทนทางความคิดของปัญหาเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลไปสู่การค้นหาลองที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ

2. ทักษะการดำเนินการตามแผน (Solution Execution) เป็นความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกลวิธีที่ได้วางแผนไว้และคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ

จากทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Mayer (2003) สามารถสรุปทักษะที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 4 ทักษะ ดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมที่พบในแต่ละทักษะ

ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	พฤติกรรมที่พบในแต่ละทักษะ
<p>1. ทักษะการแปลโจทย์คณิตศาสตร์ (Problem Translation) เป็นความสามารถในการแปลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และทำความเข้าใจสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งสามารถอยู่ในรูปของประโยคทางภาษา รูปภาพ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางข้อมูล เพื่อให้ทราบรายละเอียดของโจทย์ปัญหาว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง และโจทย์ต้องการหาสิ่งใด</p>	<ul style="list-style-type: none"> - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ - บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบได้ - บอกและสามารถระบุข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น หน่วยของปริมาณ ระบบมาตรา นิยามของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ได้
<p>2. ทักษะการบูรณาการข้อมูลจากโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Problem Integration) เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้คัดเลือก และวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และประมวลข้อมูลที่คัดเลือกมาสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา (Problem Representation) โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล และจัดวางข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และมีความสอดคล้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> - บอกได้ว่าข้อมูลที่กำหนดให้มีความขัดแย้งกันหรือไม่ - แยกแยะข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อเลือกเฉพาะข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุว่าโจทย์ปัญหาให้ข้อมูลมาเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่ และบอกได้ว่าข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีอะไรบ้าง - สร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับสมการคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ - จำแนกรูปแบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ ตามเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้ - สร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหาที่กำหนดให้ โดยการเชื่อมโยงข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และสอดคล้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	พฤติกรรมที่พบในแต่ละทักษะ
<p>3. ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา (Solution Planning and Monitoring) เป็นความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์กับตัวแทนทางความคิดของปัญหาเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลไปสู่การค้นหาสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ โดยมีการแบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหา ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งมีการกำกับความคิด (Monitoring) เพื่อตรวจสอบการวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - บอกข้อมูลที่สำคัญที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาก่อนนำไปสู่การหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ซึ่งเป็นข้อมูลที่โจทย์ปัญหาไม่ได้กำหนดมาให้ - ระบุลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา และสามารถเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล - บอกวิธีการคำนวณ สูตร กฎ หรือหลักการ ที่ต้องใช้ในการดำเนินการตามขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาได้
<p>4. ทักษะการดำเนินการตามแผน (Solution Execution) เป็นความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกลวิธีที่ได้วางแผนไว้และคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้ปัญหาคตามแผนการที่กำหนดไว้ - คิดคำนวณตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยใช้ทักษะทางเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต และการใช้ตรรกศาสตร์เบื้องต้น

จากทักษะที่สำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Mayer ซึ่งมีแนวทางการพิจารณาจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปออกมาได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญคือ 1) ขั้นทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ 4) ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบ 5) ขั้นขยายปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำทักษะที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของ Mayer พิจารณาร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ของนัก การศึกษาที่สังเคราะห์ขึ้น	ทักษะที่สำคัญของการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิด ของ Mayer	สรุปความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ ปัญหา	ทักษะการแปลโจทย์คณิตศาสตร์	ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ ปัญหา
	ทักษะการบูรณาการข้อมูลจาก โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทาง คณิตศาสตร์	
วางแผนแก้ปัญหา	ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา	ความสามารถในการวางแผน แก้โจทย์ปัญหา
ดำเนินแก้ปัญหาและหา คำตอบ	ทักษะการดำเนินการตามแผน	ความสามารถในการดำเนินแก้ โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ
ตรวจสอบกระบวนการ แก้ปัญหา และคำตอบ		ความสามารถในการ ตรวจสอบกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา และคำตอบ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถสรุปความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องประกอบไปด้วยความสามารถทั้งหมด 4 ด้านดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา คือ ความสามารถในการระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ และข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม โดยการเชื่อมโยงข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และสอดคล้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

2) ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา คือ ความสามารถในการระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ และสามารถระบุลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

3) ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ คือ ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบ และสามารถคิดคำนวณ โดยใช้กฎ สูตร หรือหลักการ ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

4) ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ คือ ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ และสามารถสะท้อนคิดเกี่ยวกับวิธีการในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

1.8 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การจะเป็นผู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เรื่องกลวิธีในการโจทย์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีทันใดที่เผชิญปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้นนักเรียนควรจะได้เรียนรู้หรือฝึกทักษะการใช้กลวิธีต่างๆให้ชำนาญ เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอกลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

Wilson and Other (1993) ได้เสนอกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 21 กลวิธี ดังนี้

1. กลวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) เป็นการเดาคำตอบของปัญหาที่พบและตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องยังมาหรือไม่ ถ้าคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ให้เดาคำตอบใหม่จนได้คำตอบที่ถูกต้องโดยอาศัยเหตุผลจากการเดาครั้งที่ผ่านมา
2. กลวิธีใช้ตัวแปร (Use a Variable) เป็นการกำหนดตัวแปรแทนตัวที่ไม่ทราบค่าหรือสิ่งที่โจทย์ถาม แล้วหาค่าของตัวแปรเพื่อให้ได้คำตอบ ที่โจทย์ถาม
3. กลวิธีหารูปแบบ (Look for Pattern) เป็นการหาคำตอบโดยสังเกตจากตัวอย่างที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วหารูปแบบจากตัวอย่างที่โจทย์กำหนดมาให้เป็นแนวทางในการหาคำตอบ
4. กลวิธีสร้างรายการ (Make a List) เป็นการหาคำตอบโดยการสร้างรายการที่เป็นไปได้ของคำตอบตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด
5. กลวิธีปัญหาที่ง่ายกว่า (Solve a Simpler Problem) เป็นการหาคำตอบโดยการสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิม แล้วนำวิธีการใช้แก้ปัญหานั้นที่สร้างขึ้นมานั้นมาใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาเดิม
6. กลวิธีวาดภาพ (Draw a Picture) เป็นการวาดภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา
7. กลวิธีเขียนแผนภาพ (Draw a Diagram) เป็นการเขียนแสดงสาระสำคัญเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาต่างๆ จากกลวิธีวาดภาพตรงที่เขียนแผนภาพจะไม่แสดงรายละเอียด จะบอกเพียงสาระสำคัญเท่านั้น

8. กลวิธีใช้การให้เหตุผลทางตรง (Use Direct Reasoning) เป็นการให้เหตุผลพิจารณาข้อมูลต่างๆที่โจทย์กำหนดมาให้ในการหาคำตอบ และมักเป็นกลวิธีที่ใช้ร่วมกับกลวิธีอื่นๆในการแก้โจทย์ปัญหา
9. กลวิธีใช้การให้เหตุผลทางอ้อม (Use Indirect Reasoning) เป็นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้การพิสูจน์เพื่อแสดงว่า คำตอบหนึ่งเป็นจริงแต่ไม่สามารถแสดงได้ ซึ่งจะเปลี่ยนการหาคำตอบเป็นการหาเหตุผลมาแสดงว่าคำตอบที่มีทิศทางหรือเครื่องหมายตรงกันข้ามเป็นเท็จ แล้วจึงสรุปคำตอบที่โจทย์กำหนดให้พิสูจน์เป็นจริง
10. กลวิธีการใช้สมบัติของจำนวน (Use Properties of Number) เป็นการหาคำตอบโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของจำนวนมาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา
11. กลวิธีโจทย์ปัญหาที่เหมือนกัน (Solve an Equivalent) เป็นการหาคำตอบโดยการเปลี่ยนภาษาของโจทย์ปัญหาเป็นภาษาของผู้แก้ปัญหาเอง โดยที่ความหมายไม่เปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจปัญหา
12. กลวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward) เป็นการแก้โจทย์ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์หรือเหตุการณ์สุดท้ายที่โจทย์กำหนด แล้วทำย้อนกลับ เพื่อหาคำตอบที่ต้องการ
13. กลวิธีแบ่งเป็นกรณี (Use Case) เป็นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่คำตอบมีสาเหตุมาจากกรณีย่อยๆ หลายกรณี แล้วพิจารณาคำตอบจากทุกกรณีร่วมกันเป็นคำตอบที่โจทย์ต้องการ
14. กลวิธีแก้ปัญหาด้วยสมการ (Use an Equation) เป็นการหาคำตอบโดยการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลให้อยู่ในรูปของการเท่ากัน แล้วจึงหาคำตอบ
15. กลวิธีค้นหาสูตร (Look for a Formula) เป็นการหาคำตอบโดยการใช้สูตรที่สอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ในการหาคำตอบ
16. กลวิธีสร้างสถานการณ์จำลอง (Do a Simulation) เป็นการหาคำตอบโดยการทดลองแสดงสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดมาให้ โดยใช้วัสดุที่มีลักษณะ รูปร่าง ที่คล้ายกับข้อมูลที่โจทย์กำหนด
17. กลวิธีใช้แบบจำลอง (Use a Model) เป็นการหาคำตอบโดยการใช้แบบจำลองที่มีรูปร่างคล้ายกับโจทย์กำหนดมาให้ ประกอบการแก้โจทย์ปัญหา
18. กลวิธีวิเคราะห์เกี่ยวกับขนาด (Use Dimensional Analysis) เป็นการหาคำตอบโดยใช้การแปลงหน่วยการวัดระยะทาง อัตราเวลา หรือโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับมาตราวัดต่างๆ ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์เกี่ยวกับขนาด

19. กลวิธีกำหนดเป้าหมายรอง (Identify Sub-Goals) เป็นการหาคำตอบโดยการหาคำตอบจากส่วนย่อยมาก่อน แล้วจะทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

20. กลวิธีใช้หลายวิธีร่วมกัน (Use Coordinate) เป็นการหาคำตอบโดยใช้หลากหลายกลวิธีร่วมกัน

21. กลวิธีใช้การสมมาตร (Use Symmetry) เป็นการหาคำตอบโดยใช้คุณสมบัติของการเท่ากันของสิ่งของสองสิ่งมาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

Hatfield, Edwards and Bitter (1993) ได้เสนอยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. ยุทธวิธีหารูปแบบ (Look for a Pattern) ยุทธวิธีนี้จะพิจารณารูปแบบของส่วนแรกในลำดับของจำนวนหรือข้อมูลที่ให้มาก่อน แล้วจึงค้นหาต่อไปอีก

2. ยุทธวิธีวิเคราะห์ให้ได้ปัญหาย่อย (Identify a Sub-Goal) ในการวางแผนแก้ปัญหบางปัญหา คำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคำตอบของปัญหาที่คล้ายกันมากๆ หรือที่เคยพบมาแล้วอาจกลายเป็นปัญหาย่อยๆของเป้าหมายพื้นฐานในการแก้ปัญหานั้นได้

3. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward) ปัญหาบางปัญหาอาจง่ายขึ้น ถ้าเริ่มต้นพิจารณาจากคำตอบหรือผลขั้นสุดท้าย

4. ยุทธวิธีสร้างแผนภาพ (Draw a Diagram) การวาดแผนภาพเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหในวิชาเรขาคณิต จะสร้างรูปเพื่อการเข้าใจซึ่งจำเป็นในการแก้ปัญห นอกจากนี้ปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาทางเรขาคณิต ก็สามารถใช้การวาดรูปในการแก้ปัญหได้ ยุทธวิธีนี้มีคุณค่าและประโยชน์ต่อการรับรู้ของนักเรียนเป็นวิธีการอันชาญฉลาดในการที่จะพัฒนาทักษะการให้เหตุผล

5. การวาดภาพ กราฟและตาราง (Drawing Pictures, Graphs, and Table) ยุทธวิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพจากปัญหาที่ยุ่งยาก หรือปัญหาที่เป็นนามธรรม การวาดภาพ กราฟและตาราง เป็นการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนให้นักเรียนเห็น กราฟช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ไม่ปรากฏในทันที ในการแก้ปัญหจะใช้ยุทธวิธีสร้างตาราง เพื่อ 1) แจงกรณีเป็นไปได้ทั้งหมด 2) แจงกรณีบางกรณีที่เป็นและเพียงพอ 3) หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่ 2 ข้อมูลขึ้นไป และ 4) หานัยทั่วไปของความสัมพันธ์

6. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Check) ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและใช้เหตุผลดูความเป็นไปได้แล้วตรวจสอบคำตอบ ถ้าการเดาครั้งนั้นไม่ถูก ขั้นต่อไปคือการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของคำตอบให้มากขึ้นแล้วเดาต่อไป

7. ตรวจสอบว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (Insufficient Information) บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอบางส่วนขาดหายไป

8. การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก (Elimination of Extraneous Data) ปัญหาบางปัญหามีข้อมูลทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น นักเรียนต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อที่จะให้ข้อมูลนั้นแคลงแทนที่จะพยายามใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มีความหมาย

9. พัฒนาสูตรและเขียนสมการ (Developing Formula and Writing Equations) สูตรที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อหาคำตอบ

10. เขียนแผนภูมิสายงาน (Flow Charging) การเขียนแผนภูมิสายงานจะช่วยให้เห็นกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งแผนภูมิสายงานหรือผังงานเป็นเค้าโครงที่แสดงรายละเอียดของขั้นตอน ที่ต้องดำเนินการตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการก่อนที่จะไปแก้ไขปัญหา

11. ยุทธวิธีการพิจารณากรณีที่ยากกว่าหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย (Simplifying the Problem) เป็นการพิจารณาสถานการณ์ที่ซับซ้อนโดยเริ่มพิจารณาจากกรณีง่ายๆ ของปัญหานั้นก่อนหรือแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆ เพื่อลดระดับความซับซ้อนลงและแก้ปัญหาจากกรณีง่ายๆ นั้นก่อนแล้วนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหากำหนดให้

12. ยุทธวิธีแจงกรณีที่เป็นไปได้ (Account for All Possibilities) ยุทธวิธีนี้นักเรียนจะใช้ก่อนที่จะทราบคำตอบ นักเรียนอาจจะแจงความเป็นไปในทั้งหมด โดยนำมาเขียนเป็นรายการหรือสร้างตาราง เหมาะสำหรับปัญหาที่มีจำนวนความเป็นไปได้ไม่มากนัก

13. เปลี่ยนมุมมองของปัญหา (Change Your Point of View) ปัญหาบางปัญหาต้องการให้เปลี่ยนสิ่งที่มีอยู่ในใจหรือยึดติดความคิดแบบเดิม ดังนั้นจึงต้องมองสภาพสถานการณ์นั้นด้วยวิธีใหม่

Reys and other (2004: 124 - 130) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 10 ประการ คือ

1. ปฏิบัติการเพื่อออกไปจากปัญหา (Act It Out) เป็นกลวิธีที่นักเรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา และนักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหากจากสถานการณ์นั้น

2. ใช้ภาพหรือแผนภาพ (Make a Drawing or Diagram) เป็นการเขียนภาพหรือแผนภาพของข้อมูลตามที่โจทย์กำหนดให้

3. ค้นหารูปแบบ (Look for a Pattern) เป็นการใช้แบบรูปของจำนวนหรือรูปภาพที่โจทย์กำหนดให้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

4. สร้างตาราง (Construct a Table) เป็นการจัดระเบียบของข้อมูลในรูปแบบตารางช่วยให้ผู้แก้โจทย์ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้

5. จำแนกทุกกรณีที่เป็นไปได้ (Identify All Possibilities) กลวิธีนี้มักใช้ร่วมกับกลวิธีสร้างตาราง และค้นหาแบบรูป ทำให้นักเรียนรู้ว่าคำตอบของโจทย์ปัญหาเป็นอะไรได้บ้าง

6. เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) เป็นการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้ ผู้แก้ปัญหามั่นใจว่าคำตอบที่ได้จากการเดาถูกต้องหรือไม่ จะต้องตรวจสอบคำตอบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่

7. ทำย้อนกลับ (Work Backward) เป็นการหาคำตอบโดยพิจารณาจากข้อมูลสุดท้ายที่โจทย์กำหนดมาให้ ช่วยในการหาคำตอบที่โจทย์ถาม

8. เขียนเป็นประโยค (Write an Open Sentence) เป็นการฝึกหาคความสัมพันธ์ของข้อมูลในประโยคคำถาม ซึ่งมีลักษณะเหมือนคำทนาย เพื่อใช้ในการหาคำตอบ

9. แก้ปัญหาที่ง่ายกว่าหรือปัญหาที่คล้ายกัน (Solve a Simpler or Similar Problem) เป็นการกำหนดปัญหาขึ้นมาใหม่ที่มีลักษณะที่ง่ายกว่า หรือคล้ายกัน โดยมีโครงสร้างของปัญหาเหมือนเดิม แล้วนำวิธีการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคล้ายกันไปแก้โจทย์ปัญหาเดิม

10. เปลี่ยนจุดมุ่งหมายของปัญหา (Change Your Point of View) เป็นการแก้โจทย์ปัญหาทีละตอน ทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

Cruikshank and Sheffield (2005: 105 - 120) ได้เสนอแนะกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ 5 ประการ ดังนี้

1. เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) เป็นวิธีเดาคำตอบและตรวจสอบเงื่อนไขของปัญหาเรื่อยๆ จนได้เป็นผลลัพธ์ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขปัญหา

2. ค้นหาแบบ (Look for a Pattern) สำหรับบางปัญหาผู้แก้ปัญหามองค้นหาแบบรูปในการหาคำตอบ อาจเป็นตัวเลข จำนวนหรือรูปภาพ เมื่อจดจำแบบรูปได้แล้วก็นำไปใช้ในการแก้ปัญหาก็ได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. สร้างรายการ (Make a Systematic List) เป็นวิธีใช้หาทุกเหตุการณ์หรือทุกกรณีที่เป็นไปได้แล้วนำมาเขียนอย่างเป็นระเบียบ

4. วาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง (Make and Use a Drawing or Model) ของปัญหาสามารถมองเห็นวิธีแก้ปัญหาก็ง่ายขึ้นหากมีการวาดภาพหรือสร้างแบบจำลองทำให้มองเห็นความสัมพันธ์หรือเงื่อนไขของปัญหานั้นได้ชัดเจน

5. คิดย้อนหลัง (Working Backwards) ใช้สำหรับปัญหาที่แก้จากข้อมูลสุดท้ายของปัญหาไปสู่จุดเริ่มต้นของปัญหาย่อยกว่าแก้จากเริ่มต้นของปัญหาไปสู่ข้อมูลสุดท้ายของปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นเสมือนเครื่องมือที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถช่วยให้ผู้แก้ปัญหาประสบความสำเร็จในการหาคำตอบโจทย์ปัญหาข้อหนึ่งๆ ในบางปัญหาอาจจะต้องใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายหรือสามารถเลือกใช้กลวิธีได้หลายกลวิธี ดังนั้นผู้แก้ปัญหาคควรเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมและหลากหลายเพื่อพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา

1.9 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

สิ่งที่มีความสำคัญประการหนึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ปัจจัยที่จะทำให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ ซึ่งได้มีผู้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991: 57) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถด้านนี้คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากผู้เรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองของผู้เรียนในการระลึก การนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอ ย่อมมีโอกาสที่จะพบปัญหาต่าง ๆ หลากรูปแบบ ทั้งที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึง หรือแตกต่างกัน การเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการส่งเสริมประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผล เมื่อทำความเข้าใจกับปัญหา และวางแผนการปัญหาเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งบางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณบางปัญหาต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผล ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็น และเพียงพอในระดับของตน

4. แรงขับ ในการแก้ปัญหาผู้เรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่หรือที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน ปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบในทันทีทันใด ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อจะหาคำตอบให้ได้ จึงจำเป็นที่เรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้มาจากความสนใจ เจตคติ ความสำเร็จ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงขับนี้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการบ่มเพาะมายาวนาน

5. ความยืดหยุ่น การจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ผู้เรียนต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง หรือยึดติดรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่ต้องยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการแก้ปัญหา โดยบูรณาการ ความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

6. ความรู้พื้นฐาน ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอ สามารถนำมาใช้ได้เหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหา ระดับสติปัญญา การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ที่มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาที่ด้อยกว่า

7. การอบรมเลี้ยงดู ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย ให้ออกแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงแบบปล่อยปละละเลย หรือเข้มงวดเกินไป

8. วิธีสอนของผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียน ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่า แบบที่บทบาทการเรียนการสอนตกอยู่ที่ผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว นอกจากนี้ การจัดสภาพแวดล้อม ก็มีผลที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน เช่นกัน

Baroody (1993: 2 - 10) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน

3. องค์ประกอบด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนจะตอบตนเองได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาและจะติดตามควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

Cruikshank and Sheffield (2005: 105 - 120) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

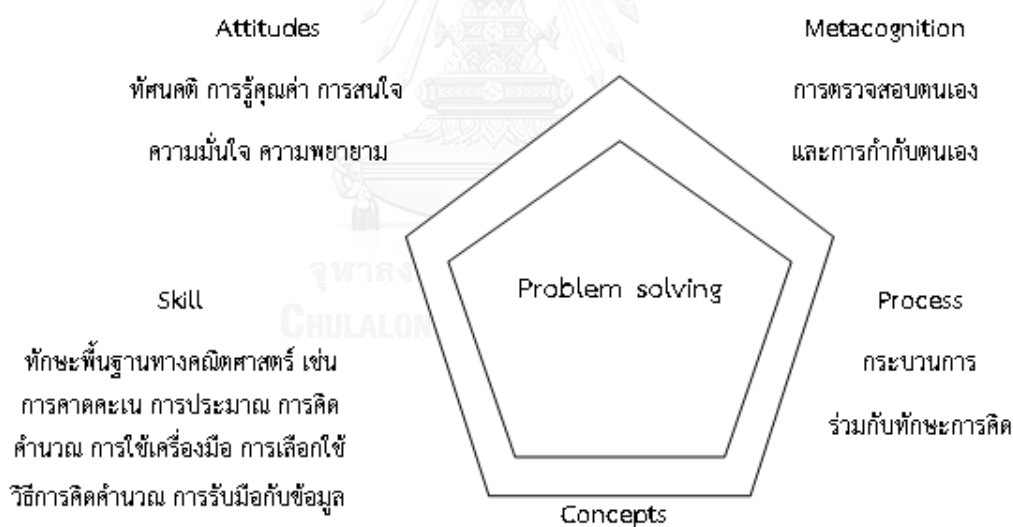
1. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของคณิตศาสตร์

3. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง
4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
5. ความสามารถทางสมองของนักเรียน

ในกระบวนการแก้ปัญหา มีหลากหลายสิ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของการแก้ปัญหา ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลากหลายประเด็นหลังจากได้ทำการศึกษาถึงสิ่งที่มีผลต่อการแก้ปัญหานักเรียนจากนักการศึกษาทำให้เราพบว่าสิ่งที่มีผลต่อการแก้ปัญหามีดังนี้

Lin and Leng (2008) และ Jackson (2010) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนไว้ในทำนองเดียวกัน โดยการศึกษาที่จะพัฒนาความสามารถของนักเรียนนั้น กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของครูจะต้องมุ่งส่งเสริมทักษะดังต่อไปนี้ คือ การตรวจสอบ และการกำกับตนเอง กระบวนการ สร้างแนวความคิด ทักษะทางคณิตศาสตร์ และทัศนคติ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนจะก้าวผ่านจากจุดที่ต่ำสุดเพื่อไปอยู่จุดที่สูงที่สุดของการแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนจะต้องตั้งเป้าว่านักเรียนทุกคนจะต้องได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหามathematics ไว้เป็นศูนย์กลาง ดังภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 แสดงกรอบการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน

Dendane (2009) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีความจำเป็นต่อความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ทั้งหมด 6 ปัจจัยดังนี้

1. ปัจจัยด้านแนวความคิดและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหา ประกอบไปด้วย แนวความคิดของ โจทย์ปัญหา การค้นหาข้อมูล การคำนวณ พีชคณิต เรขาคณิต สถิติ เป็นต้น

2. ปัจจัยด้านทักษะ ซึ่งประกอบไปด้วยทักษะพื้นฐานที่สำคัญจำเป็นต่างๆในการแก้ปัญหา เช่น ทักษะการคำนวณ พีชคณิต (การแก้สมการ อสมการ) เรขาคณิต การคาดคะเน การคาดเดา การอ่านเพื่อความเข้าใจโจทย์ปัญหา การสกัดข้อมูลสำคัญ เป็นต้น

3. ปัจจัยด้านการใช้ความคิดและการให้เหตุผล ซึ่งมีความสำคัญในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา ไม่ว่าจะเป็นไว้เพื่อตรวจสอบคำตอบที่เสร็จแล้ว สกัดข้อมูลจากโจทย์ แก่และวิเคราะห์ปัญหา โดยที่ปัจจัยด้านการใช้ความคิดและการให้เหตุผล เช่น การให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย ความคิดเชิงวิพากษ์และเชิงสร้างสรรค์ การใช้แนวความคิดแบบองค์รวม เป็นต้น

4. ปัจจัยด้านอภิปัญญา โดยที่ อภิปัญญา คือความรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับกระบวนการการเรียนรู้และความสามารถที่จะตรวจสอบกระบวนการในการทำหน้าที่ส่งเสริมความคิดสะท้อนกลับสู่ตัวผู้เรียน ผ่านผลลัพธ์ของการเรียนรู้ เช่น การวิเคราะห์และควบคุมความคิดของตนเอง เป็นต้น

5. ปัจจัยด้านทัศนคติและการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวผู้ดำเนินการแก้ปัญหา เช่น การมีความพยายาม การลองผิดลองถูก การมีความเชื่อมั่นในตนเอง ความตระหนักรู้พลังของการแก้ปัญหา เป็นต้น

6. ปัจจัยด้านกระบวนการกลุ่ม การทำงานเป็นกลุ่มเพื่อดำเนินการหาทางออกของการแก้ปัญหาที่ทำหาย ซึ่งการทำงานเป็นกลุ่มจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาโดยทั่วไป การเรียนรู้แบบช่วยเหลือเกื้อกูลกันและกิจกรรมอภิปัญญามีผลด้านบวกต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ดังนั้นเราจึงสามารถสรุปปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ 2 ปัจจัยที่สำคัญคือ

1. ปัจจัยภายนอกตัวนักเรียน ประกอบไปด้วยหลักสูตรการเรียนการสอนที่จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา กระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการไม่สัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างการแก้ปัญหากับชีวิตประจำวัน การจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ความซับซ้อนของปัญหา เป็นต้น

2. ปัจจัยภายในนั้นเกิดขึ้นจากตัวของผู้แก้ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย ทักษะการคิด การกำกับตนเอง ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถในการคิดและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล รวมทั้งความยืดหยุ่นทางความคิด ความสามารถในการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมของนักเรียน ระดับสติปัญญา ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.10 การวัดและการประเมินการแก้ปัญหา (Problem Solving)

NCTM (2005) ได้ระบุมาตรฐานของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งของครูและนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ไว้ดังนี้ มาตรฐานการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (NCTM Standards, 2005) กระบวนการของการประยุกต์ใช้ความหลากหลายของกลยุทธ์ที่เหมาะสมบนพื้นฐานของข้อมูลที่กำหนดให้ หรือที่พัฒนาขึ้น นักเรียนต้องมีโอกาสบ่อย ๆ ในการกำหนด และการเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อนที่จำเป็นจะต้องใช้ความพยายาม ซึ่งมีตัวชี้วัด ดังนี้

1. สร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา
2. แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในวิชาคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ
3. ประยุกต์ใช้และปรับกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย
4. ตรวจสอบและสะท้อนคิดให้เห็นถึงกระบวนการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการวัดผลทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำข้อสอบอัตนัย การที่ครูตรวจคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยครูจะต้องมีเกณฑ์ในการให้คะแนนอย่างชัดเจน กรณีถ้าคำตอบถูกต้องจะให้คะแนนเต็ม แต่ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องจะให้ 0 คะแนน แม้ว่าวิธีทำจะมีส่วนถูกต้องบ้างก็ตาม กรณีนี้จะมีผลทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกไม่ดี หรือมีทัศนคติในทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นการให้คะแนนตามความสามารถของนักเรียนทุกขั้นตอนโดยเฉพาะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูจำเป็นที่จะต้องให้นักเรียนแสดงขั้นตอนของการคิดคำนวณตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นตอนที่แก้ปัญหาสำเร็จ โดยครูจะต้องให้คะแนนทุกขั้นตอนอย่างมีหลักเกณฑ์และยุติธรรม การที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้แม้จะได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องสมบูรณ์ ครูควรพิจารณาให้คะแนนตามความถูกต้องและความเหมาะสมในแต่ละขั้นตอน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) เสนอแนวคิดว่าครูและนักเรียนอาจร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผน
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การตรวจความถูกต้อง

ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาก็จะเป็นข้อมูลที่ครูหรือผู้เกี่ยวข้อง ใช้ประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนได้โดยตรง และนักเรียนยังใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองพร้อมทั้งจัดเก็บผลงานไว้ในแฟ้มสะสมงานได้อีกด้วย การประเมินผลการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ควมมีรายการประเมินที่แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบแล้วมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่างๆ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ

ในการประเมินผลตามรายการประเมินดังกล่าวข้างต้น ครูจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดไม่มากจนเป็นการสร้างแรงกดดันให้กับนักเรียน แต่ครูควรมีบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีหลักฐานแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับไปยังขั้นตอนแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อตรวจสอบถึงคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาอื่น มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกว่าเดิม ตลอดจนสามารถขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักทั่วไปได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พิจารณาได้จาก รายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ครูอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามความเหมาะสมได้ดังนี้

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4. การสรุปคำตอบ	2	พอใช้	สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547: 22 - 25) ได้รวบรวมแนวทางการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งนำเสนอเกณฑ์การให้คะแนน 3 แบบดังนี้

แบบที่ 1 การให้คะแนนตามรูปแบบของซีเทล (Szetele)

ซีเทล (Szetele) เสนอการประเมินการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า ครูควรประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของเด็ก โดยใช้เกณฑ์คะแนนง่ายๆ ดังนี้

- ให้ 0 คะแนน ถ้าเด็กไม่ได้แสดงความคิดแก้ปัญหาได้เลย กระดาษคำตอบอาจว่างเปล่า ไม่มีการตอบคำถามหรือแสดงวิธีการแก้ปัญหาเอาไว้อย่างไรเลย
- ให้ 1 คะแนน ถ้าเด็กได้พยายามตอบคำถาม แต่คำถามที่ให้ไม่มีเหตุผล หรือ ตอบไม่ตรงคำถาม
- ให้ 2 คะแนน ถ้าเด็กแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในตัวคำถาม สามารถตอบคำถามได้บ้าง แต่ไม่สมบูรณ์ มีวิธีที่ยังมีความสับสนอยู่
- ให้ 3 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามได้ดี สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง มีเหตุผล พอสมควร การอ้างอิงถูกต้อง แต่วิธีทำยังขาดความสมบูรณ์ขาดความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนต่างๆ หรือมีข้อผิดพลาดบกพร่องบ้าง
- ให้ 4 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามดี ตอบคำถามและแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ มีเหตุผลและมีอ้างอิงถูกต้อง

แบบที่ 2 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ (Chares)

ชาร์ลส์ (Charles) ได้เสนอเกณฑ์ให้คะแนนอีกวิธีหนึ่งที่เรียนกว่าการให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic Scoring Scales) ในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งแบ่งให้คะแนนออกเป็น 3 ตอน แต่ละตอนมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา

- ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่เข้าใจปัญหาเลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าเข้าใจปัญหาเพียงบางส่วนหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายตัวปัญหาบางส่วนผิดพลาด

ให้ 2 คะแนน ถ้าเข้าใจตัวปัญหาอย่างถูกต้องสมบูรณ์

ตอนที่ 2 การวางแผนปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่ได้มีความพยายามในการวางแผน หรือวางแผนไม่ถูกต้อง ไม่ได้มีแนวทางแก้ปัญหาคิดเลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าการวางแผนมีส่วนถูกอยู่บ้าง สามารถนำปัญหาบางส่วนมา กำหนดเป็นขั้นตอนเพื่อใช้วิธีแก้ปัญหาคิด

ให้ 2 คะแนน ถ้าสามารถวางแผนแก้ปัญหาคิดเหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาคิดอย่างสมบูรณ์

ตอนที่ 3 การได้คำตอบ

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่มีคำตอบ หรือคำตอบที่ผิดๆ หลงทางเนื่องจากการวางแผนที่ผิดพลาดแต่แรก

ให้ 1 คะแนน ถ้ามีการเขียนคำตอบหรือวิธีทำที่ผิด เนื่องจากการลอกโจทย์ผิด คำนวณผิดทำให้ได้คำตอบผิด แต่มีความเข้าใจถูกต้องอยู่บ้าง คำตอบบางส่วนมีความถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน ถ้าคำตอบถูกต้อง เขียนอธิบายวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์

แบบที่ 3 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์ (Charies, Lester and O'Deffer)

ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์(Charies, Lester and O'Deffer, 1978) ได้เสนอวิธีการให้คะแนนที่เรียกว่า การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring Scale) โดยกำหนดให้คะแนนเต็ม 4 คะแนน ถ้าสามารถแก้ปัญหาคิดได้อย่างถูกต้องมากน้อยต่างกัน จะได้คะแนนลดหลั่นกันตามส่วน ดังนี้

ให้ 0 คะแนน นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคิดเลย แม้จะมีรอยขีดเขียนอยู่บ้างก็ไม่ได้ใกล้เคียง หรือลู่ทางที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาคิด

ให้ 1 คะแนน ผู้เรียนมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหาคิดถูกต้อง ได้แสดงการคิดคำนวณที่ถูกต้องบ้างเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าเขารู้วิธีทำที่ถูกต้องแต่ไม่สามารถทำจนสำเร็จได้

- ให้ 2 คะแนน มีวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง ได้แสดงวิธีทำอย่างมีเหตุผลแต่รายละเอียดของการคิดคำนวณยังผิดอยู่ ส่วนใหญ่เป็นความผิดจากการเข้าใจผิด หรือมีความบกพร่องในขั้นตอนการคำนวณ
- ให้ 3 คะแนน สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เกือบถูกต้องสมบูรณ์ วิธีการถูกต้องตามขั้นตอนต่างๆ แต่มีข้อผิดพลาดบกพร่องในรายละเอียดบางประการ เช่น ไม่ได้ระบุเงื่อนไขที่จะเป็นการประกอบคำอธิบาย หรือวิธีทำถูกต้องทั้งหมดแต่ตอบในขั้นสุดท้ายผิดพลาด
- ให้ 4 คะแนน มีความถูกต้องทั้งวิธีทำและรายละเอียดของการคิดคำนวณ

จากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น จะพบว่าหากครูนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะมีมาตรฐานในการให้คะแนน มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน และนักเรียนก็จะได้รับความเป็นธรรมมากขึ้นในการตรวจข้อสอบ

1.11 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

Beckmann, Driscoll, Franke, Herzig, Jitendra, Koedinger and Ogbuehi (2012) ได้นำเสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถของนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย

1. เตรียมปัญหาให้เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งชั้นเรียน และเลือกสื่อแสดงกายภาพที่เหมาะสมกับตัวผู้เรียนและปัญหาที่นักเรียนกำลังเผชิญปัญหาและต้องการที่จะแก้ปัญหา

- ควรให้มีกิจกรรมการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
- ต้องทำให้มั่นใจว่านักเรียนเข้าใจปัญหาโดยการทำความเข้าใจประเด็นที่นักเรียนพบเจอในบริบทปัญหานั้นๆ โดยต้องพิจารณาพื้นฐานความรู้ของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่กำลังดำเนินการแก้ปัญหา
- เลือกสื่อทางกายภาพที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียนและปัญหาที่ทำการแก้

2. สอนให้นักเรียนรู้จักการใช้สื่อแสดงภาพ และทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับกลวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย หรือช่วยให้นักเรียนจำและประสานแนวคิดและสัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

- ใช้วิธีการ Think – aloud และอภิปรายเพื่อสอนวิธีให้นักเรียนสื่อปัญหาออกมาเป็นภาพได้
- แสดงวิธีการให้นักเรียนเห็นวิธีการแปลงข้อมูลที่ถูกนำเสนอเป็นรูปภาพให้กลายเป็น สัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์
- สอนกลวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

- ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
 - อธิบายแนวคิดและสัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงกับกิจกรรมการแก้ปัญหา
 - สอนให้นักเรียนเข้าใจสัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ ในทางพีชคณิต
3. ช่วยนักเรียนในการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา
- ใ้รายการของแนวขั้นตอนของการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบและสะท้อนระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาได้
 - ออกแบบจำลองวิธีตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา
 - ใช้ความคิดที่เกี่ยวกับปัญหาของนักเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถที่จะตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการทางความคิดของนักเรียนในขณะที่แก้ปัญหา

4. ช่วยนักเรียนจดจำและประสานแนวความคิดและสัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ และทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับกลวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

- ให้นักเรียนอธิบายแต่ละขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- ให้ออกาสนักเรียนได้เปรียบเทียบกลวิธีหลายๆ วิธี ในตัวอย่างที่ทำแล้ว ส่งเสริมให้นักเรียนสร้าง แบ่งปัน และเปรียบเทียบ กลวิธีที่หลากหลายเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา

ดังนั้นในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ครูผู้สอนควรมีแนวทางที่จะพัฒนาตามศักยภาพและพื้นฐานของนักเรียนในชั้นเรียนที่ตนเองสอนอยู่ ควรมีการศึกษาและวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนของตนเองเพื่อจะสอนสอนซ่อมเสริมหรือพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในการพัฒนาควรมีการเตรียมปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมกับนักเรียนในชั้นเรียนของตนเอง และส่งเสริมการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในชั้นเรียน

ตอนที่ 2 การตั้งปัญหาคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของการตั้งปัญหา

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การตั้งปัญหา เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน และตั้งปัญหาสามารถพัฒนานักเรียนไปสู่มาตรฐานการเรียนรู้จากมุมมองที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละบุคคล ซึ่งในการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหา (Problem posing) ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Shukkwon (1993) และ Mamona-Down (1993) ได้กล่าวว่า การตั้งปัญหาเป็นการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อปัญหานั้นๆ ขวนให้ตั้งปัญหาอื่นขึ้นมาใหม่

Bitter (1989) ได้กล่าวถึงการตั้งปัญหาว่า การตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมหรือกระบวนการในสร้างคำถามหรือปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นมาใหม่ หรือคิดปัญหาใหม่ขึ้นมา โดยสามารถใช้การเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาที่กำหนดให้ ให้มีความน่าสนใจและเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด

Silver (1993, 1994, 2004) กล่าวว่า การตั้งปัญหาเป็นการสร้างปัญหาใหม่จากสถานการณ์ประสบการณ์ที่ตนเองได้รับ หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของปัญหาที่กำหนดไว้ ซึ่งการตั้งปัญหาเป็นการตั้งปัญหาในรูปแบบที่เป็นภาษา ความสัมพันธ์ของคำ ไวยากรณ์ และบริบทที่ตนเองสนใจ โดยการตั้งปัญหา สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งก่อนการแก้ปัญหา ระหว่างการแก้ปัญหา และหลังการแก้ปัญหา

Dickerson (1999) การตั้งปัญหาเป็นการสร้างปัญหา โดยใช้ภาษา คำศัพท์ ไวยากรณ์ โครงสร้างประโยค บริบท และความสัมพันธ์ของคำในสถานการณ์ปัญหา

Stoyanova (1996), Adu – Elwan (1999) และ Silver (1994) ได้กล่าวถึงการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปในทิศทางเดียวกัน ไว้ว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ หรือการสร้างสถานการณ์ปัญหาจากสิ่งที่กำหนดให้ โดยเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีความหมาย

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991) ได้กล่าวว่า การตั้งปัญหาเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และการสร้างปัญหาใหม่ โดยการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้

Leung (1997) กล่าวถึงการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการให้ผู้แก้ปัญหาสร้างสรรค์สถานการณ์ปัญหาที่ยังไม่ทราบคำตอบ เพื่อการค้นหาคำตอบ ซึ่งการตั้งปัญหาอาจอยู่ในกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน เพื่อนำมาสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

Silver (1994) Cai and Hwang (2002), English (2003), Silver and Cai (1996) และ Lewis (1998) ได้กล่าวถึงการตั้งปัญหาไว้ในทำนองเดียวกันโดยสรุปได้ว่า การตั้งปัญหาไม่จำกัดเพียงการสร้างโจทย์ปัญหาใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ หรือ โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขการตั้งโจทย์ปัญหา แต่ยังรวมถึงการปรับเปลี่ยนปัญหาที่กำหนดให้ และกระบวนการสรรหาวิธีการแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการตั้งโจทย์ปัญหาและการแก้ปัญหาจึงแยกจากกันไม่ได้

Cinzia Bonotto (2012) ได้กล่าวไว้ว่าการตั้งปัญหาที่ดีและน่าสนใจควรเป็นการตั้งปัญหาที่อิงจากประสบการณ์ที่หลากหลาย ทั้งในและนอกเหนือวิชาคณิตศาสตร์ คำว่าการตั้งปัญหา จึงถูกอ้างอิงไปถึงการสร้างปัญหาใหม่ และการปรับเปลี่ยนปัญหาเก่าในอยู่ในรูปแบบของปัญหาใหม่ด้วย และการตั้งปัญหาย่อยๆ ระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาหลักด้วยเช่นกัน

Sheffield (2003, 2009) ได้กล่าวถึงการตั้งปัญหาโดยสรุปไว้ว่า การตั้งปัญหา/การตั้งคำถามเป็นสิ่งที่สำคัญที่ต้องเคียงข้างการแก้ปัญหา การตั้งปัญหามีความหมายถึงการสร้างปัญหาจากบริบททางคณิตศาสตร์ และเพื่อรวบรวมทางออกของการแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่ให้กับปัญหานั้นๆ โดยที่นักเรียนเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ และปัญหานั้นมีความเกี่ยวข้องหรือมีแนวทางแก้ปัญหานั้นได้ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) กล่าวถึงการตั้งปัญหา (Problem Posing) ไว้ดังนี้ เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ และการนิยามปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่างๆ

Lavy and Shriki (2010) ได้ให้ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำถามและปัญหาใหม่ และเป็นคำถามที่มุ่งสำรวจสถานการณ์ที่ได้รับในขณะเดียวกันก็จัดรูปแบบของคำถามใหม่อีกครั้งในช่วงกระบวนการที่กำลังแก้ปัญหาอยู่ เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

Mishra and Iyer (2013) กล่าวถึงความหมายของการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า การตั้งปัญหา เป็นการสร้างปัญหาใหม่หรือคำถามโดยผู้เรียนตามสถานการณ์ที่กำหนด การตั้งปัญหามีประโยชน์ต่อการระบุงการขาดความรู้ และเปิดทางให้การสำรวจความรู้ของผู้เรียน

ซึ่งจากแนวคิดข้างต้นของนักการศึกษาข้างต้น ที่กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem posing) ที่ยังไม่ชัดเจน ซึ่งมีบุคคลที่กล่าวแตกต่างกันออกไป ซึ่งยังไม่มีย่อสรุปที่ชัดเจนมากนัก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการนิยามปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่างๆขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นการสร้างโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ จากสถานการณ์ นิยามข้อความ วัตถุ และจากปัญหาที่มี หรือเป็นการตั้งคำถาม ซึ่งจะเป็คำถามที่มีความหมายและเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยจะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา เพื่อนำมาซึ่งแนวทางหรือทางออกของการแก้ปัญหานั้นๆ นอกจากนั้นการตั้งปัญหาเป็นการสร้างหรือปรับเปลี่ยนปัญหา

คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเสริมต่อความรู้ ขยายแนวความคิด และพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ให้มีความเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น โดยสามารถพิจารณา การตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครู ตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา หรือใช้การตั้งปัญหาเป็นแนวทางในการ สร้างกรอบการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนไม่ออกนอกกรอบของการเรียนรู้ นอกจากนี้การ ตั้งปัญหายังเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามขึ้นเพื่อตอบสนองต่อ สถานการณ์ต่างๆได้

2.2 ความสำคัญของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

Brown and Walter (1993), Silver and Cai (2005) และ Brink (1987) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการตั้งปัญหาไปในทำนองเดียวกันคือ กิจกรรมและทักษะการตั้งปัญหาของนักเรียน ควรถูกบรรจุไว้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สมัยใหม่ เพราะกิจกรรมการตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมที่ใช้ใน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถพัฒนาให้เป็นทักษะที่สำคัญให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน การตั้ง ปัญหาเป็นเสมือนกระจกที่สะท้อนธรรมชาติและลักษณะประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องสามารถทำได้มากกว่าการแก้ปัญหา โดยจะต้องก้าวข้ามไปสู่การตั้งปัญหา และท้ายที่สุดต้องสร้างปัญหาได้ ซึ่งสิ่งนี้จะช่วยให้นักเรียน ตระหนักถึงศักยภาพของตนเอง และตื่นตัวกับการค้นพบทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การตั้งปัญหาจัดเป็น ส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา ซึ่งจะมีบทบาทส่งเสริมในการแสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จับต้อง ได้ บูรณาการและสามารถสร้างขึ้นมาใหม่ได้ หากมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอนและการวางแผนที่ต่อเนื่อง (Lin and Leng, 2008) โดยที่ Sheffield (2003) กล่าวว่า การตั้งปัญหาเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเคียงข้าง การแก้ปัญหา การตั้งปัญหาอาจหมายถึงการตั้งคำถามมีความหมาย การสร้างคำถามใหม่จากบริบท ทางคณิตศาสตร์ และการรวบรวมทางออกของการแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่ให้กับคำถาม โดยในลำดับแรก ผู้ตั้งปัญหาจะต้องพิจารณาธรรมชาติและบริบทและทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ของปัญหาที่ตั้งขึ้น ซึ่งใน กระบวนการสร้างปัญหา จะพิจารณาทางออกที่หลากหลาย จะช่วยส่งเสริมการคิดที่มีความยืดหยุ่น และคิดสร้างสรรค์ ซึ่งพฤติกรรมการใช้ความคิดดังกล่าวจะส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และยังทำให้ เห็นแนวคิดที่ชัดเจนในปัญหามากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Lavy and Bershadsky (2003) ที่ได้ระบุว่า ในการพัฒนาทักษะการตั้งปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ผู้ตั้งปัญหาต้องใช้จินตนาการผ่านกระบวนการ แก้ปัญหา ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องคิดตามหลักคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ต้องคิดแบบสร้างสรรค์อยู่เสมอ เมื่อจะเปลี่ยนแปลงหรือสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ ซึ่งนักเรียนที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการตั้งปัญหาจะกลาย มาเป็นผู้เรียนที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ กระตือรือร้นในการเรียน และหาแนวทางการแก้ปัญหาได้ อย่างหลากหลาย

ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ใช้กระบวนการตั้งปัญหาจะส่งเสริมกระบวนการคิดที่หลากหลายและ ยืดหยุ่น เพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหา เปิดกว้างทัศนคติของวิชาคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยง ความรู้และประสบการณ์ในการเรียนในห้องเรียนสู่บริบทชีวิตจริง ส่งเสริมทักษะการสื่อสารสื่อ

ความหมายทางคณิตศาสตร์ และทำให้แนวคิดพื้นฐานต่างๆ กระจ่างชัดเจนมากขึ้น แสดงให้เห็นถึงการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งปัญหาจะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลและการสะท้อนความคิดของนักเรียน เมื่อนักเรียนสร้างปัญหาใหม่ จะก่อให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของที่นักเรียนจำเป็นต้องมีเพื่อสร้างความรู้ของตนเอง ซึ่งความรู้สึกเป็นเจ้าของนี้ส่งผลถึงการเพิ่มระดับการมีส่วนร่วมและความอยากรู้อยากเห็นที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับความกระตือรือร้นที่จะเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้การตั้งปัญหาจะช่วยให้นักเรียนลดการพึ่งพาครูผู้สอนและตำราเรียนพร้อมทั้งทำให้นักเรียนรู้สึกและเข้ามามีส่วนร่วมในการศึกษาของตนเองมากขึ้น (Lavy and Shriki, 2010; Cunningham, 2004)

Walter (2005) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่สำคัญในการที่จะฝึกความสามารถในการตั้งปัญหาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนดังนี้

1. มีประโยชน์ต่อนักเรียนทุกประเภท (เก่ง , ไม่เก่ง , แก่ , เด็ก , ชอบเลข , ไม่ชอบเลข)
2. ช่วยให้นักเรียนสำรวจแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยไม่กดดันที่จะต้องหาคำตอบที่ถูกต้อง
3. นักเรียนพัฒนาคำถามจากพื้นฐานความรู้เดิมที่อาจจะรู้หรือไม่รู้อย่างมีระบบ และมีความหมาย
4. ทุกคำถามที่นักเรียนสร้างนั้นสำคัญเพราะสามารถนำไปสู่ปัญหาใหม่หรือแนวคิดในการแก้ปัญหาเดิมได้

Lowrie (2002) ได้ระบุประโยชน์ที่สำคัญของการส่งเสริมให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเกิดทักษะการตั้งปัญหาไว้ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนมีวิธีคิดที่หลากหลายและยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น และช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาพร้อมทั้งพัฒนาแนวความคิดทางคณิตศาสตร์
2. การตั้งปัญหาแสดงให้เห็นว่าผู้ตั้งปัญหา มีความเข้าใจ มีทักษะ และทัศนคติ ต่อสถานการณ์ เช่นไร ซึ่งสามารถนำมาเป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลที่ดีได้

Silver (2013) ได้กล่าวถึงประโยชน์และความสำคัญของการตั้งปัญหาไว้ดังนี้

1. การตั้งปัญหา สามารถช่วยให้นักเรียนแสดงออกทางความคิดทางคณิตศาสตร์
2. การตั้งปัญหา ช่วยให้นักเรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงความเชื่อมโยงของการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
3. การตั้งปัญหา สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนในชั้นเรียนได้

ดังนั้นจากความสำคัญของการตั้งปัญหาข้างต้นเราจะเห็นได้ว่า การตั้งปัญหาเป็นสิ่งที่

ความสำคัญและมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการตั้งปัญหาที่ดีจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล สามารถนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น

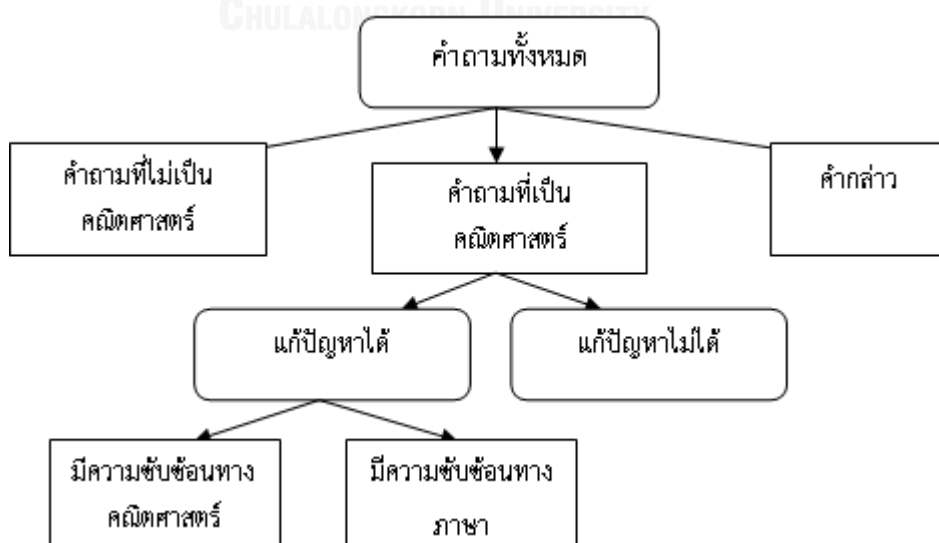
2.3 องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์

English (1987) ได้ระบุองค์ประกอบที่สำคัญ 3 อย่างที่มีผลต่อการตั้งปัญหาของแต่ละบุคคล ซึ่งประกอบไปด้วย

1. การรับรู้ และการนำไปใช้ของโครงสร้างปัญหา
2. มุมมอง และความชอบ ที่มีต่อประเภทปัญหาที่แตกต่างกัน
3. ความต้องการในการพัฒนาการใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียน

2.4 ลักษณะและประเภทของคำถามหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์

Lin and Leng (2008) ได้สรุปลักษณะของคำถามหรือปัญหาที่ได้สร้างขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ประเภทคือ คำถามที่เป็นคณิตศาสตร์ คำถามที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ และ คำกล่าว ซึ่งคำถามที่เป็นคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น คำถามที่แก้ปัญหาได้ กับคำถามที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และในคำถามที่แก้ปัญหาได้นั้นจะประกอบไปด้วยคำถามที่มีลักษณะซับซ้อนทางภาษา และคำถามที่ซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังแผนภาพที่ 6 ดังนี้



แผนภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างของคำถาม

จากแผนภาพเราจะพบว่า คำถามทั่วไปนั้น จะประกอบไปด้วยคำถาม คำถามที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ และคำถามที่เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งเราจะพิจารณาเฉพาะกรณีที่คำถามที่ตั้งขึ้นเป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งในกลุ่มของคำถามที่เป็นคณิตศาสตร์ ถ้าคำถามที่เราสร้างขึ้นมาแล้วต้องการแก้ปัญหาหรือหาทางออกของปัญหานั้นๆด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เราจะเรียกว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Cai (1998) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหา ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น

1. ปัญหาที่เพิ่มเติมขยายต่อ คือปัญหาใหม่ที่ตั้งโดยใช้ความรู้หรือข้อมูลเบื้องต้นที่โจทย์ให้มา แต่ไม่ใช่ข้อมูลที่สามารถหาได้จากข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้
2. ปัญหาที่ไม่ได้เพิ่มเติมขยายต่อ คือ ปัญหาที่ตั้งโดยใช้ข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ หรือหาข้อมูลคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดมาให้ได้
3. ปัญหาอื่นๆ คือปัญหาที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่นำมาให้ ไม่ใช่ปัญหาคณิตศาสตร์หรือไม่สามารถหาคำตอบได้

หรือจากทั้ง 3 ประเภทคำถามสามารถพิจารณาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ ข้อเท็จจริง การเปรียบเทียบ หรืออิงหลักเกณฑ์ก็ได้

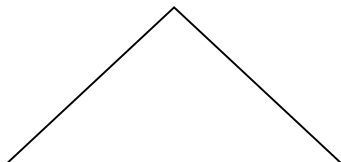
ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงก็คือปัญหาเกี่ยวกับรูปร่างรูปในข้อมูลของโจทย์นั้นๆ ปัญหาเปรียบเทียบก็คือปัญหาเกี่ยวกับความเชื่อมโยง สัมพันธ์ของรูป 2 รูปในแพทเทิร์นของโจทย์นั้น ปัญหาอิงกฎก็คือคำถามเกี่ยวกับแบบรูป กฎเกณฑ์ทั่วไป เกี่ยวกับโครงสร้างโดยรวมของรูปทั้งหมดในแพทเทิร์น

Stoyanova and Ellerton (1996), Stoyanova (2002), Leung (2013), Sayed (2000) และ Arikan and Unal (2014) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของการตั้งปัญหาโดยใช้เกณฑ์การแบ่งตามประสบการณ์การตั้งปัญหาไว้ 3 ประเภทด้วยกันนั้นคือ

1. Free type (การตั้งปัญหาแบบอิสระ) หรือการตั้งปัญหาแบบอิสระ ซึ่งเป็นการให้นักเรียนได้ตั้งปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันทั้งในและนอกห้องเรียน โดยนักเรียนสามารถใช้กระบวนการตั้งปัญหาเพื่อนำไปสู่การสร้างและแก้ปัญหาของตน เช่นโดยในการฝึกฝนนักเรียนครูมีประโยคให้นักเรียน 1 ประโยค แล้วให้นักเรียนสร้างคำถามหรือสร้างปัญหาโดยใช้ข้อมูลเบื้องต้นที่กำหนดให้ เช่น ครูให้ประโยคว่า “มีเด็กนักเรียนหญิง 10 คน และเด็กนักเรียนชาย 10 คน ต่อแถวอยู่จงตั้งปัญหาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้” นอกจากนี้หากครูนำสถานการณ์ชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มาสอนและให้นักเรียนตั้งปัญหาขึ้นมาใหม่ จะเป็นการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. Semi – structured (การตั้งปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง) เป็นสถานการณ์เปิดที่กำหนดให้นักเรียน จากนั้นให้สำรวจและใช้ความรู้ ทักษะ มโนทัศน์ ความสัมพันธ์จากประสบการณ์ทาง

คณิตศาสตร์ที่มีมาก่อน ซึ่งปัญหาจะอยู่ในรูปแบบของปัญหาปลายเปิด ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่กำหนดให้ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีบทเฉพาะ ปัญหาที่มีที่มาจากรูปภาพที่กำหนดให้และโจทย์ปัญหา การตั้งปัญหาจาก สมการ รูปภาพ ตัวเลข หรือตารางที่กำหนดมาให้ นักเรียนได้ใช้สถานการณ์แบบเปิด และได้สำรวจสถานการณ์โดยใช้ความรู้ ทักษะ แนวคิด และความเชื่อมโยงจากประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา เช่น นักเรียนจงสร้างปัญหาให้ได้มากที่สุดโดยใช้รูปนี้



3. Structured (การตั้งปัญหาแบบมีโครงสร้าง) เป็นการตั้งปัญหาที่ให้นักเรียนสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ จากแนวทางแก้ปัญหามีอยู่แล้ว ปัญหาคณิตศาสตร์ใดๆก็ตามจะประกอบด้วยข้อมูลที่รู้อยู่แล้ว กับข้อมูลที่ต้องการค้นหา โดยผู้สอนเปลี่ยนสิ่งที่รู้แล้วและตั้งปัญหาใหม่ หรือเก็บข้อมูลและเปลี่ยนสิ่งที่ต้องการค้นหา เช่น เมื่อคืนมีงานเลี้ยงที่บ้าน และเสียงกริ่งที่ประตูดัง 10 ครั้ง ครั้งแรกที่กริ่งดังมีแขกเพียงคนเดียวมาถึง แต่ครั้งที่กริ่งดังจะมีแขกมาเพิ่มมากกว่าเสียงกริ่งก่อนหน้าจำนวน 3 คน จงหาว่า a) มีแขกมากี่คนเมื่อกริ่งดังครั้งที่ 10 จงอธิบายวิธีหาคำตอบ b) จงตั้งปัญหาใหม่ให้ได้มากที่สุดที่เกี่ยวกับคำถามนี้

Brown and Walter (1993) ได้เสนอแนวทางการสร้างปัญหาที่เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่ในกิจกรรมการตั้งปัญหาแบบมีโครงสร้างในห้องเรียนคณิตศาสตร์ โดยการสร้างปัญหาในการเรียนการสอนบนพื้นฐานของการตั้งปัญหาใหม่จากปัญหาที่ได้รับคำตอบแล้ว โดยมีความหลากหลายของเงื่อนไขหรือเป้าหมายของปัญหาที่กำหนดให้

Stoyanova (2000) and Silver (1995) จำแนกการตั้งปัญหาตามสถานการณ์และประสบการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนตั้งปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ปัญหาทั่วไป
2. ปัญหาที่สร้างขึ้นจากคำตอบที่กำหนดให้
3. ปัญหาที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่มี
4. ตั้งปัญหาสำหรับสถานการณ์ที่กำหนดให้
5. ปัญหาที่เหมาะสมกับการคิดคำนวณ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลักษณะของปัญหาหรือลักษณะของคำถามสามารถแบ่งออกได้หลากหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ของการแบ่งลักษณะหรือประเภทของคำถามหรือปัญหานั้นเอง ซึ่งในงานวิจัย

นี้เราจะใช้พิจารณาเฉพาะข้อคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เท่านั้น แล้วถึงนำมาแบ่งประเภทของการตั้งปัญหาโดยใช้เกณฑ์การแบ่งตามประสบการณ์การตั้งปัญหาไว้ 3 ประเภท นั่นคือ

1. Free type (การตั้งปัญหาแบบอิสระ) ครูใช้คำถามในประเด็นที่ครูอยากให้นักเรียนตั้งปัญหา เพื่อให้ นักเรียนมีกำลังใจและเกิดความสุขสนานในกิจกรรมการตั้งปัญหา

2. Semi – structured (การตั้งปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง) ครูกำหนดสถานการณ์ และรูปแบบปัญหาแบบปลายเปิด ปัญหาที่กำหนดให้ ทฤษฎีบท หรือรูปภาพ จากนั้นให้นักเรียนตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือตัดเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วให้นักเรียนตั้งปัญหาใหม่

3. Structured (การตั้งคำถามแบบมีโครงสร้าง) ครูกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหา จากนั้นครูให้นักเรียนตั้งปัญหาขึ้นมาใหม่ที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนปัญหาเดิมที่นักเรียนแก้ปัญหาได้แล้ว โดยใช้การ ลด เพิ่ม หรือเปลี่ยนเงื่อนไขของปัญหาเดิม

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า สถานการณ์ที่กำหนดให้กับนักเรียนที่แตกต่างกันจะส่งผลให้คุณภาพของคำถามหรือปัญหาที่ตั้งขึ้นแตกต่างกัน ความแตกต่างของสถานการณ์เหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้

2.5 ระยะเวลาในการเกิดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem Posing)

Silver (2013) ได้กล่าวถึงทัศนคติที่มีต่อการตั้งปัญหาว่า โรงเรียนควรมีหลักสูตรที่สร้างโอกาสให้นักเรียนได้ สร้างปัญหาที่น่าสนใจจากสถานการณ์ที่หลากหลาย ทั้งในและนอกสาระวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงแนะนำด้วยว่า นักเรียนควรสืบค้น ตรวจสอบการคาดคะเนทางคณิตศาสตร์และเรียนรู้วิธีขยายปัญหาโดยการตั้งปัญหาติดตามต่อเนื่องโดยใช้เทคนิค “what if not” ของ Brown & Walter หรือการเขียนเกี่ยวกับการมองย้อนกลับไปดูแนวทางแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความเข้าใจตามแนวทางของ Polya

Silver (1995) ได้กล่าวถึงระยะของการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาของนักเรียนสามารถเกิดขึ้นได้ 3 ระยะ คือ ระยะก่อนการแก้ปัญหา ระยะระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา และระยะหลังการแก้ปัญหา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะก่อนการแก้ปัญหา (Pre-solution) คือ ระยะที่นักเรียนตั้งปัญหาเพื่อสร้างปัญหาขึ้นจากสิ่งเร้าต่างๆ เช่น เรื่องเล่า สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ภาพ แผนภูมิ การนำเสนอ ประเด็นสำคัญ เป็นต้น

ระยะระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา (Within-solution) คือ ระยะที่นักเรียนตั้งปัญหาหรือคำถามเพื่อสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อพิจารณาเงื่อนไขของปัญหาและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

ระยะหลังการแก้ปัญหา (Post-solution) คือ ระยะที่นักเรียนตั้งปัญหาเพื่อขยายแนวความคิด เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์จากบริบทการแก้ปัญหาเดิมไปประยุกต์กับสถานการณ์ใหม่

ความสามารถในการตั้งปัญหา (Problem Posing) เป็นความสามารถที่สามารถสอดแทรกและเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งการตั้งปัญหาของผู้กำลังแก้ปัญหา จะช่วยให้ผู้ที่กำลังแก้โจทย์ปัญหามีประสิทธิภาพในการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น โดยกระบวนการตั้งปัญหาของนักเรียนสามารถเกิดขึ้นได้ 3 ระยะ คือ ระยะก่อนการแก้ปัญหา ระยะระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา และระยะหลังการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับการนิยามความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น

2.6 กลยุทธ์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

Brown and Walter (2005) ได้กล่าวถึงการตั้งปัญหา ว่ามี 2 ระยะที่สำคัญ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ระยะแรก : ระยะยอมรับสิ่งที่กำหนดให้ (Accepting the Given) ซึ่งสามารถใช้กลวิธีการสร้างปัญหาในระยะแรก ประกอบไปด้วย

1) พิจารณาสິงที่ต้องกระทำกับปรากฏการณ์นี้

- สังเกตข้อมูล (the Making of Observations)

- ใช้คำถามเกี่ยวกับข้อมูลที่สังเกตได้ (The Making of Question)

- ระบุสิ่งที่ได้จากการคาดเดา (The Coming up with Conjectures)

2) การสำรวจความสัมพันธ์ภายในข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูลกับชีวิตจริง (Interval Versus External Exploration)

3) การสำรวจสิ่งที่ต้องการหาคำตอบที่แน่นอนกับคำตอบโดยประมาณ (Exact versus Approximate Explorations)

4) การสำรวจทางประวัติศาสตร์: สิ่งที่เป็นจริงกับสมมติฐาน (Historical Exploration: Actual Versus Hypothetical)

ระยะที่ 2 : การสมมติสิ่งที่แตกต่างจากข้อมูลที่กำหนดให้ (What if not) โดยมีคุณลักษณะสำหรับกลวิธีการตั้งปัญหาใหม่ ดังนี้

ระดับ 0 เป็นการเลือกจุดเริ่มต้นของปัญหา (Choosing a Starting Point)

ระดับ 1 เป็นการแจกแจงคุณสมบัติ (Listing Attribute)

ระดับ 2 เป็นการสมมติคุณสมบัติที่แตกต่างจากที่กำหนดให้ (What if not)

ระดับ 3 เป็นการถามคำถามหรือตั้งปัญหา (Question Asking or Problem Posing)

ระดับ 4 เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่ตั้งขึ้น (Analyzing the Problem)

Elena Stoyanova (2005) ได้ระบุกลยุทธ์ที่นักเรียนใช้ในการตั้งโจทย์ปัญหา ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ การปรับเปลี่ยน การสร้างใหม่ และการเลียนแบบ

1. กลยุทธ์การปรับเปลี่ยน

การตั้งโจทย์ปัญหาของนักเรียนทำให้เกิดการจัดเรียงองค์ประกอบในโครงสร้างโจทย์ในแบบที่ไม่ได้ทำให้ลักษณะของโจทย์เปลี่ยนไป วิธีการตั้งโจทย์แบบนี้เรียกว่า การปรับเปลี่ยน หรือกล่าวได้ว่าผลลัพธ์ของการตั้งโจทย์คล้ายคลึงหรือเหมือนกับโจทย์ที่กำหนดให้ และแตกต่างจากโจทย์เริ่มต้นแค่เพียงการนำเสนอข้อมูลในสมการเท่านั้น นักเรียนได้ปรับเปลี่ยนโจทย์ด้วยวิธีการต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.1 การจัดเรียงข้อมูลเชิงตัวเลขใหม่

นักเรียนจัดเรียงข้อมูลเชิงตัวเลขในโจทย์เริ่มต้นใหม่ ในทิศทางที่ แม้จะดูเหมือนว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นแตกต่างออกไป แต่ที่จริงแล้ว โจทย์ที่ได้นั้นเหมือนกับโจทย์เริ่มต้น

1.2 การเติมโครงสร้างที่ไม่เกี่ยวข้อง

นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาโดยเพิ่มองค์ประกอบเพิ่มเติมลงในโครงสร้างโจทย์ปัญหาเดิม เช่น การใส่วงเล็บ

1.3 การแทนที่ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปสมมูล

นักเรียนบางคนรักษาเอกลักษณ์ของโจทย์เอาไว้โดยการนำเสนอตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์บางตัวด้วยรูปสมมูล

1.4 การแทนที่ข้อมูลเชิงตัวเลขด้วยนิพจน์สมมูล

นักเรียนบางคนพยายามตั้งโจทย์ที่เหมือนกับโจทย์ที่กำหนดโดยการแทนที่บางจำนวนด้วยผลของตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์สองตัว ในกรณีเช่นนี้ นักเรียนพยายามที่จะนำเสนอเนื้อหาโจทย์ในรูปที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นโดยการรักษาลักษณะของโจทย์เอาไว้

1.5 การใช้กลยุทธ์กลุ่มย่อยร่วมกัน

นักเรียนยังมีแนวโน้มที่จะใช้การตั้งโจทย์ตั้งแต่ 2 โจทย์ขึ้นไป ในโจทย์คณิตศาสตร์ที่กำหนดตัวอย่างของผลการตั้งโจทย์ของนักเรียนที่จัดอยู่ในกลุ่มกลยุทธ์การปรับเปลี่ยน ซึ่งทำให้ได้โจทย์ที่เหมือนกับโจทย์ที่กำหนด โดยการรวมการตั้งโจทย์ตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป

1.6 การตีความการคำนวณในบริบทของชีวิตประจำวัน

กลุ่มสุดท้ายของโจทย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มการปรับเปลี่ยนคือโจทย์ที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนิพจน์ทางคณิตศาสตร์และสถานการณ์จริง โจทย์เหล่านี้ถูกจัดให้เป็นการปรับเปลี่ยนเนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากโจทย์เริ่มต้นแค่เพียงการนำเสนอโครงสร้างเท่านั้น ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของการตีความการคำนวณพื้นฐานในบริบทของความเป็นจริง ในสองกรณีแรกนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความล้มเหลวในการพยายามหาบริบทที่เหมาะสมที่จะตั้งโจทย์

โจทย์ที่ตั้งขึ้นโดยนักเรียนที่มีปัญหาในการค้นหาบริบทที่เหมาะสม แสดงให้เห็นว่านักเรียนพยายามตีความโครงสร้างของการคำนวณทั้งหมดให้เป็นผลลัพธ์ของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เชื่อมโยงกัน

ตัวอย่าง ฉันซื้อเสื้อผ้าวราคา \$25 มา 3 ชิ้น และให้เงินน้องชายและน้องสาว 5 คน ไปทั้งหมด \$15 และทำเงินหายไป \$4 ฉันมีเงินทั้งหมดเท่าใด:

- ตอนแรกฉันมีเงินเท่าใด?
- น้องชายและน้องสาวของฉันได้เงินคนละเท่าใด?

การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของโจทย์จะไม่ถือว่าเป็นการปรับเปลี่ยนโจทย์ โดยเราได้นำเสนอบางวิธีที่นักเรียนใช้ในการปรับเปลี่ยนโจทย์เอาไว้ในตอนต่อไป

2. กลยุทธ์การสร้างโจทย์

กลยุทธ์การสร้างโจทย์จะถูกเรียกว่าการสร้างโจทย์ใหม่เมื่อผลของการตั้งโจทย์นั้นได้มาจากการปรับเปลี่ยนโจทย์ดั้งเดิม และเมื่อการปรับเปลี่ยนเหล่านี้ทำให้โครงสร้างของโจทย์เปลี่ยนไป ดังนั้น ผลของการตั้งโจทย์จึงเกี่ยวข้องกับโจทย์ที่กำหนด ในระดับหนึ่ง แต่แตกต่างกันในแง่ของเนื้อหา

2.1 การเปลี่ยนแปลงลำดับของข้อมูลเชิงตัวเลข

นักเรียนใช้กลยุทธ์การสร้างโจทย์ใหม่เพื่อให้ได้โจทย์จากโจทย์ดั้งเดิม เมื่อทำให้ลำดับของจำนวนเปลี่ยนไป แต่ลำดับและประเภทของตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ยังคงเหมือนเดิม ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นผลของการตั้งโจทย์ที่คล้ายคลึงกับโจทย์ที่กำหนด แต่แตกต่างกันในด้านเนื้อหา

2.2 การเปลี่ยนลำดับของตัวดำเนินการ

ในผลการตั้งโจทย์อื่นๆ ลำดับของตัวดำเนินการถูกเปลี่ยนไป ในขณะที่ตัวเลขและลำดับยังคงเหมือนเดิม แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้พยายามนำเสนอตัวอย่างอื่นๆ ที่เหมือนกับโจทย์เริ่มต้น แต่แตกต่างกันในแง่ของวิธีการรวมตัวดำเนินการและตัวเลขเข้าด้วยกัน

2.3 การเปลี่ยนตัวเลข

นักเรียนตั้งโจทย์ใหม่โดยการเปลี่ยนข้อมูลเชิงตัวเลขและคงตัวดำเนินการและลำดับเอาไว้แบบเดิม

2.4 การจัดกลุ่มข้อมูลใหม่โดยใช้วงเล็บ

นักเรียนได้ทำการเปลี่ยนโครงสร้างโจทย์เริ่มต้นโดยการเลียนแบบกิจกรรมในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม นั่นคือ การแก้โจทย์ด้วยวงเล็บ ซึ่งเป็นการสร้างความเป็นไปได้โดยใช้วงเล็บเพื่อให้ได้โจทย์ที่แตกต่างออกไป

2.5 การแสดงตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในรูปสมมูล

นักเรียนใช้วงเล็บรวมกับการแทนการหารและการคูณในรูปสมมูล

2.6 การใช้โครงสร้างย่อย

นอกจากนี้ยังมีการตั้งโจทย์โดยการเลือกโครงสร้างย่อยของโจทย์ที่กำหนด ตัวอย่างเช่น นักเรียนบางคนตั้งโจทย์การคำนวณอย่างง่าย ๆ โดยใช้ตัวเลขหรือตัวดำเนินการบางตัว

2.7 การใช้หลายกลยุทธ์ร่วมกัน

นักเรียนใช้หลายกลยุทธ์ร่วมกันเพื่อให้ได้โจทย์ใหม่ ตัวอย่างเช่น ในบางกรณีมีการเปลี่ยนทั้งลำดับของตัวดำเนินการและลำดับของตัวเลข

3. กลยุทธ์การเลียนแบบ

กลยุทธ์การตั้งโจทย์จะเรียกว่าเป็นการเลียนแบบเมื่อได้โจทย์ใหม่มาจากการเติมโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ ลงในโจทย์ที่กำหนด และโจทย์ที่ได้เหมือนกับโจทย์ที่เคยพบหรือเคยแก้มาก่อนแล้ว หรือกล่าวได้ว่า กลยุทธ์การเลียนแบบจะคำนึงถึงสองประเด็นสำคัญ คือ ผลลัพธ์จากการตั้งโจทย์มีโครงสร้างขยาย และนักเรียนเคยพบโจทย์ประเภทนี้มาก่อน กลุ่มย่อยของกลยุทธ์การเลียนแบบ คือ

3.1 การตีความว่าตัวดำเนินการหารเป็นอัตราส่วน

นักเรียนบางคนตีความว่าการหารเป็นอัตราส่วน แล้วตั้งโจทย์ปัญหาโดยใช้การตีความใหม่นี้ในบริบทชีวิตจริง เช่น ตัวอย่างโจทย์ หากอัตราส่วนข้างต้น $[3 \times 25 + 15 : 5 - 4]$ ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างภาพขนาดย่อของภาพที่มีชื่อเสียง ซึ่งมีขนาดเดิมเท่ากับ $50 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ ขนาดของรูปภาพย่อควรเป็นเท่าใด?

3.2 การขยายโครงสร้างโจทย์โดยการเปลี่ยนเป้าหมาย

นักเรียนบางส่วนได้ขยายโครงสร้างของโจทย์ปัญหาที่กำหนดโดยการสร้างนิพจน์เป้าหมายใหม่ โดยเปลี่ยนโครงสร้างของโจทย์ที่กำหนดโดยการขยายนิพจน์เป้าหมายในทิศทางที่ทำให้โจทย์เริ่มต้นกลายเป็นขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ในโจทย์ใหม่ โจทย์ที่ได้เป็นประเภทเดียวกับโจทย์ที่เคยแก้ในบทเรียนที่ผ่านมา

ตัวอย่าง 1: ตัวประกอบเฉพาะของ $[3 \times 25 + 15 \div 5 - 4]$ คือจำนวนใด

ตัวอย่าง 2: เราสามารถใส่วงเล็บที่ตำแหน่งใดเพื่อให้คำตอบของ $3 \times 25 + 15 \div 5 - 4$ มีค่าน้อยที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น กลวิธีหรือกลยุทธ์ที่ใช้ในการตั้งปัญหา สามารถทำได้หลากหลายวิธี ขึ้นกับว่าใครเป็นผู้ใช้กลวิธีนั้นเป็นครูผู้สอนหรือนักเรียน ซึ่งถ้าการตั้งปัญหา มี 2 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นการพิจารณาสิ่งที่สถานการณ์กำหนดให้ โดยใช้การสังเกต และพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูล และในชีวิตประจำวัน และตั้งคำถามที่สงสัยกับข้อมูลนั้นๆ พร้อมทั้งคาดเดาคำตอบที่ต้องการอย่างถูกต้องหรือโดยประมาณ และในระยะที่ 2 เป็นการกำหนดข้อมูลที่มีความแตกต่างออกไป โดยผู้ตั้งปัญหาจะต้องเริ่มจากการหาจุดเริ่มต้นของปัญหา แจกแจง และพิจารณาคุณสมบัติของข้อมูลที่มีจากนั้นตั้งปัญหา และวิเคราะห์ปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ โดยในการตั้งปัญหาต่างๆขึ้นมาเพื่อขยายแนวคิดนั้นสามารถใช้กลยุทธ์ในการสร้างโจทย์ปัญหาได้ไม่ว่าจะเป็น การปรับเปลี่ยน การสร้างใหม่ และการเลียนแบบ

2.7 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาในชั้นเรียน

Kilpatrick (1987) ได้กล่าวว่า การตั้งปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้เป็นเป้าหมายหรือเป็นวิธีสำหรับการเรียนการสอนได้อย่างดี วิธีการตั้งปัญหาเป็นเป้าหมายของการเรียนการสอน ซึ่งจะเรียกร้องให้นักเรียนตอบสนองต่อคำถามหรือปัญหาแบบต่างๆ และ Mishra and Lyer (2015) ได้ระบุถึงการตั้งปัญหา เป็นการสร้างปัญหาหรือคำถามโดยผู้เรียน ซึ่งสามารถนำมาเป็นกลยุทธ์การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนการสอนการเรียนรู้สื่อการสอนที่มีความซับซ้อนในวิชาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ ซึ่งศักยภาพของเทคนิคการตั้งปัญหาจะสามารถตีแผ่ความรู้ และการนำมาใช้เป็นกลยุทธ์การเรียนการสอน และสามารถนำมาเป็นเครื่องมือประเมินผลในหลักสูตรได้ด้วย โดย Gonzales (1994) ได้ใช้การตั้งปัญหาเสริมในกระบวนการแก้โจทย์ โดยครูมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนนักเรียนในการแก้โจทย์แต่ละขั้นตอน ตามแนวทางของ Polya ซึ่งมี 4 ขั้นตอน แต่ Gonzales ได้เพิ่มขั้นตอนที่ 5 คือ ขั้นตอนการตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนจะต้องตั้งคำถามกับตนเองว่า “ปัญหานี้โดยรวมเกี่ยวกับอะไร” “อะไรที่โจทย์กำหนดให้และอะไรที่ไม่ได้กำหนดมาให้” “ฉันต้องการอะไร”

- 2) ชั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับกลวิธีใดบ้างที่ทราบ มีกลวิธีใดที่สามารถแก้ปัญหาได้ และจะมีวิธีในการแก้ปัญหายังไง
- 3) ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นของการดำเนินการตามแผน โดยตั้งคำถามเกี่ยวกับการคำนวณเพื่อหาคำตอบ และอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา
- 4) ชั้นตรวจสอบคำตอบ เป็นตรวจสอบว่ามีแนวทางหรือวิธีการหาคำตอบอื่นอีกหรือไม่ วิธีการหาคำตอบและผลลัพธ์มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการดำเนินการแก้ปัญหา และสามารถสร้างและพัฒนาปัญหาใหม่ได้
- 5) ชั้นตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นตอนที่ดัดแปลงปัญหาที่กำหนดให้เป็นปัญหาใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม โดยนักเรียนเปลี่ยนค่าของข้อมูลที่กำหนดให้ และเปลี่ยนบริบทของปัญหาเดิม

Auerbach (1992) และ Ponder (1995) ได้ทำพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการตั้งปัญหาแบบกลางๆ ที่สามารถนำไปใช้ได้ ในชั้นเรียนของทุกวิชา โดยการตั้งปัญหาเป็นมากกว่าเทคนิคที่สอนการคิดเชิงวิพากษ์ แต่เป็นปรัชญาที่ช่วยให้นักเรียนคิดเชิงวิพากษ์และสะท้อนกลับไปยังชีวิตจริงของผู้เรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งในการตั้งปัญหาจำเป็นต้องให้เวลากับแต่ละขั้นตอน เนื่องจากขั้นตอนเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเรียนรู้วิธีคิดเชิงวิพากษ์ โดยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ชั้นนำเสนอและอธิบายเนื้อหา ขั้นนี้ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์หรือปัญหาที่ได้จากประสบการณ์และความสนใจของนักเรียน ให้กับนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ตัวอย่างเช่น คือ บทสนทนา บทความจากหนังสือพิมพ์ แผ่นพับ แบบฟอร์ม รูปภาพ การ์ตูน หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้แล้ว ผู้สอนก็เริ่มตั้งประเด็นปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลนั้นๆ
- 2) ชั้นพิจารณาความหมาย/คำจำกัดความของปัญหา ขั้นนี้นักเรียนจะคลี่คลายประเด็นหรือปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์หรือปัญหานั้นๆ ผู้สอนอาจทบทวนปัญหาอีกครั้ง โดยนักเรียนอาจตั้งคำถามย่อยๆ มากกว่าหนึ่งคำถาม เพื่อค้นหาความหมายของปัญหานั้น ซึ่งผู้สอนอาจให้นักเรียนตั้งเพียงหนึ่งคำถามเท่านั้น (โดยเฉพาะผู้เริ่มตั้งคำถามมือใหม่) นักเรียนอาจจะระบุปัญหาหรือประเด็นที่สำคัญ และสัมพันธ์กันโดยไม่สามารถแยกออกจากกันได้
- 3) ชั้นทำปัญหาให้เหมาะกับตนเอง ขั้นนี้ผู้สอนจะตั้งคำถามที่เชื่อมโยงกับปัญหาที่เคยพบเจอเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้นำการอภิปราย ชี้นำนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา ด้วยการอภิปราย นักเรียนจะเชื่อมโยงประเด็นที่ได้รับกับปัญหากับชีวิตจริง และวัฒนธรรมของนักเรียน ซึ่งการอภิปรายเป็นกลุ่มจะให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดของผู้อื่น และได้เรียนรู้ผู้อื่นที่มีประสบการณ์เดียวกัน

4) ชั้นอภิปรายปัญหา ชั้นนี้ครูนำการอภิปรายโดยใช้คำถามชี้หน้านักเรียนให้อภิปรายสาเหตุ โดยนักเรียนจะแสดงความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับปัญหาอย่างเปิดเผยหาความรู้สึกว่ามีความเป็นเจ้าของร่วมในปัญหา

5) ชั้นอภิปรายทางเลือกของปัญหา เป็นชั้นที่ครูใช้คำถามแนะแนวทางให้นักเรียนเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และอภิปรายผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น ในกรณีต่างๆ ทำให้นักเรียนจะมีความตระหนักมากขึ้นเมื่อได้ทำงานผ่านการร่วมแรงร่วมใจกันเป็นกลุ่ม

ซึ่ง Auerbach (1992) และ Ponder (1995) กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งปัญหาว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการตั้งปัญหามากกว่าการแก้ปัญหา โดยจะให้ความสำคัญกับประเด็นปัญหาที่ถูกตั้งขึ้นมากกว่าการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น

Brown and Walte (2005) ได้พัฒนาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการตั้งปัญหาในการนำมาใช้จัดการเรียนการสอนซึ่งประกอบไป 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ชั้นเลือกประเด็นปัญหา โดยสามารถตั้งปัญหาได้จากสถานการณ์ ทฤษฎี สิ่งของต่างๆ รอบตัว ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม

2) ชั้นบันทึกข้อมูล โดยเป็นการบันทึกข้อมูลทั้งหมดที่พบในสถานการณ์หรือปัญหา

3) ชั้นสำรวจข้อมูล โดยเป็นการสำรวจข้อมูลในสถานการณ์และปัญหา ว่าข้อมูลใดสำคัญจำเป็น โดยใช้การตั้งคำถามย่อยๆ ประกอบกัน

4) ชั้นสรุปและบันทึกข้อมูลใหม่ที่เกิดขึ้นจากถ้ามีสิ่งที่ค้นพบเจอในชั้นที่ 3

5) ชั้นตั้งคำถามใหม่ในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่เข้าใจ และดำเนินการซ้ำจนหมดคำถาม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้รับมาวิเคราะห์หลังจากทุกคำถามได้รับคำตอบ

Moses and all (1990) ได้ระบุถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาไว้ว่า สามารถใช้ในการกระตุ้นผู้เรียนเกี่ยวกับการจัดโครงสร้างความรู้ จัดระเบียบข้อมูล และเชื่อมโยงความรู้ โดยอิงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ

NCTM (2000) ได้แสดงแนวทางการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การตั้งปัญหาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดไว้ว่า ผู้สอนจะต้องรับผิดชอบในการสร้างสรรค์สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแสดงออกของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ และการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมการตั้งปัญหา โดยครูผู้สอนควรเป็นแบบอย่างหรือต้นแบบให้กับนักเรียนในการตั้งปัญหาในตอนเริ่มต้น

Stoyanova (2005) ที่กล่าวว่า การตั้งปัญหาสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนได้โดยผ่านการทำกิจกรรมการตั้งปัญหา โดยครูเริ่มจากการตั้งปัญหาแบบมีโครงสร้าง (ครูคอยให้คำแนะนำ)

ไปยังการตั้งปัญหาที่มีโครงสร้างน้อยลง (ครูให้คำแนะนำน้อยลง) เมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการตั้งปัญหาที่เพียงพอ นักเรียนก็จะสามารถตั้งปัญหาที่มีเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ บนพื้นฐานความเป็นจริงและท้าทาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อัมพร ม้าคนอง (2546) ได้กล่าวถึง ลักษณะของรูปแบบการจัดกิจกรรมการตั้งปัญหาในชั้นเรียน ดังนี้

1. เป็นการให้นักเรียนตั้งคำถามที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิมที่เคยเรียนมาแล้ว การที่ผู้สอนถามให้ผู้เรียนคิดต่อจากสิ่งที่รู้แล้วจะง่ายกว่าการให้ผู้เรียนเริ่มต้นคิดใหม่

ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนทราบมาก่อนว่า ปริมาตรของลูกบาศก์ที่กว้าง 1 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว และสูง 1 นิ้ว คือ 1 ลูกบาศก์นิ้ว ผู้สอนอาจถามถึงปริมาตรหรือความจุของกล่องที่มีความกว้าง ความยาว และความสูงด้านละ 2 นิ้ว และให้ผู้เรียนคิดต่อไปถึงปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ไม่เท่ากัน โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งปัญหาเองตามที่ตนสนใจอยากรู้

2. กำหนดสถานการณ์ให้ เพื่อให้นักเรียนสร้างคำถามที่ตนอยากรู้ คำถามที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจเป็นคำตอบที่สร้างได้หรือไม่ได้ โดยที่ผู้สอนไม่ควรเน้นที่จุดนี้ แต่ควรเน้นที่ความหลากหลายของปัญหา มากกว่าการหาคำตอบของปัญหา การไม่กำหนดให้ผู้เรียนต้องหาคำตอบจากคำถามที่ตนตั้งขึ้น จะทำให้ผู้เรียนกล้าที่จะตั้งคำถามในแง่มุมต่างๆ

ตัวอย่างเช่น สถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดคือ ธาริณีมีเงินเป็นสามเท่าของทวีป ทวีปมีเงินมากกว่าธนา 75 บาท ธนามีเงิน 60 บาท สิ่ง que ผู้เรียนทำคือ ตั้งคำถาม 2-3 คำถามที่สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อหาคำตอบได้

3. ให้นักเรียนหาสถานการณ์หรือข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ มาสร้างคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปัญหานั้น เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร อินเทอร์เน็ต หนังสือและตำราต่างๆ แล้วสร้างคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือข้อมูลนั้น

ตัวอย่างเช่น หากผู้เรียนหาข้อมูลจากหนังสือพิมพ์ได้ว่า น้ำมันเบนซินออกเทน 95 ราคาลิตรละ 15.79 บาท คำถามที่ตั้งอาจเป็น จะเติมน้ำมันได้กี่ลิตรถ้ามีเงินอยู่ 500 บาท หรือต้องการเติมน้ำมัน 15 ลิตร จะใช้เงินกี่บาท

4. การสร้างปัญหาโดยการส่งต่อเป็นกลุ่ม (Pass Along Problem Posing) โดยครูให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มสร้างประโยคแรกแล้วส่งเวียนให้กลุ่มอื่นสร้างประโยคที่มีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน โดยกลุ่มสุดท้ายต้องสร้างปัญหา ก่อนส่งคืนให้เจ้าของกลุ่มที่เขียนประโยคแรก จากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันแก้ปัญหา

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การตั้งปัญหานั้นมีนักการศึกษาได้ออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนและให้แนวทางในการจัด

กิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายที่ครูผู้สอนควรนำไปศึกษาและนำไปใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนที่ตนเองกำลังสอนอยู่ ซึ่งการฝึกให้นักเรียนเกิดการตั้งปัญหาครูผู้สอนควรเป็นแบบอย่างให้กับนักเรียนในการตั้งปัญหา และจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการตั้งปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกทำกิจกรรมที่เพียงพอ นักเรียนจะสามารถตั้งปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.8 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการตั้งปัญหาในชั้นเรียน

Lowire (2002) ได้นำเสนอข้อเสนอแนะกับครุคณิตศาสตร์ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตั้งปัญหาที่ดีในชั้นเรียน ดังนี้

1. สร้างความมั่นใจให้กับนักเรียน โดยให้ตั้งปัญหาให้เพื่อนในระดับเดียวกัน อยู่บ่อยครั้งจนกว่านักเรียนจะมีทักษะมากขึ้นในการสร้างปัญหา
2. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความร่วมมือในการแก้ปัญหา โดยผู้ตั้งปัญหาจะได้รับการสะท้อนผลในปัญหาที่เขาได้สร้างขึ้น ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด
3. ควรให้นักเรียนแต่ละคนเขียนวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลเสียก่อน ก่อนที่จะรับฟังแนวทางการแก้ปัญหาจากบุคคลอื่น
4. มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือปรึกษากับบุคคลที่มีปัญหาที่ยากกว่า ซึ่งปัญหาที่ยากจะกระตุ้นและสร้างความท้าทายให้กับผู้แก้ปัญหา ทำให้ผู้แก้ปัญหามีความมั่นใจในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น
5. มีการจัดกลุ่มให้นักเรียนที่อ่อนคณิตศาสตร์ได้ทำงานร่วมกับนักเรียนที่เก่งกว่า
6. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ท้าทายการเปลี่ยนแปลงโจทย์ปัญหาอยู่เสมอ โดยการออกแบบปัญหาปลายเปิดและเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ชีวิตจริง
7. สร้างเสริมความมั่นใจให้นักเรียนเพิ่มมากขึ้นโดยให้ใช้สื่อเทคโนโลยี เช่น เครื่องคิดเลข โปรแกรมคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ และใช้ในการสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาใหม่

Rosli Capraro and Capraro (2014) ได้ทำการวิเคราะห์งานวิจัยที่ได้นำการตั้งปัญหาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เกี่ยวกับผลกระทบที่ใช้การตั้งปัญหาต่อการส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งให้ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะของการวิเคราะห์งานวิจัยไว้หลายประเด็นในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1. การตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีและเหมาะสมกับการเรียนการสอนในเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เคยเรียนมาแล้ว ซึ่งไม่เหมาะสมกับการสอนเนื้อหาใหม่ในสิ่งที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน

2. การตั้งปัญหาสามารถนำไปใช้ในการพัฒนานักเรียนใน 4 ด้านที่สำคัญคือ ด้านความรู้ ด้านทักษะการแก้ปัญหา ด้านความสามารถในการตั้งปัญหา และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ดังนั้นในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการตั้งปัญหาในชั้นเรียนครูจะต้องเป็นบุคคลที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอน และสร้างแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามแนวทางที่ครูกำหนดไว้ โดยใช้การสร้างคำถาม การกำหนดสถานการณ์ หรือการสร้างปัญหาปลายเปิด โดยครูจะต้องให้กำลังใจและสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนในการตั้งปัญหาใหม่ๆ อยู่สม่ำเสมอ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม และเกิดการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มของตนเอง หรือในห้องเรียน ซึ่งการใช้คำถามปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ชีวิตจริง เพื่อท้าทายนักเรียนให้ตั้งปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์แนวคิดการตั้งปัญหา

แนวคิดการตั้งปัญหาจากนักการศึกษา	สรุปแนวคิดการตั้งปัญหา
<ul style="list-style-type: none"> การตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการนิยามปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่างๆขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นการสร้างโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ จากสถานการณ์ นิยาม ข้อความ วัตถุ และจากปัญหาที่มี (Shukkwon, 1993; Mamona-Down, 1993; Stoyanova, 1996; Adu – Elwan ,1999 และ Silver, 1994) การตั้งปัญหาเป็นการสร้างหรือปรับเปลี่ยนปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเสริมต่อความรู้ ขยายแนวความคิด (สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991; Silver, 1994; Cai&Hwang, 2002; English, 2003; Silver&Cai, 1996; Lewis, 1998 และ Cinzia Bonotto, 2012) การตั้งปัญหาที่ดีและน่าสนใจควรเป็นการตั้งปัญหาที่อิงจากประสบการณ์ที่หลากหลาย ทั้งในและนอกเนื้อวิชาคณิตศาสตร์ (Silver, 1993,1994,2004; Cinzia Bonotto, 2012) การตั้งปัญหาเป็นการสร้างปัญหาจากบริบททางคณิตศาสตร์ และเพื่อรวบรวมทางออกของการแก้ปัญหาขึ้นใหม่ให้กับปัญหานั้นๆ โดยที่นักเรียนเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ และปัญหานั้นมีความเกี่ยวข้องหรือมีแนวทางแก้ปัญหานั้นได้โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์(Silver, 1994; Cai&Hwang, 2002; English, 2003; Silver&Cai, 1996; Lewis, 1998, Sheffield, 2008) 	<p>การตั้งปัญหา เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในการสร้างปัญหาหรือคำถาม จากสถานการณ์ต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือคิดค้นขึ้นมาใหม่ เพื่อนิยามปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ</p>
<ul style="list-style-type: none"> การตั้งปัญหาเป็นการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วให้ผู้แก้ปัญหาสรรค์สถานการณ์ปัญหาที่ยังไม่ทราบคำตอบ เพื่อการค้นหาคำตอบ (Shukkwon, 1993; Mamona-Down,1993 และ Leung, 1997) การตั้งปัญหาที่ดีและน่าสนใจควรเป็นการตั้งปัญหาที่อิงจากประสบการณ์ที่หลากหลาย ทั้งในและนอกเนื้อวิชาคณิตศาสตร์ (Silver,1993,1994,2004; Cinzia Bonotto, 2012) ครูควรกำหนดสถานการณ์ และสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการตั้งปัญหา เพื่อให้นักเรียนตั้งปัญหาที่ตนเองอยากรู้ คำถามที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจมีคำตอบหรือหรือไม่ก็ตาม โดยครูผู้สอนไม่ควรเน้นที่จุดนี้ แต่ควรเน้นที่ความหลากหลายของปัญหา(NCTM, 2000; อัมพร ม้าคนอง (2546)) 	<p>กิจกรรมการตั้งปัญหา ครูควรจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการตั้งปัญหา ซึ่งครูควรกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน หรือจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้มาให้แก่นักเรียน ในการส่งเสริมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยคำนึงถึงปัญหาที่ตั้งขึ้นมากกว่าการหาคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้น</p>

แนวคิดการตั้งปัญหาจากนักการศึกษา	สรุปแนวคิดการตั้งปัญหา
<ul style="list-style-type: none"> • การตั้งปัญหา สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งก่อนการแก้ปัญหา ระหว่างการแก้ปัญหา และหลังการแก้ปัญหา (Silver,1993,1995,2013 และLeung,1997)) 	<p>การตั้งปัญหา เป็นกิจกรรมที่สามารถเกิดขึ้นได้ใน 3 ระยะของการแก้ปัญหา ระยะคือ ก่อนแก้ปัญหา ระหว่างการแก้ปัญหา และหลังการแก้ปัญหา</p>
<ul style="list-style-type: none"> • การตั้งปัญหาเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และการสร้างปัญหาใหม่โดยการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้(สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา; Bitter, 1989; Mamona, Leung, and Kenney, 1996 และ NCTM, 1991) • การตั้งปัญหา มีประโยชน์ต่อการระบุงการขาดความรู้ของผู้เรียน และครูสามารถนำการตั้งปัญหามาใช้ในการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน (Mishra and Iyer, 2013)) • การตั้งปัญหา เป็นกิจกรรมที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยครูจะต้องเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน และเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกทักษะการตั้งปัญหาที่เพียงพอ จะทำให้นักเรียนสามารถตั้งปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกิจกรรมการตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถพัฒนาให้เป็นทักษะที่สำคัญให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน (Brown&Walter, 1993; Silver &Cai, 2005; Stoyanova, 2005; NCTM, 2000 และ VanDenBrink, 1987) • การตั้งปัญหาในชั้นเรียนเป็นการให้นักเรียนตั้งคำถามที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิมที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อเชื่อมโยงความรู้อีกกับความรู้อื่นใหม่ การที่ครูตั้งปัญหาอย่างง่าย ๆ ทำให้ผู้เรียนคิดต่อจากสิ่งที่รู้แล้วจะง่ายกว่าการให้ผู้เรียนเริ่มต้นคิดใหม่ (Moses and all, 1990;อัมพร ม้าคอง, 2546) 	<p>การตั้งปัญหา เป็นกิจกรรมที่ครูผู้สอน ใช้ในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้อีกกับความรู้อื่นใหม่ โดยครูต้องเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนได้ตั้งปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ฝึกทักษะการตั้งปัญหาที่เพียงพอจะทำให้ผู้เรียนตั้งปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถใช้การตั้งปัญหาเป็นแนวในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ อีกทั้งยังสามารถเป็นกิจกรรมของนักเรียนในการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ตั้งปัญหาหระหว่างการแก้ปัญหา และตั้งปัญหาเพื่อขยายความรู้และพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา ดังนั้นการตั้งปัญหาเป็นได้ทั้งกิจกรรมของครูและนักเรียน</p>
<ul style="list-style-type: none"> • การตั้งปัญหา สามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ในการเรียนในห้องเรียนสู่บริบทชีวิตจริง ส่งเสริมทักษะการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และทำให้แนวคิดพื้นฐานต่างๆกระจ่างชัดเจนนมากขึ้น นอกจากนี้ การตั้งปัญหาจะช่วยให้นักเรียนลดการพึ่งพาครูผู้สอนและตำราเรียน (Moses and all, 1990); Lavy and Shriki, 2010) • การสร้างปัญหาสามารถสร้างปัญหาโดยการทำงานเป็นกลุ่มได้ เช่น ครูให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อช่วยกันแก้ปัญหาจากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันแก้ปัญหา(อัมพร ม้าคอง (2546)) 	<p>การตั้งปัญหาสามารถเป็นกิจกรรมที่ใช้กระบวนการกลุ่มมาช่วยในการตั้งปัญหาได้ หรือครูสามารถให้นักเรียนในห้องเรียนร่วมกันตั้งปัญหา คณิตศาสตร์ของห้องเรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานในการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น</p>
<ul style="list-style-type: none"> • กิจกรรมการตั้งปัญหาในชั้นเรียนจะส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือในการแก้ปัญหา โดยผู้ตั้งปัญหาจะได้รับการสะท้อนผลในปัญหาที่เขาได้สร้างขึ้น และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือปรึกษากับบุคคลที่มีปัญหาที่ยากกว่า ซึ่งปัญหาที่ยากจะกระตุ้นและสร้างความท้าทายให้กับผู้แก้ปัญหา ทำให้ผู้แก้ปัญหามีความมั่นใจในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น (Lowire, 2002) • การสอนโดยฝึกให้นักเรียนตั้งปัญหาและคำถามประกอบการแก้ปัญหา เป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี(Priest, 2009) • การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันระหว่างทักษะการตั้งปัญหาหรือคำถามและทักษะการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ยังมีความสัมพันธ์ของกันและกันไประหว่างจำนวนคำถามที่ตั้งกับความสำเร็จในการแก้ปัญหา (Tugrul Kat และคณะ, 2010) 	<p>การตั้งปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนนั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในการสอนแก้ปัญหาที่มากกว่าการสอนเนื้อหาใหม่</p>

จากการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาของ Auerbach (1992), Ponder (1995) และ Brown and Walte (2005) ผู้วิจัยสรุปลักษณะของขั้นตอนที่เป็น จุดร่วมและประเด็นสำคัญในรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหา

Auerbach(1992), Ponder (1995)	Brown and Walte (2005)	การสรุปจุดร่วมของ ขั้นตอน
<p>1) ช้่นนำเสนอและอธิบายเนื้อหา ช้่นนี้ผู้สอน นำเสนอสถานการณ์หรือปัญหาที่ได้จาก ประสบการณ์และความสนใจของนักเรียน ให้กับ นักเรียนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะเชื่อมโยงกับ ชีวิตประจำวันของนักเรียน</p> <p>2) ช้่นพิจารณาความหมาย/คำจำกัดความของ ปัญหา ช้่นนี้นักเรียนจะคลี่คลายประเด็นหรือปัญหา ที่อยู่สถานการณ์หรือปัญหานั้นๆ ผู้สอนอาจ ทบทวนปัญหาอีกครั้ง โดยนักเรียนอาจตั้งคำถาม ย่อยๆมากกว่าหนึ่งคำถาม เพื่อค้นหาความหมาย ของปัญหานั้น</p> <p>3) ช้่นทำปัญหาให้เหมาะกับตนเอง ช้่นนี้ผู้สอนจะ ตั้งคำถามที่เชื่อมโยงกับปัญหาที่เคยพบเจอ เพื่อทำ หน้าที่เป็นผู้นำการอภิปราย ช้่นนี้นักเรียนเกี่ยวกับ ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา ด้วยการอภิปราย</p> <p>4) ช้่นอภิปรายปัญหา ช้่นนี้ครูนำการอภิปรายโดยใช้ คำถามช้่นนี้นักเรียนให้อภิปรายสาเหตุ โดยนักเรียน จะแสดงความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับปัญหา</p> <p>5) ช้่นอภิปรายทางเลือกของปัญหา เป็นช้่นที่ครูใช้ คำถามแนะแนวทางให้นักเรียนเสนอแนะแนว ทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และอภิปรายผลลัพธ์ที่ จะเกิดขึ้น ในกรณีต่างๆ</p>	<p>1) ช้่นเลือกประเด็นปัญหา โดย สามารถตั้งปัญหาได้จาก สถานการณ์ ทฤษฎี สิ่งของต่างๆ รอบตัว</p> <p>2) ช้่นบันทึกข้อมูล โดยเป็นการ บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่พบใน สถานการณ์หรือปัญหา</p> <p>3) ช้่นสำรวจข้อมูล</p> <p>4) ช้่นสรุปและบันทึกข้อมูลใหม่ที่ เกิดขึ้นจากถ้ามีสิ่งที่ค้นพบเจอใน ช้่นนี้</p> <p>5) ช้่นตั้งคำถามย่อยใหม่ใน ประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่ เข้าใจ และดำเนินการซ้ำจนหมด คำถามย่อย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ รับมาวิเคราะห์หลังจากทุก คำถามได้รับคำตอบ</p>	<p>1) มีการนำเสนอสถานการณ์ ซึ่งเป็นปัญหา ที่อยู่รอบๆ ตัว นักเรียน</p> <p>2) มีการตั้งประเด็นปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์</p> <p>3) มีการตั้งปัญหาหรือคำถาม ย่อยๆ เพื่อให้พิจารณาข้อมูล สรุวจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>4) มีการตั้งปัญหาหรือคำถาม ย่อยๆ เพื่อให้เชื่อมโยงปัญหา ที่พบเจอมาก่อนกับปัญหา ใหม่</p> <p>5) มีการตั้งปัญหาเพื่อกระตุ้น ให้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ ปัญหาและหาทางออกของ ปัญหา ในกรณีต่างๆ</p>

จากข้อสรุปของหลักการตั้งปัญหาและ ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ การตั้งปัญหา ผู้วิจัยสามารถสรุปหลักการของการตั้งปัญหาได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6 แสดงการสรุปแนวคิดการตั้งปัญหาและหลักการตั้งปัญหา

แนวคิดการตั้งปัญหา	หลักการตั้งปัญหา
<p>1. การตั้งปัญหา เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในการสร้างปัญหา หรือคำถาม จากสถานการณ์ต่างๆ สามารถใช้ได้กับครูและนักเรียน</p> <p>2. การตั้งปัญหาควรจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการตั้งปัญหา โดยควรกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลาย ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนที่อยู่รอบตัวนักเรียน หรือจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้มาให้แก่นักเรียน ในการส่งเสริมกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยคำนึงถึงปัญหาที่ตั้งขึ้นมากกว่าการหาคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้น</p> <p>3. การตั้งปัญหา เป็นกิจกรรมที่สามารถเกิดขึ้นได้ใน 3 ระยะของการแก้ปัญหา คือ ระยะก่อนการแก้ปัญหา ระยะระหว่างการแก้ปัญหา และระยะหลังการแก้ปัญหา โดยลักษณะของปัญหาหรือคำถามที่ตั้งขึ้น จะแตกต่างกันออกไปในแต่ละระยะของการแก้ปัญหา</p> <p>4. การตั้งปัญหา เป็นกิจกรรมของครูผู้สอน ที่ใช้ในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิม โดยครูเป็นต้นแบบในการตั้งปัญหาของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้รับการฝึกอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ผู้เรียนตั้งปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งช่วยพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน และใช้เป็นแนวคิดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ซึ่งการตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมของนักเรียนในการตั้งปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ตั้งปัญหาระหว่างการแก้โจทย์ปัญหา และตั้งปัญหาเพื่อขยายความรู้และพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา ดังนั้นการตั้งปัญหาจึงเป็นกิจกรรมของครูและนักเรียน</p> <p>5. การตั้งปัญหาสามารถเป็นกิจกรรมที่ใช้กระบวนการกลุ่มมาช่วยในการตั้งปัญหาได้ หรือครูสามารถให้นักเรียนในห้องเรียนร่วมกันตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ของห้องเรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานในการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น</p> <p>6. การตั้งปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนนั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในการสอนแก้ปัญหา มากกว่าการสอนเนื้อหาใหม่</p>	<p>1. มีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ให้กับนักเรียนได้ทำกิจกรรมตั้งปัญหา</p> <p>2. ใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการสร้างปัญหา หรือคำถาม และนิยามปัญหา คณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูจะต้องเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาของนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนให้สามารถตั้งปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>3. การตั้งปัญหาหรือคำถามอาจทำได้ใน 3 ระยะ คือ ก่อนการแก้ปัญหา ระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา และระยะหลังการแก้ปัญหา โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายข้อมูล</p> <p>4. ให้ความสำคัญกับการตั้งโจทย์ปัญหามากกว่าการคำนวณหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น</p> <p>5. การทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนในการช่วยกันตั้งปัญหาจะทำให้ได้ปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่มีความหลากหลาย และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียน</p> <p>6. การตั้งปัญหาเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนนั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในการสอนแก้ปัญหา มากกว่าการสอนเนื้อหาใหม่</p>

ตอนที่ 3 การคิดแบบฮิวริสติกส์

3.1 ข้อมูลพื้นฐานของฮิวริสติกส์

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) หรือ ศึกษาสำนึก เป็นกระบวนการทางความคิดอันดับแรกที่สุดที่ผุดขึ้นมาในสมองโดย "ไม่ได้ไตร่ตรอง" ซึ่งสามารถเกิดขึ้นอยู่ในสมองของทุกคน หรือการคิดขึ้นมาโดยไม่ตั้งใจใคร่ครวญ หรือ ฉกคิดขึ้นมาได้อย่างฉับพลัน ซึ่ง Romanycia (1985) ได้กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นแนวคิดที่สำคัญของกลุ่ม artificial intelligence (AI) หรือปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งพุดถึงในบริบททางตรรกะหรือจิตวิทยาของการค้นพบ โดย Hamilton (1866) และ Todhunter's Acc. W.'s Wks. (1876) ได้กล่าวถึง ฮิวริสติกส์(Heuristics) ในทำนองเดียวกันว่า เป็นสาขาหนึ่งของการใช้ตรรกะในการคิดให้เหตุผล ซึ่งมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการสำรวจ ค้นหา ค้นพบ โดยวัตถุประสงค์หลักของฮิวริสติกส์ คือการศึกษาวิธีการ และกฎเกณฑ์การสำรวจและการประดิษฐ์คิดค้น ซึ่งแนวทางนี้ไม่ใช่ไม่มีข้อผิดพลาด แต่จะต้องนำมาเปรียบเทียบกับกรให้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งการให้เหตุผลแบบฮิวริสติกส์ไม่ถูกจัดให้เป็นวิธีสุดท้ายที่เข้มงวด แต่เป็นเพียงแนวทางที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแนวทางออกของปัญหา ซึ่งนำมาสู่การพัฒนา Modern Heuristics โดยที่Modern Heuristics เป็นกระบวนการของการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดำเนินการทางความคิด ซึ่ง ฮิวริสติกส์เป็นศาสตร์ของพฤติกรรมกรแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการทางความคิดที่ถูกต้องแม่นยำและมีประโยชน์สูงสุดสำหรับการค้นหา ค้นพบ แนวทางแก้ปัญหา (Polya, 1973)

จากกรนิยามอย่างหลากหลายของ ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ของ Polya และนักกรศึกษารุ่นแรกๆ ทำให้ Feigenbaum and Feldman (1963) ได้สรุปนิยามของฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไว้ว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นวิธีการทั่วไป กระบวนการ หรือกลวิธี ที่มุ่งเน้นทำให้ง่ายขึ้น หรือเครื่องมือที่ช่วยลดกรค้นหาข้อมูลได้มากในเนื้อที่ปัญหาที่กว้าง ฮิวริสติกส์ไม่สามารถยืนยันคำตอบสูงสุด หรือแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน แต่วิธีการนี้จะเป็ประโยชน์ที่สามารถให้แนวทางในการแก้ปัญหาที่ดี และมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจากความหมายข้างต้นสามารถระบุองค์ประกอบของฮิวริสติกส์ (Heuristics) 5 องค์ประกอบคือ 1) ไม่มีเครื่องยืนยัน 2) เครื่องมือช่วย 3) การประหยัดแรง (ลดความพยายาม) 4) ตัดตัวเลือกที่ไม่ใช่ 5) ให้แนวทางในการแก้ปัญหาที่น่าพอใจ

ซึ่งหลักกรศึกษารุ่นใหม่ Hofstadter (1979) Albus (1981) และ Lenat (1982) ได้กล่าวถึงนิยามของฮิวริสติกส์ (Heuristics) ในทำนองเดียวกันไว้ว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นกระบวนการที่ใช้ความคิดมาประกอบ เพื่อค้นหากรวิธี พร้อมทั้งประยุกต์และประเมินกรวัดผลในแต่ละสถานการณ์ โดยมีการเชื่อมโยงของข้อมูลที่มีอยู่อย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบกับกระบวนการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา ซึ่งไม่สามารถรับรองได้ว่าแนวทางที่แก้ไขจะเป็นวิธีการที่จะได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่จะเป็นแนวทางที่ดีที่สุดและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

Marc H. J. Romanycia (1985) ได้ทำการวิเคราะห์นิยามและองค์ประกอบที่สำคัญของฮิวริสติกส์ (Heuristics) จากนักการศึกษาที่ได้กล่าวไว้พบว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีมิติที่สำคัญ 4 ประการคือ

1. ความไม่แน่นอนของผลลัพธ์

ในการแก้ปัญหา มีนักการศึกษาได้พิจารณาถึงแนวทางการแก้ปัญหาทั้งทางฮิวริสติกส์ (Heuristics) และแบบ Algorithm ซึ่งพบว่า มีนักการศึกษาแบ่งความคิดออกเป็นทั้งสองฝ่าย คือมีทั้งกลุ่มที่คิดว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics) และแบบ Algorithm มีความขัดแย้งกัน และกลุ่มที่คิดว่าฮิวริสติกส์ (Heuristics) และแบบ Algorithm ไม่มีความขัดแย้งกัน ซึ่งหลังจากพิจารณาแล้วพบว่า ทั้งฮิวริสติกส์ (Heuristics) และแบบ Algorithm ก็เป็นแนวทางการแก้ปัญหาทั้งคู่ ซึ่งในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาจะต้องพิจารณาข้อมูลและประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าฮิวริสติกส์ (Heuristics) มักจะถูกประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เป็นเชิงปฏิบัติและเกิดขึ้นจริงในชีวิต ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่หลากหลาย และมีความซับซ้อน ซึ่งในการหาคำตอบอาจได้เพียงแค่ว่าคำตอบที่ดีที่สุด และ แบบ Algorithm มักจะถูกประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เป็นนามธรรมทางทฤษฎี ซึ่งมักจะได้อำนาจที่ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎี ซึ่งเราพบว่า

2. มีรากฐานจากความรู้ที่ไม่สมบูรณ์

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นกระบวนการในการพิจารณาคัดสรรข้อมูล การชี้แนะ การหาทางแก้ปัญหาที่น่าเชื่อถือ การเดาแบบมีสติปัญญา ความรู้สึก และการตัดสินใจ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้สามารถทำให้มีความรู้และแนวทางเกี่ยวกับข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา ซึ่งพบว่า ความรู้หรือฐานความรู้ของแต่ละคนมีความสำคัญในการสร้างความน่าเชื่อถือ หากผู้แก้ปัญหาไม่มีพื้นฐานความรู้ที่ดีพอก็จะไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาได้ดีมากนัก ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการตั้งปัญหาเพื่อหาคำตอบจากผู้รู้ ดังนั้นความรู้อย่างลึกซึ้งจะเป็นแกนหลักของเขาวงกตปัญหาแบบฮิวริสติกส์

3. เครื่องมือในการพัฒนาความสามารถ

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) สามารถพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้ ซึ่งแนวคิดนี้จะเป็นเสมือนเครื่องมือที่จะซ่อมแซมและพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาได้ ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่า ฮิวริสติกส์ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา ชี้แนะแนวทางการค้นหา เป็นต้น ซึ่งอาจมีข้อเสียอยู่บ้างคือ อาจต้องใช้เวลาชานาน ต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ ความจำที่ดี และอาจจะต้องใช้เครื่องมือในการแสวงหาความรู้ แต่อย่างไรก็ดีฮิวริสติกส์ (Heuristics) ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนที่ระบบ Algorithm ไม่สามารถทำได้

4. การชี้้นำในการตัดสินใจ

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นเสมือนเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจ และเป็นกระบวนการที่มีการตัดสินใจเข้ามามีส่วนร่วม ซึ่ง ฮิวริสติกส์สามารถช่วยผู้แก้ปัญหาโดยการชี้้นำการตัดสินใจในช่วงของการเคลื่อนย้ายข้อมูลจากการเริ่มต้นสู่สถานะทางแก้ปัญหา และสามารถชี้้นำการตัดสินใจซึ่งเป็นหน้าที่เบื้องต้นของฮิวริสติกส์ โดยมีองค์ประกอบของทางเลือกนำเสนออยู่เสมอ

ในกระบวนการของฮิวริสติกส์ มีการประกอบการตัดสินใจอยู่เสมอ ซึ่งอิทธิพลของฮิวริสติกส์คือการตัดสินใจว่าจะหาแนวทางการแก้ปัญหาทางใด(ทางตรง) หรือ อิทธิพลของฮิวริสติกส์จะเปลี่ยนมุมมองบางอย่างของสถานการณ์ปัญหา(ทางอ้อม) ซึ่งพฤติกรรมที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหาของ ฮิวริสติกส์ คือ การตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามกับตนเอง การวาดภาพการเรียงเรียงปัญหาใหม่ เป็นต้น ดังนั้นฮิวริสติกส์ (Heuristics) มีผลต่อการตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางการแก้ปัญหาให้กับผู้แก้ปัญหา ซึ่งฮิวริสติกส์อาจถูกใช้ในเชิงรุก (Active) เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ต่างๆ คำแนะนำ การดำเนินการ หรือเลือกแนวทางการแก้ปัญหา และในเชิงของการสนับสนุน (Passive) คือในการให้เหตุผลเมื่อถูก คำแนะนำ ถูกเสนอให้เป็นทางเลือกในการแก้ปัญหา ซึ่งมักเกิดขึ้นพร้อมๆกัน

ในทางการแพทย์ใช้ Heuristics ในการวินิจฉัยโรค และตัดสินใจรักษาผู้ป่วยเช่นกัน เช่นเวลาคนไข้วัยกลางคนมาด้วย เจ็บแน่นหน้าอก ความคิดสิ่งแรกที่คิดได้คือ โรคหัวใจขาดเลือด ซึ่งการวินิจฉัยถ้าถูกต้องจะเป็นประโยชน์ แต่ที่สำคัญอาจจะเป็นโรคอื่นก็ได้ ซึ่ง Heuristics นี้ มาคู่กับ Biases เพราะเกิดขึ้นกับความรูสึกและวิจารณ์ญาณของแต่ละบุคคล

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ยังถูกนำมาใช้ในในกลุ่มของธุรกิจและการตลาด โดยมุ่งเน้นไปที่ Behavioral Economics หรือ เศรษฐศาสตร์พฤติกรรม เป็นการศึกษาวิธีการตัดสินใจของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของปัจจัยที่มีผลในการตัดสินใจเบื้องต้นเพื่อทำความเข้าใจถึงแรงจูงใจและความต้องการของลูกค้า โดยที่ Decision Heuristics คือ การศึกษาเกี่ยวกับแนวโน้มการตัดสินใจของคนเมื่อต้องเผชิญกับทางเลือกที่มี ผลลัพธ์ไม่แน่นอน เช่น จะนำนวัตกรรมใดมาใช้จึงจะได้มูลค่าสูงสุด แทนที่จะพยายามประเมินทุกทางเลือก กลับใช้วิธีลัดแทนหรือที่เรียกว่า Heuristics ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีเพียงพอในเวลาสั้นๆ ตัวอย่างการตัดสินใจโดยใช้ Heuristics แบบต่างๆ เช่น Representativeness Heuristic คือ การที่เราคิดว่าอะไรที่เคยเกิดบ่อยๆ มักจะมีความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นสูงกว่า ทั้งๆที่ความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นในแต่ละเหตุการณ์นั้นมีเท่ากัน เช่นเวลาทยอยเหรียญทยอยถูกเต่า และ Availability Heuristic คือการตัดสินใจโดยใช้แต่เพียงข้อมูลที่มีอยู่ ไม่พิจารณาอย่างรอบด้าน เช่น Stock Bubbles นักลงทุนที่ได้ยินถึงความสำเร็จของการลงทุนในหุ้น IPO ของบริษัท Dotcom ก็คาดหวังว่าในอนาคตหุ้น IPO ของบริษัท Dotcom ก็น่าจะประสบความสำเร็จเช่นกัน โดยที่มองข้ามหรือไม่หาข้อมูลด้านที่ล้มเหลวของหุ้น dotcom มาพิจารณาคบคู่กันไป

นอกจากนั้น ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ยังถูกนำมาใช้ในการค้นหาข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านปัญญาประดิษฐ์ การค้นหาค่า ตอบอาศัยวิธีการทางฮิวริสติกส์ (Heuristic Search) มีความแตกต่างจากการค้นหาข้อมูลแบบธรรมดา โดยการค้นหาข้อมูลแบบธรรมดา ในกระบวนการ การค้นหาข้อมูลจะต้องตรวจสอบข้อมูลที่ละตัวทุกตัวจนครบ แต่การค้นหาข้อมูลแบบ ฮิวริสติกส์จะไม่ลงไปดู ข้อมูลทุกตัว วิธีการนี้จะเลือกคำตอบที่เหมาะสมให้กับการค้นหา ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถทำการค้นหาคำตอบจากข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ ได้ แต่มีข้อเสียคือคำตอบที่ได้เป็นเพียง คำตอบที่ดี เท่านั้นไม่แน่ว่าจะดีที่สุด แต่เนื่องจากว่าปัญหาในบางลักษณะนั้นใหญ่มาก และเป็นไป ไม่ได้ที่จะทำการค้นหาด้วยวิธีธรรมดากระบวนการของฮิวริสติกส์จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นซึ่งนำมาสู่การนำ แนวทางของฮิวริสติกส์ (Heuristics) มาสู่การแก้ปัญหา โดยที่ Armstrong (1998) ได้กล่าวถึง ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไว้ว่า เป็นแนวทางที่ใช้แก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อน กล่าวคือ ปัญหาที่ไม่มี โครงสร้าง และปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งมีตัวแปรที่ทราบค่าไม่แน่นอน เนื่องจาก การแก้ปัญหาโดยใช้แบบฮิวริสติกส์โดยแท้จริงแล้วก็คือ การแก้ไขปัญหโดยอาศัยกฎเกณฑ์ง่าย ๆ ซึ่งเกิดจาก ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกันในอดีต และกระบวนการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา จึงทำให้การแก้ปัญหามีความรวดเร็วมากขึ้น หลักการของแนวคิดฮิวริสติกส์ มีความเกี่ยวข้องกับการค้นหา เรียนรู้ ประเมิน และพิจารณาตัดสินใจ จากนั้นจะวนกลับมาทำซ้ำการปฏิบัติเหล่านี้อีกครั้ง เพื่อให้เกิดความมั่นใจ เมื่อใดจึงจะเกิดการใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์

1. ข้อมูลที่ป้อนเข้าไม่มีความแน่นอน หรือมีขีดจำกัด
2. เหตุการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากเกินไปจนกว่าจะใช้ Optimization Model มาจัดการได้
3. เป็นเหตุการณ์ที่มั่นใจว่า ไม่สามารถใช้อัลกอริทึมที่แน่นอนได้
4. เมื่อใช้ Simulation แล้วมีระยะเวลาในการประมวลผลนานเกินไป
5. เมื่อต้องการการประมวลผลที่ค่อนข้างเป็น Symbolic มากกว่า Numeric เช่น ในระบบ Expert System
6. เป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยตัดสินใจได้ จึงต้องให้ความรู้สึกของผู้แก้ปัญหา มาช่วยตัดสินใจ หรือถ้าได้ต้องใช้ความพยายามสูงหรือไม่สะดวก

Polya (1973), Schoenfeld (1985), Rubinstein (1986) and Mayer (2003) กล่าวถึง ฮิวริสติกส์ (Heuristics) โดยสรุปว่า ฮิวริสติกส์ เป็นกลยุทธ์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เป็นวิธีการที่ไม่เข้มงวดในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา แนวคิดที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาก่อนหน้าที่เราจะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาปัจจุบัน ฮิวริสติกส์ ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็น องค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้ปัญหา โดยที่ Tiong, Hedberg & Lioe (2005) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นการช่วยในการจัดการกับปัญหาที่ยากหรือปัญหาที่เราไม่คุ้นเคย นอกจากนี้ ยังทำให้เราสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยเวลาที่น้อยลงและความพยายามที่น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อัลกอริทึมในการหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งมี 2 คุณลักษณะดังนี้

1. ไม่ได้รับประกันว่าจะได้วิธีการแก้ปัญหา ฮิวริสติกส์ จะนำเสนอแนวทางทั้งหมดที่ชี้แนะเราไปสู่วิธีการที่เป็นไปได้ ที่เราอาจค้นพบวิธีการแก้ปัญหา

2. ไม่ได้มีขั้นตอนเฉพาะ เมื่อเราใช้ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ในการแก้ปัญหา เราจะต้องทำการตัดสินใจด้วยตัวเราเองว่าควรจะทำอะไร

ดังนั้นหลักการของฮิวริสติกส์ (Heuristics) จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เป็นแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข้อมูลของบุคคลแต่ละบุคคล โดยใช้กระบวนการคิดพิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้การตัดสินใจโดยสัญชาตญาณของตนเอง ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ (ต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน)

2. ในการใช้แนวคิด ฮิวริสติกส์ (Heuristics) จะประกอบไปด้วยกระบวนการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหานั้นๆ ดังนั้นจึงไม่สามารถยืนยันความถูกต้องของการแก้ปัญหาได้เสมอไป แต่เป็นการหาทางออกที่ดีที่สุดให้กับการแก้ปัญหานั้นๆ ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีเพียงพอในเวลาที่กำหนด (มีเพียงคำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินและตัดสินใจหาทางเลือกที่ดีที่สุด)

3. เป็นแนวทางที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งพบว่าปัญหาเหล่านั้นจะเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน กล่าวคือ เป็นปัญหาที่ไม่มีโครงสร้าง และปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งมีข้อมูลที่ไม่มีความแน่นอน ข้อมูลมาก ไม่สามารถใช้อัลกอริทึมที่แน่นอนได้ และใช้ระยะเวลาในการประมวลผลนานเกินไป (ต้องมีการสำรวจ ค้นหาข้อมูล และมีตรวจสอบข้อมูลอย่างละเอียด ถี่ถ้วน ก่อนนำไปวางแผนการแก้ปัญหา)

4. ความรู้หรือฐานความรู้ของแต่ละคนมีความสำคัญในการสร้างความน่าเชื่อถือ การตัดสินใจ การเชื่อมโยงข้อมูลต่าง หากผู้แก้ปัญหาไม่มีพื้นฐานความรู้ที่ดีพอในเรื่องที่จะต้องแก้ปัญหาก็จะไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาจึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ต้องมีการใช้กระบวนการกลุ่มในการระดมสมอง วิเคราะห์ และช่วยกันหาแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อให้การแก้ปัญหานั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด)

ข้อแตกต่างของการแก้ปัญหาแบบAlgorithm และการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

Barr and Feigenbaum (1981) ได้แสดงถึงข้อแตกต่างของการแก้ปัญหาแบบAlgorithm และการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

ตารางที่ 7 แสดงข้อแตกต่างของการแก้ปัญหาแบบAlgorithm และการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)

การแก้ปัญหาแบบAlgorithm	การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics)
มีการนิยามถึงกระบวนการขั้นตอนที่เป็นระบบ ที่สามารถยืนยันผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาในแต่ละประเภทที่กำหนดให้	เป็นเพียงกลุ่มของหลักเกณฑ์ ทิศทางทดลองหรือกลวิธีที่เป็นเสมือนกฎเกณฑ์ทั่วไป เป็นวิธีการ/หลักการ ที่จะต้องมีการตัดสินใจเลือกจากหลากหลายวิธีที่มีอยู่ เพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมาย

3.2 แบบการคิด

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้คำอธิบายเกี่ยวกับแบบของการคิดไว้หลากหลายประเด็น ดังนี้

Witkin, Oltman, Raskin and Karp (1971) Riding and Rayner (1998) Long (2009) อธิบายว่าแบบการคิด คือลักษณะหรือหน่วยปฏิบัติการในตัวบุคคลแต่ละบุคคลที่ทำให้บุคคลนั้นแสดงออกถึงการรับรู้และการคิดที่ค่อนข้างคงเส้นคงวา หรือวิธีการที่แต่ละคนชอบทำ และทำงานเป็นนิสัยในการจัดระเบียบ ประมวลผลข้อมูล และนำเสนอข้อมูลสารสนเทศ โดยมีลักษณะดังนี้

1. แบบการคิดเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการรับรู้มากกว่าเป็นขั้นตอนของกระบวนการ
2. แบบการคิดมีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพของบุคคล และเป็นตัวบ่งชี้คุณลักษณะที่โดดเด่นในตัวบุคคลให้แสดงออกมา
3. แบบการคิดเป็นสิ่งที่ติดตัวบุคคลแต่ละคนซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอายุขัยแต่ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมโดยสิ้นเชิง

นอกจากนั้น Jonassen and Grabowaski (1993) และ McInerney (2002) ได้กล่าวถึงแบบการคิดไว้โดยสรุปว่า แบบการคิดเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจและการคิดที่คงที่ของแต่ละบุคคล และใช้อย่างสม่ำเสมอทั้งชีวิต ภายในวัฒนธรรมการทำความเข้าใจโลกของตนเอง การสร้างแนวคิดอย่างมีความหมาย การเรียนรู้ภาพการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงสิ่งที่เกี่ยวข้อง โดยเป็นนิสัยการคิดที่แต่ละบุคคลตีความและตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งเชื่อมโยงสู่แนวทางในการนำไปใช้ในการหาทางออกของปัญหาซึ่ง Child (2004) พูดถึง แบบการคิด ไว้ว่า เป็นแบบแผนคุณลักษณะของบุคคลในการรับรู้และการคิดซึ่งแต่ละบุคคลแสดงออกในการแก้ปัญหา

จากนิยามข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แบบการคิด คือ ลักษณะและวิธีการที่เป็นเฉพาะของแต่ละบุคคล ในการรับรู้ข้อมูล ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมและการแสดงออกของแต่ละบุคคล ในการจัดระบบ

ความคิดในด้านต่างๆ เช่น การรวบรวม จัดระเบียบ แปลความ วิเคราะห์ ประเมินผล เชื่อมโยง และนำเสนอสารสนเทศ โดยสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปแบบต่างๆ ส่งผลต่อบุคลิกภาพ ทักษะความสามารถ ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม พฤติกรรมในการเรียนรู้ต่างๆ และการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เป็นต้น

3.3 ความหมายการคิดแบบฮิวริสติกส์

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) จัดเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึงความหมายของฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไว้ดังนี้

Novak and Gowin (1984) และ Schoenfeld (1995) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึงวิธีการต่างๆที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหา หรือช่วยให้เกิดความเข้าใจกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างความรู้ โดยทำให้แต่ละคนทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน หรือสร้างแนวทางไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา

Moustakas (1990), Middleton and Wheeler (1999) และ Polya (2000) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ หมายถึง กระบวนการต่างๆ ที่จะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ และเป็นหนทางหนึ่งในการช่วยค้นหาความรู้เพิ่มเติมโดยผ่านกระบวนการที่เหมาะสมและอยู่ในความสนใจ ซึ่ง ฮิวริสติกส์ เป็นวิธีการคิดวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มโอกาสในการแก้ปัญหา โดยไม่รับประกันว่าจะสามารถหาคำตอบของปัญหาได้ในทุกกรณี แต่จะช่วยในขั้นตอนการออกแบบวิธีสำหรับแก้ปัญหา (Design Process) ซึ่งจะมีแตกต่างกันขึ้นกับว่าเป็นปัญหาชนิดใด โดยเน้นที่การตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา ซึ่ง Tiong, Hedberg and Lioe (2005) ได้ยกตัวอย่างของการพิจารณาการคิดแบบฮิวริสติกส์ เช่น การแนะนำให้ใช้การสร้างภาพตัวแทนเป็นแบบแผนการแก้ปัญหา ส่วนการสร้างภาพตัวแทนไม่ใช่ฮิวริสติกส์ เช่นเดียวกับ แผนภาพ สัญลักษณ์หรือฮิสโตรแกรม เมทริกซ์ ไม่ใช่ฮิวริสติกส์ แต่ การใช้แผนภาพ การใช้สมการ และการสร้างตาราง เป็นฮิวริสติกส์

Sheffield (2009) กล่าวถึง ฮิวริสติกส์ ไว้ว่า เป็นการเชื่อมโยงข้อมูล หรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ สามารถสร้างปัญหาย่อยๆ จากปัญหาที่พบเพื่อทำให้ปัญหานั้นง่ายขึ้น จึงกล่าวได้ว่า ฮิวริสติกส์เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เรียนรู้สิ่งต่างๆตลอดจนสามารถช่วยแก้ปัญหาที่ต้องการได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ หมายถึง การคิด พิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้การตัดสินใจโดยสัญชาตญาณของตนเอง ในการเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจในการเรียนรู้

ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนขยายกรอบความคิดของตนเองได้ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง

3.4 แนวคิดและความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์

จากแนวคิดของการแก้ปัญหาของ Polya (1945) เสนอไว้ 4 ขั้นตอนคือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ ซึ่งก็ยังมีข้อบกพร่องที่พบว่าในบางปัญหาไม่สามารถใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวทางนั้นได้ โดยเฉพาะปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหาเข้ามามีส่วนร่วม หรือปัญหาที่มีความยากและซับซ้อน จึงได้มีการออกแบบวิธีการสำหรับการแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่เรียกว่า ฮิวริสติกส์ (Heuristics)

ซึ่งมีนักการศึกษาที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนการสอน โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ดังนี้

Leinhardt and Schwarz (1997) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่า ฮิวริสติกส์ มีส่วนสำคัญในการช่วยแก้ปัญหาได้อย่างดีในกรณีที่ปัญหาที่มีความซับซ้อน เนื่องจากฮิวริสติกส์ช่วยสนับสนุนการใช้ความคิดในการแก้ปัญหาและที่สำคัญยังช่วยแก้จุดด้อยของการแก้ปัญหา ซึ่ง Floyd (2002) ระบุว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจ (Making Decision) ในการแก้ปัญหา เนื่องจากสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ทำให้สามารถกำหนดกลยุทธ์ เทคนิค กระบวนการ และกฎเกณฑ์ต่างๆ ในการเรียน นอกจากนี้ การคิดแบบฮิวริสติกส์ยังส่งผลให้นักเรียนขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้นและสามารถควบคุมความคิดของตนเองให้เข้าใจและเกิดองค์ความรู้ใหม่

สอดคล้องกับ Sheffield (2003, 2005) ได้กล่าวถึงการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่าเป็นการคิดที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ทำให้นักเรียนรู้ต้นเหตุของปัญหาสามารถสร้างปัญหาย่อยจากปัญหาที่พบเพื่อทำให้ปัญหานั้นง่ายขึ้น โดยที่ Robinson and Hutchinson (2014) กล่าวว่า ฮิวริสติกส์ เป็นกระบวนการหาทางออกของปัญหาโดยวิธีการลัด โดยเป็นการลดจำนวนการคิดในใจที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาโดยให้เพื่อนช่วย ครูทำให้ปัญหาง่ายขึ้น ใช้เครื่องอำนวยความสะดวกในการคิด ถือว่าไม่ใช่วิธีการฮิวริสติกส์ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้กระบวนการคิด พิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้ การตัดสินใจโดยสัญชาตญาณ การเดาอย่างมีความรู้ และการใช้ความรู้สึกของตนเอง ในการดำเนินการแก้ปัญหาและหาวิธีการหาคำตอบนั้นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ คือ วิธีการต่างๆที่ใช้ในการคิด พิจารณา ประกอบการตัดสินใจโดยใช้สัญชาตญาณของแต่ละบุคคล ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน

ระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการแก้ เพื่อจัดระบบข้อมูลเหล่านั้นในการนำมาใช้แก้ปัญหาของแต่ละบุคคล

3.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้แนวทางของฮิวริสติกส์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Simon and Newell (1971) ได้ระบุรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ 4 ขั้นตอนประกอบไปด้วย

1) ขั้นตอนระบุเป้าหมายเชิงเนื้อหาหยาบ (Subgoaling) หมายถึงขั้นตอนการแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นประเด็นย่อยๆ เพื่อศึกษาในแต่ละประเด็น โดยผู้เรียนเป็นผู้แบ่งเป้าหมายเชิงเนื้อหาหยาบ

2) ขั้นตอนวิเคราะห์วิธีการที่จะนำสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ (Meansends/difference reduction analysis) หมายถึงขั้นตอนของการวิเคราะห์วิธีการศึกษาในแต่ละวิธีการศึกษาในแต่ละประเด็นย่อยเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์หรือสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยนักเรียนเป็นผู้พิจารณาวิธีการศึกษาในแต่ละประเด็นย่อย

3) ขั้นตอนพิจารณาจากผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้ (Working Backward) หมายถึงขั้นตอนการพิจารณาผลลัพธ์หรือคำตอบที่ศึกษาในแต่ละประเด็นย่อยโดยการมองย้อนกลับอย่างสมเหตุสมผล โดยครูให้นักเรียนพิจารณาผลลัพธ์หรือคำตอบนั้น

4) ขั้นตอนพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม (Satisficing) หมายถึงขั้นตอนการพิจารณาวิธีการที่ศึกษาในแต่ละประเด็นย่อย โดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการศึกษาหรือหาคำตอบ

Yen and Flora (1985) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์สรุปได้ว่า การฝึกให้นักเรียนใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์จะทำให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติต่อการเรียนดีขึ้น เนื่องจากการคิดแบบ ฮิวริสติกส์ช่วยในการพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลในการศึกษาหาความรู้ใหม่ๆได้ด้วยตนเอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

James and William (1992) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะสิ่งต่างๆ ได้ช่วยพัฒนาการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยังสามารถแสดงโครงเรื่องที่ศึกษาได้ ตลอดจนช่วยให้นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากขึ้น

Sheffield (2003, 2005) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ ไว้ว่า เป็นการคิดที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กันให้อยู่ใน

ลักษณะที่เป็นระบบ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้หรือปัญหาที่ต้องการแก้ ทำให้นักเรียนรู้ต้นเหตุของปัญหา สามารถสร้างปัญหาย่อยจากปัญหาที่พบเพื่อให้ปัญหานั้นง่ายขึ้น

โดยแบบจำลองความคิดของเชฟฟิลด์ ส่งเสริมนักเรียนให้เรียนรู้สิ่งต่างๆอย่างลึกซึ้งซึ่งด้วยตนเอง ซึ่งการใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์นี้ นักเรียนอาจต้องสร้างแนวทางการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิม การใช้สัญชาตญาณ การใช้กฎ หลักการ และทฤษฎี การใช้ขั้นตอนวิธีการใหม่ๆ การตั้งคำถามใหม่ และปัญหาใหม่ ตลอดจนการสร้างแบบจำลองความคิดคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ของตนเอง โดยแบบจำลองความคิดของเชฟฟิลด์ (Sheffield, 2005, 2003) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ สร้างความสัมพันธ์ (Relate) สำรวจตรวจค้น (Investigate) ติดต่อสื่อสาร (Communicate) ประเมิน (Evaluate) และสร้างคำถามหรือปัญหา (Create) โดยนักเรียนอาจเริ่มต้นจากขั้นตอนใดก็ได้ในแบบจำลองความคิดนี้ มีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบมีดังนี้

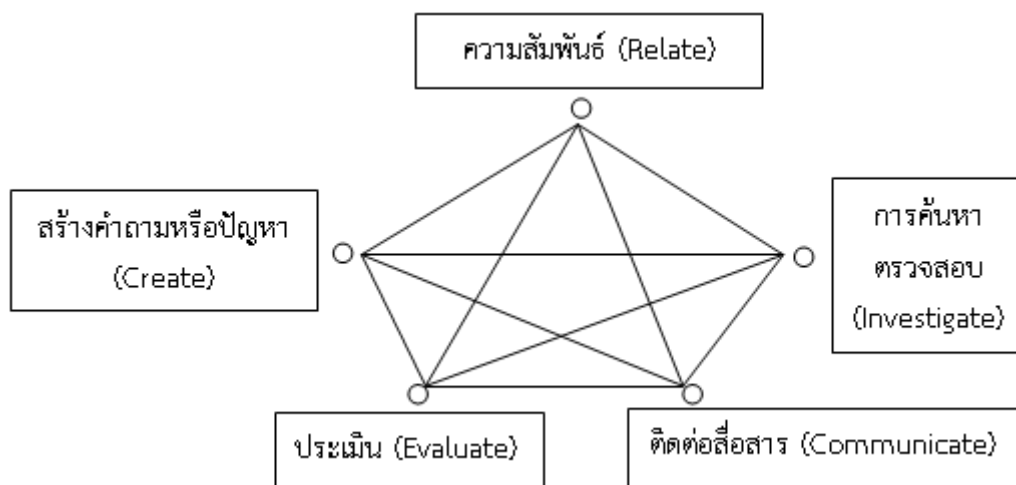
1) สร้างความสัมพันธ์ (Relate) คือ ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่หามาได้เชื่อมโยงให้สัมพันธ์กันในขอบข่ายของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถทำได้ โดยอาจเปรียบเทียบการโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาใหม่ที่พบกับปัญหาเก่าที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้น แล้วพิจารณาว่าปัญหาใหม่และปัญหาเก่ามีแนวคิดทางคณิตศาสตร์ใดที่เหมือนกัน ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผู้เรียนเคยศึกษามาก่อน และพิจารณาว่าปัญหาใหม่และปัญหาเก่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

2) สำรวจตรวจค้น (Investigate) คือ สำรวจตรวจค้นปัญหา วิธีการแก้ปัญหา หรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่างๆที่คิดไว้ สืบสวน คิดอย่างลึกซึ้ง และตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษา

3) ประเมิน (Evaluate) คือ ประเมินสิ่งที่ค้นพบหรือประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆหรือไม่ และสิ่งที่ค้นพบหรือคำตอบนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่

4) ติดต่อสื่อสาร (Communicate) คือ อธิบายแนวคิด วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่นักเรียนค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น

5) สร้างคำถามหรือปัญหา (Create) คือ สร้างคำถามใหม่หรือปัญหาใหม่เพื่อใช้ในการสำรวจตรวจค้นโดยพิจารณาว่ามีประเด็น คำถามหรือปัญหาใดที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อที่กำลังสนใจเมื่อตั้งประเด็น คำถาม หรือปัญหาใหม่ได้แล้วจึงเริ่มดำเนินการใหม่ในส่วนใดส่วนหนึ่งในแบบจำลองความคิด



แผนภาพที่ 7 แสดงแบบจำลองความคิดของ Sheffield (2008, 2003)

โดยที่ Sheffield ใช้วิธีการเช่นนี้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้ที่แก้ปัญหาอาจเริ่มที่จุดใดก็ได้บนแผนภาพและก้าวหน้าไปในลำดับใดก็ได้ หนึ่งในลำดับที่เป็นไปได้ในแนวทางการแก้ปัญหาตามแนวคิดฮิวริสติกส์ของ Sheffield คือ

- เชื่อมโยงปัญหาเข้ากับปัญหาอื่นๆ ที่เคยแก้มาแล้ว ปัญหานี้คล้ายคลึงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ที่เคยพบมาแล้วอย่างไร? แตกต่างกันอย่างใด?
- ศึกษาปัญหา คิดให้ลึกและถามคำถาม
- ประเมินผลที่ได้ คุณได้ตอบปัญหาหรือไม่? คำตอบนั้นมีเหตุผลหรือไม่?
- สื่อสารผลของคุณ คุณจะทำให้อย่างไรผู้อื่นทราบถึงสิ่งที่คุณค้นพบได้มากที่สุด?
- สร้างคำถามใหม่ในการสำรวจ คุณต้องการศึกษาเรื่องใดอีกเกี่ยวกับหัวข้อนี้? เริ่มต้นการศึกษาใหม่

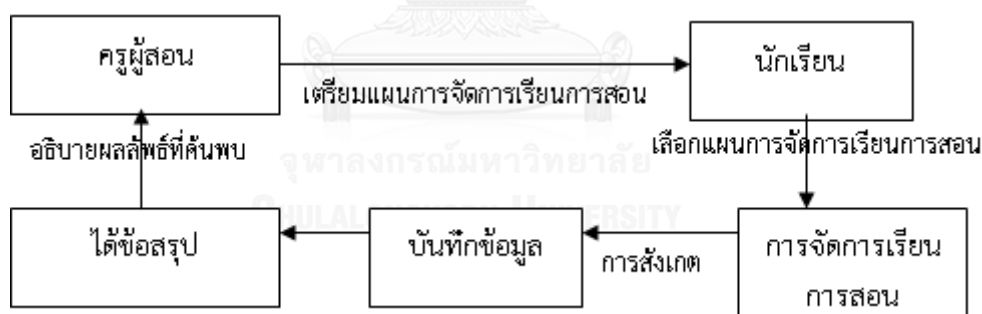
Tiong, Hedberg and Lioe (2005) ได้กล่าวถึงการจัดการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบฮิวริสติกส์ คือการสอนในรูปของแนวความคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์ เราสอนแบบแผนหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง และให้โจทย์ที่นักเรียนจะสามารถแก้ได้โดยง่ายโดยใช้แบบแผนนั้นเมื่อจบบทเรียนในวิธีการแบบนี้ เราจะแยกแต่ละแบบแผนออกจากกัน เนื่องจากไม่ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนและแนวคิดของแบบแผนเหล่านี้ นักเรียนอาจคิดว่าแบบแผนเหล่านี้เป็นอัลกอริทึม ซึ่งก็คือขั้นตอนที่จำเป็นต้องทำตามเมื่อแก้ปัญหา โดยไม่ได้เข้าใจแนวคิดของแบบแผนนั้นอย่างแท้จริงว่าควรนำไปใช้เพราะเหตุใดและเมื่อใด

Lawspet (2008, 2010) ได้กล่าวถึงการสอนโดยใช้วิธีการแบบฮิวริสติกส์ ไว้ว่า เป็นการที่ให้ นักเรียนอยู่ในสถานะนักสำรวจและนักแก้ปัญหาที่อิสระ โดยไม่ได้รับความช่วยเหลือชี้แนะใดๆจากผู้สอน ในวิธีการนี้ผู้สอนสร้างปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้เผชิญ โดยนักเรียนจะต้องใช้

ความคิดในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนคอยอยู่เคียงข้างเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบ และได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์กับการแก้ปัญหา เป็นการให้นักเรียนใช้ความคิดในการแก้ปัญหา โดยที่นักเรียนอธิบายแนวทางสู่การเรียนรู้โดยการพยายาม ลองผิดลองถูก โดยไม่ต้องกลัวว่าผลลัพธ์จะถูกต้องหรือไม่ โดยใช้หลักการง่ายๆ ทั่วๆไป ที่เป็นพื้นฐานในการค้นหาคำตอบ โดยระบุจุดประสงค์หลักของวิธีการสอนแบบฮิวริสติกส์ ไว้ดังนี้

1. แก้ปัญหาได้โดยใช้กระบวนการคิด ซึ่งมุ่งเน้นการคิดวิเคราะห์
2. อธิบายว่าต้องทำกิจกรรมอะไรบ้าง
3. แสดงการปฏิบัติให้เห็น
4. แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ของการปฏิบัติ
5. อธิบายถึงความรู้ที่ได้รับกับแนวความคิดใหม่
6. มีการคิดที่เป็นอิสระ
7. มีการบันทึกข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

โดยได้เสนอแบบจำลองวิธีการสอนแบบฮิวริสติกส์ไว้ดังนี้



แผนภาพที่ 8 แสดงแบบจำลองวิธีการสอนแบบฮิวริสติกส์ของ Diet Lawspet (2008, 2010)

จากแบบจำลองดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ถึงขั้นตอนของวิธีการฮิวริสติกส์มี 3 ลำดับดังนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นขั้นของการวางแผน การสร้างเป้าหมาย วัตถุประสงค์ ระบุถึงปัญหาและสิ่งที่ปัญหาต้องการหาทางออก พร้อมทั้งเลือกแนวทางในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม
2. การดำเนินการ (Execution) เป็นขั้นตอนของการดำเนินการ โดยนักเรียนจะต้องรับรู้และสังเกตผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอย่างแม่นยำในทุกขั้นตอน พร้อมทั้งมีการจดบันทึกผลที่สังเกตได้

3. สรุป (Conclusion) เป็นขั้นตอนของการสรุปผลที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งระบุแนวทางในการแก้ปัญหาที่แม่นยำ

Armstrong (2010) ได้นิยามถึงการนำวิธีการฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนไว้ว่า การสอนแบบฮิวริสติกส์เป็นวิธีการสอนที่สร้างนักเรียนให้มีทัศนคติของนักสำรวจให้มากที่สุด และ ฮิวริสติกส์มีวิธีการที่ให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการตั้งข้อสังเกต ค้นหา และแก้ปัญหา โดยมุ่งเน้นสร้างการฝึกฝนและการค้นพบเป็นประเด็นสำคัญ มากกว่าการบอกสิ่งต่างๆหรือความรู้ที่ได้รับจากครู โดยระบุจุดประสงค์หลักของวิธีการสอนแบบฮิวริสติกส์ ไว้ดังนี้

1. เป็นการสร้างนักเรียนให้มีความสนใจสืบค้นข้อมูล
2. สร้างให้นักเรียนเป็นคนที่ ฟัง สังเกต ตั้งข้อสงสัย ถาม และค้นหา
3. ให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกตและได้ใช้ความคิด
4. วางแผนการศึกษาที่มั่นคงเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองในอนาคต
5. เพิ่มจิตวิญญาณของการสืบค้นข้อมูล และเป็นนักค้นหา

Floyd (2005) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ สรุปได้ว่าการให้นักเรียนคิดแบบฮิวริสติกส์ช่วยในการตัดสินใจ (Making Decision) ในการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาย่างอิสระ ทำให้สามารถกำหนดกลยุทธ์ (Strategy) เทคนิค (Technique) กระบวนการ (Procedure) และกฎเกณฑ์ต่างๆ (Rules) ในการเรียนได้

Mcmaster University (1998) ได้ระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การสร้างคำจำกัดความของปัญหา (Define the problem) โดยการทำความเข้าใจปัญหา และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
- 2) การสร้างทางเลือกในการหาคำตอบ โดยสามารถใช้วิธีการดังนี้
 - การหาความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับปัญหาที่คล้ายคลึง
 - การตั้งข้อคาดคะเน หรือสมมติฐาน
 - พิจารณาเกณฑ์ที่เหมาะสม
 - เก็บรวบรวมข้อมูล พิจารณาข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน
 - คาดเดาคำตอบและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น
 - หาทางเลือกจากสิ่งอื่นที่สัมพันธ์กันก่อน เพื่อเริ่มวิเคราะห์จากส่วนย่อยๆของปัญหา

- 3) การวางแผน เป็นการระบุประเภทของปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหา
- 4) ดำเนินการตามแผน
- 5) พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้น

Stillman (2007) ได้เสนอขั้นตอนของฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาไว้ 11 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นพิจารณาหาความสัมพันธ์และความคล้ายกันกับปัญหาเดิมที่ได้รับการพิสูจน์แล้ว โดยพยายามเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับโดยอาศัยความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา
- 2) ขั้นวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เงื่อนไขและตัวไม่ทราบค่าหรือวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งสมมติฐานและการสรุป
- 3) ขั้นพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้
- 4) ขั้นกำหนดให้คำจำกัดความของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 5) ขั้นเขียนเป้าหมายของการแก้ปัญหา
- 6) ขั้นใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลและการตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบทางเลือกที่ดีที่สุด
- 7) ขั้นแบ่งปัญหาออกเป็นกรณีย่อยๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของสิ่งที่สนใจ
- 8) ขั้นพิจารณากรณีย่อยๆ ในแต่ละกรณีเพื่อตัดกรณีที่เป็นไปไม่ได้
- 9) ขั้นเปลี่ยนรูปของปัญหาไปดำเนินการ 1-3 ซ้ำ
- 10) ขั้นพิจารณาจากข้อสรุปหรือสมการสุดท้ายแล้วตั้งสมมติฐาน จนถึงการวิเคราะห์ข้อมูล
- 11) ขั้นพยายามจัดรูปของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้น

จากข้อความข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ดี นอกจากนี้ยังทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่และแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะพื้นฐานการเรียนรู้ที่ศึกษามาแล้ว ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แตกต่างกันในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน แต่ลักษณะสำคัญมีความคล้ายคลึงกันโดยที่จะต้องประกอบไปด้วย ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นหาทางเลือกในการแก้ไขปัญหา ขั้นพิจารณาความเหมาะสม และขั้นตรวจสอบ

3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการนำวิธีสอนแบบฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

แนวความคิดแบบฮิวริสติกส์มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดหลายประการ โดยมีนักการศึกษาได้รวบรวมไว้ดังนี้

Lawspet (2008, 2010) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ไว้ดังตารางนี้

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. พัฒนานิสัยการสืบค้น และสำรวจค้นหา และช่างสังเกตของตนเอง	1. ใช้เวลานาน ใช้เวลาเยอะ จึงยากต่อการควบคุมเนื้อหาในหลักสูตร
2. พัฒนานิสัยการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง	2. เหมาะกับชั้นเรียนขนาดเล็ก ครูผู้สอนมีความสามารถ
3. พัฒนาทัศนคติต่อการเรียนของนักเรียน ให้เคารพการตัดสินใจและการทดลองทำอย่างเห็นได้จริง	3. วิธีการนี้ผู้สอนจะต้องมีการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี
4. เป็นการเรียนรู้ทางด้านจิตวิทยาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำ	4. ครูมีแนวโน้มเน้นแค่เพียงบางส่วน แต่ไม่เน้นการวัดหรืองานเชิงปริมาณ
5. กิจกรรมสามารถทำให้เสร็จได้ที่โรงเรียน ผู้สอนไม่ต้องกังวลเรื่องการส่งงาน	5. ไม่เหมาะสำหรับนักเรียนใหม่ ซึ่งในระยะแรกต้องได้รับการชี้แนะที่มากพอ ไม่เช่นนั้นอาจจะไม่ชอบวิชานั้นไปเลย
6. แสดงถึงความตั้งใจและความมุ่งมั่นรายบุคคล และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและนักเรียน	6. การจัดประเภทปัญหาหรือการสรุปปัญหาเป็นเรื่องยากที่ต้องใช้ทักษะและการฝึกฝน

Armstrong (2010) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ไว้ดังตารางนี้

ข้อดี	ข้อจำกัด
<ol style="list-style-type: none"> 1. เป็นวิธีการทางจิตวิทยาซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยการฝึกฝนด้วยตนเอง 2. เป็นการสร้างความเข้าใจที่ชัดเจน 3. เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย 4. นักเรียนเรียนรู้จากการลงมือทำซึ่งจะทำให้นักเรียนลืมได้ยาก 5. พัฒนาความมั่นใจในตนเอง ความมีระเบียบวินัยในตนเองของนักเรียน 6. นักเรียนต้องควบคุมเนื้อหาวิชาให้ได้ จึงจะมีความเข้าใจ ชัดเจนในเนื้อหาวิชา 7. ทำให้นักเรียนมั่นใจและประสบความสำเร็จ 8. ทำให้นักเรียนแม่นยำและใกล้เคียงความจริง 9. ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจเนื้อหาวิชาและเกิดความเต็มใจที่จะเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ไม่เหมาะกับชั้นเด็กเล็กที่ยังไม่ใช่นักคิดที่อิสระ การสำรวจค้นคว้าจำเป็นต้องใช้การฝึกฝน ความอดทน ความมุ่งมั่น การใช้เหตุผลพลังทางความคิด และความสามารถทางความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 2. เป็นวิธีการที่ไม่เป็นแบบแผน มีความซ้ำ ไม่แน่นอนในผลลัพธ์ และใช้เวลานาน 3. นักเรียนใช้เวลามากเพื่อการค้นหาผลลัพธ์ที่เล็กน้อย 4. ครูผู้สอนคิดว่าเป็นการยากที่จะสอนให้จบหลักสูตรทันเวลา 5. ไม่เหมาะกับชั้นเรียนขนาดใหญ่ 6. เหมาะกับผู้สอนที่มีความขยันและมีความคิดริเริ่ม 7. วิธีการนี้จะประสบความสำเร็จได้ดีถ้ามีแหล่งสืบค้นข้อมูลที่มีองค์ความรู้ด้านฮิวริสติกส์

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์แนวความคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์

แนวความคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์จากนักการศึกษา	สรุปแนวความคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์
<p>- การคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการรับรู้ข้อมูลของแต่ละบุคคล โดยใช้กระบวนการคิด พิจารณา สังเกต ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันโดยใช้ข้อมูลทั้งหมดที่หามาได้ เชื่อมโยงให้สัมพันธ์กันในขอบข่ายของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถทำได้ หรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาใหม่ที่พบกับปัญหาเก่าที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้น (Hofstadter, 1979; Albus, 1981; Lenat, 1982)</p> <p>- สร้างความสัมพันธ์ข้อมูลทั้งหมดที่หามาได้ เชื่อมโยงกันในขอบข่ายของคณิตศาสตร์ที่สามารถทำได้ในข้อมูลที่มี โดยอาจเปรียบเทียบการโยง</p>	<p>การคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการรับรู้ข้อมูลของแต่ละบุคคล โดยการ พิจารณาข้อมูล สร้างความสัมพันธ์ และ เชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันโดยใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มี บนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์</p>

แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์จากนักการศึกษา	สรุปแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์
<p>ความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาใหม่ที่พบกับปัญหาเก่าที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา (Sheffield ,2003, 2005)</p>	
<p>- ปัญหาส่วนใหญ่ที่ใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่ใช้แนวการคิดแบบฮิวริสติกส์จะเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งมีข้อมูลที่ไม่มีความแน่นอนหรือข้อมูลมาก ซึ่งต้องใช้การสำรวจ ค้นหา หรือตรวจสอบข้อมูลที่มีมีการพิจารณาปัญหา และ วิธีการแก้ปัญหา หรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่างๆของข้อมูล โดยใช้การสืบสวน การวิเคราะห์ และการตั้งคำถามหรือตั้งปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษา (Feigenbaum & Feldman, 1963; Romanycia,1985; Armstrong ,1980)</p> <p>- สำรวจตรวจค้นข้อมูลของปัญหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหา หรือตรวจสอบความสัมพันธ์ต่างๆที่คิดไว้ สืบสวน คิดอย่างลึกซึ้ง และตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษา(Sheffield ,2003, 2005)</p>	<p>ปัญหาส่วนใหญ่ที่ใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์จะเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งมีข้อมูลไม่แน่นอน หรือข้อมูลมาก จึงต้องใช้การสำรวจ ค้นหา ตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่กำหนดให้ และวางแผนการแก้ปัญหา</p>
<p>- แนวการคิดแบบฮิวริสติกส์จะประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจในการดำเนินการแก้ปัญหาของผู้แก้ปัญหาของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา และพื้นฐานความรู้ของแต่ละบุคคล ดังนั้นในการแก้ปัญหาจะต้องมีการประเมิน สิ่งที่ค้นพบหรือประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆหรือไม่ และสิ่งที่ค้นพบหรือคำตอบนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพื่อเป็นการหาทางออกที่ดีที่สุดให้การแก้ปัญหานั้นๆ ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีเพียงพอในเวลาที่กำหนด (Feigenbaum & Feldman, 1963; Romanycia, 1985)</p> <p>- ประเมินสิ่งที่ค้นพบหรือประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆหรือไม่ และสิ่งที่ค้นพบหรือคำตอบนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ (Sheffield, 2003, 2005)</p>	<p>การคิดแบบฮิวริสติกส์จะประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจในการวางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหานั้นบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์แต่ละบุคคล ทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายดังนั้นควรมีการประเมิน สิ่งที่ค้นพบอยู่เสมอว่าเสมอทั้งแนวทางการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง มีความสมเหตุสมผลและเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด</p>
<p>- ความรู้หรือฐานความรู้ของแต่ละบุคคลมีความสำคัญในการสร้างความน่าเชื่อถือ การตัดสินใจ การเชื่อมโยงข้อมูลต่าง หากผู้แก้ปัญหาไม่มีพื้นฐานความรู้ที่ดีพอในเรื่องที่จะต้องแก้ปัญหาก็จะไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาจึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้กระบวนการกลุ่มจะช่วยให้สามารถติดต่อสื่อสาร เพื่ออธิบายแนวคิด วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่ค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น เพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา (Romanycia ,1985)</p> <p>- สื่อสาร อธิบายแนวคิด วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่ค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น(Sheffield,2003, 2005)</p>	<p>ความรู้พื้นฐานของแต่ละบุคคลมีความสำคัญในการสร้างความน่าเชื่อถือ การตัดสินใจ การเชื่อมโยงข้อมูลต่าง หากผู้แก้ปัญหาไม่มีพื้นฐานความรู้ที่ดีพอในเรื่องที่จะต้องแก้ปัญหาก็จะไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาจึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้กระบวนการกลุ่มสามารถให้ผู้แก้ปัญหาช่วยกันอภิปราย และวิเคราะห์ถึงแนวทางการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ของ</p>

แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์จากนักการศึกษา	สรุปแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์
	การแก้ปัญหา ทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย บนพื้นฐานของความรู้และความถนัดของแต่ละบุคคล
- การขยายความรู้ จะทำให้สามารถตรวจสอบความมั่นใจในแนวทางการแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยการสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาที่นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาได้แล้ว โดยพิจารณาว่ามีประเด็นหรือปัญหาใดที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อที่กำลังสนใจ เมื่อตั้งปัญหาใหม่ได้แล้วจึงเริ่มดำเนินการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง (Armstrong, 2010; Sheffield, 2003, 2005)	การขยายความรู้โดยการตั้งปัญหาใหม่จากปัญหาที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาได้แล้ว จะทำให้สามารถตรวจสอบความมั่นใจในแนวทางการแก้ปัญหา และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

จากการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาของ Simon and Newell (1971), McMaster University (1998), Stillman (2007) ผู้วิจัยสรุปลักษณะของขั้นตอนที่เป็นจุดร่วมและประเด็นสำคัญในรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์

Simon and Newell (1971)	McMaster University (1998)	Stillman (2007)	การสรุปจุดร่วมของขั้นตอน
1) ขั้นตอนระบุเป้าหมายเชิงเนื้อหา ย่อย	1) ขั้นตอนสร้างคำจำกัดความของปัญหา โดยการทำความเข้าใจปัญหาและสิ่งที่โจทย์ต้องการ	1) ขั้นตอนพิจารณาหาความสัมพันธ์และความคล้ายกันกับปัญหาเดิมที่ได้รับการพิสูจน์แล้ว	1) ขั้นตอนพิจารณาข้อมูลและทำความเข้าใจข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา
2) ขั้นตอนวิเคราะห์วิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ	2) ขั้นตอนสร้างทางเลือกในการหาคำตอบ โดยสามารถใช้วิธีการดังนี้	2) ขั้นตอนวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เงื่อนไขและตัวไม่ทราบค่า	2) เชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา
3) ขั้นตอนพิจารณาจากผลสรุปไปยังสิ่งที่กำหนดให้	3) ขั้นตอนการวางแผน เป็นการระบุประเภทของปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหา	3) ขั้นตอนพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้	3) สร้างความสัมพันธ์จัดระบบข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล
4) ขั้นตอนพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสม	4) ขั้นตอนดำเนินการตามแผน	4) ขั้นตอนกำหนดให้คำจำกัดความของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	4) วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา และวิเคราะห์วิธีการที่เหมาะสม โดยใช้แนวทางที่หลากหลาย
	5) ขั้นตอนพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้น	5) ขั้นตอนเขียนเป้าหมายของการแก้ปัญหา	5) การดำเนินการตามแผนการที่ได้กำหนดไว้
		6) ขั้นตอนใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลและการตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบทางเลือกที่ดีที่สุด	6) ขั้นตอนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และ

Simon and Newell (1971)	Mcmaster University (1998)	Stillman (2007)	การสรุปจุดร่วมของขั้นตอน
		7) ชั้นแบ่งปัญหาออกเป็นกรณีย่อยๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของสิ่งที่สนใจ 8) ชั้นพิจารณากรณีย่อยๆในแต่ละกรณีเพื่อตัดกรณีที่เป็นไปไม่ได้ 9) ชั้นเปลี่ยนรูปของปัญหาไปดำเนินการ 1-3 ชั้น 10) ชั้นพิจารณาจากข้อสรุปหรือสมการสุดท้ายแล้วตั้งสมมติฐานจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูล 11) ชั้นพยายามจัดรูปของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้น	การดำเนินการ 7) ชั้นขยายปัญหาปรับเปลี่ยนและจัดรูปแบบของปัญหาเพื่อตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหา

จากข้อสรุปของแนวคิดของการคิดแบบฮิวริสติกส์ และขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การการคิดแบบฮิวริสติกส์ ผู้วิจัยสามารถสรุปหลักการของการการคิดแบบฮิวริสติกส์ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 10 แสดงการสรุปหลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์

แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์	หลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์
1. การคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการรับรู้ข้อมูลของแต่ละบุคคล โดยการ พิจารณาข้อมูล สร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันโดยใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มี บนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 2. ปัญหาส่วนใหญ่ที่ใช้การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์จะเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งมีข้อมูลไม่แน่นอน หรือข้อมูลมาก จึงต้องทำการสำรวจ ค้นหา ตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่กำหนดให้ และวางแผนการแก้ปัญหา 3. การคิดแบบฮิวริสติกส์จะประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจในการวางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์แต่ละ	1. แต่ละบุคคลมีวิธีการคิดที่แตกต่างกัน บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา 2. การทำความเข้าใจข้อมูล ทำได้โดยการพิจารณาข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ 3. การวิเคราะห์ข้อมูล ทำได้โดยการสำรวจ ค้นหา แยกแยะข้อมูล และตรวจสอบความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนระหว่างข้อมูล แนวคิดที่ต้องการเรียนรู้ และข้อมูลของปัญหาที่ต้องการแก้ เพื่อศึกษาข้อมูลและนำไปใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหา 4. ทุกขั้นตอนของการศึกษาข้อมูลหรือใน

แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์	หลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์
<p>บุคคล ดังนั้นควรมีการประเมิน สิ่งที่ค้นพบอยู่เสมอ ทั้งแนวทางการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา และ คำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล และเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด</p> <p>4. ความรู้พื้นฐานของแต่ละบุคคลมีความสำคัญในการ สร้างความน่าเชื่อถือ การตัดสินใจ การเชื่อมโยงข้อมูล ต่างๆ หากผู้แก้ปัญหาไม่มีพื้นฐานความรู้ที่ดีพอในเรื่องที่ จะต้องแก้ปัญหาก็จะไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์ของ ปัญหาจึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้กระบวนการกลุ่มสามารถให้ผู้ แก้ปัญหาร่วมกันอภิปราย และวิเคราะห์ถึงแนวทางการ แก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบ ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา ทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหา ที่หลากหลาย บนพื้นฐานของความรู้และความถนัดของ แต่ละบุคคล</p> <p>5. การขยายความรู้โดยการตั้งปัญหาใหม่จากปัญหาที่ได้ ดำเนินการแก้ปัญหาได้แล้ว จะทำให้สามารถตรวจสอบ ความมั่นใจในแนวทางการแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะ การแก้ปัญหา</p>	<p>กระบวนการแก้ปัญหาควรมีการประเมินในทุกๆ ขั้นตอนอย่างสม่ำเสมอ</p> <p>5. การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการสื่อสาร ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายช่วยให้ได้แนวความคิด ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายตามพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล จึงทำให้ได้แนว ทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด</p> <p>6. การขยายความรู้โดยการตั้งปัญหาใหม่จากปัญหา หรือสถานการณ์ จะทำให้สามารถพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหา และตรวจสอบ แนวคิดใส่สิ่งที่นักเรียนค้นพบ</p>

ตอนที่ 4 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

4.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

ทิสนา แคมมณี (2534, 2555) ได้กล่าวถึง กระบวนการเรียนการสอน ระบบการสอน หรือ ระบบการเรียนการสอน โดยสรุปไว้ว่า เป็นองค์ประกอบต่างๆ ของการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดให้ มีความสัมพันธ์กันและส่งเสริมกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งอยู่บนฐานของทฤษฎีและหลักการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งเกิดจากการพัฒนากระบวนการตาม แนวคิดของผู้พัฒนา ซึ่งเป็นกระบวนการหรือขั้นตอนอย่างกว้างๆ มีความยืดหยุ่น ในการนำไปใช้ในการ จัดการเรียนการสอน ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบการเรียนการสอน คือ รูปแบบการเรียนการสอน เป็นแบบแผนของการดำเนินการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดเป็นระบบ โดยได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ แล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะของรูปแบบนั้นๆ

Tyler (1950) ได้ระบุถึงองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการเรียนการสอนหรือระบบการเรียนการสอนไว้ 3 องค์ประกอบคือ จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนการสอน

Carroll (1963) ได้ระบุถึงการจัดการเรียนการสอนให้ประสบความสำเร็จ ผู้สอนต้องพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความถนัดของผู้เรียน ความสามารถในการเข้าใจ ความพยายาม มุ่งมั่นตั้งใจ ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน และคุณภาพของครูผู้สอน

Joyce and Weil (1996) ได้สรุปความหมายของการกระบวนการเรียนการสอนไว้โดยสรุปว่า เป็น โครงสร้าง แบบแผน หรือลักษณะของการจัดกระบวนการการเรียนรู้ให้ผู้เรียน โดยมีการจัดขึ้นอย่างมีระบบระเบียบแบบแผนตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือ ความเชื่อต่างๆ ของผู้ที่พัฒนา โดยอาศัยวิธีสอนหรือเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วย ให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ ให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

Reiser and Dempsey (2007) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนและการออกแบบการเรียนการสอนว่าเป็นกระบวนการเชิงระบบ ซึ่งมีการออกแบบพัฒนา และถ่ายทอดการเรียนการสอน คำว่าการออกแบบกระบวนการเรียนการสอน หมายถึงการออกแบบการเรียนการสอนเป็นการพัฒนารายละเอียดของการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอนที่มีระบบโดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้และการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการวิเคราะห์ความต้องการและเป้าหมายของการเรียนรู้ และการพัฒนาระบบการถ่ายทอดเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการเหล่านั้น ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและกิจกรรม และการพยายามประเมินกิจกรรมการเรียนการสอนและผู้เรียนทั้งหมด”

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปความหมายของ กระบวนการเรียนการสอน ได้ว่าเป็นขั้นตอนอย่างกว้างๆ มีความยืดหยุ่น ที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยเกิดจากการจัดองค์ประกอบ ต่างๆ ของการเรียนการสอนที่มีความสัมพันธ์กันและส่งเสริมกันอย่างเป็นระบบตามแนวคิดของผู้พัฒนา บนฐานของทฤษฎีและหลักการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

4.2 แนวทางของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

จากการศึกษาแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนพบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ไว้โดยสรุปดังนี้

Joyce and Weil (1996) ได้ระบุแนวทางและองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนดังนี้

1. มีปรัชญาหรือแนวคิดหรือความเชื่อพื้นฐานที่เป็นหลักการที่สำคัญของกระบวนการ
2. มีการบรรยาย อธิบาย สร้างโครงสร้าง หรือแนวทางการจัดการเรียนการสอน
3. มีการจัดระบบ องค์ประกอบ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถพัฒนานักเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการพิสูจน์ทดลองถึงประสิทธิภาพของกระบวนการนั้น
4. มีการอธิบายกระบวนการสอน วิธีสอน และเทคนิคการสอน ในฐานะที่เป็นองค์ประกอบย่อยที่สำคัญของระบบนั้น
5. ระบุวัตถุประสงค์ เป้าหมาย หรือจุดมุ่งหมายของเนื้อหาที่จะสอน
6. ควรมีการศึกษา ตั้งหลักการหรือสมมติฐานถึงลักษณะของผู้เรียนและกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนา
7. มีการวิจัยหรือประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ สนับสนุน

Merrienboer (1997) ได้ระบุแนวทางในการออกแบบกระบวนการเรียนการสอนและการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนสำคัญดังนี้

1. การวิเคราะห์ เป็นการศึกษาสภาพแวดล้อมเพื่อทำความเข้าใจสภาพปัญหาที่จำเป็นต่อการแก้ไขในประเด็นที่ขาดประสิทธิภาพ และต้องการปรับปรุง พร้อมทั้งอธิบายเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนา
2. การออกแบบ เป็นการระบุวัตถุประสงค์การกระบวนการเรียนการสอน และแนวทางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องทำเพื่อให้เรียนรู้สมรรถภาพใหม่ๆ (กิจกรรม) และสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน
3. การพัฒนา เป็นการสร้างหรือพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่จะนำมาใช้พัฒนาผู้เรียนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์
4. การดำเนินการ เป็นการนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

5. การประเมินผล เป็นการตรวจสอบว่ากระบวนการเรียนที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ ซึ่งสามารถประเมินผลได้ทั้งระหว่างในการดำเนินการ และเมื่อสิ้นสุดการใช้กระบวนการเรียนการสอน

ทิตินา แคมมณี (2534, 2555) ได้ระบุแนวทางในการสร้างหรือพัฒนากระบวนการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบประกอบไปด้วยขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมาย ในการพัฒนากระบวนการหรือระบบการเรียนการสอนควรมีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการพัฒนากระบวนการอย่างชัดเจน

2. การศึกษาหลักการ ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง เป็นศึกษาแนวทางของกระบวนการที่พัฒนา เพื่อกำหนดองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน และมองเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความมั่นคง และน่าเชื่อถือ

3. การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้ผู้พัฒนากระบวนการเรียนการสอนได้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้กระบวนการมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ซึ่งจะทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงสาเหตุ

4. การกำหนดองค์ประกอบของกระบวนการหรือระบบ เป็นการพิจารณาแนวทาง หลักการ หรือแนวคิดใดที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ประสบความสำเร็จ

5. การจัดกลุ่มองค์ประกอบ เป็นการนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการนำมาคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป

6. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ เป็นขั้นตอนของผู้ที่พัฒนากระบวนการเรียนการสอนใช้ความคิด ความรอบครอบ พิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุเป็นผลกัน องค์ประกอบใดมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน และจัดกลุ่มขององค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันและสรุปเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้มีความสำคัญและใช้เวลานาน

7. การจัดเรียงขั้นตอนหรือวางผังของกระบวนการเรียนการสอน เมื่อจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้แล้ว ผู้พัฒนากระบวนการสามารถนำเสนอความคิดของตนเองมาสร้างผังของขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนที่จำลองความคิดของตนเอง ซึ่งเป็นการกำหนดองค์ประกอบขององค์ประกอบและขั้นตอนของกระบวนการ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สอดคล้อง ร้อยเรียง และมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นที่สมบูรณ์

8. การทดลองใช้ เป็นการนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีการเขียนเป็นขั้นตอน หลักคิด และเขียนออกมาอย่างชัดเจน และวางแผนการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้เพื่อไปทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

9. การประเมินผลกระบวนการ เป็นการศึกษารูปแบบของกระบวนการที่พัฒนาขึ้นจากผลการทดลองใช้ว่าได้ผลตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ มีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพึงพอใจหรือไม่ และยังมีจุดในกระบวนการที่เป็นจุดด้อยที่ยังไม่ส่งผลให้ได้ผลตามเป้าหมาย

10. การปรับปรุงระบบ เป็นการนำข้อบกพร่องหรือจุดด้อยที่ได้จากผลการประเมินกระบวนการนำมาปรับปรุงกระบวนการที่พัฒนาขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการให้บรรลุวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น

ดังนั้นในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนจะประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญคือการกำหนดจุดมุ่งหมายการศึกษาหลักการ ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง การกำหนดองค์ประกอบของกระบวนการ การจัดกลุ่มองค์ประกอบ การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ การจัดเรียงขั้นตอนหรือวางผังของกระบวนการเรียนการสอน การทดลองใช้ การประเมินผลกระบวนการ และการปรับปรุงระบบ ซึ่งนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนต่อไป

4.3 การตรวจสอบและการประเมินกระบวนการเรียนการสอน

การตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจสอบได้หลายวิธี ซึ่งอาจใช้การวิเคราะห์ จากหลักฐานเชิงคุณภาพ (qualitative) และเชิงปริมาณ (quantitative) โดยที่การตรวจสอบรูปแบบจากหลักฐานเชิงคุณภาพจะให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ส่วนการตรวจสอบในเชิงปริมาณโดยใช้เทคนิคทางสถิติ ซึ่งการตรวจสอบประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอน โดยผลการตรวจสอบสามารถนำไปพัฒนาเป็นกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบใหม่หรือการปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแบบเดิม (อุทุมพร จามรมาน, 2541) โดย Eisner (1976) ได้เสนอแนวคิดในการตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนโดยการใช้ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยเฉพาะในบางเรื่องที่ต้องการความละเอียดอ่อนมากกว่าการวิจัยในเชิงปริมาณ และได้อธิบายแนวคิดการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิไว้ดังนี้

1. การประเมินโดยแนวทางนี้ มิได้เน้นผลสัมฤทธิ์ของเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ตามรูปแบบการประเมินแบบอิงเป้าหมาย (goal-based model) แต่การประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจะเป็นการวิเคราะห์วิจารณ์อย่างลึกซึ้งเฉพาะในประเด็นที่นำมาพิจารณา โดยมีการกำหนดปัจจัยในการพิจารณาต่าง ๆ เข้าด้วยกันตามวิจรรย์ญาณของผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับคุณภาพประสิทธิภาพหรือความเหมาะสมของสิ่งที่ทำการประเมิน

2. เป็นรูปแบบการประเมินที่เน้นความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง (specialization) ในเรื่องที่จะประเมิน ต้องใช้ความรู้ความสามารถของผู้ประเมินอย่างแท้จริง ต้องอาศัยผู้รู้ ในเรื่องนั้นจริงๆ มาเป็นผู้ประเมินผล ทั้งนี้เพราะองค์ความรู้เฉพาะสาขานั้น ผู้ที่ศึกษาเรื่องนั้นจริงๆ จึงจะทราบและเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

3. เป็นรูปแบบที่ใช้ตัวบุคคล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นเครื่องมือในการประเมิน โดยให้ความสำคัญ เชื่อถือว่า ผู้ทรงคุณวุฒินั้นเที่ยงธรรมและมีดุลพินิจที่ดี โดยมีการกำหนดมาตรฐานและเกณฑ์พิจารณา ต่างๆ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งผลการประเมินนั้นจะเกิดขึ้นจากประสบการณ์และความชำนาญของผู้ทรงคุณวุฒินั่นเอง

4. เป็นรูปแบบที่ยอมให้ความยืดหยุ่นในกระบวนการทำงานของผู้ทรงคุณวุฒิตามอัธยาศัย และความถนัดของแต่ละคน ทั้งนี้การเลือกผู้ทรงคุณวุฒิจะเน้นที่สถานภาพทางวิชาชีพ ประสบการณ์ และการเป็นที่เชื่อถือ (high credit) ของวิชาชีพนั้นเป็นสำคัญ

โดยในการประเมินผลกระบวนการจัดการเรียนการสอน ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนจะต้องมีการประเมินผลเพื่อให้ทราบว่ากระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่ โดย Tyler (1969) กล่าวถึงจุดประสงค์ของการประเมินกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไว้ 2 ประการคือ เพื่อพิจารณาว่าวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นั้นประสบผลสำเร็จหรือไม่ ซึ่งถ้าพบว่าข้อใดไม่ประสบผลสำเร็จจะได้นำไปปรับปรุงแก้ไข และเพื่อประเมินคุณค่าในกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดจากการทดสอบทางสถิติ เพื่อให้ประชาชนได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ เพื่อใช้ข้อมูลนั้นเป็นแนวทางในการปรับปรุงนโยบายทางการศึกษาและแนวทางการจัดการเรียนการสอน โดยในการประเมินสามารถประเมินได้ในหลายระยะ ซึ่ง Scriven (1967) เสนอลักษณะของการประเมินกระบวนการเรียนการสอนได้ 4 ลักษณะดังนี้

1. การประเมินผลย่อย (formative evaluation) เป็นการประเมินผลที่เกิดจริงในขณะที่ใช้กระบวนการเรียนการสอนอยู่ เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดกระบวนการเรียนรู้อีก

2. การประเมินผลรวบยอด (summative evaluation) เป็นการประเมินผลที่เกิดจริงเมื่อสิ้นสุดกระบวนการใช้กระบวนการเรียนการสอนแล้ว เพื่อตัดสินคุณค่าของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3. การประเมินผลภายใน (intrinsic evaluation) เป็นการประเมินคุณค่าภายในของตัวกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเช่นประเมินเนื้อหา จุดมุ่งหมาย โครงสร้างของรูปแบบ เป็นต้น

4. การประเมินผลสำเร็จ (pay-off evaluation) เป็นการประเมินผลที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เช่น การประเมินผลที่เกิดจากการสอนของครูที่มีต่อนักเรียน

ดังนั้นในการตรวจสอบและการประเมินผลของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งสามารถนำผลที่ได้รับจากการตรวจสอบและการประเมินมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นให้มีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนานักเรียนให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน โดยในการตรวจสอบกระบวนการเรียนการสอนสามารถทำได้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบ หรือใช้การทดสอบทางสถิติ ในการตรวจสอบ

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และในการประเมินผู้พัฒนากระบวนการเรียนการสอนควรมีการประเมินอย่างหลากหลายซึ่งสามารถประเมินได้ 4 ลักษณะคือ การประเมินผลย่อย การประเมินผลรวบยอด การประเมินผลภายใน และการประเมินผลสำเร็จของกระบวนการ

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มใหญ่ ขั้นการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มย่อย ขั้นนำเสนอผลการปฏิบัติของกลุ่มย่อยต่อกลุ่มใหญ่ ขั้นปฏิบัติรายบุคคล ผลการศึกษา พบว่า

1) กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาค่อนข้างต่ำ ในระหว่างเรียนความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนค่อย ๆ พัฒนาขึ้นจากการแก้ปัญหที่ต้องใช้การถามกระตุ้นแนวทางในการแก้ปัญหอย่างละเอียด

2) ผลการประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา พบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนในทุกด้าน ได้แก่ การสำรวจศึกษา การใช้ทฤษฎีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและการสื่อความคิดในการแก้ปัญหของนักเรียนทุกคนในกลุ่มทดลองอยู่ในระดับ “ต้องแก้ไข” พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหระหว่างเรียนในทุกด้านของนักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นไปอยู่ในระดับ “ดี” และ “ดีมาก” และในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหหลังเรียน พบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาในทุกด้านของนักเรียนอยู่ในระดับ “ดี”

3) ผลการประเมินเจตคติหลังเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

4) ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 ของนักเรียนในกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ปกติของโรงเรียน โดยการทดสอบค่า Z พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ปกติของโรงเรียน

ขอบใจ สาสีทธิ (2545) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์และแผนการสอนแบบ

ปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สายสุณี สุทธิจักษ์ (2551) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหา และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ คือสูงกว่าร้อยละ 50

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหา มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบ ฮิวริสติกส์และโมเดลเมธอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์และโมเดลเมธอด และแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิต แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

- 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 50
- 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่รับ .05
- 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่รับ .05
- 4) นักเรียนกลุ่มทดลองนำเสนอวิธีคิดเชิงพีชคณิตที่หลากหลาย เช่น ตาราง แผนภาพ กราฟ นิพจน์ สมการ และการเขียนอธิบาย และความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ดีขึ้น

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

James (1981) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรม และทัศนคติของครูที่มีต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ และวิธีการอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างในการวิจัยจำนวน 64 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน แล้วเลือกมา 1 กลุ่ม ใช้เวลาทดลอง 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักศึกษาที่คิดแก้ปัญหาเพียงคนเดียวโดยวิธีการคิดแบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักศึกษาที่รวมกลุ่มกันแก้ปัญหาโดยวิธีการอภิปรายกลุ่มย่อย

Yen (1985) ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยการใช้วิธีฮิวริสติกส์ การแนะนำการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และการวัดระดับความสามารถของตนเอง ตัวอย่างของประชากรที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 จำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความสามารถในการเรียนรู้ของตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยฮิวริสติกส์มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติในการเรียนดีขึ้น เนื่องจากฮิวริสติกส์ช่วยในการพัฒนาระดับการเรียนรู้และค้นหาข้อมูลในการศึกษา

Kay (1991) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบนักเรียนกลุ่มที่สอนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ฮิวริสติกส์กับกลุ่มการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้เครื่องมือวิจัยคือแบบทดสอบวัดข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ

ผ่านระบบ CTBS ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบฮิวริสติกส์ สามารถทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนด้วยวิธีฮิวริสติกส์

Lynn (1993) ศึกษาปัจจัยที่เป็นอุปสรรคและปัจจัยที่ส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 12 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน แต่ละกลุ่มจะถูกบันทึกวิดีโอขณะร่วมกันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1. การขาดประสบการณ์เกี่ยวกับกรอบของปัญหานั้นๆ 2. การกำหนดข้อจำกัดที่มากเกินไป 3. การขาดการกำกับความสามารถด้านสติปัญญาของตนเอง และ 4. การขาดความเชื่อ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยที่ส่งผลและสนับสนุนการแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1. ความร่วมมือช่วยกันภายในกลุ่ม 2. การกำกับภายในกลุ่ม และ 3. แนวปฏิบัติ/บรรทัดฐานของสังคมในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย

Tougaw (1994) ศึกษาเจตคติและพฤติกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิด (Open approach) ในการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แก้ปัญหาแบบเปิดมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนและไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศในพฤติกรรมการแก้ปัญหา

Silver and Cai (1996) ได้ทำการวิจัยและพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่สามารถทำออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์กับความสามารถของนักเรียนในการตั้งปัญหา

Jackson (2000) ได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในตอนเหนือของรัฐอิลลินอยส์ กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าโดยใช้เทคนิคการคิดที่หลากหลายและสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหา ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 20 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น และมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

Klara Pinter (2012) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาให้กับนักศึกษาเอกประถมศึกษา ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อฝึกให้นักศึกษาเป็นคนที่ตั้งปัญหาและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) เพื่อประเมินทักษะการตั้งปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาเอกประถมศึกษา โดยประโยชน์ของงานวิจัยเพื่อให้นักศึกษาเหล่านี้มีทักษะและความสามารถในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามี

การแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการอย่างมากในการตั้งปัญหา นักศึกษาสามารถที่จะสร้างปัญหาภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด โดยปัญหาที่สร้างขึ้นมีความกระชับ แม่นยำ และสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

Brown and Walter (2005) ได้ทำการวิจัยที่แสดงการเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการเรียนรู้ที่ตอบสนองระหว่างการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อ พัฒนาขอบเขตเพื่อการอ้างอิงเพื่อการออกแบบการตั้งปัญหา เพื่อการกระบวน การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า การตั้งปัญหาเป็นกระบวนการที่ฝังตัวลึกซึ่งใน การแก้ปัญหา โดยความสามารถในการตั้งปัญหา ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งคุณครู จำเป็นต้องให้นักเรียนมีความสามารถในการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาควบคู่กันไป

Abu-Elwan, Reda (1999) ได้ทำงานวิจัยตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสำเร็จของ ครูที่คาดหวังในปัญหาการตั้งโจทย์และการแก้โจทย์ที่เชื่อมโยงกับปัญหาที่เกิดจากหัวข้ออนุกรมและ การตั้งอนุกรม กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยประกอบไปด้วยนักเรียนรุ่นพี่ 76 คน จากภาควิชาการสอน คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่มหาวิทยาลัย Erzurum Ataturk หลังจากจัดการทดสอบปัญหาการ ตั้งโจทย์และการแก้โจทย์ เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยยะสำคัญระหว่าง ปัญหาการตั้งโจทย์และปัญหาทักษะการแก้โจทย์ นอกจากนี้การวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่ามีความ เป็นคู่ขนานระหว่างจำนวนโจทย์ที่ถูกต้องมีความสามารถในการตั้งปัญหา จะส่งผลต่อความสำเร็จใน การแก้โจทย์ปัญหา

Deborah Jean Priest (2009) ได้ทำการวิจัยเพื่อดูความเชื่อมโยงระหว่างพัฒนาการด้าน ทักษะการตั้งคำถาม และพัฒนาการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยได้ศึกษานักเรียนอายุ 7 ปี โดยแบ่งกลุ่มการ ทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม นั่นคือ กลุ่มแรก เป็นนักเรียนที่ได้คะแนนสอบกลางภาคมากกว่า 60% และ กลุ่มสองคือกลุ่มที่ได้คะแนนสอบกลางภาคน้อยกว่า 60% โดยกลุ่มแรกสอนโดยไม่ช่วยอะไรเลย ส่วน กลุ่มที่สองมีการสอนโดยฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามประกอบการแก้ปัญหา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การที่ นักเรียนกลุ่มที่สองมีส่วนร่วมในการตั้งคำถามสามารถช่วยให้นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ไม่ทันในช่วง กลางภาคเรียนกลับมามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น และกิจกรรมนี้ช่วยให้พัฒนาสมรรถนะ การแก้ปัญหา และเกิดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น การควบคุมตนเอง การผสมผสาน ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และการเข้าสังคมเพิ่มมากขึ้น

Silver and Cai (1996) ได้ทำการวิจัยและพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่สามารถทำออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์กับความสามารถของนักเรียนในการตั้ง ปัญหา

Limin Chen และคณะ (2010) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาและการตั้งปัญหา ในโรงเรียนประถมศึกษาของประเทศจีน โดยใช้ครูฝึกสอนระดับประถมศึกษา 128 คน มาทำ แบบทดสอบโดยให้ทำการแก้โจทย์ปัญหาการหารแบบมีเศษ 3 ข้อ และตั้งโจทย์ปัญหาให้สอดคล้อง

กับประโยคสัญลักษณ์อีก 3 ข้อ แล้วให้ทำแบบสอบถามสองฉบับ กลังจากนั้นวัดผลคำตอบของนักเรียน 3 แบบ โดยใช้ข้อสอบฉบับเดียวกับครูทำ ผลการศึกษาพบว่า 1) ครูอิงความเป็นจริงเมื่อแก้โจทย์ปัญหาของตนเองและเมื่อตรวจของนักเรียนพบว่าการตั้งโจทย์ของนักเรียนก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน 2) มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของครูกับการวัดผลปฏิบัติของนักเรียน 3) งานวิจัยทำให้เห็นว่าบทบาทของปัจจัยทางการสอนที่มีต่อความสามารถของนักเรียน ที่จะละทิ้งโลกแห่งความเป็นจริงหรือพิจารณาตามความเป็นจริง นั่นก็คือ แนวความคิดและความเชื่อของครูมีผลต่อการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาของนักเรียน

Rundnitsky and other (1995) ได้ทำการศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหากับนักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 โดยให้นักเรียนตั้งปัญหาเกี่ยวกับการบวกและลบด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ตั้งปัญหาเกี่ยวกับการบวกและการลบด้วยตนเองมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นและมีความคงทนในการเรียนรู้สูง

Tagrul Kat และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาของผู้ที่จะมาเป็นครูคณิตศาสตร์ โดยงานวิจัยเรื่องนี้หาความเชื่อมโยงระหว่างความสำเร็จของผู้ที่จะมาเป็นครูในการตั้งคำถามและการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาที่ยกมาตามหัวข้อ โดยงานวิจัยชิ้นนี้ ทำกับนักศึกษาครูปี 2 จำนวน 76 คน จากคณะครุศาสตร์ สาขาการสอนคณิตศาสตร์ โดยให้ทำแบบสอบถามการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา ซึ่งมีหัวข้อในการทำเป็นขั้นตอน โดยผลการศึกษาพบว่า การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันระหว่างทักษะการตั้งคำถามและทักษะการแก้ปัญหา นอกจากนั้น ยังมีความสอดคล้องขนานกันไประหว่างจำนวนคำถามที่ตั้งกับความสำเร็จในการแก้ปัญหา

Jinfa Cai (1998) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าการตั้งคำถามและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอเมริกันและจีน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอเมริกัน 181 คน และนักเรียนจีน 223 คน ในระดับ เกรด 6 โดยเป็นการพยายามต่อเนืองที่จะตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอเมริกาและจีน โดยการสร้างการวิเคราะห์ทางการเรียนรู้ของการตอบสนองของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการตั้งคำถามและการแก้ปัญหา ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนจีนมีความสามารถดีกว่าอเมริกันในกิจกรรมการคิดคำนวณ แต่ก็มีทั้งความคล้ายคลึงและความแตกต่างมากมายของนักเรียนอเมริกาและจีนในการทำกิจกรรมใหม่ นอกจากนั้นยังพบว่า มีความเกี่ยวข้องโดยตรงระหว่างการตั้งคำถามและการแก้ปัญหาที่พบในการวิจัย

Florence Singer and Cristian Voica (2012) ได้ทำการศึกษาแนวคิดการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมตั้งปัญหา โดยได้ทำการศึกษาถึงความเชื่อมโยงของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองการเรียนรู้ ที่มีการตอบสนองกันในระหว่างการสำรวจการแก้ปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขอบเขตอ้างอิงสำหรับการออกแบบกิจกรรมตั้งคำถามเมื่อกระบวนการแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ ผู้แก้ก็จะเปลี่ยนจุดยืนทางการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับ

ปัญหาผ่านการเปลี่ยนแปลง ซึ่งทำให้เกิดการอธิบายโจทย์ปัญหาในเบื้องต้นในหลายระดับที่แตกต่างกัน โดยในระหว่างการเปลี่ยนแปลงนี้ก็จะมีการประสานที่จะส่งต่อระหว่างขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีอยู่ 4 ประเภท คือ Decoding Representing Processing และ Implementing โดยทุกขั้นตอนควรมีการผสมผสานการตั้งปัญหาเพื่อให้แต่ละขั้นตอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

English (1997) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาพัฒนาการทางความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียน เกรด 5 ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาในการทำวิจัย 1 ปี เพื่อออกแบบโปรแกรมการตั้งคำถามและนำไปปรับใช้กับนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบคือ การรับรู้และการใช้โครงสร้างปัญหาของเด็กนักเรียน มุมมองทัศนคติและความชอบของปัญหาที่หลากหลายของนักเรียน และพัฒนาการความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย โดยหนึ่งในจุดมุ่งหมายของงานวิจัยคือ เพื่อสืบหาลักษณะความเข้าใจตัวเลขและทักษะการแก้ปัญหาใหม่ที่ควบคุมความสามารถในการตั้งคำถามในสถานการณ์ปกติและไม่ปกติ โดยนักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมใช้เวลา 10 สัปดาห์ โดยถูกสัมภาษณ์การตั้งคำถามกับเด็กแต่ละคนทั้งก่อนและหลังโปรแกรม ควบคู่กับการติดตามความก้าวหน้าของเด็กแต่ละคนในระหว่างโปรแกรมโดยรวม เด็กนักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมแสดงพัฒนาการอย่างชัดเจนในแต่ละองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ซึ่งแตกต่างจากผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วม

Bharath Sriraman และคณะ (2012) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์การตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาในประเทศจีนและสหรัฐอเมริกา ซึ่งในงานวิจัยนี้แสดงแนวคิด ที่กล่าวว่า ความสามารถในการตั้งปัญหาเป็นมุมมอง ดัชนีชี้วัดที่สำคัญในการบ่งชี้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความสำคัญของกิจกรรมการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ถูกเน้นย้ำในทางการศึกษาในหลากหลายประเทศ โดยงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ความสามารถในการตั้งปัญหาในสถานการณ์เรขาคณิต ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยลงทะเบียนเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูง จากการวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เก่งคณิตศาสตร์มากก็ยังคงประสบปัญหาในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพและแปลกใหม่ได้ ผู้วิจัยอภิปรายผลลัพธ์โดยใช้วัฒนธรรมและหลักสูตรของระบบโรงเรียนที่เกี่ยวข้องและให้แนวทางสำหรับทิศทางการตั้งคำถามของการศึกษาคณิตศาสตร์ในอนาคต

Singer and Voica (2013) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีการตั้งปัญหา ซึ่งพบว่ายังไม่มีการจัดระเบียบในปัจจุบันเนื้อหาสาขาวิชา ยังมีความหลากหลาย และยังขาดการให้คำจำกัดความที่ชัดเจน พร้อมทั้งโครงสร้าง

Olson and Knott (2013) ได้ทำการวิจัยและศึกษาการตั้งปัญหาและการตั้งคำถามของครูผู้สอนพบว่า การตั้งปัญหาหรือการตั้งคำถามของครูไม่ได้ส่งผลต่อความเข้าใจของนักเรียนมากนัก

Bonotto (2013) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสังเกตการตั้งคำถามจากมุมมองของนักเรียน ซึ่งพบว่า การตั้งคำถามและการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กัน และการตั้งคำถามหรือการตั้งปัญหาที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

Leung (2013) ได้ทำการศึกษาประเภทของคำถามและปัญหาที่นักเรียนได้ตั้งขึ้น พบว่า รายงานประเภทคำถามที่นักเรียนตั้งขึ้น จะประกอบไปด้วย 5 ประเภทคือ ไม่ใช่คำถามหรือปัญหาเป็นคำถามหรือปัญหาที่ไม่ใช่ทางคณิตศาสตร์ เป็นคำถามหรือปัญหาที่เป็นไปไม่ได้ เป็นคำถามหรือปัญหาที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ และเป็นปัญหาหรือคำถามที่มีความเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา

Dickerson (1999) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนที่แตกต่างกัน 5 วิธีกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาที่มีความสัมพันธ์อย่างสูงในทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

Sayed (2002) ศึกษาผลของการใช้กลวิธีการตั้งปัญหาต่อการดำเนินการแก้ปัญหาของนักศึกษาวิชาชีวะครุคณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง จำนวนกลุ่มละ 25 คน กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้กลวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya(1973) และส่วนกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้กลวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya(1973) แต่มีการเพิ่มขึ้นตอนการตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่สอนด้วยวิธีการตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหาได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Lin and Leng (2008) ได้ทำการศึกษาแนวทางการใช้การตั้งปัญหาเป็นแนวทางวัดผล ซึ่งจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ จำเป็นจะต้องก้าวข้ามการแก้ปัญหาไปสู่การตั้งคำถามและในท้ายที่สุดคือการปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เอง ซึ่งงานวิจัยนี้สำรวจกิจกรรมการตั้งปัญหาเป็นดังเครื่องมือวัดและประเมินผลเพื่อวัดกระบวนการทำงานของความคิดนักเรียน ความเข้าใจ และสมรรถนะของนักเรียน ซึ่งพบว่า การตั้งปัญหาสามารถนำมาวัดกระบวนการทำงานของความคิดนักเรียน ความเข้าใจ และสมรรถนะของนักเรียนได้อย่างดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวางแผนการแก้ปัญหา และการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งการตั้งปัญหาสามารถส่งเสริมการคิดและความคิดที่กว้างขึ้นและยืดหยุ่นมากขึ้น ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เปิดกว้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และรวบรวมแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญทางคณิตศาสตร์

Arikan and Unal (2015) ได้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบความสามารถในการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เกรด 8 ซึ่งในการวิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบนักเรียนในการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งให้ครูได้ทำกิจกรรมการตั้งปัญหากับนักเรียนเกรด 8 ซึ่งพบว่า นักเรียนบางคนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา ไม่สามารถตั้งปัญหาได้ และนักเรียนบางคนที่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ครู

กำหนดให้ได้ ก็กลัวที่จะตั้งปัญหาใหม่ ดังนั้น ทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อาจไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการตั้งปัญหา

Roslinda, Dianne and Mary (2013) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวัดผลทักษะการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการหาวิธีหรือแนวทางในการวัดผลทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการตั้งปัญหาอย่างแท้จริง โดยผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การวัดผลสำหรับการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า แนวทางที่เกณฑ์วัดผลที่สร้างขึ้นสามารถใช้วัดผลการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งข้อสังเกตหนึ่งที่ค้นพบได้จากการทำวิจัยที่น่าสนใจคือ ความสามารถในการตั้งปัญหาส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น แต่นักเรียนบางคนที่มีความสามารถแก้ปัญหาบางคนไม่มีความสามารถในการตั้งปัญหา

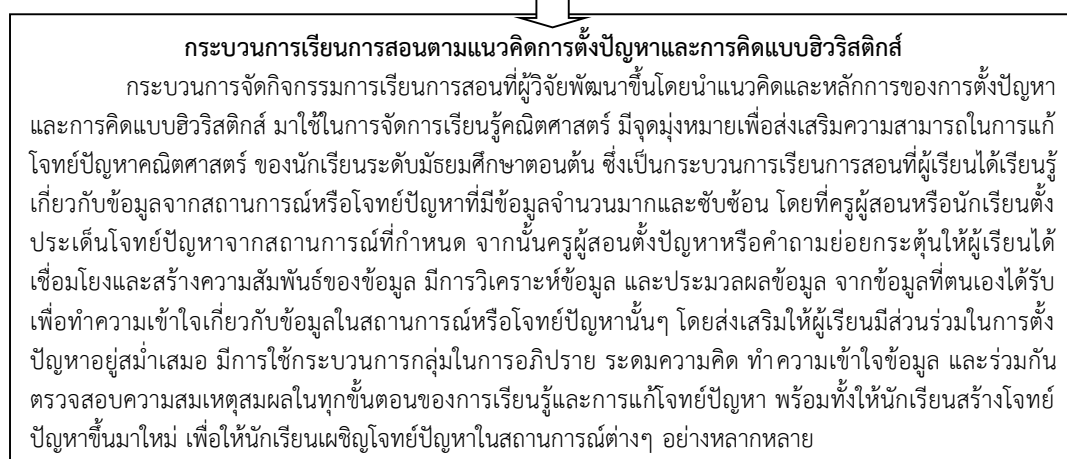
Sema and Nazan (2011) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะการตั้งปัญหา ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ทักษะหรือความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนได้ โดยครูเป็นบุคคลสำคัญที่เป็นผู้ชี้แนะและเป็นผู้นำนักเรียนสู่กิจกรรมการตั้งปัญหา ดังนั้นครูควรจัดสภาพแวดล้อมเพื่อเอื้อต่อการทำกิจกรรมทางความคิดและสร้างสรรค์ในขณะที่ทำการตั้งปัญหา

Tugrul Kat และคณะ (2010) ได้กล่าวไว้ว่า การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันระหว่างทักษะการตั้งคำถามและทักษะการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ยังมีความสอดคล้องขนานกันไประหว่างจำนวนคำถามที่ตั้งกับความสำเร็จในการแก้ปัญหา

Priest (2009) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาไว้ว่า การสอนโดยฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามประกอบการแก้ปัญหา ช่วยพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา และเกิดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น การควบคุมตนเอง การผสมผสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และการเข้าสังคมเพิ่มมากขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา มุ่งพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแนวคิดการตั้งปัญหาและแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ และศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการตั้งปัญหาและแนวคิดการคิดแบบ ฮิวริสติกส์
4. พัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์
5. ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

1. กำหนดแบบแผนการทดลอง
2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอน
3. สร้างแผนการเรียนการสอน
4. พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. ดำเนินการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน และเก็บรวบรวมข้อมูล
6. วิเคราะห์ข้อมูล

แผนภาพที่ 9 แสดงระยะการดำเนินการวิจัย



กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวริสติกส์
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 2 การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

1. กำหนดแบบแผนการทดลอง โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง

E	O ₁	X	O ₂
C	O ₃		O ₄

ตัวแปรจัดกระทำ คือ กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครปฐม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน

3. สร้างแผนการเรียนการสอน และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

- 1) กลุ่มทดลอง ออกแบบตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
- 2) กลุ่มควบคุม ออกแบบตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

4. พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 2 ฉบับ

- 1) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 (ใช้ทดสอบก่อนเรียน)
- 2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 (ใช้ทดสอบหลังเรียน)

5. ทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม

ก่อนเรียน วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่พัฒนาขึ้นในชุดที่ 1

ระหว่างเรียน

สอนด้วยกระบวนการที่พัฒนาขึ้น โดย
ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนมี
การเก็บข้อมูลพัฒนาความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียน จากการเก็บรวบรวมชิ้นงาน
และผลงานของนักเรียนในการแก้โจทย์
ปัญหา (ผู้วิจัยสังเกตและจดบันทึก
ข้อบกพร่องในระหว่างการสอนเพื่อ
นำไปปรับปรุงกระบวนการเรียนการ
สอนที่พัฒนาขึ้น)

ระหว่างเรียน

สอนด้วย
กระบวนการแบบ
ปกติโดยใน
ระหว่างการจัดการเรียนการ
สอนมีการเก็บ
รวบรวมชิ้นงาน
และผลงานของ
นักเรียนในการ
แก้โจทย์ปัญหา

ทำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2

6. วิเคราะห์ข้อมูล

- 1) เปรียบเทียบความสามารถในการ
แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มทดลองก่อนและหลังทดลองใช้ค่า
 \bar{X} , S.D. และ t - test
- 2) เปรียบเทียบความสามารถในการ
แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้ค่า \bar{X} ,
S.D. และ t - test
- 3) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์
เนื้อหา

ระยะที่ 1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบ ฮิวริสติกส์

การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย

1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จุดมุ่งหมาย ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง และคุณภาพผู้เรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความมุ่งหวังของหลักสูตร โดยผู้วิจัยศึกษาเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

ผลการศึกษาพบว่า จุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งของการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนในการเรียน การสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีความรู้ความเข้าใจสาระต่างๆ และสามารถใช้ความรู้ ทักษะ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเมื่อ สำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานใน การศึกษาในระดับที่สูงขึ้น (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544)

1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 3 และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้วิจัยศึกษาจากเอกสารรายงานผลการประเมิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (O-NET) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปี ที่ 3 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) พร้อมทั้งพิจารณารายงานการสรุปผลคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับชาติ(O-NET) โดยจัดการทดสอบโดย สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ของจังหวัด นครปฐม ประจำปีการศึกษา 2557 (สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 9 , 2558) ผลการศึกษา พบว่า ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) โดยจัดการทดสอบโดย สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ประจำปีการศึกษา 2557 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งประเทศ ซึ่งถือว่าเป็นระดับชั้นที่สูงที่สุดของการศึกษาภาคบังคับ ในรายวิชา

คณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 29.65 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กรมวิชาการกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50

สอดคล้องกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการประเมินคุณภาพการศึกษาในระดับชาติ(O-NET) โดยจัดการทดสอบโดย สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ของจังหวัดนครปฐม ประจำปีการศึกษา 2557 (สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 9 , 2558) พบว่าในรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 29.59 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของทั้งประเทศ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามข้อในข้อสอบพบว่า นักเรียนจะได้คะแนนอยู่ในกลุ่มต่ำในส่วนของข้อสอบที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาและมีเนื้อหาในโจทย์ปัญหาค่อนข้างยาวและมีข้อมูลมาก

ซึ่งปัญหาที่พบในการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นยังไม่มากพอ ขาดทักษะ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ขาดความตระหนักในวิชาคณิตศาสตร์และไม่เห็นความสำคัญในวิชา ไม่สามารถเชื่อมโยงปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้และไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เหตุผลหนึ่งอาจมาจากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ไม่เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกในแนวทางการหาคำตอบที่หลากหลายวิธี โดยครูยังควบคุมชั้นเรียนที่มีลักษณะเป็นชั้นเรียนที่ไม่ได้เปิดกว้างสำหรับกระบวนการเรียนรู้หรือการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงทำให้ผู้เรียนยึดติดกับแนวทางการแก้ปัญหาแต่ในรูปแบบเดิมๆ เมื่อไปเจอปัญหาที่มีการพลิกแพลงหรือปัญหาในชีวิตประจำวันก็ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ประกอบกับการที่ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเดิมที่เป็นพื้นฐาน จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำลง และจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในที่สุด

1.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย โดยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตจริง สอดคล้องกับหลักการการดำเนินการจัดทดสอบและประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA ซึ่งระบุทักษะการแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของ 8 สมรรถนะ นั่นคือ การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) ซึ่ง ของรูปแบบการประเมินนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2554) ซึ่งได้พิจารณากรอบการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยไม่มุ่งเน้นการประเมินความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วนๆ สำหรับการแก้ปัญหา แต่สิ่งที่สำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ เรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หรือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) กระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหา นั่นถือว่าเป็น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะต่างๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยศึกษาประกอบกับ รายงานผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (OECD, 2009, 2012) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2557)

ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในประเทศไทยในปี 2012 นักเรียนไทยมีคะแนนอยู่ที่ 427 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 494 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) และเมื่อมองย้อนไปที่ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในประเทศไทยในปี 2009 นักเรียนไทยมีคะแนนอยู่ที่ 419 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 496 คะแนน ดังนั้นจะพบว่าประเทศไทยมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบเมื่อเทียบกับประเทศสมาชิกมาโดยตลอด ซึ่งพบว่านักเรียนโดยกลุ่มเป้าหมายของการประเมินคือนักเรียนที่อยู่ระหว่างช่วงอายุ 14 ปี 6 เดือน ถึง 15 ปี 6 เดือน ซึ่งเป็นกลุ่มที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งก็เป็นกลุ่มนักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับและกำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับเช่นกัน (OECD, 2009, 2012) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนในปัจจุบัน โดยผู้วิจัยได้ทำการสังเกตนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนในปีการศึกษาที่ผ่านมา พบว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะโจทย์ปัญหาลักษณะที่มีข้อมูลมาก หรือโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนของปัญหา ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในกลุ่มที่ขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำความเข้าใจข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แยกแยะข้อมูล และบูรณาการข้อมูลได้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และนักเรียนไม่สามารถเลือกใช้กฎ สูตร หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา ตามเนื้อหาและข้อมูลที่โจทย์ปัญหากำหนด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และไม่สามารถบูรณาการความรู้ที่ครูสอนไปแล้วมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยศึกษาจากหนังสือ บทความ และรายงานวิจัย ได้สาระสำคัญของความสามารถในการตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem solving) ที่มีนักการศึกษากล่าวไว้ (Bell, 1978; Polya, 1980; Mayer & Hegarty, 1987; Branca, 1980; Sheffield & Cruikshank, 2000; Lin & Leng, 2008; Jackson, 2010; The Integrated Mathematics Science and Technology, 2007; Kerstin Patrick, 2013, Enrique Ortiz, 2016; Mustafa Aydogdu and Mehmet Fatih Ayaz, 2007 และสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็น ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบคำตอบ

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักการศึกษาคณิตศาสตร์ และผู้ที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบคำตอบ (เพลินพิศ เสือชวานาม, 2541; กระทรวงศึกษาธิการ, 2545)

จากข้อมูลในการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา พร้อมทั้งความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และทักษะที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปคำจำกัดความของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนของข้อมูล โดยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วยความสามารถ 4 ด้านดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ และข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม โดยการเชื่อมโยงข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และสอดคล้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

2) ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ และสามารถระบุลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

3) ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบ และสามารถคิดคำนวณ โดยใช้ กฎ สูตร หรือหลักการ ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

4) ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ และสามารถสะท้อนคิดเกี่ยวกับวิธีการในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

2.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งรูปแบบของการแก้ปัญหาโดยใช้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นรูปแบบของการฝึกฝนความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving) มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการดำเนินชีวิตประจำวันและการใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นของการการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเป็นทักษะกระบวนการที่ต้องใช้ทักษะการคิดระดับสูง คิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด การพัฒนาทักษะการ

แก้ปัญหาต้องทำอยู่ตลอดเวลาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นอกจากนั้น การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถ พัฒนาและปรับปรุงความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง พัฒนาทักษะ และการให้เหตุผลความคิดเชิงวิพากษ์ สร้างความเข้าใจเชิงลึกในแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถทำงานร่วมกันในกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์และช่วยเหลือผู้อื่น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประโยชน์ของนักเรียนที่จะได้รับหลังจากได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา นั่นคือนักเรียนมีการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคความท้าทายในชีวิตประจำวันได้ สามารถพัฒนาองค์ความรู้และความรู้ลึกเชิงจำนวนทางคณิตศาสตร์ เกิดกระบวนการเรียนรู้วิธีคิดแยก และคัดกรองความรู้ ว่าความรู้ใดเหมาะสมกับเป้าหมายของการใช้งาน ส่งเสริมการบูรณาการสิ่งที่ตนเองรู้เข้ากับองค์ความรู้ในภาพรวม พร้อมทั้งสามารถกระตุ้นความตั้งใจและสนใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถเพิ่มพูนความรู้เพื่อสร้างความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Dendane, 2009; Sathya Sai, 1994; สิริพร ทิพย์คง, 2544; อัมพร ม้าคอง, 2546 และดวงเดือน อ่อนน่วม, 2547)

2.3 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนควรส่งเสริมที่การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะเน้นที่ การพัฒนาความสามารถที่สำคัญในการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ความสามารถที่มีไปใช้ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย รวบรวม จัดระเบียบ ตีความ และสื่อสารข้อมูล สร้างคำถามหลักๆ วิเคราะห์และสร้างมโนทัศน์ของปัญหา ให้นิยามปัญหา และเป้าหมาย ค้นพบ แบบรูปและความเหมือน หาข้อมูลที่เหมาะสม ทดลอง ย้ายทักษะและกลวิธี ไปสู่สถานการณ์ใหม่ และเพิ่มความอยากรู้อยากเห็น ความมั่นใจ และการเปิดใจเปิดความคิดให้กว้าง โดยที่กระบวนการเรียนการสอนการแก้ปัญหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนมากจะอยู่ในรูปแบบของการสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยจะต้องเป็นการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนได้คิดแก้ โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง สามารถปรับตัวให้เข้ากับโจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยหรือคาดเดา สถานการณ์ได้ยาก การสอนคณิตศาสตร์ต้องครอบคลุมทักษะและหน้าที่การใช้งานในชีวิตประจำวัน การใส่บริบทที่เกี่ยวข้องลงไปในการสอนและโจทย์ปัญหา จะทำให้การแก้ปัญหานั้นน่าสนใจ เพราะทำให้นักเรียนรู้เหตุผลและความจำเป็นที่จะต้องเรียนคณิตศาสตร์ และเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การสอนการแก้ปัญหาสามารถเสริมสร้างการให้เหตุผลแบบมีตรรกะ

ประเด็นหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดความสนใจในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนคือ ตัวโจทย์ปัญหา ซึ่งถ้านักเรียนสนใจในตัวโจทย์ปัญหาจะเกิดการกระตุ้นในการหาคำตอบของปัญหานั้นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหัวใจหลักของการแก้ปัญหาคือ การสร้างความอยากรู้อยากเห็น สร้างความมั่นใจ และสร้างการเปิดกว้างทางความคิดซึ่ง(NCTM, 1998; Margaret Taplin, 2004; Sathya Sai, 1994; Dendane, 2009)

2.4 แนวทางในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการวัดผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับแนวทางในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ในการประเมินการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ควรใช้ข้อสอบที่เป็นข้อสอบอัตนัย ที่มีการกำหนดสถานการณ์และข้อความ เพื่อให้

นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ดังนั้นการที่ครูตรวจคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยครูจะต้องมีเกณฑ์ในการให้คะแนนอย่างชัดเจน ซึ่งจะต้องแสดงรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจนในทุกขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน นั่นคือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้วิธีการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ (กรมวิชาการ, 2546; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 และ สมศักดิ์ โสภณพินิจ, 2547)

3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการตั้งปัญหาและแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการตั้งปัญหาโดยผู้วิจัยศึกษาจากหนังสือ บทความ และรายงานการวิจัยการตั้งปัญหา และวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดการตั้งปัญหาเพื่อนำไปใช้เป็นหลักในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

สาระสำคัญของแนวคิดการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการนิยามปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นการสร้างโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ จากสถานการณ์ นิยามข้อความ วัตถุ และจากปัญหาที่มี หรือเป็นการตั้งคำถาม ซึ่งจะเป็คำถามที่มีความหมายและเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยจะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา เพื่อนำมาซึ่งแนวทางหรือทางออกของการแก้ปัญหานั้นๆ นอกจากนั้นการตั้งปัญหาเป็นการสร้างหรือปรับเปลี่ยนปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเสริมต่อความรู้ ขยายแนวความคิด และพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาให้มีความเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น โดยสามารถพิจารณาการตั้งปัญหาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามที่ทำทหายเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา หรือใช้การตั้งปัญหาเป็นแนวทางในการสร้างกรอบการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนไม่ออกนอกกรอบของการเรียนรู้ นอกจากนั้นการตั้งปัญหายังเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามขึ้นเพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ ได้ (Shukkwon, 1993; Mamona-Down, 1993; Silver, 1993, 1994, 2004; Stoyanova, 1996; Adu – Elwan, 1999; สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา, 1991; Cai&Hwang,2002; English,2003; Silver&Cai, 1996; Lewis, 1998; Ilana Lavy and Atara Shriki, 2010; Mishra and Lyer, 2013)

แนวคิดที่สำคัญของการตั้งปัญหา (Problem Posing) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักการของการตั้งปัญหา จากนักการศึกษาหลายท่านประกอบไปด้วย Shukkwon (1993), Mamona-Down (1993), Stoyanova(1996), Adu – Elwan (1999), สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา(NCTM, 1991, 2000), Cai&Hwang(2002), English,(2003), Silver&Cai (1996, 2005), Lewis (1998) ,Cinzia Bonotto(2012) Silver (1993,1994,2004), Cinzia Bonotto(2012), Sheffield (2003,2008), Leung (1997), Cinzia Bonotto(2012), Bitter (1989), Kenney (1996) , Mishra and Lyer (2013), Brown&Walter (1993), VanDenBrink (1987) และ อัมพร ม้าคอง (2546) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) มีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ให้กับนักเรียนได้ทำกิจกรรมตั้งปัญหา

2) ใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการสร้างปัญหา หรือคำถาม และนิยาม ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูจะต้องเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาของนักเรียน และส่งเสริมนักเรียนให้สามารถตั้งปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

3) การตั้งปัญหาหรือคำถามอาจทำได้ใน 3 ระยะ คือ ก่อนการแก้ปัญหา ระหว่าง การดำเนินการแก้ปัญหา และระยะหลังการแก้ปัญหา โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายข้อมูล

4) ให้ความสำคัญกับการตั้งโจทย์ปัญหามากกว่าการคำนวณหาค่าของคำตอบจาก โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น

5) การทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนในการช่วยกันตั้งปัญหาจะทำให้ได้ปัญหาที่ตั้งขึ้น ใหม่มีความหลากหลาย และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียน

6) การตั้งปัญหาเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมี ความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเหมาะนำไปใช้ในการสอนแก้ปัญหาจากการสอนเนื้อหาใหม่

3.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยผู้วิจัยศึกษาจากหนังสือ บทความ และรายงานการวิจัยแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์และวิเคราะห์ สาระสำคัญของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อนำไปใช้เป็นหลักในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

สาระสำคัญของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นวิธีการต่างๆที่ นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีข้อมูลมากและมีความ ซับซ้อน โดยมีการคิดเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ สํารวจ ตรวจสอบความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนระหว่างข้อมูล แนวคิดที่ต้องการเรียนรู้ และข้อมูลของปัญหา ที่ต้องการแก้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาในการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างอิสระบนพื้นฐานของ ความรู้และความถนัดของแต่ละบุคคล (Leinhardt & Schwarz, 1997; Floyd, 2002; Sheffield, 2003, 2005; Robinson & Hutchinson, 2014) โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักการ ของแนวคิดฮิวริสติกส์(Heuristics) จากนักการศึกษาหลายท่านประกอบไปด้วย Hofstadter (1979), Albus (1981), Lenat (1982), Sheffield (2003, 2005), Feigenbaum and Feldman (1963), Romanycia (1985) and Armstrong (1980) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) แต่ละบุคคลมีวิธีการคิดที่แตกต่างกัน บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ ของแต่ละบุคคล ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

2) การทำความเข้าใจข้อมูล ทำได้โดยการพิจารณาข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลที่มี ความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ

3) การวิเคราะห์ข้อมูล ทำได้โดยการสำรวจ ค้นหา แยกแยะข้อมูล และตรวจสอบ ความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนระหว่างข้อมูล แนวคิดที่ต้องการเรียนรู้ และข้อมูลของปัญหาที่ต้องการ แก้ เพื่อศึกษาข้อมูลและนำไปใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหา

4) ทุกขั้นตอนของการศึกษาข้อมูลหรือในกระบวนการแก้ปัญหาควรมีการประเมิน ในทุกๆขั้นตอนอย่างสม่ำเสมอ

5) การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการสื่อสาร ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายช่วยให้ได้แนวความคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายตามพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล จึงทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

6) การขยายความรู้โดยการตั้งปัญหาใหม่จากปัญหาหรือสถานการณ์ จะทำให้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และตรวจสอบแนวคิดใล่สิ่งที่นักเรียนค้นพบ

4. พัฒนาระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1 สร้างหลักการของกระบวนการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำสาระสำคัญของแนวคิดการตั้งปัญหาและแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่วิเคราะห์ได้จากข้อ 3 มาบูรณาการแล้วพัฒนาเป็นหลักการของกระบวนการเรียนการสอน แสดงดังแผนภาพที่ 10

ตารางที่ 11 แสดงการสรุปหลักการของแนวคิดตั้งปัญหาและหลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์

หลักการของแนวคิดตั้งปัญหา	หลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์
<p>1. มีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ให้กับนักเรียนได้ทำกิจกรรมตั้งปัญหา</p> <p>2. ใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการสร้างปัญหาหรือคำถาม และนิยามปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูจะต้องเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาของนักเรียน และส่งเสริมนักเรียนให้สามารถตั้งปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>3. การตั้งปัญหาหรือคำถามอาจทำได้ใน 3 ระยะ คือ ก่อนการแก้ปัญหา ระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา และระยะหลังการแก้ปัญหา โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายข้อมูล</p> <p>4. ให้ความสำคัญกับการตั้งโจทย์ปัญหามากกว่าการคำนวณหาค่าของคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น</p> <p>5. การทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนในการช่วยกันตั้งปัญหาจะทำให้ได้ปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่มีความหลากหลาย และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียน</p> <p>6. การตั้งปัญหาเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนนั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในการสอนแก้ปัญหา มากกว่าการสอนเนื้อหาใหม่</p>	<p>1. แต่ละบุคคลมีวิธีการคิดที่แตกต่างกัน บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>2. การทำความเข้าใจข้อมูล ทำได้โดยการพิจารณาข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ</p> <p>3. การวิเคราะห์ข้อมูล ทำได้โดยการสำรวจ ค้นหา แยกแยะข้อมูล และตรวจสอบความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนระหว่างข้อมูล แนวคิดที่ต้องการเรียนรู้ และข้อมูลของปัญหาที่ต้องการแก้ เพื่อศึกษาข้อมูลและนำไปใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหา</p> <p>4. ทุกขั้นตอนของการศึกษาข้อมูล หรือในกระบวนการแก้ปัญหาควรมีการประเมินในทุกๆ ขั้นตอนอย่างสม่ำเสมอ</p> <p>5. การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการสื่อสาร ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายช่วยให้ได้แนวความคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายตามพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล จึงทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด</p> <p>6. การขยายความรู้โดยการตั้งปัญหาใหม่จากปัญหาหรือสถานการณ์ จะทำให้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และตรวจสอบแนวคิดใล่สิ่งที่นักเรียนค้นพบ</p>



แผนภาพที่ 10 แสดงหลักการของกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

จากการบูรณาการของหลักการของแนวคิดการตั้งปัญหาและหลักการของการคิดแบบฮิวริสติกส์ สามารถสรุปหลักการของกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ได้ดังนี้

- 1) การตั้งปัญหาโดยใช้สถานการณ์ หรือแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ส่งเสริมให้นักเรียนมีการทบทวนความรู้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ของตนเองที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ได้
- 2) การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชื่อมโยงของข้อมูลต่างๆในสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถส่งเสริมให้ทำความเข้าใจข้อมูลในสถานการณ์ พิจารณาข้อมูลและสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้
- 3) การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการแยกแยะข้อมูลของปัญหา และสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับ สามารถส่งเสริมให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา เพื่อนำมาใช้ในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา
- 4) การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ในระหว่าง การวางแผน การแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและคำตอบ สามารถส่งเสริมให้เกิดการพิจารณาความสมเหตุสมผลของแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบ
- 5) การทำงานเป็นกลุ่มจะส่งเสริมให้มีแนวทางในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย บนพื้นฐานของความรู้ความสามารถของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม
- 6) การตั้งปัญหาใหม่ เป็นการสร้างปัญหาใหม่จากสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยขยายความรู้และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

4.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยนำแนวคิดและหลักการของการตั้งปัญหา และการคิดแบบฮิวริสติกส์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมุ่งส่งเสริมและพัฒนาในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย

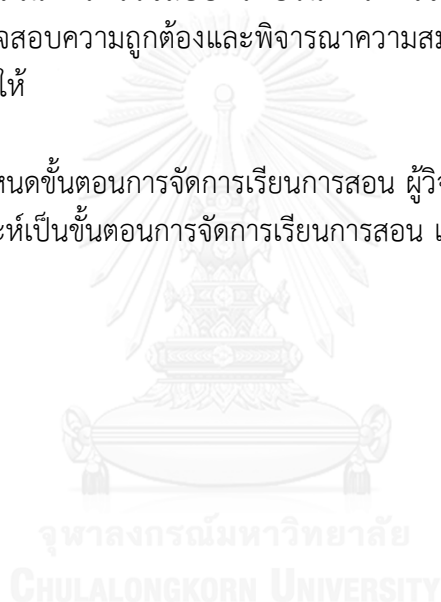
1) ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ และข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม โดยการเชื่อมโยงข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และสอดคล้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

2) ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ และสามารถระบุลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

3) ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบ และสามารถคิดคำนวณ โดยใช้กฎ สูตร หรือหลักการ ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

4) ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้

4.3 กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำหลักการของกระบวนการเรียนการสอน มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน แสดงดังแผนภาพที่ 11





แผนภาพที่ 11 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาจากแนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักการของแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

จากแผนภาพที่ 11 ขั้นตอนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวิริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีดังนี้

1) ขั้นตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมและเตรียมความพร้อมนักเรียนในการเรียนเนื้อหาสาระใหม่ (ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม) เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม

2) ขั้นนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิม (ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่) เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว

3) ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหา โดยมีกำหนดสถานการณ์มาให้ และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้การตั้งคำถามย่อยๆ ในการส่งเสริมให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล (ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา) เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยนักเรียนจะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

4) ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยส่งเสริมให้นักเรียนใช้คำถามย่อยๆ ในการคิดเพื่อประเมินการการเรียนรู้ในระหว่างการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ(ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา) เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินเกี่ยวกับการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา

5) ขั้นสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ในการเรียนการสอนหรือการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งขยายแนวคิดของการแก้โจทย์ปัญหาเดิม โดยการตั้งโจทย์ปัญหาใหม่เพิ่มเติมจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา) เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

4.4 วิเคราะห์ความเชื่อมโยงของกระบวนการเรียนการสอนไปสู่ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน มาวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของกระบวนการเรียนการสอนที่นำไปสู่ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงความเชื่อมโยงของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
1. ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม	ครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม	-ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา -ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา -ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ -ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ
2. ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่	ครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว	-ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา -ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา -ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ -ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ
3. ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา	ครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้นักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	-ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา -ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา
4. ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา	ครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบอิสระความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งใช้การตั้งคำถามในการคิดเพื่อประเมินเกี่ยวกับการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ	-ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา -ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ -ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ

ขั้นตอน กระบวนการ เรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียน การสอน	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์
5. ขั้นสรุป ความรู้และขยาย ปัญหา	นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนว ทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกัน สรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็น ปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้ เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือ เปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุป ของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา	-ความสามารถในการทำความเข้าใจ และวิเคราะห์โจทย์ปัญหา -ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา -ความสามารถในการดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ -ความสามารถในการตรวจสอบ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และ คำตอบ

4.5 วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทครู และบทบาทนักเรียนใน
กระบวนการเรียนการสอนตามขั้นตอนการเรียนการสอน

5. ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน

5.1 ตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
ดำเนินการโดยนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวทางของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่
ปรึกษาร่วมพิจารณาแล้วดำเนินการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยนำกระบวนการเรียนการสอนและ
ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พิจารณา
ตรวจสอบ แก้ไข และให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำผลการประเมินและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข
กระบวนการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 230)

ผลการตรวจสอบและการประเมินคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอนตาม
แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นโดยสรุปได้ดังนี้

1) ด้านความเป็นมาของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

การบรรยายความเป็นมาของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนมีการ
อธิบายค่อนข้างละเอียด และมีเนื้อหาค่อนข้างมาก ควรสรุปให้มีใจความที่กระชับและชัดเจน มีการ
ระบุถึงเหตุผล ความสำคัญและจำเป็นในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีความสอดคล้องกัน
การเรียบเรียงความเป็นมาของกระบวนการเรียนการสอนมีความต่อเนื่อง เหมาะสม ทำให้เห็น
ภาพรวมและจุดเน้นของกระบวนการเรียนการสอน และมีความเป็นไปได้ของการนำแนวคิดการตั้ง

ปัญหาและการคิดแบบอภิปรัชญาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

2) ด้านแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

แนวคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนมีความเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพปัญหา และมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ การบรรยายและวิเคราะห์หลักการของแนวคิดมีความชัดเจนดี เป็นระบบ ทำให้เข้าใจแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

3) ด้านองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน

หลักการของกระบวนการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ มีความสอดคล้องและเห็นความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน โดยมีข้อเสนอแนะในแต่ละประเด็นดังนี้

3.1) หลักการของกระบวนการเรียนการสอนมีความชัดเจน ทำให้เห็นจุดเน้นของกระบวนการเรียนการสอน และสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน มีการวิเคราะห์และบูรณาการของแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้อย่างครอบคลุมและเป็นระบบ

3.2) วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอนมีความชัดเจน สามารถสะท้อนสิ่งที่มุ่งหวังและต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับหลักการของกระบวนการเรียนการสอน และวัตถุประสงค์มีความสำคัญและจำเป็นต่อผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.3) ขั้นตอนของการเรียนการสอนมีความเหมาะสมและสอดคล้องกันอย่างต่อเนื่อง มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง กิจกรรมการเรียนการสอน พฤติกรรมของครู และพฤติกรรมของนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนมีความเหมาะสม ซึ่งการสอนตามขั้นตอนการเรียนการสอนสามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

นอกจากนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนได้แก่

1) ในการนิยามคำจำกัดความของแนวคิดควรนิยามให้สะท้อนแนวคิดในเชิงการนำไปปฏิบัติ หรือนิยามเชิงปฏิบัติการ และสอดคล้องกับความต้องการของงานวิจัยที่ผู้วิจัยต้องการทำ ควรระบุลักษณะของโจทย์ปัญหาหรือคำถามที่สอดคล้องกับแนวคิดการตั้งปัญหา

2) ปรับแก้ภาษาในหลักการ และขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนให้มีความกระชับชัดเจน ระบุจุดเน้นที่สำคัญในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

3) ผู้วิจัยควรจัดทำใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้จดบันทึกขณะการทำกิจกรรมในห้องเรียน การเข้ากิจกรรมกลุ่ม การตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามในขณะดำเนินการทำกิจกรรม

4) ผู้วิจัยควรคำนึงถึงระยะเวลาในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรม ซึ่งในหนึ่งแผนใช้เวลา 2 คาบ ซึ่งไม่น่าจะเพียงพอ

5) ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรระบุแนวทางในการตั้งประเด็นปัญหาหรือประเด็นคำถามไว้เป็นตัวอย่างที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงในชั้นเรียน ซึ่งปัญหาหรือคำถามนั้นอาจจะเป็นครูหรือนักเรียนเป็นผู้ตั้งขึ้นก็ได้

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการเรียนการสอนได้ผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวิริสติกส์บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกระบวนการเรียนการสอน

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
1. ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้ให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม</p> <p>บทบาทครู</p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นฐานความรู้เดิมที่ได้เรียนไปไปแล้ว และเป็นความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะเรียนต่อไป -ครูตั้งปัญหาหรือคำถามย่อยๆเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้เดิม -ครูมีการสรุปความรู้เดิมที่สำคัญและจำเป็นที่ต้องใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่ <p>บทบาทนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนศึกษาและดำเนินการแก้ปัญหาที่ครูตั้งขึ้น เพื่อทบทวนความรู้ของตนเอง -นักเรียนมีการตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามขึ้นในชั้นเรียนเพื่อประกอบการคิดทบทวนความรู้เดิมของตนเอง และตรวจสอบความรู้เดิมของตนเองว่ามีความถูกต้องหรือไม่ -นักเรียนช่วยครูสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญของความรู้เดิมใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่
2. ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว</p>

ขั้นตอนของ กระบวนการ การเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
2. ช้่นนำเสนอเนื้อหา ใหม่ (ต่อ)	<p>บทบาทครู</p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของแต่ละคาบให้กับนักเรียนโดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย -ครูใช้การตั้งปัญหา หรือการตั้งคำถามย่อยๆ ประกอบการดำเนินการสอนเนื้อหาสาระใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ และสามารถคิดเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่ตนเองมี <p>บทบาทนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและข้อมูลใหม่ที่ตนเองได้รับ -นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ตนเองได้รับกับพื้นฐานความรู้เดิมที่มี -นักเรียนมีการตั้งปัญหา หรือประเด็นคำถามย่อยๆ เพื่อประกอบการคิดเชื่อมโยงความรู้ของตนเอง การทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ และตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง
3. ช้่นเผชิญโจทย์ ปัญหาและทำความเข้าใจ ปัญหา	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p> <p>บทบาทครู</p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปจากสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา -ครูเป็นผู้นำในการตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ -ครูตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามย่อยๆเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น <p>บทบาทนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนทำการศึกษาโจทย์ปัญหาปลายเปิดที่ครูกำหนดให้ -นักเรียนทั้งห้องช่วยกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ อาจจะมีปัญหาย่อยๆได้หลายปัญหา -นักเรียนตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อประกอบการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น

ขั้นตอนของ กระบวนการ การเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
4. ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อ ดำเนินการแก้ปัญหา	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบคณะความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งใช้การตั้งคำถามในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ</p>
	<p><u>บทบาทครู</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูจัดกลุ่มนักเรียนแบบคณะความสามารถกลุ่มละ 3 -5 คน -ครูจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำกิจกรรม เช่น กระดาษโปสเตอร์ ดินสอสี -ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรม และควบคุมชั้นเรียนให้เป็นที่เรียบร้อย
	<p><u>บทบาทนักเรียน</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ครูกำหนดให้ -นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลที่ได้รับมาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา -นักเรียนตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินเกี่ยวกับการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา <p>วางแผนการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> -หาข้อสรุปและคัดเลือกวิธีในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ

ขั้นตอนของ กระบวนการ การเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
5. ขั้นสรุปความรู้และ ขยายปัญหา	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้ง ด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อ ขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนว ทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็น ปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ ปัญหา</p> <p>บทบาทครู</p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา -ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายในการหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ -ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและการแก้ โจทย์ปัญหาโดยใช้การตั้งปัญหาในการกระตุ้นให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์สำคัญที่ได้รับ -ครูให้กำลังใจและส่งเสริมให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อให้นักเรียน ขยายแนวคิดของสิ่งที่ตนเองได้รับ <p>บทบาทนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา -นักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางในทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น -นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและการแก้ โจทย์ปัญหา -นักเรียนแต่ละคนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง สถานการณ์ปลายเปิดหรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิมเพื่อขยายแนวคิดของสิ่งที่ตนเอง ได้รับและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

5.2 ตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอนเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง โดยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ตามขั้นตอนของกระบวนการที่พัฒนาขึ้น และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปทดลองสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 40 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดลองสอนไปปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนการสอน ในแต่ละระดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอน พฤติกรรมของครู และพฤติกรรมนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผลการทดลองใช้นำร่องได้ข้อสังเกตในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

ด้านภาพรวมของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ขั้นตอนแรกๆ ของกระบวนการที่ให้นักเรียนตั้งประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถามย่อยๆ นักเรียนยังไม่สามารถตั้งประเด็นปัญหา หรือคำถามได้สมบูรณ์ ดังนั้นครูจะต้องเป็นผู้ตั้งประเด็นปัญหาหรือประเด็นคำถามชี้แนะนักเรียน หรือเป็นตัวอย่างแก่นักเรียนในการฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการตั้งประเด็นปัญหา หรือคำถาม และต้องให้เวลาในการฝึกฝนนักเรียนในการตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามย่อยๆ

2) นักเรียนไม่ค่อยอยากที่จะตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ เนื่องจากกลัวผิด และไม่สามารถจับประเด็นที่สำคัญในการที่จะนำมาตั้งเป็นประเด็นปัญหาหรือคำถามย่อยๆ ดังนั้นครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกว่าจะอยากตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามย่อยๆ โดยไม่รู้สึกละอายที่จะกลัวว่าจะถูกหรือผิด และครูใช้การเปิดประเด็นของการตั้งปัญหาโดยใช้คำถามย่อยๆ เพื่อให้นักเรียนจับประเด็นของแนวทางในการตั้งประเด็นปัญหา

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ระบุไว้ว่าใช้แผนการจัดการเรียนการสอน 2 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่แทบจะพอดีกับการจัดกิจกรรม ซึ่งทำให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนต้องแข่งกับเวลามากเกินไป และมีบางช่วงของขั้นตอนเช่นขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป ดังนั้นครูควรพิจารณาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เฉพาะสาระสำคัญของการจัดการเรียนการสอน ลดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความกระชับมากขึ้น และเพิ่มระยะเวลาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4) ในการทำใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และเอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้ นักเรียนไม่สามารถระบุข้อมูลในสิ่งที่ต้องการได้ หรือไม่เขียนข้อมูลลงในใบกิจกรรม และไม่สามารถขยายโจทย์ปัญหาได้ เช่น ประเด็นของข้อสรุปของแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา และนักเรียนส่วนใหญ่มักจะเขียนตามเพื่อน โดยไม่สรุปเป็นของตนเอง ครูควรให้เวลาเพิ่มมากขึ้นกับนักเรียนในการเขียนและทำใบกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา และต้องให้แนวทางในการทำใบงานกิจกรรม และแนวทางในการเขียนตอบคำถามต่างๆ ในใบงานกิจกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างของแนวทางในการขยายปัญหา

ด้านขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน

1) ขึ้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม

ในการตั้งประเด็นปัญหา หรือคำถาม เมื่อโจทย์ปัญหาที่ใช้เชื่อมโยงความรู้มีความยาก นักเรียนจะไม่ค่อยสนใจและไม่พยายามตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถาม ซึ่งเมื่อเวลาน้อยเกินไปก็จะทำให้นักเรียนไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการตั้งคำถาม ดังนั้นคำถามหรือปัญหาที่นำมาเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลควรเป็นปัญหาที่ไม่ควรมีความยากจนเกินไปแต่สามารถครอบคลุมประเด็นของการเชื่อมโยงข้อมูล ครูควรเป็นแบบอย่างของการตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถาม และคอยกระตุ้นและชี้ประเด็นให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งปัญหา หรือคำถาม

2) ชี้นำเสนอโมโนทัศน์ใหม่

ในการนำเสนอโมโนทัศน์ใหม่ นักเรียนยังขาดการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ในขั้นนี้ ซึ่งพบว่าระยะเวลาในการทำกิจกรรมจากขั้นที่หนึ่งมาถึงขั้นที่ 2 ก็หมดเวลาในคาบแรกซึ่งใช้เวลา 50 นาที โดยหมดเวลาไปกับการกระตุ้นให้นักเรียนคิดและตั้งประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถาม เพราะนักเรียนเพิ่มเคยเจอการตั้งปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถตั้งประเด็นปัญหาได้ ดังนั้นครูควรตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้ของตนเอง และเชื่อมโยงความรู้ใหม่ ครูควรให้เวลาในช่วงของขั้นตอนที่ 1 หรือ 2 ในช่วงแรกของการนำแผนการจัดการเรียนการสอนไปใช้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนและคุ้นเคยกับการตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถาม

3) ชี้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นตอนนี้ นักเรียนไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการตั้งประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ ให้มีความหลากหลาย จะยึดติดกับการตั้งโจทย์ปัญหาที่คนใดคนหนึ่งตั้งขึ้นมาในห้องหรือโจทย์ปัญหาที่ครูตั้งเป็นตัวอย่างเท่านั้น ซึ่งพบว่าในการศึกษาข้อมูลและทำความเข้าใจข้อมูล นักเรียนยังขาดการวิเคราะห์ และเชื่อมโยงข้อมูลจากสถานการณ์โจทย์ปัญหา ดังนั้น ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหา จากสถานการณ์ ให้มีโจทย์ปัญหาที่หลากหลาย และครูต้องพยายามใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลที่มีพร้อมทั้งทำความเข้าใจข้อมูลเหล่านั้น

4) ชี้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาเยอะมาก ในการใช้กระบวนการกลุ่ม และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งพบว่าในการอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้รับ การวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนมักจะลืมที่จะเขียนและระบุข้อมูลในใบกิจกรรม ทำให้ลืมนำแนวทางและคำถามสำคัญที่ร่วมกันอภิปราย อีกทั้งนักเรียนมักจะยึดติดความคิดของใครคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม มักจะเป็นคนเก่งที่สุด ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ไม่ค่อยร่วมกันแสดงความคิดเห็น จึงทำให้แนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาไม่หลากหลาย ดังนั้น ครูควรจัดกลุ่มของนักเรียนแบบคละความสามารถไว้ก่อน และประกาศให้ทราบไว้ล่วงหน้าเพื่อไม่เป็นการเสียเวลาในการทำกิจกรรม ครูควรกระตุ้นและส่งเสริมให้ทุกคนในกลุ่มมีบทบาทและร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในแนวทางการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้เวลาที่มากพอที่จะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุด

5) ชี้นสรุปความรู้และขยายปัญหา

เป็นขั้นตอนที่เหลือน้อยเนื่องจากไปใช้เวลาในขั้นที่ 4 มาก ในการออกมาแนะนำเสนอจึงต้องเป็นการพูดอย่างกระชับ และร่วมกันสรุปแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดย

แนวทางในการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ค่อยมีความหลากหลาย และพบว่านักเรียนยังไม่สามารถขยายปัญหาได้หลากหลาย ต้องใช้เวลาให้นักเรียนมีความชำนาญและคุ้นเคยมากกว่านี้ ดังนั้น ครูควรบริหารเวลาให้มีความเหมาะสม และคำนึงถึงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรม ซึ่งครูควรใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถาม ร่วมกันอภิปราย และสรุปโมทัศน์ โดยยกตัวอย่างลักษณะของการตั้งคำถามที่ใช้ในการอภิปรายข้อสรุปแนวทางการแก้ปัญหา และสรุปโมทัศน์ที่สำคัญ พร้อมทั้งส่งเสริมต่อยอดความคิดให้นักเรียนมีแนวทางในการขยายปัญหา

ระยะที่ 2 การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi – experimental Research) และใช้แบบแผนการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (The Pretest – Posttest Control Group Design) แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การวัดก่อนการทดลอง	ตัวแปรจัดกระทำ	การวัดหลังการทดลอง
E	O ₁	X	O ₂
C	O ₃	-	O ₄

E	คือ	กลุ่มทดลอง
C	คือ	กลุ่มควบคุม
O ₁ , O ₃	คือ	ผลที่วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ก่อนการทดลอง
O ₂ , O ₄	คือ	ผลที่วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้หลังการทดลอง
X	คือ	ตัวแปรจัดกระทำ

โดยที่ตัวแปรจัดกระทำ คือ กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ผลที่วัดได้ก่อนการทดลอง คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ก่อนเรียน

ผลที่วัดได้หลังการทดลอง คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) เลือกโรงเรียน ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครปฐม โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง มีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ เป็นโรงเรียนสหศึกษา มีการจัดนักเรียนในแต่ละห้องเรียนแบบความสามารถ และเป็นโรงเรียนที่มีทั้งนักเรียนประจำและเดินทางไปกลับ นักเรียนมาจากพื้นฐานครอบครัวที่มีฐานะหลากหลาย และผู้ปกครองประกอบอาชีพแตกต่างกัน เช่น รับราชการ ธุรกิจส่วนตัว รับจ้าง เป็นต้น จากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 ห้องเรียน แต่ละห้องมีนักเรียนประมาณ 40 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถ คือ มีทั้งนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำอยู่ในห้องเดียวกัน

2) เลือกห้องเรียน ผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนจำนวน 12 ห้องเรียน มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วผู้วิจัยเลือกนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใกล้เคียงกัน ได้แก่ ห้อง ม.3/6 และ ม.3/7 โดยที่ห้อง ม.3/6 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 21.23 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.304 และห้อง ม.3/7 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 21.00 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.207 จากนั้นผู้วิจัยนำค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบปลายภาคการศึกษาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

3) ผู้วิจัยได้ทำการจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่านักเรียนชั้น ม.3/6 เป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ และนักเรียนชั้น ม.3/7 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนตามปกติ

3. จัดทำแผนการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

3.2 เลือกเนื้อหาในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการทดลองสอน ได้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคการเรียนที่ 2 จำนวน 3 เรื่อง รวม 36 ชั่วโมง 12 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจำนวนชั่วโมงเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาของรายวิชา ดังนี้

เรื่องที่ 1 ความน่าจะเป็น	12 ชั่วโมง
เรื่องที่ 2 สถิติ	12 ชั่วโมง
เรื่องที่ 3 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	12 ชั่วโมง

โดยผู้วิจัยมีเหตุผลและหลักในการเลือกเนื้อหา คือ เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีสถานการณ์เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาที่หลากหลาย และสามารถประยุกต์สถานการณ์โจทย์ปัญหาได้เพื่อให้นักเรียนสามารถฝึกความสามารถและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมง ตัวชี้วัด และเนื้อหาของรายวิชา ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 18 แผน รวม 36 ชั่วโมง แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงรายละเอียดการกำหนดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
บทที่ 1 ความน่าจะเป็น		
1.1 พื้นฐานความน่าจะเป็น	2	1
1.2 การทดลองสุ่ม และแซมเปิลสเปซ	2	1
1.3 เหตุการณ์ (event)	2	1
1.4 ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	2	1
1.5 ความน่าจะเป็นกับการตัดสินใจ (ค่าคาดหวัง)	4	2
บทที่ 2 สถิติ		
1.1 สถิติและข้อมูล	2	1
1.2 การนำเสนอข้อมูล	4	2
1.3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	2	1
1.4 มัธยฐาน และฐานนิยม	2	1
1.5 การกระจายของข้อมูล และเส้นโค้งปกติ	2	1
บทที่ 3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์		
1.1 กิจกรรมพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	8	4
1.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ		
1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ (โจทย์ปัญหา)	2	1
	2	1
รวม	36 ชั่วโมง	18 แผน

3.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มทดลอง ออกแบบตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและข้อสังเกตที่ได้จากการทดลองนำร่อง ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม เป็นขั้นตอนเพื่อให้ นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอโน้ตค้นใหม่ เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอโน้ตค้นของเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจในข้อมูลของเนื้อหาสาระใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้รับกับพื้นฐานความรู้เดิมที่ตนเองได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 3 ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อให้ นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงความสำคัญของข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลของโจทย์ปัญหานั้นๆ ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อให้ นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และช่วยกันตรวจสอบและประเมินกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มควบคุม ออกแบบตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมพิจารณาความถูกต้องแล้วปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้นี้ผ่านการพิจารณาและปรับปรุงไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้นี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ใช้ทดสอบก่อนเรียน) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (ใช้สำหรับทดสอบหลังเรียน) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ก่อนเรียน) และแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (หลังเรียน) สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ก่อนเรียน) ผู้วิจัยใช้เนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และระบบสมการเชิงเส้น ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่นักเรียนเรียนในเทอมที่ 1 และแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (หลังเรียน) ผู้วิจัยใช้เนื้อหาเรื่อง ความน่าจะเป็น สถิติ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเป็นข้อสอบชนิดอัตนัย ฉบับละ 3 ข้อ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างดังนี้

1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2) ศึกษาองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระบบสมการเชิงเส้น ความน่าจะเป็น สถิติ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระบบสมการเชิงเส้น ความน่าจะเป็น สถิติ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาให้เหมาะสมกับจำนวนคาบ ดังตารางที่ 16 และตารางที่ 17 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

ตารางที่ 16 แสดงโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1

เนื้อหา	จำนวนคาบ	จำนวนข้อสอบที่ใช้ทดลอง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
พื้นที่ผิวและปริมาตร	16	3	2
ระบบสมการเชิงเส้น	12	3	1
รวม	28	6	3

ตารางที่ 17 แสดงโครงสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2

เนื้อหา	จำนวน คาบ	จำนวน ข้อสอบที่ใช้ ทดลอง	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
ความน่าจะเป็น	12	2	1
สถิติ	12	2	1
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	12	2	1
รวม	36	6	3

4) สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เป็นข้อสอบชนิดอัตนัย ฉบับละ 6 ข้อ (ใช้จริง 3 ข้อ) ซึ่งมีลักษณะของโจทย์ปัญหาเป็น โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยในแต่ละข้อจะประกอบไปด้วย ข้อคำถามกว้างๆ แยกตามองค์ประกอบของความสามารถย่อยๆ ในความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

5) สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แยกตามองค์ประกอบของความสามารถย่อยๆ ในความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และกำหนดสัดส่วนของคะแนนในแต่ละด้านของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

6) นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขเมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของภาษา และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ค่า IOC (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การตรวจคะแนน ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงดังนี้

6.1) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

6.1.1) ควรปรับปรุงเรื่องการใช้คำให้มีความกระชับ ชัดเจน และ

ตรงประเด็น เช่น

โจทย์เดิม “ภาชนะใส่น้ำเป็นถึงรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง ก้นของถังใบนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 40 เซนติเมตร สามารถบรรจุน้ำได้ 66 ลิตร เมื่อนำน้ำไปเทใส่ภาชนะที่เป็นถึงรูปทรงกระบอก ซึ่งก้นภาชนะเป็นวงกลม และมีความสูงของถังรูป

ทรงกระบอกอยู่ 21 เซนติเมตร สามารถเทได้ 10 ถังพอดี อยากรทราบว่าถังใส่น้ำรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความสูงมากกว่ารัศมีของก้นถึงรูปทรงกระบอกอยู่เท่าใด”

แก้ไขเป็น “ถังใส่น้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง ก้นถึงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 40 เซนติเมตร สามารถบรรจุน้ำได้ 66 ลิตร เมื่อนำน้ำไปเทใส่ถังทรงกระบอก ซึ่งก้นถึงเป็นวงกลม และมีความสูงของถังทรงกระบอกเท่ากับ 21 เซนติเมตร จะสามารถเทได้ 10 ถังพอดี อยากรทราบว่าถังสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความสูงมากกว่ารัศมีของก้นถึงทรงกระบอกอยู่ที่เซนติเมตร”

โจทย์เดิม “คุณครูภุษา ทำการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนทั้งหมด 25 คน เมื่อตรวจคะแนนเสร็จแล้วครูภุษาประกาศผลค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 60 คะแนน แต่ภายหลังพบว่า ในการคิดคะแนนเฉลี่ยนั้นมีการใส่คะแนนของนักเรียนผิดไป 2 คน คนแรกต้องได้ 59 ครูใส่เป็น 69 คนที่สอง ต้องได้ 75 ครูใส่คะแนนไป 55 อยากรทราบว่าถ้าครูภุษาทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนใหม่อีกครั้งที่ถูกต้อง ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าเฉลี่ยเดิมเท่าใด”

แก้ไขเป็น “คุณครูภุษา ทำการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนทั้งหมด 25 คน เมื่อตรวจคะแนนเสร็จแล้วครูภุษาประกาศผลสอบพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดเท่ากับ 60 คะแนน แต่ภายหลังพบว่า ในการคิดคะแนนเฉลี่ยนั้นมีการใส่คะแนนของนักเรียนผิดไป 2 คน คนแรกต้องได้ 59 แต่ครูใส่เป็น 69 คนที่สอง ต้องได้ 75 แต่ครูใส่เป็น 55 ถ้าครูภุษาทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนใหม่อีกครั้งที่ถูกต้อง ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าเฉลี่ยเดิมกี่คะแนน”

6.1.2) ควรใช้คำศัพท์หรือหน่วยวัดระยะทางให้เหมาะสมกับบริบท

ของนักเรียนไทย เช่น

โจทย์เดิม “ในแม่น้ำแห่งหนึ่งซึ่งสายน้ำไหลช้าโมงละ $\frac{1}{2}$ ไมล์ ถ้าพายเรือจากท่า ก. ถึง ท่า ข. จะใช้เวลานาน 4 ชั่วโมง แต่ถ้าพายเรือจากท่า ข. ถึงท่า ก. จะใช้เวลานาน 3 ชั่วโมง จงหาระยะทางจากท่า ก. ถึงท่า ข. เป็นกิโลเมตร”

แก้ไขเป็น “แม่น้ำสายหนึ่งมีอัตราไหลของน้ำอยู่ที่ $\frac{1}{2}$ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าพายเรือในแม่น้ำสายนี้จากท่า ก. ถึง ท่า ข. จะใช้เวลานาน 4 ชั่วโมง แต่ถ้าพายเรือกลับจากท่า ข. ถึงท่า ก. จะใช้เวลาเพียง 3 ชั่วโมง อยากรทราบว่าระยะทางจากท่า ก. ถึงท่า ข. เป็นกิโลเมตร”

6.1.3) สถานการณ์โจทย์ปัญหาควรสะท้อนสิ่งที่สามารถเกิดขึ้น

จริงได้ในชีวิตประจำวัน

โจทย์เดิม “ในการสำรวจเงินค่าอาหารกลางวันของนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 100 คน พบว่าได้เงินจากผู้ปกครองเฉลี่ยคนละ 12 บาท โดยสามารถแยกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งพบว่านักเรียนกลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าอาหารคนละ 15 บาท นักเรียนกลุ่มที่ 2 จำนวน 10 คน ได้เงินมา

โรงเรียนรวมกัน 95 บาท อยากราบว่านักเรียนกลุ่มที่เหลือทั้งหมดมีค่าอาหารกลางวันเฉลี่ยเป็นเท่าใด”

แก้ไขเป็น “ในการสำรวจเงินค่าอาหารกลางวันของนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่งจำนวน 100 คน พบว่าได้เงินจากผู้ปกครองเฉลี่ยคนละ 32.8 บาทต่อวัน โดยสามารถแยกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งพบว่านักเรียนกลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าอาหารคนละ 28 บาทต่อวัน นักเรียนกลุ่มที่ 2 จำนวน 22 คน ได้เงินมาโรงเรียนรวมกันวันละ 748 บาท อยากราบว่านักเรียนกลุ่มที่เหลือทั้งหมดมีค่าอาหารกลางวันเฉลี่ยเป็นเงินกี่บาทต่อวัน”

6.2) ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนน และปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ	คะแนน
1. ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา	
<u>ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา</u>	
- ระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	2
- ระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- ระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้ระบุ	0
<u>ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลสิ่งที่โจทย์ถาม</u>	
- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องครบถ้วน	2
- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้ระบุ	0
<u>ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหา</u>	
- ระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้ปัญหามีได้ถูกต้องครบถ้วน	2
- ระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้ปัญหามีได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- ระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้ปัญหามีไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้ระบุ	0
รวมคะแนนความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา 6 คะแนน	
2. ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ประกอบไปด้วย	
<u>ด้านการระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา</u>	
- ระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	2
- ระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- ระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้ระบุ	0
<u>ด้านการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</u>	
- เขียนขั้นตอนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	2
- เขียนขั้นตอนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- เขียนขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงเลย	0
รวมคะแนนความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา 4 คะแนน	

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ	คะแนน
3. ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ	
ด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	
- คิดคำนวณโดยใช้หลักการตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ได้ถูกต้องครบถ้วน	4
- คิดคำนวณโดยใช้หลักการตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	3
- คิดคำนวณโดยใช้หลักการตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ไม่ถูกต้อง หรือคิดคำนวณโดยใช้หลักการตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ได้ถูกต้อง	2
- คิดคำนวณโดยใช้หลักการตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้เพียงบางส่วน และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ไม่ถูกต้อง	1
- คิดคำนวณโดยใช้หลักการตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ไม่ถูกต้อง	0
ด้านการสรุปคำตอบ	
- สรุปคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน	2
- สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่สรุปคำตอบ	0
รวมคะแนนความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ 6 คะแนน	
4. ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ	
ด้านการตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ	
- แสดงการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์	2
- แสดงการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- แสดงการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้รับ	0
รวมคะแนนความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ 2 คะแนน	

6.3) ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสัดส่วนน้ำหนักของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน (ค่า IOC ตูรายละเอียดในภาคผนวก ข) โดยสามารถแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์และสัดส่วนของคะแนนในแต่ละด้านของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	คะแนนเต็มในแต่ละด้าน (คะแนน)	คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม
1. ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา (พิจารณาจากคำถามในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา)	6	33.33
2. ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (พิจารณาจากคำถามในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา)	4	22.22
3. ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ (พิจารณาจากคำถามในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ)	6	33.33
4. ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ (พิจารณาจากคำถามในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ)	2	11.12
รวม	18	100

7) นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและครอบคลุมตามสาระการเรียนรู้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งให้นักเรียนกลุ่มนี้ทำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ชุด

8) นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ชุดของนักเรียน มาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ ตามที่กำหนดไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำมาวิเคราะห์ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของวิทท์เนย์ และ ซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความยากง่าย (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

8.1) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1

ค่าความเที่ยง	0.866
ค่าความยากง่าย (p)	0.70 – 0.82
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.23 – 0.45

จากการวิเคราะห์ข้อสอบข้างต้น ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ข้อ ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพสูงสุดตามเกณฑ์และครอบคลุมตามสาระการเรียนรู้ จำนวน 3 ข้อ เพื่อเป็นแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 ดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.706
ค่าความยากง่าย (p)	0.71 – 0.80
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.26 – 0.46

(ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

8.2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2

ค่าความเที่ยง	0.792
ค่าความยากง่าย (p)	0.54 – 0.78
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.19 – 0.48

จากการวิเคราะห์ข้อสอบข้างต้น ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ข้อ ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพสูงสุดตามเกณฑ์และครอบคลุมตามสาระการเรียนรู้ จำนวน 3 ข้อ เพื่อเป็นแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 ดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.800
ค่าความยากง่าย (p)	0.61 – 0.70
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.24 – 0.47

(ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

9. นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งสองชุดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและครอบคลุมตามสาระการเรียนรู้ ไปใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

5. ดำเนินการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลา 12 สัปดาห์ รวม 36 ชั่วโมง เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองคือ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สถิติ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

5.1 การเตรียมการก่อนการดำเนินการทดลอง

1) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2) ผู้วิจัยเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

3) ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

4) ประสานความร่วมมือในการกำหนดตารางสอน และขอบเขตเนื้อหาในการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนกับรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

5.2 ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ก่อนการทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พบว่า ห้อง ม.3/6 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 28.32 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.483 และห้อง ม.3/7 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 27.95 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.444 จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 ของนักเรียนทั้งสองห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้วจึงทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 ทั้งสองห้องด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

5.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2559 ถึงเดือนมีนาคม 2560 เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 36 ชั่วโมง เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองคือ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สถิติ และ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) กลุ่มทดลอง จัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบ อีวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2) กลุ่มควบคุม จัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยสามารถแสดงการเปรียบเทียบแนวการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบแนวการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>1. ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม</p> <p>1) ครูตั้งประเด็นปัญหาหรือโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นฐานความรู้เดิมที่ได้เรียนไปไปแล้ว และเป็นความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะเรียนต่อไป</p> <p>2) ครูตั้งปัญหาเพื่อช่วยให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้เดิม ในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>3) นักเรียนศึกษาและดำเนินการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่ครูตั้งขึ้น เพื่อทบทวนความรู้ของตนเอง</p> <p>4) นักเรียนมีการตั้งปัญหาขึ้นในชั้นเรียนเพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน และตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนว่ามีความถูกต้องหรือไม่</p> <p>5) ครูและนักเรียนสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญของความรู้เดิมใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่</p> <p>2. ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้จากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้จากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว</p>	<p>1. ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐานและเตรียมความพร้อมในการเรียน เป็นขั้นตอนแรกของการเรียนการสอน โดยครูผู้สอนทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่เคยเรียนมาไปสู่การเรียนเนื้อหาใหม่ และกระตุ้นความตื่นตัวให้พร้อมที่จะเรียนรู้ในคาบนั้นๆ</p> <p>1) ครูใช้โดยใช้การสนทนา เกม การถามตอบ การอภิปราย ในการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีความตื่นตัวในการเรียนการสอน และทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน</p> <p>2) ครูมีการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว เพื่อทบทวนความรู้เดิม</p> <p>3) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานของการเรียนเนื้อหาใหม่</p> <p>4) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญของความรู้เดิมใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>1) ครูนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของแต่ละคาบให้กับนักเรียนโดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย</p> <p>2) ครูใช้การตั้งปัญหา ประกอบการดำเนินการสอนเนื้อหาสาระใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาสาระที่ได้รับ และสามารถเกิดการคิดเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่ตนเองมี</p> <p>3) นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและข้อมูลใหม่ที่ตนเองได้รับ</p> <p>4) นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ตนเองได้รับกับพื้นฐานความรู้เดิมที่มี</p> <p>5) นักเรียนมีการตั้งปัญหา เพื่อให้ตนเองมีความเข้าใจในข้อมูลที่ได้รับเพิ่มมากขึ้นเชื่อมโยงความรู้ของตนเอง และตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง</p> <p>3. ชั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p>	<p>2. ชั้นนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ เป็นขั้นตอนที่ครูปฏิบัติกิจกรรมในการสอนเนื้อหาสาระใหม่ให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ กฎ สูตร นิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และมโนทัศน์ที่สำคัญในเรื่องที่จะเรียนในแต่ละ โดยครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551</p> <p>1) ครูนำเสนอบทเรียน โดยใช้สื่ออย่างหลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระที่สอน สามารถจัดการเรียนรู้ได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน</p> <p>2) มีการยกตัวอย่างเนื้อหาที่สอนอย่างหลากหลายประกอบไปด้วยการยกตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาสาระมากยิ่งขึ้น</p> <p>3) ครูใช้รูปแบบวิธีการสอน เทคนิคการสอน และกลวิธีในการสอนอย่างหลากหลายสอดคล้องตามเนื้อหาสาระที่จะสอน</p> <p>4) ครูใช้วิธีการสนทนา การถามตอบ ประกอบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนได้มโนทัศน์ในเรื่องที่จะเรียน</p> <p>5) ให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือสอบถามหากนักเรียนเกิดความไม่เข้าใจ หรือมีข้อสงสัย</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>1) ครูกำหนดสถานการณ์จากสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>2) ครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา</p> <p>3) ครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล</p> <p>4) นักเรียนทำการศึกษาโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้</p> <p>4. ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบคละความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งใช้การตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ</p> <p>1) ครูจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ กลุ่มละ 3 -5 คน</p> <p>2) ครูจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำกิจกรรม เช่น กระดาษโปสเตอร์ ดินสอสี</p>	<p>6) ถ้านักเรียนมีความเข้าใจในระดับหนึ่ง ครูดำเนินการยกตัวอย่างหรือโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ความรู้ในเรื่องที่เรียนไปแล้วในชั่วโมงเพื่อทดสอบความเข้าใจ</p> <p>7) ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการทำโจทย์ปัญหาเพื่อทดสอบความเข้าใจ</p> <p>8) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อทำความเข้าใจและแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ โดยครูอธิบายเพิ่มเติมหากนักเรียนไม่เข้าใจในส่วนใด</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>3) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรม และควบคุมชั้นเรียนให้เป็นที่เรียบร้อย</p> <p>4) นักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ครูกำหนดให้</p> <p>5) นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลที่ได้รับมาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา โดยใช้การตั้งคำถามในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ ตามพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน</p> <p>6) นักเรียนหาข้อสรุปและคัดเลือกวิธีในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ</p> <p>5. ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา</p> <p>เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>3. ขั้นสรุปมโนทัศน์สำคัญ</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ในสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ไปแล้วจากที่ครูสอน และสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการเรียนไปใช้ในการฝึกทักษะและแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้</p> <p>1) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการเรียนรู้ในช่วงโมง ทั้งทางด้านความรู้และด้านกระบวนการ</p> <p>2) มีการส่งเสริมในการให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนถึงข้อสรุปมโนทัศน์และแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>3) ครูให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์และเขียนลงในสมุดหรือใบงานเป็นภาษาของนักเรียนเอง</p> <p>4) นักเรียนสามารถซักถามข้อสงสัยในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>1) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>2) นักเรียนตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>3) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางในทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น</p> <p>4) ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้การตั้งปัญหาในการกระตุ้นให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์สำคัญที่ได้รับ</p> <p>5) ครูให้กำลังใจและส่งเสริมให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นใหม่เพื่อให้นักเรียนขยายแนวคิดของสิ่งที่ตนเองได้รับ</p> <p>6) นักเรียนแต่ละคนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ปลายเปิดหรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิมเพื่อขยายแนวคิดของสิ่งที่ตนเองได้รับและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>4. ชั้นฝึกทักษะ</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ฝึกทักษะและทดสอบความเข้าใจทั้งทางด้านเนื้อหาและกระบวนการที่ได้เรียนไปแล้วเมื่อต้นชั่วโมง ซึ่งเป็นขั้นตอนหลังจากที่นักเรียนเข้าใจ มโนทัศน์ และสามารถสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญจากสิ่งที่เรียนรู้ได้แล้ว</p> <p>1) เมื่อดำเนินการสอนและสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญเสร็จแล้วครูให้นักเรียนดำเนินการทำแบบฝึกหัดหรือกำหนดสถานการณ์เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม โดยครูคอยสังเกตและให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัย</p> <p>2) ครูแจกแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพื่อฝึกฝนและทบทวนความรู้ของตนเอง</p> <p>3) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกคอยสังเกต และให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัย</p> <p>4) ส่งเสริมให้นักเรียนมีการอภิปรายจากการทำเอกสารฝึกทักษะภายในกลุ่มของตนเอง</p>

5.4 ในระหว่างดำเนินการสอน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาและเอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์สำหรับดูพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ร่วมกับการสังเกตนักเรียนในระหว่างดำเนินการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพในการนำมาอธิบายพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

5.5 หลังการทดลอง เมื่อผู้วิจัยดำเนินการทดลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แสดงแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล	เครื่องมือ
1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์	- เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังทดลองใช้ค่า \bar{X} , S.D. และ t – test	- แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ก่อนเรียน) - แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (หลังเรียน)
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หลังการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน	- เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุมใช้ค่า \bar{X} , S.D. และ t – test	- แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (หลังเรียน)
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์	- ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์เนื้อหา	- ใช้การเก็บรวบรวมชิ้นงาน และผลงานของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนการสอน จากใบกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบฝึกทักษะ และการสังเกตในห้องเรียน เป็นต้น

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวิริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวิริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ทำการวิจัย และพบว่ากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวิริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นนั้น มีบางประเด็นที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในรายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งหลังจากการปรับแก้แล้วพบว่ากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวิริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักการของกระบวนการเรียนการสอน

หลักการของกระบวนการเรียนการสอนแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวิริสติกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้มาจากการบูรณาการสาระสำคัญของแนวคิดการตั้งปัญหา และแนวคิดการคิดแบบอิวิริสติกส์ แล้วพัฒนาเป็นหลักการของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งหลักการของกระบวนการเรียนการสอนมี 6 ประการดังนี้

1) หลักการตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้

การตั้งปัญหาโดยใช้สถานการณ์ หรือแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ส่งเสริมให้นักเรียนมีการทบทวนความรู้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ของตนเองที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ได้

2) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับเชื่อมโยงข้อมูลและทำความเข้าใจข้อมูล

การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชื่อมโยงของข้อมูลต่างๆ ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถส่งเสริมให้ทำความเข้าใจข้อมูลในสถานการณ์ พิจารณาข้อมูลและสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้

3) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับการแยกแยะข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการแยกแยะข้อมูลของปัญหา และสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับ สามารถส่งเสริมให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา เพื่อนำมาใช้ในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา

4) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ในระหว่างการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ในระหว่างการวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและคำตอบ สามารถส่งเสริมให้เกิดการพิจารณาความสมเหตุสมผลของแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบ

5) หลักการแก้โจทย์ปัญหาโดยการทำงานเป็นกลุ่ม

การทำงานเป็นกลุ่มจะส่งเสริมให้มีแนวทางในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย บนพื้นฐานของความรู้ความสามารถของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม

6) หลักการขยายปัญหา

การตั้งปัญหาใหม่ เป็นการสร้างปัญหาใหม่จากสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยขยายความรู้และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

2. วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 3 ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูลและคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่

หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบคละความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งใช้การตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาใน โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหา และกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน แสดงดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหา และการคิดแบบฮิวริสติกส์ บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกระบวนการเรียนการสอน

ขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
1. ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยง ความรู้เดิม	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้ นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้ นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม</p>
	<p>บทบาทครู</p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นฐานความรู้เดิมที่ได้เรียนไปแล้ว และเป็นความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะเรียนต่อไป -ครูตั้งปัญหาหรือคำถามย่อยๆเพื่อให้ นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้เดิม -ครูมีการสรุปความรู้เดิมที่สำคัญและจำเป็นที่ต้องใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่
	<p>บทบาทนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนศึกษาและดำเนินการแก้ปัญหาที่ครูตั้งขึ้น เพื่อทบทวนความรู้ของตนเอง -นักเรียนมีการตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามขึ้นในชั้นเรียนเพื่อประกอบการคิดทบทวนความรู้เดิมของตนเอง และตรวจสอบความรู้เดิมของตนเองว่ามีความถูกต้องหรือไม่ -นักเรียนร่วมกันสรุปโมโนทัศน์ที่สำคัญของความรู้เดิมใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
2. ช้่นนำเสนอนือหาใหม่	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว</p>
	<p><u>บทบาทครู</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของแต่ละคาบให้กับนักเรียนโดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย -ครูใช้รูปแบบการสอน เทคนิคการสอน และกลวิธีการสอน อย่างหลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระในแต่ละคาบ -ครูใช้การตั้งปัญหา หรือการตั้งคำถามย่อยๆ ประกอบการดำเนินการสอนเนื้อหาสาระใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ และสามารถคิดเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่ตนเองมี
	<p><u>บทบาทนักเรียน</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและข้อมูลใหม่ที่ตนเองได้รับ -นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ตนเองได้รับกับพื้นฐานความรู้เดิมที่มี -นักเรียนมีการตั้งปัญหา หรือประเด็นคำถามย่อยๆ เพื่อประกอบการคิดเชื่อมโยงความรู้ของตนเอง การทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ และตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

ขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
<p>3. ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและ ทำความเข้าใจปัญหา</p>	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้ง โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียน จะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิด แยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับใน ขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับ นักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา โดย ครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำ ความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p>
	<p>บทบาทครู</p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปจากสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้ นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา -ครูใช้กลวิธีในการให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการตั้งโจทย์ปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยการให้ทุกคนตั้งโจทย์ปัญหาแล้ว เขียนใส่ในกระดาษ -ครูตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ใน การวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น
	<p>บทบาทนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนทำการศึกษาโจทย์ปัญหาปลายเปิดที่ครูกำหนดให้ -นักเรียนทุกคนตั้งโจทย์ปัญหาแล้วเขียนลงในกระดาษ -นักเรียนทั้งห้องช่วยกันคัดเลือกโจทย์ปัญหาจากที่นักเรียนทุกคน ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อนำมาเป็นโจทย์ปัญหาที่ นักเรียนทั้งห้องต้องดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา -นักเรียนตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อประกอบการคิด เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ใน การวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น

ขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
4. ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการ แก้ปัญหา	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบคละความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งใช้การตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ</p>
	<p>บทบาทครู</p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถกลุ่มละ 3 -5 คน -ครูจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำกิจกรรม เช่น กระดาษโปสเตอร์ ดินสอสี -ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรม และควบคุมชั้นเรียนให้เป็นที่เรียบร้อย -ครูสังเกตนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์
	<p>บทบาทนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ครูกำหนดให้ -นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลที่ได้รับมาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา -นักเรียนตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินเกี่ยวกับการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ -หาข้อสรุปและคัดเลือกวิธีในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
5. ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน พร้อมทั้งตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p><u>บทบาทครู</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา -ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายในการหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ -ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การตั้งปัญหาในการกระตุ้นให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์สำคัญที่ได้รับ -ครูนำเสนอแนวทางหรือกลวิธีในการตั้งปัญหาเพื่อเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาของนักเรียน -ครูให้กำลังใจและส่งเสริมให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อให้นักเรียนขยายแนวคิดของสิ่งที่ตนเองได้รับ <p><u>บทบาทนักเรียน</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา -นักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางในทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น -นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและการแก้โจทย์ปัญหา -นักเรียนแต่ละคนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อขยายแนวคิดของสิ่งที่ตนเองได้รับและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

ตอนที่ 2 ผลของการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดำเนินการโดยนำกระบวนการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครปฐม ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การนำเสนอผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน แบ่งเป็น 3 ข้อ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยใช้สถิติ t - test dependent ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หลังการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน โดยใช้สถิติ t - test independent ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

การนำเสนอผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ แบ่งออกเป็น 2 ตารางดังนี้

1.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

1.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์

1.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

จากการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t - test dependent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ (คะแนนเต็ม 54 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	S.D.	t	P
ก่อนทดลอง	40	28.32	5.483	13.965*	.00
หลังทดลอง	40	38.37	5.147		

*P < .05

จากตารางที่ 22 จะเป็นที่ได้ว่าค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง เท่ากับ 10.05 โดยที่ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 28.32 และค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของนักเรียนหลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 38.37 และเมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พบว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 5.483 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนหลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 5.147 และจากการทดสอบค่าที (t - test dependent) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองโดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t - test dependent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ (จำนวนนักเรียน 40 คน)

องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	คะแนนเต็มแต่ละองค์ประกอบ	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		t	P
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา	18	9.77	1.997	13.33	2.280	11.034*	.00
ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	12	5.95	1.176	8.70	1.344	11.355*	.00
ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ	18	10.08	2.635	12.60	2.098	9.261*	.00
ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ	6	2.60	0.677	3.75	0.669	11.049*	.00
คะแนนรวม	54	28.32	5.438	38.37	5.147	13.965*	.00

*P< .05

จากตารางที่ 23 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะได้ว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาหลังทดลองสูงกว่าก่อน

การทดลองเท่ากับ 3.56 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาหลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองเท่ากับ 2.75 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบหลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองเท่ากับ 2.52 และค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบหลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองเท่ากับ 1.15 และจากการทดสอบค่าที (t - test dependent) พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนทดลองในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองในภาพรวม (แสดงดังตารางที่ 22) และ และจำแนกต่างองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ (แสดงดังตารางที่ 23) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หลังการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

การนำเสนอผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หลังการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 2 ตารางดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

2.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิด

แบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

จากการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t - test independent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ (คะแนนเต็ม 54 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	F	t	P
กลุ่มทดลอง	40	38.38	5.147	1.253	6.195*	.00
กลุ่มควบคุม	40	31.85	4.227			

*P < .05

จากตารางที่ 24 ผลปรากฏว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีค่าเท่ากับ 38.38 และค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติมีค่าเท่ากับ 31.85 เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พบว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์มีค่าเท่ากับ 5.147 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติมีค่าเท่ากับ 4.227 และจากการทดสอบค่าที (t - test independent) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองโดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t - test dependent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลอง โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบ ฮิวริสติกส์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ (จำนวนนักเรียน 40 คน)

องค์ประกอบของ ความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม แต่ละ องค์ประกอบ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		F	t	P
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
ความสามารถในการทำ ความเข้าใจและวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา	18	13.33	2.280	11.00	1.569	7.966	5.313*	.00
ความสามารถในการ วางแผนแก้โจทย์ปัญหา	12	8.70	1.344	7.35	1.762	6.729	3.853*	.00
ความสามารถในการ ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และหาคำตอบ	18	12.60	2.098	10.48	1.739	1.254	4.932*	.00
ความสามารถในการ ตรวจสอบกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา และคำตอบ	6	3.75	0.669	3.02	0.767	1.145	4.501*	.00
คะแนนรวม	54	38.38	5.147	31.85	4.227	1.253	6.195*	.00

*P < .05

จากตารางที่ 25 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะได้ว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 2.33 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.05 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 2.12 และค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.73 และจากการทดสอบค่าที่ (t - test independent) พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองในภาพรวม (แสดงดังตารางที่ 24) และ จำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ (แสดงดังตารางที่ 25) ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

3. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

ในการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้จากใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบฝึกหัด แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 และการสังเกตในห้องเรียน โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์พัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน แบ่งเป็น 2 ข้อดังนี้

3.1 สภาพทั่วไป

3.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

3.1 สภาพทั่วไป

1) นักเรียน

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน อยู่ในระดับปานกลางถึงดี โดยนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีระดับคะแนนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของนักเรียนทั้งหมดดังนี้ ระดับคะแนน 4 คิดเป็น 14 % ระดับคะแนน 3.5 คิดเป็น 19 % ระดับคะแนน 3 คิดเป็น 20 % ระดับคะแนน 2.5 คิดเป็น 33% ระดับคะแนน 2 คิดเป็น 8 % ระดับคะแนน 1.5 คิดเป็น 4 % ระดับคะแนน 1 คิดเป็น 2 % และจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในปีการศึกษา 2558 พบว่า นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 29.16 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 10.34 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยที่นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์คือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 นักเรียนส่วนใหญ่ในห้องเรียนนี้ผู้ปกครองประกอบอาชีพค้าขายคิดเป็น 35.10% อาชีพข้าราชการคิดเป็น 20.64% และอาชีพเกษตรกรคิดเป็น 18.95% ตามลำดับ จากการสำรวจพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่กับบิดามารดาคิดเป็น 71.56% ญาติพี่น้องคิดเป็น 23.08% และอยู่หอพักทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียนคิดเป็น 5.36% ตามลำดับ จากการสังเกตลักษณะโดยทั่วไปของนักเรียนผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมในการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ดี มีความกระตือรือร้นในการเรียน ตั้งใจเรียน มีความขยันหมั่นเพียร และมีมารยาทที่ดี ซึ่งต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นักเรียนบางส่วนช่างคุย และไม่ให้ความสนใจขณะครูสอน โดยที่นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่จะขาดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนและการคิดคำนวณ เช่น การบวกลบคูณหารเศษส่วน การบวกลบคูณหารทศนิยม การแก้สมการ เป็นต้น

2) ครูคณิตศาสตร์

ครูที่รับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีจำนวน 27 คน มีพื้นฐานการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป โดยมีวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาตรีทางด้าน คณิตศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์ การศึกษาคณิตศาสตร์ การวัดผลและประเมินผล การวิจัยและการประเมินผล การศึกษา สถิติ และบริหารการศึกษา โดยมีครูวุฒิการศึกษาสูงสุดในระดับปริญญาเอก สาขา คณิตศาสตร์ ซึ่งคุณครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีคาบสอนที่ได้รับมอบหมายในการสอนโดยเฉลี่ย 17 คาบ/สัปดาห์ และอาจจะมีการสอนเพิ่มในกลุ่มวิชา ลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด และชุมนุม ครูส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การบรรยายประกอบการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน และหนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหลัก

3) โรงเรียน

โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ตั้งอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม เป็นโรงเรียนสหศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 จัดตั้งขึ้นโดยกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อเฉลิมพระเกียรติในวโรกาสที่

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุ 3 รอบ ซึ่งชื่อโรงเรียนเป็นชื่อที่ได้รับพระราชทาน โดยสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และทรงรับโรงเรียนไว้ในพระราชูปถัมภ์ ปัจจุบันเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนนักเรียนประมาณ 3,300 คน มีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ และห้องเรียนส่งเสริมวิชาการสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

3.2 พัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยสามารถสรุปพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยแยกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ประกอบไปด้วยความสามารถในการระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ และข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม โดยนักเรียนต้องเชื่อมโยงข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และสอดคล้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ โดยในแต่ละช่วงของการจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ดังนี้

ช่วง 1 - 4 สัปดาห์แรก พบว่า นักเรียน 70% ไม่สามารถวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนดให้ได้ เพราะยังไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หรือมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเมื่อให้นักเรียนระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะลอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหาทั้งหมดที่กำหนดให้มาใส่เป็นคำตอบ และเพื่อให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลสำคัญที่นักเรียนต้องการเพิ่มเติม นักเรียนจะไม่สามารถระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติมได้ โดยมีจะระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมคือสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ

ช่วงสัปดาห์ที่ 5 - 12 พบว่า หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ไปได้ระยะหนึ่ง ซึ่งในกระบวนการเรียนการสอนครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถามย่อยๆ ในการทำความเข้าใจปัญหา และสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้อมูลที่นักเรียนได้รับจากแต่ละสถานการณ์ ทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล สามารถจัดกลุ่มและแยกแยะข้อมูลที่สำคัญจำเป็นต้องใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหามาตามสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการหาคำตอบ มีการขยายความเกี่ยวกับข้อมูลสำคัญที่โจทย์กำหนดมาให้ และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่มีไปยังข้อมูลที่สำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม โดยการจัดกลุ่มของข้อมูลที่มีแล้วนำไปดำเนินการเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ อีกทั้งการทำงานเป็นกลุ่มจะทำให้

ให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายในการเผชิญโจทย์ปัญหา ซึ่งมีสมาชิกในกลุ่มคอยให้คำปรึกษาและช่วยกันอภิปรายถึงข้อมูลที่ได้รับจากสถานการณ์ จะทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และเกิดเจตคติที่ดีต่อการแก้โจทย์ปัญหาและอยากที่จะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคิดเป็น 19.78% ทำให้เห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งพบว่าในความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา นักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น โดยจะเห็นได้ว่านักเรียนมีการเขียนระบุข้อมูลที่สำคัญในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องตรงประเด็นมากขึ้น มีการวิเคราะห์ แยกแยะข้อมูล ขยายความ และแปลความข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ สำหรับพร้อมที่จะนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และเชื่อมโยงไปยังการค้นหาข้อมูลที่ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องการเพิ่มเติม เพื่อเชื่อมโยงไปยังแนวทางการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

ตัวอย่างการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาของนักเรียน

ตัวอย่างที่ 1

การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

จากโจทย์ปัญหาข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา คือ 1. มีนักเรียนทั้งหมด 25 คน
2. ค่าเฉลี่ยนักเรียน 25 คนที่มีก็คือ 60 คะแนน

2. เขียนใจ (กำหนดตัวถูก) คือ 1. คะแนนนักเรียนที่ไล่ 69 ต้องได้ 59 คะแนน
2. คะแนนนักเรียนที่ไล่ 55 ต้องได้ 75 คะแนน

สิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ คือ ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องที่จะมากกว่าหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ลึกลับที่เจอ

ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหา คือ คะแนนทั้งหมดของนักเรียน 25 คนที่มีค่าเฉลี่ยได้เท่าไร

ตัวอย่างที่ 2

การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

จากโจทย์ปัญหาข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา คือ จำนวนลูกทั้งหมด 25 คน

$\bar{x} = 60$ 59 ลูกสีฟ้า 10 (-10)
75 ลูกสีฟ้า 55 (+20)

\bar{x} ที่หาคือ

สิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ คือ ถ้าลูกทั้งหมดที่ใส่ลงในกล่องใหม่สีฟ้าที่ถูกต้องแล้ว ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องจะเป็นเท่าไรหลังจากค่าเฉลี่ยเดิม

ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหา คือ นักเรียนทั้งหมด 25 คน สีของลูกที่ใส่ลงไป

ตัวอย่างที่ 3

การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา
 จากโจทย์ปัญหาข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา คือ
 - ในกรณีหนึ่งจะมีคนเกิดผลผลิต 2 กรณีคือ สำนักรับใช้แล้ว 1 และ สำนักรับใช้แล้ว 2
 - ในกรณีอื่นอีกจะมีคนเกิดผลผลิต 6 กรณีคือ 1, 2, 3, 4, 5, 6
 สิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดผลผลิตมากกว่าในร้อยละ และในกรณีที่ผลผลิต 4 แต่โดยค่า 8 นั่นคือระหว่าง 5-7
 ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ความน่าจะเป็นที่หน้ารับของภาพที่ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดผลผลิต

ตัวอย่างที่ 4

การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา
 จากโจทย์ปัญหาข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา คือ... เกษังณ หรือ ก้อน 31 หรือ 31
 1, 2 ตามลำดับ ในกรณีอื่น หรือ ผลในกรณีอื่น
 สิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดผลผลิตมากกว่า 4 หรือ 4 หรือ 4
 ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหา คือ... ความน่าจะเป็นที่หน้ารับของภาพที่ 4 หรือ 4

ตัวอย่างที่ 5

การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา
 จากโจทย์ปัญหาข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา คือ... ชื่อเลขตามปีเวลา 20 บาท
 เลขชื่อเลข 31 หรือ เลขชื่อเลข 1 บาท 8 บาท 10 บาท เท่ากัน
 สิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ คือ... สามารถชื่อเลขตามปีเวลาได้กับแบบ 0 หรือ 0 บาท
 ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหา คือ... ชื่อที่ใช้ ในการชื่อเลขตามปีเวลา 1 บาท 8 บาท
 10 บาท มีค่าแบบ / ชื่อ ความน่าจะเป็นชื่อเลขตามปีเวลา ชื่อเลขตามปีเวลา ชื่อเลขตามปีเวลา

จากตัวอย่างข้างต้นนักเรียนสามารถระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ และข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม ได้อย่างครบถ้วน โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ และสอดคล้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

2) ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ประกอบไปด้วย ความสามารถในการระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ และสามารถระบุลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล โดยในแต่ละช่วงของการจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาดังนี้

ช่วง 1 - 4 สัปดาห์แรก พบว่านักเรียนไม่เขียนหรือระบุแสดงแนวทางการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา หรือมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่มีการระบุการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาแต่ยังขาดการเขียนแนวทางการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์และเป็นขั้นตอน ในบางครั้งเมื่อนักเรียนระบุแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาได้แล้วครูถามว่าเหตุใดถึงเลือกแนวทางการแก้ปัญหานี้หรือมีแนวทางอื่นในการแก้ปัญหาก็เหมาะสมอีกหรือไม่ นักเรียนส่วนใหญ่จะไม่สามารถตอบได้ เมื่อพิจารณาในการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดนักเรียนส่วนใหญ่จะไม่ดำเนินการในข้อคำถามในส่วนของการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาแต่จะข้ามไปดำเนินการในขั้นตอนของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเลย นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถพิจารณาหรือระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ได้อย่างชัดเจน แต่จะเขียนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์แบบกว้างๆ เช่นการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สมการ เป็นต้น อาจเนื่องมาจากนักเรียนขาดประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหา ขาดการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และขาดมโนทัศน์ที่สำคัญเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

ช่วงสัปดาห์ที่ 5 - 12 พบว่าหลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ไปได้ระยะหนึ่ง ซึ่งในกระบวนการเรียนการสอนใช้กระบวนการกลุ่มในการดำเนินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยที่ครูและนักเรียนมีการตั้งประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อช่วยในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยมุ่งเน้นให้พิจารณาความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้อมูลที่นักเรียนได้รับจากแต่ละสถานการณ์ ไปสู่สิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการหาคำตอบ และข้อมูลที่สำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลที่ได้รับจากสถานการณ์ และร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ความสามารถบนพื้นฐานของแต่ละบุคคลในการนำเสนอแนวทางการวางแผนการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล ซึ่งในการอภิปรายจะทราบถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแนวทางการแก้ปัญหในแต่ละวิธี จากนั้นจึงช่วยกันระดมความคิดเพื่อคัดเลือกแนวทางในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา จึงทำให้นักเรียนมีแนวทางในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และสามารถระบุและวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและจำเป็นในการนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ตรงประเด็น โดยนักเรียนได้รับการฝึกให้วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา และการเขียนแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นระบบขั้นตอนจากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด ทำให้นักเรียนสามารถระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และสามารถระบุลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาจากง่าย ๆ ได้ และเพิ่มระดับเป็นยากและซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น จนสามารถกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาให้สำเร็จได้ดียิ่งขึ้น โดยจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคิดเป็น 22.91% ทำให้เห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพบว่าความสามารถในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหามีการพัฒนาเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยจะเห็นได้ว่าการทดลองนักเรียนสามารถระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยง

สถานการณ์โจทย์ปัญหาไปสู่เนื้อหาสาระที่จำเป็นต้องนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นักเรียนสามารถวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับ ขั้นตอน สามารถเขียนแสดงลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และมีความสอดคล้องสัมพันธ์เชื่อมโยงกันในแต่ละขั้นตอน ถึงแม้ว่านักเรียนบางคนจะไม่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างครบสมบูรณ์แต่นักเรียนก็พยายามเขียนแสดงแนวทางในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มมากขึ้น

ตัวอย่างการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

ตัวอย่างที่ 1

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา
 โจทย์ปัญหาใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง.....

 ลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา คือ.....
 ① การศึกษาเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา ได้ ๒ ระบบ
 ② การศึกษาเงื่อนไข ๒ ชนิด ได้ ๒ ระบบ
 ③ การศึกษาเงื่อนไข ๒ ชนิด ได้ ๒ ระบบ
 ④ นำมารวมกัน

ตัวอย่างที่ 2

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา
 โจทย์ปัญหาใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง..... ความน่าจะเป็น

 ลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา คือ (๑) หาเหตุการณ์ที่สำคัญทั้งหมด
 ๑) ลากจากภาพ ๕, ๖, ๗
 ๒) หาความน่าจะเป็น เหตุการณ์ที่สำเร็จ
 เหตุการณ์ที่ล้มเหลว

ตัวอย่างที่ 3

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา
 โจทย์ปัญหาใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง..... สถิติ

 ลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา คือ.....
 ๑. คำนวณรวมนักเรียน ๒๕ คนที่คิด
 ๒. คิดคะแนนรวมที่คิดแล้วจึงนำภาพมาเรียงไม่เหลือหากคะแนนรวมที่ถูกต้อง
 ๓. X ของคะแนนที่ถูกต้อง
 ๔. นำ X ไปคูณกับ X เพื่อหาเปอร์เซ็นต์

จากตัวอย่างข้างต้นนักเรียนสามารถระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ และสามารถระบุลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลและครบถ้วนในประเด็นสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

3) ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ

ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ ประกอบไปด้วยความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบ และสามารถคิดคำนวณ โดยใช้ กฎ สูตร หรือหลักการ ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยในแต่ละช่วงของการจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ ดังนี้

ช่วง 1 - 4 สัปดาห์แรก พบว่านักเรียนไม่ถึง 30% ที่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาหรืออธิบายแนวคิดและเหตุผลได้สมบูรณ์ ถูกต้องตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนบางส่วนที่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่วางไว้แต่ดำเนินการไม่สำเร็จหรือมีผิดพลาดบางส่วน จึงทำให้ได้คำตอบของปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

ช่วงสัปดาห์ที่ 5 - 12 พบว่า หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ไปได้ระยะหนึ่ง โดยในกระบวนการเรียนการสอนนักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของสมาชิกในกลุ่มที่แตกต่างกัน จึงนำมาซึ่งการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบขั้นตอนตามที่วางแผนไว้และเกิดการอภิปรายถึงวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้มีแนวทางในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลาย โดยที่ครูและนักเรียนภายในกลุ่มมีการตั้งประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อช่วยสกัดแนวคิดในการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบให้มีความสมเหตุสมผล สอดคล้องตามบริบทเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา และหลักการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้วิธีการในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งนักเรียนจะถูกฝึกฝนให้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทั้งเป็นกลุ่ม และตัวคนเดียว โดยมีการฝึกฝนจากโจทย์ปัญหาที่มีความง่ายและพัฒนาไปจนถึงโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนของข้อมูล พร้อมส่งเสริมให้มีการขยายโจทย์ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคิดเป็น 14% ทำให้เห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบเพิ่มมากขึ้น แต่ก็พบว่าความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ มีการพัฒนาน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะนักเรียนมีพื้นฐานความสามารถในด้านนี้อยู่ในระดับที่สูงอยู่แล้ว โดยก่อนการทดลองนักเรียนเมื่อดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่จะมาเขียนแสดงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในข้อความด้านนี้มากกว่าที่จะตอบคำถามในด้านอื่นๆ ทำให้คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองของความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ เป็น 10.08 ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าความสามารถในด้านอื่น โดยหลังการทดลองนักเรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ มีการเลือกใช้กลวิธีในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย มีการเขียน อธิบาย และแสดงวิธีทำโดยใช้

ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม ในการคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง มีการเขียนอธิบายแสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงของลำดับขั้นตอนในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และสามารถสรุปคำตอบได้ครบถ้วนมากขึ้น

ตัวอย่างการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบของนักเรียน

ตัวอย่างที่ 1

การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ

คะแนนส่วนรวมของห้อง 25 คนที่ฝึก = $60 \times 25 = 1500$

- จาก 59 ต้องเพิ่ม 59 = +10

- จาก 55 ต้องเพิ่ม 75 = +20

$1500 - 10 + 20 = 1510$

\bar{X} ของคะแนนรวมคือ $\frac{1510}{25} = 60.4$

เปรียบเทียบกับ \bar{X} ที่ถูกคาดหวัง = 60.4 หรือ 60

\bar{X} คะแนนที่ถูกต้องมากกว่า \bar{X} คะแนนที่ฝึก - 0.4

ตัวอย่างที่ 2

การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ

บทความรวม 25 คน = $60 \times 25 = 1500$ คะแนน

ค่าเฉลี่ยที่ฝึก $60 = \bar{X}$

$\bar{X} = 1500$

คนแรกได้ 59 ได้เพิ่ม 69 หรือ 10

คนสองได้ 75 ได้เพิ่ม 75 หรือ 20

$20 - 10 = 10$

ค่า 10 ไม่มากกว่า 1500 = 1510

\bar{X} ที่ถูก = $\frac{1510}{25}$

$\bar{X} = 60.4$

\bar{X} ที่ถูกน้อยกว่า \bar{X} ที่ฝึก 0.4 คะแนน

ตัวอย่างที่ 3

การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ

H = 1

T = 2

H = (1, 1) (1, 2) (1, 3) (1, 4) (1, 5) (1, 6)

T = (2, 1) (2, 2) (2, 3) (2, 4) (2, 5) (2, 6)

จำนวนที่จะงบนั้นมีจุดที่จะมากกว่า 4 แต่มีน้อยกว่า 8 = $\frac{4}{12} = \frac{1}{3}$ หรือ 0.3

ตัวอย่างที่ 4

การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ

กรณีใบเงิน 100 บาท สัปดาห์ละเงิน $\frac{1}{2}$ สัปดาห์ = 1

ตั้งต้นจากค่าตัวของ 100 บาท (เพิ่ม 1 - 6) สัปดาห์ละเงินคือ $\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$

ตัวเงินที่หนึ่งของหกตัวจะเท่ากับเงิน $= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

กรณีใบเงิน 50 บาท สัปดาห์ละเงิน $\frac{1}{2}$ สัปดาห์ = 1

ตั้งต้นจากค่าตัวของ 50 บาท (เพิ่ม 3 - 6) สัปดาห์ละเงินคือ $\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$

ตั้งต้นที่หนึ่งของหกตัวจะเท่ากับเงิน $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

\therefore สัปดาห์ละเงินรวมของใบเงินทั้ง 2 ใบคือ $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = 0.5$

สรุป สัปดาห์ละเงินที่รวมรวมกันเท่าใบเงินของใบเงินใบละ 100 บาท 1 ใบ และใบ 50 บาท 1 ใบ คือ 0.5

ตัวอย่างที่ 5

การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ

รวม 20 บาท.	1	5	10
กรณีเหรียญ 1 เหรียญ 20 เหรียญ	20	4	2
กรณีเหรียญ 2 เหรียญ 1 บาท 5 บาท	5 10 15	3 2 1	
กรณีเหรียญ 2 เหรียญ 1 บาท 10 บาท	10		1
กรณีเหรียญ 2 เหรียญ 5 บาท 10 บาท		2	1
กรณีเหรียญ 3 เหรียญ 1 บาท 5 บาท 10 บาท	5	1	1

\therefore ได้ทั้งหมด 9 แบบ

ตัวอย่างที่ 6

การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ

เริ่มจาก ① เหรียญ 1 บาท ตั้งไว้ 1 บาท = 20 เหรียญ } 20 บาท
 5 บาท = 4 เหรียญ
 10 บาท = 2 เหรียญ

② - เหรียญ 2 บาท 1 บาท = 5 เหรียญ + 5 บาท = 1 เหรียญ
 1 บาท = 10 เหรียญ + 5 บาท = 2 เหรียญ
 1 บาท = 15 เหรียญ + 5 บาท = 1 เหรียญ
 1 บาท = 10 เหรียญ + 10 บาท = 1 เหรียญ
 5 บาท = 2 เหรียญ + 10 บาท = 1 เหรียญ } 20 บาท

③ - เหรียญ 3 บาท 1 บาท = 5 เหรียญ + 5 บาท = 1 เหรียญ
 + 10 บาท = 1 เหรียญ = 20 บาท

\therefore รวมแล้ว 9 แบบ

จากตัวอย่างข้างต้นนักเรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ตามแนวทางที่วางไว้ นำไปสู่การได้คำตอบตามที่โจทย์ปัญหาต้องการ ซึ่งพบว่าในแนวทางการแก้ปัญหาที่ระบุไว้เหมือนกัน แต่เมื่อมาดำเนินการแก้ปัญหาอาจใช้วิธีการในการดำเนินการหาคำตอบที่แตกต่างกันได้ แต่ก็ทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหาคำตอบเดียวกัน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบที่ดีขึ้นตามลำดับ

4) ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ

ตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ ประกอบด้วย ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยในแต่ละช่วงของการจัดการเรียนการสอนนักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ ดังนี้

ช่วง 1 - 4 สัปดาห์แรก พบว่านักเรียนไม่ถึง 20% ที่สามารถแสดงการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตรวจสอบคำตอบโดยการนำคำตอบที่ได้ไปแทนค่าในขั้นตอนของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาหรือแทนค่าในสมการ โดยที่ไม่นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ จึงทำให้คำตอบที่ดำเนินการหามาได้ อาจไม่ถูกต้องเพราะไม่สอดคล้องกับเงื่อนไข ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่เคยได้รับการฝึกฝน ทำให้ไม่ทราบว่าควรจะทำอย่างไรในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ

ช่วงสัปดาห์ที่ 5 - 12 พบว่าหลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ไปได้ระยะหนึ่ง ซึ่งในกระบวนการเรียนการสอนนักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ จากการทำกิจกรรมกลุ่ม และการออกมาอภิปรายและนำเสนอหน้าชั้นเรียนของแต่ละกลุ่ม ทำให้เกิดแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลาย มีประสิทธิภาพ ทำให้เห็นจุดเด่นจุดด้อยของแต่ละแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบจากเงื่อนไขของบริษัทสถานการณ์ในแต่ละโจทย์ปัญหา โดยที่ครูและนักเรียนในห้องเรียนมีการตั้งประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะเกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอ ได้รู้จักการวิเคราะห์ การให้เหตุผล เกี่ยวกับวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบของตนเองและเพื่อนๆกลุ่มอื่นว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และกิจกรรมนี้ยังทำให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวทางในการนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา รู้ถึงข้อข้อดี ข้อจำกัดในแต่ละวิธีในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคิดเป็น 19.17% ทำให้เห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ เพิ่มมากขึ้น โดยหลังการทดลองนักเรียนสามารถพบว่า

นักเรียนพยายามเขียนอธิบายเพื่อแสดงความสมเหตุสมผลของกระบวนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบที่หามาได้ มีการนำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และหลักการทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังพบว่ามึนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่ค่อยเขียนตอบในขั้นตอนการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ หรือเขียนแสดงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและเงื่อนไขของโจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน ขาดหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

ตัวอย่างการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบของนักเรียน

ตัวอย่างที่ 1

การตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ
คำตอบมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด... สี่ของหนึ่งทศวรรษ เพราะเมื่อคูณด้วย
0.40 ไปตรงสองวิธีในสี่ทศวรรษในสี่ทศวรรษคือสี่ทศวรรษและเป็นสี่
การสี่ทศวรรษ สี่ทศวรรษในสี่ทศวรรษคือสี่ทศวรรษ 10 ๐:๐๐๐
ดังนั้น $\frac{10}{25} = 0.40$... ดังนั้น 0.40 ๐:๐๐๐

ตัวอย่างที่ 2

การตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ
คำตอบมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด... สี่ทศวรรษในสี่ทศวรรษ เพราะ
คำตอบนี้ไม่ตรงกับสี่ทศวรรษเท่ากับ ๑๐ จาก สี่ทศวรรษคือสี่ทศวรรษ
จึงไม่ใช่ สี่ทศวรรษ

ตัวอย่างที่ 3

การตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ
คำตอบมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด... สี่ทศวรรษในสี่ทศวรรษ เพราะ สี่ทศวรรษ
คือสี่ทศวรรษในสี่ทศวรรษ สี่ทศวรรษคือ สี่ทศวรรษ $\frac{1}{2} = 0.5$ สี่ทศวรรษเป็น 1 สี่ทศวรรษ
ของสี่ทศวรรษ

จากตัวอย่างข้างต้นนักเรียนสามารถดำเนินการตรวจสอบคำตอบ และความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ

หลังจากการดำเนินการทดลองพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในทางที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและสามารถแยกแยะข้อมูลที่สำคัญจำเป็นในการนำมาให้แก้โจทย์ปัญหาในแต่ละประเด็นได้ สามารถบอกเหตุผลของการนำข้อมูล

มาใช้ และระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาได้ มีการคิดที่เป็นระบบ และเชื่อมโยงความรู้
 ในเนื้อหาสาระที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องมากขึ้น สามารถเขียนเรียบเรียงมาเป็น
 ขั้นตอนของการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์และ
 เลือกใช้วิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพโดยไม่ยึดติดกับรูปแบบหรือแนวทาง
 ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ครูสอนในชั้นเรียน มีความรอบคอบในการดำเนินการหาคำตอบและสามารถ
 ประเมินกระบวนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ นักเรียนกลุ่ม
 ทดลองสามารถให้เหตุผลในระหว่างการแก้โจทย์ปัญหา โดยพยายามตั้งปัญหาย่อยๆ ในการแก้โจทย์
 ปัญหาสม่ำเสมอ ซึ่งพบว่านักเรียนบางกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 ขึ้นมาใหม่เพื่อดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีลักษณะของโจทย์ปัญหาที่หลากหลายและมีความยาก
 ซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดีขึ้นต่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 และการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบ
 ปกติ พบว่านักเรียนกลุ่มนี้ยังระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้เป็นข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด
 หรือใส่ข้อมูลที่สำคัญไม่ครบถ้วน หรือเขียนกว้างๆ และไม่สามารถระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติม
 ได้ ขาดการเชื่อมโยงข้อมูลและขยายความตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ได้ ระบุเนื้อหาทาง
 คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ไม่ตรงประเด็น ไม่สามารถระบุ
 ลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ชัดเจน หรือไม่เขียนระบุแนวทางการ
 วางแผนมาเลย นักเรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนการแต่ยังไม่เป็นระบบ ในบางครั้ง
 มีการคิดคำนวณโดยใช้ กฎ สูตร หรือหลักการ ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง ขาดการสรุป
 ในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และมีวิธีการในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบที่ยัง
 ไม่หลากหลาย ยึดติดกับวิธีการที่ครูสอนในห้องเรียนเท่านั้น นักเรียนส่วนใหญ่ขาดการให้เหตุผลใน
 การตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นเห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 ประกอบไปด้วยความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการ
 วางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และ
 ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่
 เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์มีพัฒนาการที่
 สูงขึ้นและมีความแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีสาระสำคัญดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยๆ ดังนี้
 - 2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์
 - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หลังการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน
 - 2.3 เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย คือ ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 3 ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบคณะกรรมการ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งใช้การตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหา

และกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

ตอนที่ 2 ผลของประสิทธิผลจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากการนำกระบวนการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครปฐม ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 80 คน โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลอง โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์กับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ หลังการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาจำแนก

ตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น โดยนักเรียนสามารถระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการหาคำตอบ และข้อมูลสำคัญที่ต้องการเพิ่มเติมได้ สามารถระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดมาให้ และระบุลำดับขั้นตอนของแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบ และสามารถคิดคำนวณ โดยใช้ กฎ สูตร หรือหลักการ ตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งความสามารถตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นจากก่อนการทดลอง

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการอภิปรายผลผู้วิจัยอภิปรายผลใน 2 ประเด็นคือ กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และผลจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งในแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

การอภิปรายผลจากกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีประเด็นในการอภิปรายดังนี้

1.1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ โดยมีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบและมีแนวคิดทฤษฎีรองรับ โดยในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนผู้วิจัยได้พัฒนากระบวนการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอนที่มีความสอดคล้องเชื่อมโยงกัน โดยการเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการ

เรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องตามจุดมุ่งหวังของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 รวมทั้งศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาในปัจจุบันของการจัดการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ (Polya, 1980; Lufliq, 1988; อัมพร ม้าคนอง, 2534; กระทรวงศึกษาธิการ, 2545; สิริพร ทิพย์คง, 2544; ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2547) ซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะสามารถเผชิญปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องอาศัยความคิดรวบยอด ความรู้ ประสบการณ์ในการโจทย์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเทคนิควิธีที่หลากหลายเพื่อที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 1989; Sathya Sai, 1994; Dendane, 2009; Contreras, 2005; Kennedy & Tipps, 1994) เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นแล้วจึงทำการศึกษาวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และศึกษาวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า แนวคิด ทฤษฎี ที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ แนวคิดการตั้งปัญหา (Kilpatrick, 1987; Mamona-Down, 1997; Silver, 1993, 1994, 2004; Stoyanova, 1996; Adu – Elwan, 1999; สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา, 1991; Cai & Hwang, 2002; English, 2003; Silver & Cai, 1996; Lewis, 1998; Lavy & Shriki, 2010; Mishra & Iyer, 2013) และแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Armstrong, 1998, 2010; Leinhardt & Schwarz, 1997; Floyd, 2002; Sheffield, 2003, 2005; Robinson & Hutchinson, 2014)

จากนั้นผู้วิจัยทำการสังเคราะห์สาระสำคัญ หลักการของแนวคิดการตั้งปัญหา และหลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ แล้วนำหลักการของทั้งสองแนวคิดมาบูรณาการเป็นหลักการของกระบวนการเรียนการสอนซึ่งเป็นขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนเป็นขั้นตอนที่สำคัญสอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2534) ได้ระบุไว้ว่า ขั้นตอนของการจัดความสำคัญของ หลักการ ผู้ที่พัฒนากระบวนการเรียนการสอนจะต้องใช้ความคิด ความรอบครอบ พิจารณาว่า หลักการ ไตเป็นเหตุเป็นผลกัน หลักการใดมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน และจัดกลุ่มของหลักการที่มีความสัมพันธ์กัน และสรุปเป็น หลักการที่สำคัญของกระบวนการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้มีความสำคัญและใช้เวลาานาน ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้หลักการของกระบวนการเรียนการสอนแล้ว ก็สร้างแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และพัฒนาเป็นขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองสอน เพื่อนำผลจากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แล้วนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ดังนั้น การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนมีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นตอนมีหลักการ แนวคิด ทฤษฎีรองรับ ส่งผลให้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความน่าเชื่อถือ สอดคล้องกับ แนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนของ ทิศนา แคมมณี (2555) ที่ระบุว่า การพัฒนา กระบวนการเรียนการสอนจะประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญคือ การกำหนดจุดมุ่งหมาย การศึกษาหลักการ ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง การกำหนด องค์ประกอบหรือหลักการของกระบวนการ การจัดกลุ่มองค์ประกอบหรือหลักการ การจัด ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหรือหลักการ การจัดเรียงขั้นตอนหรือวางผังของกระบวนการเรียน การสอน การทดลองใช้ การประเมินผลกระบวนการ และการปรับปรุงระบบ

1.2 จุดเด่นของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหา และการคิด แบบฮิวริสติกส์ โดยมีขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) **ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม** เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมใน เรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับ ความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูใช้การตั้งประเด็นปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ พื้นฐานความรู้เดิมของสิ่งที่นักเรียนได้เรียนไปแล้วเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมและเตรียม ความพร้อมในการเรียนเนื้อหาสาระใหม่
- 2) **ขั้นนำเสนอโน้ตสนใหม่** เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอโน้ต สนใหม่ของเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจในข้อมูลของเนื้อหาสาระ ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้รับกับพื้นฐานความรู้เดิมที่ตนเองได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหา สาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจโน้ตสน ใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูผู้สอนและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาหรือการตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อทำความเข้าใจเนื้อหาสาระใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้รับกับพื้นฐานความรู้เดิมที่ตนเองได้เรียนมาแล้ว
- 3) **ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา** เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ ที่เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงความสำคัญของ ข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลของโจทย์ปัญหานั้นๆ ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ปลายเปิดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาหรือการตั้งคำถามย่อยๆในการทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงความสำคัญของข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากโจทย์ ปัญหาปลายเปิด
- 4) **ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา** เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ ปัญหา และช่วยกันตรวจสอบและประเมินกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบคละ ความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา การตรวจสอบและประเมินกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของ

กลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ และ 5) ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามย่อยๆ เพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ปลายเปิดหรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการเรียนการสอนนี้มีจุดเด่นที่แตกต่างจากการเรียนการสอนแบบปกติคือ

1) การใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรมและเรียนรู้ที่จะเผชิญสถานการณ์และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ร่วมกัน ซึ่งพบว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกัน การที่จัดกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถในการช่วยกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา จะทำให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการแสดงแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งมีความแตกต่างหลากหลายวิธี บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ทำให้การแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละสถานการณ์มีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาหลากหลายวิธี โดยนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายและหาแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้ได้วิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ใช้เวลารวดเร็ว และสมาชิกในกลุ่มได้เรียนรู้แนวทางการแก้โจทย์ปัญหาในการนำไปใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่อไป

2) การส่งเสริมให้นักเรียนขยายโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเองโดยการสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ปลายเปิดหรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสิ่งนี้จะช่วยให้นักเรียนรู้จักที่จะสร้างโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่สม่าเสมอเพื่อจะได้ฝึกฝนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง โดยนักเรียนจะเกิดความท้าทายที่จะตั้งโจทย์ปัญหาและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ตนเองสร้างตั้งขึ้น

3) การส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นปัญหา และการตั้งคำถาม นักเรียนจะเกิดการฝึกฝนให้ตั้งปัญหาหรือคำถามย่อยๆ อยู่สม่าเสมอในกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยการตั้งปัญหาหรือการตั้งคำถาม จะเป็นคำถามย่อยๆ ที่มีความหมายและเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยจะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำมาซึ่งแนวทางในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ การที่ฝึกให้นักเรียนเกิดการตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามบ่อยๆ จะทำให้นักเรียนมีการคิดที่มีความยืดหยุ่น คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวจะส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และยังทำให้เห็นแนวคิดที่ชัดเจนในการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น พร้อมทั้ง

สามารถตั้งคำถามกับตนเองในการเรียนรู้และการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ตลอดเวลาในอนาคต

4) การส่งเสริมให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้นไปใช้ในการเรียนรู้หรือแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนถูกฝึกให้ใช้การคิด พิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้การตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ของตนเอง ในการเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้หรือค้นหาคำตอบ เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้นไปใช้ในการเรียนรู้หรือในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนขยายกรอบความคิดของตนเองได้

1.3 ข้อจำกัดของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหา และการคิดแบบฮิวริสติกส์ กระบวนการเรียนการสอนนี้มีข้อจำกัดในการจัดการเรียนการสอนคือ

1) ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ในช่วงแรกของการนำกระบวนการไปใช้ นักเรียนจะไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการตั้งประเด็นปัญหาหรือการตั้งคำถาม ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน เนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยได้ฝึกการตั้งประเด็นปัญหาหรือประเด็นคำถาม โดยควรควรเป็นแบบอย่างในการตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถาม พร้อมทั้งกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตั้งประเด็นปัญหาอยู่เสมอ

2) เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มี 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดของกิจกรรมที่มากพอสมควร พบว่า ในแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมเป็นระยะเวลาเวลานาน ในบางครั้งอาจใช้ระยะเวลาในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนจนจบแผนการจัดการเรียนรู้ อาจเสร็จไม่ทันเวลาตามแผน หรือถ้าทันเวลาอาจจะให้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนน้อยลง

3) ในขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ในขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และช่วยกันตรวจสอบและประเมินกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบละความสามารถ พบว่าในขั้นตอนนี้ถ้านักเรียนสนิทกันหรือเป็นเพื่อนสนิทที่อยู่กลุ่มเดียวกันนักเรียนจะคุยกันมากกว่าทำงานและไม่ค่อยแสดงบทบาทในการอภิปรายเกี่ยวกับดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยมักจะให้เพื่อนในกลุ่มที่เก่งสุดดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเพียงผู้เดียว

4) กระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ที่พัฒนาขึ้นเหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่มีเนื้อหาสาระที่มีโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มากกว่าการสอนเนื้อหาสาระใหม่ที่เป็นกฎ สูตร นิยาม หรือทฤษฎีที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน

5) ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ที่พัฒนาขึ้น มีการให้นักเรียนทำใบกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา และแบบฝึกหัด นักเรียนไม่ค่อยเขียนตอบในประเด็นคำถามย่อยๆของใบกิจกรรม หรือในแบบฝึกหัด อาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้เขียนตอบในประเด็นต่างๆ หรืออาจจะยังไม่เข้าใจแนวทางในการเขียนตอบแต่ละคำถามย่อยๆเหล่านั้น

1.4 ความสอดคล้องของกระบวนการเรียนการสอนกับการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหา และการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากมีหลักการของกระบวนการเรียนการสอนที่นำไปสู่การพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้ 1) หลักการตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้ คือสร้างประเด็นปัญหาหรือโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ หรือแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยใช้การตั้งปัญหาย่อยๆในการเชื่อมโยงความรู้เดิมในสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว 2) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับเชื่อมโยงข้อมูลและทำความเข้าใจข้อมูล เป็นการตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชื่อมโยงของข้อมูลต่างๆในสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถส่งเสริมให้ทำความเข้าใจข้อมูลในสถานการณ์ พิจารณาข้อมูลและสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้ 3) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับการแยกแยะข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการแยกแยะข้อมูลของปัญหา และสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับ สามารถส่งเสริมให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา เพื่อนำมาใช้ในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา 4) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ในระหว่างการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ในระหว่างการวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและคำตอบ สามารถส่งเสริมให้เกิดการพิจารณาความสมเหตุสมผลของแนวทางในการแก้ปัญหาและคำตอบ 5) หลักการแก้โจทย์ปัญหาโดยการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นการทำงานเป็นกลุ่มจะส่งเสริมให้มีแนวทางในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย บนพื้นฐานของความรู้ความสามารถของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม 6) หลักการขยายปัญหา เป็นการตั้งปัญหาใหม่ เป็นการสร้างปัญหาใหม่จากสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยขยายความรู้และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

จากหลักการของกระบวนการเรียนการสอนพบว่าซึ่งสอดคล้องกับ Kilpatrick (1987) ที่ระบุว่าแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาและตั้งโจทย์ปัญหาหรือประเด็นปัญหาที่นักเรียนได้เผชิญและพบเห็นอยู่ในชีวิตประจำวันหรือรอบๆ ตัวของผู้เรียน เพื่อ

ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับประเด็นปัญหาหรือโจทย์ปัญหานั้นๆ เช่นเดียวกับ English and Hoalford (1995) Stoyanova (1998) และ Winograd (1991) ที่ได้เสนอความคิดเห็นในการจัดการเรียนการสอนไว้ว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนตั้งปัญหาเป็นวิธีหนึ่งในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและทัศนคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวต้องเริ่มจากความมุ่งมั่นในการปรับสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการตั้งปัญหาในห้องเรียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยครูผู้สอนต้องหาวิธีการที่จะช่วยนักเรียนสามารถตั้งปัญหาที่มีความหมาย และมีความซับซ้อน ดังนั้นจึงจำเป็นที่ครูจะต้องให้การสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการตั้งปัญหาในชั่วโมงเรียน ซึ่งเมื่อครูและนักเรียนร่วมกันตั้งปัญหาที่มีความหมายเกี่ยวกับสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานั้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจข้อมูลในสถานการณ์หรือในปัญหามากขึ้น เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ คุณครูสามารถใช้การตั้งปัญหาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนที่กำลังดำเนินการแก้ปัญหาที่มีทิศทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ใช้ในการพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อยลง อีกทั้ง Lawspet (2008, 2010) และ Armstrong (2010) ได้เสนอว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนได้การคิด พิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้การตัดสินใจของตนเอง ในการเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจค้น เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนขยายกรอบความคิดของตนเองได้ การเรียนการสอนการแก้ปัญหาบางสถานการณ์การใช้เวลานาน ควรใช้กระบวนการกลุ่มมาช่วยในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนาน มีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา สอดคล้องกับ Romanycia (1985) ที่กล่าวว่า ความรู้ของแต่ละบุคคลมีความสำคัญในการสร้างความน่าเชื่อถือ การตัดสินใจ การเชื่อมโยงข้อมูลต่าง หากผู้แก้ปัญหาไม่มีพื้นฐานความรู้ที่เพียงพอในเรื่องที่จะต้องแก้ปัญหาก็จะไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาจึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้กระบวนการกลุ่มจะช่วยให้สามารถติดต่อสื่อสาร เพื่ออธิบายแนวคิด วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่ค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น เพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหา

2. การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์

ผลจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยกระบวนการ

เรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้นจากก่อนการทดลอง ผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก แนวคิดการตั้งปัญหา และแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ ทั้งสองแนวคิดมีความสำคัญกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังจะเห็นได้จาก Lowire (2002) และ Tugrul Kat (2010) ที่กล่าวว่า การตั้งปัญหาและทักษะการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กัน นอกจากนั้น ยังมีความสอดคล้องขนานกันไประหว่างจำนวนคำถามที่ตั้งกับความสำเร็จในการแก้ปัญหา กิจกรรมการตั้งปัญหาในชั้นเรียนจะส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือในการแก้ปัญหา โดยผู้ตั้งปัญหาจะได้รับการสะท้อนผลในปัญหาที่เขาได้สร้างขึ้น และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือปรึกษากับบุคคลที่มีปัญหาที่ยากกว่า ซึ่งปัญหาที่ยากจะกระตุ้นและสร้างความท้าทายให้กับผู้แก้โจทย์ปัญหา ทำให้ผู้แก้โจทย์ปัญหาที่มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Silver and Cai (1996) ที่ได้ทำการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่สามารถทำออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์กับความสามารถของนักเรียนในการตั้งปัญหา นอกจากนั้น Feigenbaum & Feldman (1963) ได้กล่าวว่า แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์จะประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจในการดำเนินการแก้ปัญหาของผู้แก้ปัญหาของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา และพื้นฐานความรู้ของแต่ละบุคคล ดังนั้นการใช้กระบวนการกลุ่มจะช่วยให้สามารถติดต่อสื่อสาร เพื่ออธิบายแนวคิด วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่ค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น เพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นในการแก้ปัญหามักจะมีการประเมิน สิ่งที่ค้นพบหรือประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆหรือไม่ และสิ่งที่ค้นพบหรือคำตอบนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพื่อเป็นการหาทางออกที่ดีที่สุดให้กับการแก้ปัญหานั้นๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yen (1985) ที่ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีทัศนคติในการเรียนดีขึ้น จะเห็นได้ว่า แนวคิดการตั้งปัญหาและแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้สามารถพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน นักเรียนได้ถูกฝึกฝนความสามารถย่อยๆ ที่เป็นองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสามารถเกิดความสามารถย่อยๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม สอดคล้องกับ Moses and all (1990) ที่กล่าวว่า การตั้งปัญหาในชั้นเรียนการที่ครูตั้งปัญหาหรือให้นักเรียนตั้งคำถามที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิมที่เคยเรียนมาแล้ว เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ทำให้ผู้เรียนคิดต่อยอดจากสิ่งที่รู้แล้วซึ่งง่ายกว่าการให้ผู้เรียนเริ่มต้นคิดใหม่ โดยการสอนในขั้นตอนนี้มีการยกประเด็นปัญหาหรือโจทย์ปัญหาเพื่อนำมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเกิดกระบวนการคิดทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในเรื่องที่จะเรียนใหม่ เพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ โดยตัวอย่างที่ยกมาในการทบทวนความรู้เดิม เป็นตัวอย่างที่ไม่ยากจนเกินไป แต่ครอบคลุมประเด็นสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐาน ซึ่งในการทบทวนตัวอย่างที่เป็นโจทย์ปัญหา จะใช้การตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงข้อมูล คิดแยกแยะข้อมูล สร้างความสัมพันธ์ข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์ข้อมูลของโจทย์ปัญหานั้นๆ ใช้การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดในการประเมินค่าการเรียนรู้ในระหว่างการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทั้งในด้านการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการตรวจสอบความกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ทำให้ในขั้นนี้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว ในการจัดการเรียนการสอนมีการส่งเสริมให้สร้างความสัมพันธ์ข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับมา โดยการเชื่อมโยงกันในขอบข่ายของคณิตศาสตร์ โดยอาจเปรียบเทียบ จัดกลุ่ม และโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลใหม่กับข้อมูลที่เคยเรียนมาแล้ว จะทำให้เข้าใจและสามารถจดจำข้อมูลที่ได้รับเพิ่มมากขึ้น (Sheffield ,2003, 2005) อีกทั้งการกำหนดสถานการณ์และวิธีการที่ใช้จัดการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายจะช่วยให้นักเรียนตื่นตัวในการเรียนรู้และการตั้งคำถามที่แปลกใหม่ สอดคล้องกับ Silver (1993,1994,2004) และ Cinzia Bonotto (2012) การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนตั้งปัญหาได้ดีและน่าสนใจ ควรกำหนดสถานการณ์และฝึกให้นักเรียนตั้งปัญหาที่อิงจากประสบการณ์ที่หลากหลาย ทั้งในและนอกเหนือวิชาคณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนในขั้นตอนนี้ มีการตั้งปัญหาอยู่สม่ำเสมอเพื่อให้นักเรียนเข้าใจข้อมูลใหม่ที่ได้รับ ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่ที่ตนเองได้รับกับความรู้เดิม ในระหว่างการสอนมีการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูใช้การตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงข้อมูล คิดแยกแยะข้อมูล สร้างความสัมพันธ์ข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจและ

วิเคราะห์ข้อมูลของโจทย์ปัญหานั้นๆ ใช้การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดในการประเมินค่าการเรียนรู้ ในระหว่างการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทั้งในด้านการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการแก้โจทย์ ปัญหา และการตรวจสอบความกระบวนกรแก้โจทย์ปัญหาและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ทำให้ในขั้น นี้่นักเรียนก็ได้ฝึกฝนและพัฒนา ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหา คำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียน ได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียน จะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่ง จะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไป เกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกัน ตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียน ใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการ วิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งในกระบวนการจัดการเรียน การสอน ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งปัญหาอย่างหลากหลาย โดยมีการกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน และสร้างบรรยากาศให้นักเรียนตื่นตัวที่จะร่วมกันตั้งปัญหา โดยส่งเสริมให้นักเรียนในห้องร่วมกันตั้งปัญหาที่ มีความหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับ NCTM (2000) และ อัมพร ม้าคนอง (2546) ที่ระบุครูควรกำหนด สถานการณ์ และสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมาะกับการตั้งปัญหา เพื่อให้นักเรียนตั้งปัญหาที่ตนอยากรู้ ปัญหา ที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจมีคำตอบหรือไม่มีคำตอบ โดยครูผู้สอนไม่ควรเน้นที่จุดนี้ แต่ควรเน้นที่ความ หลากหลายของปัญหา โดยในการทำกิจกรรมครูจะเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาหรือคำถาม ทำใ้ นักเรียนเกิดการฝึกฝนให้ตั้งปัญหาหรือคำถามย่อยๆ อยู่สม่ำเสมอในกระบวนการจัดการเรียนการสอน และในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนตั้งคำถามย่อยๆ เกี่ยวกับข้อมูลที่ ได้รับจากสถานการณ์ เพื่อนำมาซึ่งแนวทางในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ โดยการตั้งคำถาม ย่อยๆ ช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงข้อมูล คิดแยกแยะข้อมูล สร้างความสัมพันธ์ข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์ข้อมูลของโจทย์ปัญหานั้นๆ อีกทั้งการที่ฝึกให้นักเรียนเกิดการตั้งปัญหาหรือคำถาม บ่อยๆ จะทำให้นักเรียนมีการคิดที่มีความยืดหยุ่น คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง ทำให้เห็น แนวคิดที่ชัดเจนในการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งสามารถตั้งคำถามกับตนเองในการเรียนรู้ และการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้สอดคล้องกับ Priest (2009) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอน โดยฝึกให้นักเรียนตั้งปัญหาและคำถามย่อยประกอบการแก้ปัญหา เป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี ทำให้ในขั้นตอนนี้ นักเรียนก็ได้ฝึกฝนพัฒนา ความสามารถในการ ทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปราย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและ คำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียน

ออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบคณะกรรมการ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งใช้การตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนขั้นตอนนี้นักเรียนได้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์เป็นกลุ่มร่วมกัน ซึ่งพบว่าการที่นักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกัน มาช่วยกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา จะทำให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการแสดงแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งมีความแตกต่างหลากหลายวิธี บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล สอดคล้องกับ Romanycia (1985) และ อัมพร ม้าคนอง (2546) ที่กล่าวว่า ฐานความรู้ของแต่ละบุคคลมีความสำคัญในการสร้างความน่าเชื่อถือ การตัดสินใจ การเชื่อมโยงข้อมูลต่าง หากผู้แก้ปัญหาไม่มีพื้นฐานความรู้ที่ดีพอในเรื่องที่จะต้องแก้ปัญหาก็จะไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาจึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้กระบวนการกลุ่มจะช่วยให้สามารถติดต่อสื่อสาร เพื่ออธิบายแนวคิด วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่ค้นพบให้ผู้อื่นได้รับรู้ และอภิปรายร่วมกับผู้อื่น เพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้การใช้กระบวนการกลุ่มจึงทำให้นักเรียนมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาหลากหลายวิธี โดยนักเรียนในกลุ่มใช้การตั้งคำถามย่อยๆ ในการคิดเพื่อประเมินการเรียนรู้ และร่วมกันอภิปรายค้นหาแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ที่จะทำให้ได้วิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ใช้เวลารวดเร็ว และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มได้เรียนรู้แนวทางการแก้โจทย์ปัญหาในการนำไปใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่อไป ทำให้ในขั้นนี้นักเรียนก็ได้ฝึกฝนพัฒนา ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน มีการส่งเสริมให้นักเรียนขยายโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเองโดยการสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งการที่นักเรียน

ทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ปลายเปิดหรือ โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม โดยมีการสอนและเสนอกลวิธีในการตั้งปัญหาให้กับนักเรียน เพื่อให้มีแนวทาง ในการตั้งโจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย จากนั้นนักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่เพื่อ ขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสิ่งนี้จะช่วยให้นักเรียนรู้จักที่จะ สร้างโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่สม่ำเสมอเพื่อจะได้ฝึกฝนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง โดยนักเรียนจะเกิดความท้าทายที่จะตั้งโจทย์ปัญหาและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ตนเองสร้างตั้งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Lowire (2002) Priest (2000) and Tugrul Kat และคณะ (2010) ที่กล่าวว่า กิจกรรม การตั้งปัญหาในชั้นเรียนจะส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือในการแก้ปัญหา โดยผู้ตั้งปัญหาจะได้รับการสะท้อน ผลในปัญหาที่เขาได้สร้างขึ้น ซึ่งปัญหาที่ยากจะกระตุ้นและสร้างความท้าทายให้กับผู้แก้ปัญหา ทำให้ผู้ แก้ปัญหาที่มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการสอนโดยฝึกให้นักเรียนตั้งปัญหาและคำถาม ประกอบการแก้ปัญหา เป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี โดยการตั้งปัญหา และการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันระหว่างทักษะการตั้งปัญหาหรือคำถามและทักษะการแก้ปัญหา เนื่องจากเมื่อนักเรียนขยายปัญหาหรือตั้งปัญหาขึ้นมาใหม่ นักเรียนจะต้องพยายามที่จะดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้นนั้น ซึ่งก็จะทำให้นักเรียนได้พัฒนา และฝึกฝนความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อีกด้วย ทำให้ในขั้นนี้นักเรียนก็จะได้ฝึกฝน ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการ ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ และความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหา และคำตอบ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในทุกชั้นของกระบวนการเรียนการสอนนักเรียนจะได้รับการฝึก ความสามารถย่อยๆที่เป็นองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ สม่ำเสมอ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงข้อมูลสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้นไปใช้ในการเรียนรู้หรือแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนนักเรียน ถูกฝึกให้คิดทบทวน คิดเชื่อมโยงข้อมูล คิดแยกแยะข้อมูล คิดวิเคราะห์ข้อมูล และคิดประเมินค่าใน การเรียนรู้และตรวจสอบความถูกต้อง โดยใช้การตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของ ตนเอง ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน แยกแยะข้อมูลที่สำคัญจำเป็น สืบหาข้อมูลเพื่อหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้หรือหาคำตอบ เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้นไปใช้ในการ แก้โจทย์ปัญหา ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น เมื่อนักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนสามารถ ทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งข้อสอบประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) และการทดสอบประเมินผล ของนักเรียนในระดับนานาชาติ หรือ PISA จะมีลักษณะของข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งเมื่อนักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทำให้ สามารถทำข้อสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนการทดสอบและคะแนน ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการทำวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยเรื่องนี้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้

ผู้วิจัยขอให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูคณิตศาสตร์ที่จะนำกระบวนการเรียนการสอนไปใช้โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อเสนอแนะภาพรวมของกระบวนการจัดการเรียนการสอน

1) ในการนำกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ไปใช้นั้น ในช่วงแรกของการนำกระบวนการไปใช้ ครูจะต้องเป็นแบบอย่างในการตั้งประเด็นปัญหาให้กับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยได้ฝึกการตั้งประเด็นปัญหาหรือประเด็นคำถาม โดยครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตั้งประเด็นปัญหาอยู่เสมอ

2) ครูควรให้ความสำคัญกับการจัดสรรเวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนอย่างเหมาะสม เนื่องจากแต่ละขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอนมีความสำคัญและเป็นจุดเน้นของหลักการในกระบวนการเรียนการสอน ดังนั้นครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเวลา

3) ครูควรฝึกฝนและให้แนวทางในการเขียนตอบประเด็นที่ระบุไว้ในคำถาม พร้อมทั้งยกตัวอย่างของแนวทางในการตอบคำถาม และแนวทางในการเขียนตอบคำถามต่างๆ ในใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด

4) กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้เหมาะที่จะใช้สอนในเรื่องเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

5) ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนครูควรสร้างใบกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนได้เขียนเพื่อเก็บเป็นร่องรอยหลักฐานที่ใช้ดูพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยในใบกิจกรรมควรมีช่องว่างให้นักเรียนได้เขียนข้อความหรือข้อปัญหาที่นักเรียนได้ตั้งในระหว่างกระบวนการเรียนการสอน หรือในระหว่างการแก้โจทย์ปัญหา

6) ครูควรจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถไว้ก่อน เพื่อรวดเร็วในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถโดยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการสอบครั้งก่อนหน้ามาใช้ประกอบในการแบ่งกลุ่มนักเรียน

7) ครูควรเดินดูนักเรียนทุกๆกลุ่มในระหว่างนักเรียนกำลังดำเนินกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแต่ละกลุ่มในการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม และคอยให้ข้อเสนอแนะนักเรียนในการทำกิจกรรมหากนักเรียนกลุ่มนั้นยังไม่สามารถคิดได้ตรงประเด็น

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน

1) **ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้** ในขั้นตอนนี้เหมาะสมกับการสอนในช่วงที่นักเรียนมีพื้นฐานความรู้มาแล้ว มากกว่าการสอนในช่วงแรกของเนื้อหาใหม่ เพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจเนื้อหาใหม่ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ แนวทางที่สำคัญในการช่วยให้นักเรียนมีความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมได้ดีควรใช้กิจกรรมที่หลากหลาย อาทิ เกม จะทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานและตื่นตัวที่จะเรียนรู้ และคำถามหรือปัญหาที่นำมาเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลควรเป็นปัญหาที่ไม่ยากจนเกินไป เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลเดิมได้ด้วยตนเอง

2) **ขั้นนำเสนอโมโนทัศน์ใหม่** ในขั้นตอนนี้ครูควรใช้วิธีการสอนหรือเทคนิคการสอนที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้หลายรูปแบบ ครูควรมีการเชื่อมโยงกิจกรรมในขั้นที่ 1 มาสู่กิจกรรมในขั้นที่ 2 และพบว่าถ้าเป็นเนื้อหาใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาเลยนักเรียนจะไม่ค่อยตั้งปัญหาหรือตั้งคำถาม ดังนั้นครูควรตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตั้งปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่จะเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ครูควรคัดเลือกตัวอย่างของโมโนทัศน์ที่มาสอนให้น้อยตัวอย่างแต่มีความครอบคลุมและชัดเจนเพื่อให้เหมาะสมกับเวลา

3) **ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา** ในขั้นตอนนี้ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนในห้องร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหา จากสถานการณ์ ให้มีโจทย์ปัญหาที่หลากหลาย โดยใช้กลวิธีในนักเรียนแต่ละคนเขียนคำถามหรือปัญหาที่นักเรียนอยากตั้งที่สถานการณ์ และครูต้องพยายามใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดในการเชื่อมโยงข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูล โดยชี้ให้เห็นข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

4) **ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา** ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้ระยะเวลามาก ครูควรควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสม ซึ่งในการทำกิจกรรมครูควรกระตุ้นและส่งเสริมให้ทุกคนในกลุ่มมีบทบาทและร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในแนวทางการแก้ปัญหา โดยให้ทุกคนในกลุ่มมีบทบาท และควรจัดสรรเวลาที่มากพอที่จะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุด

5) **ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา** เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งครูควรบริหารเวลาให้มีความเหมาะสม และคำนึงถึงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรม ครูควรตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตั้งปัญหา และเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหา ในการร่วมกันอภิปราย สรุปโมโนทัศน์ และต่อยอดความคิดให้นักเรียนมีแนวทางในการตั้งปัญหาเพื่อขยายปัญหาอย่างหลากหลาย โดยครูควรอธิบายแนวทางหรือกลวิธีในการตั้งปัญหาให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงวิธีการตั้งปัญหาอย่างหลากหลายวิธี

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ในระหว่างกระบวนการเรียนการสอน เกี่ยวกับกระบวนการคิดของนักเรียน เช่น การคิดวิเคราะห์ เพราะในระหว่างของการจัดการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนครูจะต้องตั้งปัญหาให้นักเรียนคิดอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นให้คิดเชื่อมโยงข้อมูล คิดแยกแยะข้อมูล คิดวิเคราะห์ข้อมูล หรือคิดเชิงประเมินค่า จะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอนนักเรียนจะได้ถูกฝึกและพัฒนากระบวนการคิดอยู่เสมอ ดังนั้นตัวแปรทางด้านความคิด น่าสนใจที่จะนำมาศึกษาในครั้งต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ในระหว่างกระบวนการเรียนการสอน เกี่ยวกับการให้เหตุผล และการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่าในกระบวนการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนครูได้ตั้งประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้แสดงคำตอบที่เป็นเหตุเป็นผล ส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายในชั้นเรียนและในการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีการอภิปรายบนพื้นฐานของหลักการและเหตุผล พร้อมทั้งมีการนำเสนอความรู้หรือข้อสรุปของตนเองโดยการเขียนแสดงลงในใบเอกสารทำกิจกรรมหรือการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์มีความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่จะนำมาศึกษาในครั้งต่อไป

2.3 ควรมีการศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยทำการคัดกรองนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่มีปัญหาพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มาศึกษารายกรณี (Case study) เพื่อดูพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากการทำการวิจัยพบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่เมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์สิ้นสุดแล้ว ก็ยังมีพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่มากนัก ดังนั้นผู้วิจัยควรศึกษารายกรณีเพื่อองค์ประกอบใดที่ทำให้นักเรียนประสบปัญหาในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อจะได้แก้ไขข้อบกพร่องได้ตรงประเด็น

2.4 จากการทำการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีการพัฒนาของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์น้อยมีลักษณะร่วมกันคือ นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ชอบที่จะเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยในการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่ามีนักเรียนบางคนที่ไม่สนใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนไม่ค่อยร่วมกิจกรรมในกระบวนการเรียนการสอน และเมื่อสอบถามนักเรียนพบว่านักเรียนไม่ชอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเมื่อเทียบคะแนนของนักเรียนก่อนทดลองและหลังทดลองคะแนนไม่แตกต่างกันเท่าใด เราจึงควรที่จะแก้ไขปัญหาการไม่ชอบเรียนของนักเรียนซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยถ้าผู้วิจัยคัดเลือกกลวิธีหรือแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจและชอบในการเรียน

คณิตศาสตร์และสามารถนำมาบูรณาการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ก็จะส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

2.5 ควรมีการศึกษาประสิทธิผลของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวความคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของตัวผู้เรียน เช่น เจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการทำวิจัยผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความสุข สนุกสนาน และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนและตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาด้วยตนเอง เพื่อดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย และพัฒนาความซับซ้อนของโจทย์ปัญหาเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อนักเรียนได้ทำงานกันเป็นกลุ่มได้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการแข่งขันกันระหว่างกลุ่ม ยิ่งเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและตั้งโจทย์ปัญหาในดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายเพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น



รายการอ้างอิง

ภาษาอังกฤษ

- Adams, S., Ellis, L., and Beeson, B., F. . (1997). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York: Harper & Row.
- Albus, J. S. (2015). An investigation of eighth grade students' problem posing skills (Turkey sample). *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 1(1), 23-30.
- all, B. S. (2005). An empirical taxonomy of problem posing processes. *ZDM 2005*, 37(1), 3.
- Armstrong, T. (1998). . *Awakening Genius in the Classroom*: VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Armstrong, W. S., Liane Y. , & Fiery C. . (2010). *Moral Intuitions as Heuristics*: Dartmouth College and Harvard University.
- Auerbach. (1992). Making Meaning, Making Change: Participatory Curriculum Development or Adult ESL Literacy. *The Electronic Journal for English as a Second Language*, 1(3), March.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communicating*. New York: Macmillan Publishing.
- Barr, A. a. F., E. (1981). *The Handbook of Artificial Intelligence* (Vol. 1): William Kaufmann, Inc.
- Bell, F. H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics (in secondary schools)*. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown.
- Bitter, G. G. (1989). *Mathematics Method for the Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bohan, H., Beverly Irby, and Dolly Vogel. (1995). Problem Solving: Dealing with Data in The Elementary School. *Teaching Children Mathematics*, 1(January), 256-260.
- Bonotto, C. (2013). Artifacts as sources for problem-posing activities. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 37-55.
- Brown, S. I., Walter, M. (1993). *The art of problem posing*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, S. I., Walter, M. (2005). *The Art of Problem Posing*: Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Burris. (2010). *A Five-Step Problem-Solving Process*: Pearson Allyn Bacon Prentice Hall Updated on Dec 22.
- Carroll, J. B. (1963). A model of school learning. *Teacher College Record*, 65, 723-733.

- Charles, R. I., Lester, F. K., & O'Daffer, P. . (1987). *How to evaluate progress in problem solving*: Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Charles, R. L. (1985). The role of Problem Solving. *Arithmetic Teacher*, 22(February), 50.
- Child, D. (2004). *Psychology and the Teacher*: 7th ed. New York: Continuum: 89.
- Cinzia, B. (2012). Artifacts as sources for problem-posing activities. *Educ Stud Math (2013)*, 83, 37-55.
- Contreras, J. (2005). Posing and Solving Problems: TheEssence and Legacy of Mathematics. *TheEssence and Legacy of Mathematics.*, 1(October), 15-16.
- Cooney, T., J., Davis, E., J., and Henderson, K., B. (1974). *Dynamics of teaching Secondary school mathematics*. Boston: Houghton Mifflin.
- Cunningham, R. (2004). Problem posing: an opportunity for increasing student Responsibility. *mathematics and computer education*, 38(1), 83-89.
- Dendane, A. D. (2009). Skills Needed for Mathematical Problem Solving. Retrieved from <http://www.analyzemath.com>
- Dickerson, V. M. (1999). The impact of problem-posing instruction on the mathematical problem-solving achievement of seventh graders. .
- Diet, L. (2008). *Heuristic Method: Lecture Notes on Heuristic Method.doc*. Lawspet, D.T.Ed.
- Einstein, A., & Infeld, L. (1993). *The evolution of physics*. New York: Simon and Schuster.
- Eisner, E. (1976). Education connoisseurship and criticism: Their form and functions in education evaluation. *Journal of Aesthetic Education*, 192-193.
- Ellerton, E. S. a. N. F. (1996). *A Framework for Research into Students' Problem Posing in School Mathematics*: Edith Cowan University.
- English, L. D. (1997). The development of fifth-gradechildren's problem-posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34(3), 83-106.
- English, L. D. (1998). Children's problem posing within formal and informal contexts. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 83-106.
- English, L. D. (2003). Children's Problem posing Within Formal and Informal Contexts. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 83-106.
- English, L. D. a. H., F. (1995). Problem posing in middle-school classrooms. *Paper presented at the Annual.Conference of the American Educational Research Association*, San Diego, CA.
- Feigenbaum, E., Feldman, J. (1963). *Computers and Thought*: English, 1963.
- Fisher, R. (1987). *Problem Solving in Primary Schools*: Oxford, Blackwell, 16-18.

- Floyd, C. (2002). Problem Solving as a strategy for learning mathematics. Retrieved from <http://www.mtsu.edu>.
- Floyd, R. W. (2005). Heuristics for Math Problem Solving. Retrieved from math.com/math/heuristics.php
- Gonzales, N. A. (1994). A Problem Posing: A Neglected Component in Mathematics Course For Prospective Elementary and Middle School Teachers. *School Science and Mathematics*, 94(2), 78-84.
- Hatfield, M. M., Noney, T. E., and Bitter, G. G. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Henderson, K., B., and Pingry, R., E. (1995). *Problem solving in mathematics.*: In H., F., Fehr (ed.), *The learning of mathematics: Its theory and Practice* (Twenty-first Yearbook). 2nd ed., pp.228 – 270. Washington D.C. The National Council of Teachers of Mathematics.
- Hofstadter, D. (1979). Godel, Escher. *Bach*. Penguin Books.
- Hwang, C. a. (2003a). Generalized and generative thinking in U.S. and Chinese students' mathematical problem solving and problem posing. *Journal of Mathemati Behavior*, 401-421.
- Hwang, C. a. (2003b). *A Perspective for examining the link between problem posing and problem solving*: Proceedings of the Joint Annual Meeting of the PME and PME/NA. Honolulu, HI: University of Hawaii, July 13-18.
- Krulik, S., and Reys, R. E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*: Yearbook, pp. 3-8. Reston, VA: NCTM.
- Ilana Lavy and Atara Shriki. (2010). *Problem Posing Asameans for Developing Mathematical Knowledge of Prospective*. Emek Yezreel Academic College / Oranim Academic College of Education.
- Jackson, M. C. (2000). *Systems Approaches to Management*. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- James, J. (1981). *Problem solving Behavior and attitude of Prospective Elementary Teachers with a history of math avoidance as a function of heuristics and discussion*. Available from: <http://thailis.uni.net>.
- James, H. W., and William, s. R. (1992). *Today's Mathematic*. 2rd ed. The United States of America: 44-45.
- Jinfa Cai. (1998). *an Investigation of U.S. and Chinese Students' Mathematical Problem Posing and Problem Solving*. University of Delaware.
- Jonassen, D. H., and Grabowski, B. L. (1993). *Handbook of Individual Differences. Learning, And Instruction*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey: 146.

- Jobrina Gale Ellison. (2009). Increasing Problem Solving Skills in Fifth Grade Advanced Mathematics Students. English. *Journal of Curriculum and Instruction: JoCI*
- Joyce, B., & Weil, M. (1996). *Models of teaching (5th ed.)*. London: Allyn and Bacon.
- Kay, D. (1991). *A Comparison of Students Taught How to Use Heuristics in Problem-Solving with Students Who Have not had explicit instruction in the use of Heuristics*. Available from: <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>.
- Kennedy, L. M., and Tipp, S. (1994). *Guiding Children Learning of Mathematics 1994*. Belmont, California: Wadsworth Publishing.
- Kerstin Petrick. (2013). *The Problem Solving Cycle – An effective step-by-step approach to find Viable solutions*.
- Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating: Where do good problems come from?. A Schoenfeld(Ed) *Cognitive science and mathematics education*, Hillsdale, NJ. Erlbaum,123-147.
- Klara Pinter. (2012). *On Teaching Mathematical Problem-Solving and Problem Posing*. Doctoral School in Mathematics and Computer Science .University of SzegedFaculty of Science and Informatics .Bolyai Institute.
- Krulik, S., and Reys, R. E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics: National Council of Teacher of Mathematics 1980 Year Book*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Kyle, R., & Nancy, L. H. (2014). *Tiered Approaches to the Education of Students with Learning Disabilities*. Learning Disabilities Association of Ontario. Toronto.
- Kwek Meek Lin, Lye Wai Leng. (2008). *Using Problem-Posing Tool*. Raffles Girls' School (Secondary), Singapore.
- Lavy, I., & Bershadsky, I. (2003). Problem posing via “what if not?” strategy in solid Geometry-a case study. *Journal of Mathematical Behavior*, 22(4), 369-387.
- Leinhardt, G., & Schwarz, B. B. (1997). Seeing the problem: an explanation from Polya. *Cognition and Instruction*, 15(3), 395-434.
- Lenat. D. B. (1982). *The nature of Heuristics*, Artificial Intelligence, 19(2), 189-249.
- Lester, F. K. (1977). *Ideas about problem solving: A look at some psychological Research*. Arithmetic teacher, 26 (3), 12-14.
- Leung, S.K. (1997). Problem posing as assessment: reflections and reconstructions. *The Mathematics Educator* 1, p.159-171.
- Leung, S. S. & Silver E. A. (1998). The Role of Task Format, Mathematics Knowledge And Creative Thinking on the Arithmetic Problem Posing of Preservice Elementary School Teachers. *Mathematics Education Research Journal*, 9(1), 5-24.

- Leung, S. S. (2013). Teachers implementing mathematical problem posing in the Classroom: Challenges and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 103–116.
- Lewis., T.,Petrine., S.& Hill.,M. A. (1998). Problem Posing-Adding a Creative Increment toTechnological Problem Solving, *Journal of Industrial Teacher Education(JITE)*, 36(1).
- Limin Chen, Wim Van DooRen, QI Chen and Vieven Verschaffel. (2009). *An Investigation on Chinese Teachers' realistic Problem Posing and Problem Solving ability and Beliefs. International Journal of Science and Mathematics Education*. National Science Council, Taiwan.
- Long, M. (2009). *The Psychology of Education*. London: Rutledge Falmer: 49.
- Lowrie, Thomas. (2002). Young Children Posing Problems: The Influence of Teacher Intervention on the Type of Problems Children Pose. *In Mathematics Education Research Journal*, 14(2), 87–98.
- Luftig, R., L. (1988). *Assessment of learners with special needs*. Boston: Allyn and Bacon.
- Lynn C. (1993). Some factors that impede or enhance performance in mathematical problem solving . *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(2)
- Marc H. J. Romanycia and Francis Jeffrey Pelletier. (1985). *what is a heuristic*. *Computational Intelligence*, 1(1), 47–58.
- Margaret Taplin. (2004). *Mathematics through Problem Solving*. Institute of Sathya Sai Education, Hong Kong.
- Mayer, E. R., and Hegarty, M. (1987). The Process of Understanding Mathematical Problem. In Sternberg, R. J., and Baron, J. B. (eds.). *Teaching Thinking Skills: Theory & Practice*. pp.31-33. New York: W. IT Freeman and Company.
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and instruction*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). *Problem solving*. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 287–303). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mcmaster university.(1998). *Teaching of heuristics strategies: A pilot Study*. Available from: <http://www.interpaper.net/search.asp?detail=1>.
- McInerney, D. M., and McInerney. (2002). *Educational Psychology: Constructing Learning*. Frenhs Forest: Prentice Hall: 232.
- Merrienboer, J.J.G. (1997). *Training Complex Cognitive Skills: A Four-Component Instructional Design Model for Technical Training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

- Middleton, H., and Wheeler, A. (1999). Heuristics: The technology of good Ideas. Stimulating research in technology education: 12-15.
- Mishra, S, & Iyer, S. (2013). *Problem posing exercises (PPE): an instructional strategy For learning of complex material in introductory programming courses*. In Technology for education (T4E), 2013 IEEE fifth international conference on (pp. 151-158).
- Moses, B., Bjork, E. & Goldenberg, E. P. (1990). Beyond problem solving: Problem posing. In T.J. Cooney (Ed.), *Teaching and learning mathematics in the 1990s* (pp. 82-91). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Moustakas, C. (1990). *Heuristic Research*. California. Sage. Publication, Inc.
- Movshovitz and Others, (1987). Analyzing and Modeling Arithmetic Errors. *Journal for Research in Mathematics Education*. 5(6) : 4-17 ; January.
- Mustafa A. & Mehmet F. A. (2007). *The Importance of Problem Solving in Mathematics Curriculum*. *Journal of New World Sciences Academy*, 3(4), 538-545.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional Standards For Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2005). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Ni Chang. (2007). Responsibilities of a Teacher in a Harmonic Cycle of Problem Solving and Problem Posing. *Early Childhood Education Journal*, 34(4).
- Nixon – Ponder, S. (1995). *Using Problem Posing Dialogue in Adult Literacy Education*. Teacher to Teacher. Washington: Department of Education.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York and Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- OECD. (2010). *PISA 2012 field Trial Problem Solving Framework*.
- Olson, J. C., & Knott, L. (2013). *When a problem is more than a teacher's question*. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 27–36.
- Ortiz, E. (2016). The Problem-Solving Process in a Mathematics Classroom. *Transformations*, 1(1), 3-13

- Orton, A., and Frobisher, L. (1996). *Insights into teaching mathematics*. London: Cassell.
- Perrin. (2007). *The Towers Perrin 2007-2008 Global Workforce Study: Insights to Drive Growth*.
- Priest. (2009). *A problem-posing intervention in the development of problem-solving competence of underachieving, middle-year students*. PhD thesis, Queensland University of Technology.
- Polya, G. (1973). On Solving Mathematical Problems in High School. *Problem Solving in School Mathematics: Yearbook*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, G. (1980). On Solving Mathematical Problems in High School. *Problem Solving in School Mathematics: Yearbook*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, G. (1985). *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton, N. J.: Princeton, University Press.
- Ploya G. (1987). On learning, teaching, and learning teaching. In F.R. Curcio (Ed.), *Teaching and learning: A problem solving focus*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, pp. 1-15.
- Polya, G. (2000). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*, 3rd ed. princeton university Pree.
- Reiser, R.A., & Dempsey, J.V. (2007). *Trends and Issues in Instructional Design and Technology*. (2nd ed.). Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Rey, R. E., et al. (2004). *Helping Children Learn Mathematics*. 7th ed. New York: Wiley & Sons.
- Riding, R. and Rayner, S. (1998). *Cognitive Styles and Learning Strategies*. London: David Fulton.
- Rubinstein, M. F. (1986). *Tools for thinking and problem solving*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Roslinda Rosli, Dianne Goldsby & Mary Margaret Capraro. (2013). *Assessing Students' Mathematical Problem-Solving and Problem-Posing Skills*. Asian Social Science, 9(16).
- Roslinda Rosli, Mary Margaret Capraro & Robert M. Capraro. (2014). *the Effects of Problem Posing on Student Mathematical Learning: A Meta-Analysis*. International Education Studies, 7(13).

- Rundnitsky, D. S., Eteredge, P. A., Freeman, E.L., and Giltbert, J. C. (1995). Children's Problem posing within formal and informal context. *Journal for Research in Mathematics Education*. January 83-106.
- Sayed, A.-E. E. (1999). *Effectiveness of Problem Posing Strategies on Prospective Mathematics Teachers' Problem Solving Performance*. Mathematics Education. Sultan Qaboos University: Sultanate of Oman.
- Sayed, R. A. E. (2002). Effectiveness of problem Posing Strategies on Prospective Mathematics Teachers Problem Solving Performance. *Journal of science and mathematics education in Southeast Asia*, 25(1), 56-69.
- Sathya Sai Education. (1994). *Mathematics through Problem Solving*. by Margaret Taplin Institute of Sathya Sai Education, Hong Kong.
- Schoenfeld, A. 1995. *Mathematical Problem Solving*, Academic Press INC.. New York.
- Scriven, M. S. (1967). *The methodology of evaluation*. In *perspectives of curriculum evaluation (AERA monograph series on curriculum evaluation, No. 1)*. Chicago: Rand McNally.
- Sema, C., Nazan S. (2011). *Skill levels of Prospective physics teachers on problem posing*. Hacettepe Üniversitesi Eitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education) 40, 105-116
- Sheffield, Linda Jensen and Cruikshank, Douglas E. (2000). *Teaching and Learning Elementary And Middle School Mathematics*. New York: John Wiley & Sons.
- Sheffield, L. J. (2003). *Extending the challenge in mathematics: Developing mathematical promise in K-8 students*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Sheffield, L. J. (2005). *Using Creativity Techniques to Add Depth and Complexity to the Mathematics Curricula*. Retrieved for <http://math.ecnu.edu.cn/earcome3/SYM1.html>.
- Sheffield, L. J., and Cruikshank, D. E. (2005). *Teaching and learning Mathematics Pre-kindergarten Through Middle School*. 5th ed. New York. John Wiley & Sons.
- Sheffield, L. J. (2009). *Proceedings of the Discussing Group 9: Promoting Creativity for All Students in Mathematics Education*. The 11th International Congress on mathematical Education Monterey, Mexico, July 6 – 13. Available from: <http://dg.icme11.org/tsg/show/10>.
- Shitanshu Mishra, Sridhar Iyer. (2015). *Question-posing Strategies used by students for exploring Data Structures*. Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. 171-176.
- Silver, E. A. (1994). *On mathematical problem posing*. For the Learning Mathematics,

- 14(1), 19-28.
- Silver, E.A. (1995). *The nature and use of open problems in mathematics education: mathematical and pedagogical perspectives*. *International Reviews on Mathematical Education* 27, 67-72.
- Silver, E. A., and Cai, J. (1996). An Analysis of Arithmetic problem posing by Middle School Students. *Journal for research in Mathematics Education*, 27(5), 521-539.
- Silver, E. A., Mamona-Downs, J., Kenney, P. A. (1997). Posing Mathematical Problems: An Exploratory Study, *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(3), 293-309.
- Silver, E. A. (2013). Problem-posing research in mathematics education: Looking back, looking around, and looking ahead. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 157–162.
- Simon, H. A, & Newell, A. (1971). *Human problem solving: the state of the theory in 1970*. *American Psychologist*, 26(2), 145-159.
- Singer, F. M., & Voica, C. (2013). A problem-solving conceptual framework and its Implications in designing problem-posing tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 9–26.
- Skinner, P. (1990). *What's your problem?: Posing and Solving Mathematical Problems In Junior Classes*. Thomas Nelson: Australia.
- Stillman, S. R. (2007). *Strategies for Teaching Content and Thinking skills*. Boston: Allyn and Bacon.
- Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). *A framework for research into students' problem posing in school mathematics*. In P. Clarkson (Ed.) *Technology in mathematics education* (pp.518–525). Melbourne, Australia: Mathematics Education Research Group of Australia.
- Stoyanova, E. (2002). *Problem posing in mathematics classrooms*. In: A. McIntosh & N. Ellerton (Eds.), *Research in Mathematics Education: a contemporary perspective*. Edith Cowan University: MASTEC, p. 164-185.
- Stoyanova, E. (2005). Problem-problem strategies used by years 8 and 9 students. *AAMT Standards for Excellence in Teaching Mathematics in Australian Schools*, 61(3), 6-11.
- Tiong, Y. S. J., Hedberg J., & Lioe L. T. (2005). *A Metacognitive Approach to Support Heuristic Solution of Mathematical Problems*. Paper represented at International Conference on Education, Redesigning pedagogy: research, policy, practice, 30 May -1 June 2005. Singapore: National Institute of Education.

- Troutman, Andria P., and Lichtenberg, Betty K. (1995). *Mathematics. A Gook Beginning*. New York: Brooks/Cole.
- Tugrul Kar & all. (2010). *the relation between the problem posing and problem solving skills of prospective elementary mathematics teachers*. *Procedia Social and Behavioral Sciences*.
- Tyler, R. W. (1950). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University Of Chicago Press.
- Tyler, R. W. (1969). *Education evaluation: New roles, new means*. Chicago: University of Chicaco Press.
- Unal, E. E. A. a. H. (2014). Development of the structured problem posing skills and Using metaphoric perceptions. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 155-166.
- VanDenBrink, J. (1987). *Children as arithmetic book authors*. For the Learning of Mathematics, 7(2), 44-48.
- Voica., F. M. S. C. (2012). A problem-solving conceptual framework and Its implications in designing problem-posing tasks. *Educ Stud Math*(2013), 83.
- Walter, M. I., Brown, S. L. (2005). *The Art of Problem Posing*. Lawrence Erlbaum Associates. Place of publication: Mahwah, New Jersey.
- Wilson, P. S. (Ed.). (1993). *Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics*. New York: MacMillan.
- Winograd, M. (1991). *The science of problem solving*. Cassel Educational Limited, London.
- Witkin, H. A, Oltman, P. K, Raskib, E., and Karp, S. A. (1971). *A Manual for the embedded figures tests*. California: Consulting psychologist press.
- Y. S. J Tiong., J.Hedberg, andL. T. Lioe, A. (2005). *Metacognitive Approach to Support Heuristic Solution of Mathematical Problems*. Paper represented at International Conference on Education, Redesigning pedagogy: research, policy, practice, 30 May –1 June 2005. Singapore: National Institute of Education.
- Yen, F., and Flora, B. (1985). *An intervention study in mathematical problem solving Among Selected junior high school students (heuristics math tutoring self-efficacy*. Retrieved from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>.

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- ขอบใจ สาลีทธิ. (2545). ผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2547). โจทย์ปัญหา ปัญหาโจทย์. วารสารคณิตศาสตร์, 37 (พฤศจิกายน-ธันวาคม), 432-433.
- ทิตนา แคมมณี. (2534). ระบบการออกแบบการเรียนการสอน: เอกสารประกอบการสอนคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา).
- ทิตนา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวลทิพย์ นวพันธุ์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีฉัตร จันทร์หอม. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดแบบฮิวริสติกส์และโมเดลเมธอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เพลินพิศ เสือชานา. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา การแปลภาษา โจทย์ การคิดคำนวณ กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยปัตตานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วิจารณ์ พาณิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). ผลการสอบวัดคุณภาพระดับชาติปี 2557. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://bet.obec.go.th/nt/\(Country\).html](http://bet.obec.go.th/nt/(Country).html)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). คู่มือครูและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: แอดวานส์พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2550). การแก้ปัญหา (Problem Solving). *วารสารคณิตศาสตร์*, 562 (กุมภาพันธ์-เมษายน), 71-73.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2547). ยุทธวิธีแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. *วารสารคณิตศาสตร์*, ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ, 14-25.
- สายสุณี สุทธิจักษ์. (2551). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดหนองคาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิต. สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา. (2558). *รายงานการสรุปผลการประเมินระดับชาติ O-NET ของสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 9*.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2548). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2521-2542*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อัมพร ม้าคอง. (2534). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เลือกใช้พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2536). *การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: รายงานการวิจัย ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุทุมพร จามรมาน. (2541). *โมเดล*. *วารสารวิชาการ*, 1(2), 22-26.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



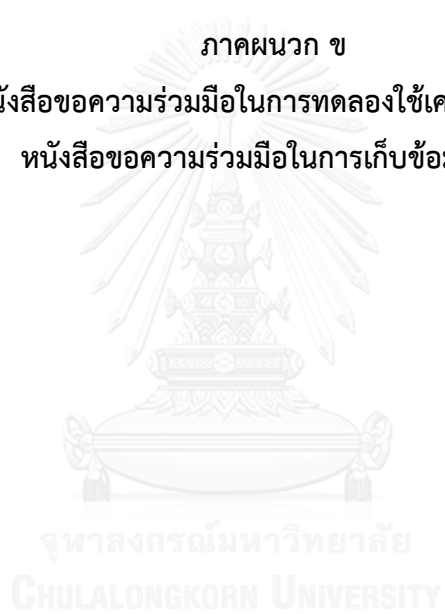
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจกระบวนการเรียนการสอนและแผนการสอน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ดี เดชะคุปต์
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทร์ธา
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล
สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธ์
สาขาหลักสูตรและการนิเทศ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญนิม
สาขาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.นวรรตน์ อนันต์ชื่น
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. รองศาสตราจารย์ วัฒนา เกาศัลย์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อาจารย์ ดร.อรรถศาสตร์ นิमितพันธ์
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย
หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย





ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 6864

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดบ้านโป่ง “สามัคคีคุณูปถัมภ์”

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายกฤษฎา วรพิน นิสิตหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม และ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ และ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 6865



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายกฤษฎา วรพิน นิสิตหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม และ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วย กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ และ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อ ประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 6866

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

พฤศจิกายน 2559

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายกฤษฎา วรพิน นิสิตหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม และ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูล และทดลองใช้เครื่องมือ คือ กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ และ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนิสิตผู้วิจัยจะได้ ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้เก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ ดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732



ภาคผนวก ค

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
จากการทดสอบปลายภาคการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559
ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 26 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน จากการทดสอบปลายภาค การศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ทั้งหมด 12 ห้องเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

ห้องเรียนที่	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
1	25.12	1.022
2	24.92	1.921
3	23.02	2.192
4	22.17	2.131
5	22.42	2.160
6	21.23	2.304
7	21.00	2.207
8	20.79	3.468
9	19.84	3.675
10	19.25	4.781
11	18.53	5.232
12	17.77	6.216

จากตารางที่ 1 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการทดสอบปลายภาคการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนที่ 6 และห้องเรียนที่ 7 เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยที่ นักเรียนห้องเรียนที่ 6 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 21.23 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.304 และห้องเรียนที่ 7 มีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 21.00 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.207

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน จากการทดสอบปลายภาคการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	F	t	P
กลุ่มทดลอง	40	21.23	2.304	0.198	0.446	0.657
กลุ่มควบคุม	40	21.00	2.207			

* $P < .05$

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05





ภาคผนวก ง

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของนักเรียนกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 54 คะแนน)

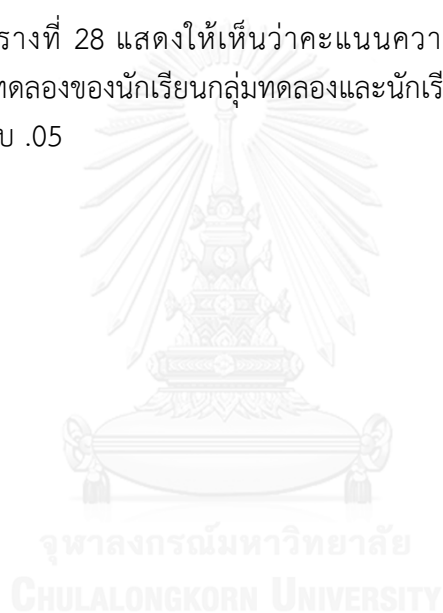
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 28 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 54 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	SD	F	t	P
กลุ่มทดลอง	40	28.32	5.483	0.026	0.307	.760
กลุ่มควบคุม	40	27.95	5.444			

* $p < .05$

จากตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่าคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พื้นฐานก่อนทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05





ภาคผนวก จ

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้ง
ปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ความเป็นมาของกระบวนการเรียนการสอน

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีการคิดอย่างเป็นระบบ คิดวิเคราะห์อย่างเป็นระเบียบแบบแผน มีเหตุผล และคิดสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถี่ถ้วนและรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548) กล่าวว่าคณิตศาสตร์นับว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

ในการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นการจัดการการศึกษาเพื่อปวงชน (Mathematics for All) ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนให้เป็นทรัพยากรที่มีค่า มีประสิทธิภาพ และศักยภาพเพื่อจะได้เป็นกำลังของชาติ (Man Power) ดังนั้นรายวิชาคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาเยาวชนให้เป็นผู้รู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และสามารถปรับตัวให้เป็นผู้ที่พร้อมต่อการเรียนรู้เพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงในโลกาภิวัตน์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว

จากความสำคัญข้างต้นจึงจำเป็นต้องจัดวิชาคณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ในสถานศึกษาเพื่อใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิดให้กับผู้เรียน โดยประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เอื้อให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ดังคำกล่าวที่ว่า ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมีความสำคัญต่อการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ระดับสูงขึ้น และ ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (อัมพร ม้าคนอง, 2546) จากคำกล่าวนี้อสอดคล้องกับแนวทางในการจัดสาระการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า “เมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น”

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ความสามารถหนึ่งที่มีความสำคัญคือความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการ

แก้ปัญหา การตรวจสอบคำตอบ และการขยายปัญหา (Polya, 1980; Lufliq, 1988; อัมพร ม้าคอง, 2534; กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่ครูควรตระหนักและจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาส่งเสริมความสามารถต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนไทยในปัจจุบัน โดยการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นทักษะที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศได้กล่าวถึงประโยชน์ที่นักเรียนได้รับการฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้อย่างมากมาย เช่น สิริพร ทิพย์คง (2544) และดวงเดือน อ่อนนุ่ม (2547) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการแก้ปัญหามาในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นทักษะกระบวนการที่ต้องใช้ทักษะการคิดระดับสูง คิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องทำอย่างต่อเนื่องในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นอกจากนี้ Sathya Sai (1994) และ Dendane (2009) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ว่า เป็นการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคความท้าทายในชีวิตประจำวันได้ สามารถพัฒนา องค์ความรู้และความรู้สึกรับรู้เชิงจำนวนทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถกระตุ้นความตั้งใจและสนใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถเพิ่มพูนความรู้เพื่อสร้างความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จึงเป็นทั้งจุดหมายปลายทางและกระบวนการเรียนรู้ ที่ครูจะต้องกระตุ้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ท้าทายความสามารถให้ได้คิด รวมทั้งการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จึงเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน โดย National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989) ได้กำหนดเป้าหมายและแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไว้ในมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผลสำหรับคณิตศาสตร์ในห้องเรียน (Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics) โดยระบุเป้าหมายแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน โดยให้เหตุผลว่าคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่การสอนมโนทัศน์ ข้อเท็จจริงและกระบวนการที่เรียนรู้เท่านั้น แต่ครอบคลุมการประยุกต์สู่การแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ และปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

ในสภาพความเป็นจริง ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) โดยจัดการทดสอบโดย สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ประจำปีการศึกษา 2557 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งประเทศ ซึ่งถือว่าเป็นระดับชั้นที่สูงที่สุดของการศึกษาภาคบังคับ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 29.65 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) โดยจัดการทดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ของจังหวัดนครปฐม ประจำปีการศึกษา 2557 พบว่าในรายวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 29.59 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของทั้งประเทศ ซึ่งเมื่อทำ

การวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายข้อในข้อสอบ พบว่า นักเรียนได้คะแนนอยู่ในกลุ่มต่ำในส่วนของข้อสอบที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาและมีเนื้อหาในโจทย์ปัญหาค่อนข้างยาวและมีข้อมูลมาก โดยเฉพาะในเรื่องของ ปริมาตร พื้นที่ผิว อัตราส่วน (สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 9, 2558)

ลักษณะข้อสอบที่เป็นโจทย์ปัญหายังคงเป็นอุปสรรคของการทำข้อสอบของนักเรียนไทยในปัจจุบัน โดยเฉพาะข้อสอบที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง จะเป็นแนวทางการทดสอบและการประเมินผลของนักเรียนในระดับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) เป็นโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) PISA ประเมินคุณภาพการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศที่เข้าร่วมโครงการ โดยมีการศึกษาว่าระบบการศึกษาของแต่ละประเทศได้เตรียมความพร้อมให้กับประชาชน สำหรับการใช้ชีวิต และการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตเพียงพอหรือไม่ PISA ไม่เน้นการประเมินความรู้ของผู้เรียนที่กำลังเรียนอยู่ในห้องเรียนโดยตรง แต่เน้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้อง กับชีวิตจริงสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการใช้ชีวิตในสังคมยุคใหม่ เพื่อการศึกษาต่อในระดับสูง การงานอาชีพ และการดำเนินชีวิต ซึ่งผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในประเทศไทยในปี 2012 นักเรียนไทยมีคะแนนอยู่ที่ 427 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 494 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ดังนั้นจะพบว่าประเทศไทยมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบเมื่อเทียบกับประเทศสมาชิก และพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายของการประเมินคือนักเรียนที่อยู่ระหว่างช่วงอายุ 14 ปี 6 เดือน ถึง 15 ปี 6 เดือน เป็นกลุ่มที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 - ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับและกำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับเช่นกัน

นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนในปัจจุบัน โดยผู้วิจัยได้ทำการสังเกตนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนในปีการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มีนักเรียนร้อยละ 10 ของห้องที่ยังขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะโจทย์ปัญหา ลักษณะที่มีข้อมูลมาก หรือโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนของปัญหา ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในกลุ่มที่ขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้ไม่สามารถทำความเข้าใจข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แยกแยะข้อมูล และบูรณาการข้อมูลได้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เมื่อนักเรียนไม่สามารถสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้จึงทำให้ไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ปัญหารองลงมาคือนักเรียนไม่สามารถเลือกใช้ กฎ สูตร หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา ตามเนื้อหาและข้อมูลที่โจทย์ปัญหากำหนด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และไม่สามารถบูรณาการความรู้ที่ครูสอนไปแล้วมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้

จากประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้นกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการทดสอบของการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) การประเมินผลของนักเรียนในระดับ

นานาชาติ หรือ PISA และจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่านักเรียนไทยมีสาเหตุของปัญหาที่คล้ายคลึงกับนักเรียนในประเทศอื่นๆ ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุของการเกิดปัญหานี้มาจากสาเหตุที่สำคัญดังนี้

1. นักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา ขาดความรู้ความเข้าใจในกฎ สูตร นิยาม และสมบัติ ที่สำคัญในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับ Lynn (1993) ที่ได้บอกถึงอุปสรรคหนึ่งของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จคือ นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ

2. นักเรียนขาดทักษะและความสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่น การทำความเข้าใจปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การคำนวณ การคิด การให้เหตุผล การเชื่อมโยง การสื่อสารสื่อความหมาย การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ Movshovitz – Hadar และคณะ (1987) กล่าวถึงปัญหาที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องเนื่องจาก นักเรียนขาดทักษะที่สำคัญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นทักษะการดำเนินการแก้ปัญหา ขาดทักษะการคำนวณ ขาดทักษะการให้เหตุผล ขาดทักษะการตรวจสอบ ซึ่ง อัมพร ม้าคนอง (2536) ได้กล่าวถึงข้อผิดพลาดของนักเรียนที่ทำให้ นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านการตีความจากโจทย์ 2) ด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยามและสมบัติ 3) ด้านการคิดคำนวณ โดยที่ Mayer (2003) กล่าวถึงทักษะที่เป็นความสามารถพื้นฐานของการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วย 4 ทักษะ คือ 1) ทักษะการแปลความโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 2) ทักษะการบูรณาการข้อมูลจากโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ 3) ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา 4) ทักษะการดำเนินการตามแผน

3. นักเรียนไม่สามารถประยุกต์องค์ความรู้ที่ได้รับในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ หรือในชีวิตจริงได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Lynn (1993) ที่ได้แสดงความคิดเห็นว่า การขาดประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาในบริบทต่างๆ ที่หลากหลาย จึงทำให้นักเรียนติดกับกรอบของการแก้โจทย์ปัญหาแบบที่ตนเองคุ้นเคย และไม่สามารถประยุกต์การแก้โจทย์ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆได้

จากรายงานผลการทดสอบดังกล่าว และการสรุปปัญหาข้างต้น เห็นได้ว่านักเรียนยังมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอ ทั้งในเรื่องของความรู้พื้นฐาน การคิด การแก้ปัญหา และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

ดังนั้น ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Word Problem Solving) ของนักเรียน จึงเป็นสิ่งที่ต้องเร่งพัฒนา และส่งเสริมให้เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่จะสามารถเผชิญปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องอาศัยความคิดรวบยอด ความรู้ ประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาและเทคนิควิธีที่หลากหลายเพื่อที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และความชำนาญ ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการ

แก้ปัญหา การตรวจสอบคำตอบ และการขยายปัญหา Contreras (2005) กล่าวว่า “การที่นักเรียนจะแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นการเรียนคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีเนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่จำเป็นในวิชาคณิตศาสตร์” ทำให้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดองค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะที่สำคัญที่เป็นจุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลังจากที่นักเรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยนักเรียนจะต้อง นำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต การศึกษาต่อ ทำให้นักเรียนมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับ Kennedy and Tipps (1994) ที่กล่าวว่าทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นจุดเน้นสำคัญในหลักสูตรและเป็นเป้าหมายพื้นฐานในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหา จึงทำให้การแก้ปัญหาเป็นมาตรฐานหนึ่งของสาระที่ 6 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จากการศึกษากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักการศึกษาหลายท่าน มุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ได้คำตอบตามปัญหาที่โจทย์ปัญหานั้นๆ ต้องการ ซึ่งเป็นเพียงการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้เท่านั้น แต่ไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาที่พบเจอในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ซึ่งนักเรียนจะยึดติดกับลักษณะของโจทย์ปัญหาและแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่ครูสอนหรือในแบบฝึกหัดที่เคยเรียนมาเท่านั้น เมื่อนักเรียนเจอโจทย์ปัญหาใหม่ในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่เคยพบเห็น นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ ประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ดังนั้นจึงถือว่านักเรียนยังขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันตามจุดเน้นของทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 อย่างแท้จริง (Troutman & Lichtenberg, 1995; Burris, 2010)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอน

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอน ได้แก่ แนวคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing) และแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics Thinking) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing)

แนวคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing) เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันโดยครูผู้สอนควรมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาและตั้งโจทย์ปัญหาหรือประเด็นปัญหาที่นักเรียนได้เผชิญและพบเห็นอยู่ในชีวิตประจำวันหรือรอบๆ ตัวของผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับประเด็นปัญหาหรือโจทย์ปัญหานั้นๆ ดังนั้นแนวคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing) จึงสามารถ

นำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยที่การตั้งปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นส่วนประกอบสำคัญในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ (Kilpatrick, 1987) ซึ่งในปัจจุบันได้เน้นให้นักเรียนมีโอกาสในการตั้งปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากการศึกษางานวิจัยของ English and Hoalford (1995) Stoyanova (1998) และ Winograd (1991) พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนตั้งปัญหาเป็นวิธีหนึ่งในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและทัศนคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวต้องเริ่มจากความมุ่งมั่นในการปรับสร้างสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการตั้งปัญหาในห้องเรียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยครูผู้สอนต้องหาวิธีการที่จะช่วยนักเรียนสามารถตั้งปัญหาที่มีความหมาย และมีความซับซ้อน ดังนั้นจึงจำเป็นที่ครูจะต้องให้การสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการตั้งปัญหาในชั่วโมงเรียน ซึ่งเมื่อครูและนักเรียนร่วมกันตั้งปัญหาที่มีความหมายเกี่ยวกับสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานั้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจข้อมูลในสถานการณ์หรือในปัญหามากขึ้น เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ คุณครูสามารถใช้การตั้งปัญหาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนที่กำลังดำเนินการแก้ปัญหาที่มีทิศทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ใช้ในการพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อยลง

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่ จากสถานการณ์ นิยาม ข้อความ วัตถุ และจากการปรับเปลี่ยนโจทย์ปัญหาเดิมที่มี หรือเป็นการตั้งคำถาม ซึ่งเป็นคำถามย่อยๆ ที่มีความหมายและเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยจะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำมาซึ่งแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ โดยการตั้งปัญหาสามารถจัดเป็นกิจกรรมได้ทั้งของครูและนักเรียน (Mamona-Down, 1997; Silver, 1993, 1994, 2004; Stoyanova, 1996; Adu – Elwan, 1999; สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา, 1991; Cai & Hwang, 2002; English, 2003; Silver & Cai, 1996; Lewis, 1998; Lavy & Shriki, 2010; Mishra & Iyer, 2013)

แนวคิดการตั้งปัญหา (Problem Posing) ได้มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่ง Kilpatrick (1987) ได้ระบุว่า การตั้งปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้เป็นเป้าหมายหรือเป็นวิธีสำหรับการเรียนการสอนได้อย่างดี วิธีการตั้งปัญหาเป็นเป้าหมายของการเรียนการสอน ซึ่งจะเรียกร้องให้นักเรียนตอบสนองต่อคำถามหรือปัญหาแบบต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Mishra and Iyer (2013) ที่ได้กล่าวว่าการตั้งปัญหา เป็นการสร้างปัญหาหรือคำถาม โดยครูผู้สอนควบคู่กับผู้เรียน ซึ่งสามารถนำมาเป็นกลยุทธ์การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนการสอนที่มีความซับซ้อนในวิชาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ ซึ่งศักยภาพของการตั้งปัญหาจะสามารถตีแผ่ความรู้ และการนำมาใช้เป็นกลยุทธ์การเรียนการสอน และสามารถนำมาเป็นเครื่องมือประเมินผลในหลักสูตรได้ด้วย ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาในชั้นเรียน ครูจะต้องเป็นบุคคลที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอน และสร้างแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามแนวทางที่ครูกำหนดไว้ โดยใช้การตั้งปัญหาจากสถานการณ์ การสร้างคำถามย่อยๆ การกำหนดสถานการณ์ หรือการสร้างปัญหาปลายเปิด โดยครูจะต้องให้กำลังใจและสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนในการตั้งปัญหาใหม่ๆ อยู่สม่ำเสมอ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม และ

เกิดการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มของตนเอง หรือในห้องเรียน (Lowire, 2002) ดังนั้น การเลือกสถานการณ์หรือปัญหาที่มีคุณภาพเพื่อให้เกิดการตั้งปัญหา ควรเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ นักเรียนไม่ทราบวิธีการแก้ปัญหาในทันที แต่ต้องใช้ความเข้าใจของนักเรียนในการแก้ปัญหา โดย ลักษณะและสถานการณ์ควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนสามารถพบเห็นและ เข้าใจได้ เป็นสถานการณ์ที่ไม่ไกลตัวนักเรียนจนเกินไป (Perrin, 2007) โดยใช้การพิจารณาด้วยหลัก คณิตศาสตร์ นำมาซึ่งกิจกรรมการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา นอกจากนี้การตั้งปัญหายังเป็น ส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์กันของกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของกิจกรรม คณิตศาสตร์ (Kilpatrick, 1987) โดยการตั้งโจทย์ปัญหาไม่จำกัดเพียงการสร้างโจทย์ปัญหาใหม่จาก สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ หรือ การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข แต่การตั้งโจทย์ปัญหายัง นำมาซึ่งการปรับเปลี่ยนปัญหาที่กำหนดให้ และการสรรหาวิธีแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่ จึงกล่าวได้ว่าการ ตั้งปัญหาและการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กัน (Silver, 1994; Cai & Hwang, 2002; English, 2003; Silver & Cai, 1996; Lewis, 1998) โดยในทางวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการตั้งปัญหาที่ ดี มากกว่าการค้นพบแนวทางแก้ไขปัญหา (Einstein & Infeld, 1938; Cai & Hwang, 2003) โดย สามารถสรุปหลักการของแนวคิดการตั้งปัญหาที่สำคัญดังนี้

1. มีการกำหนดสถานการณ์ที่หลากหลาย หรือแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ให้กับนักเรียน ได้ทำกิจกรรมตั้งปัญหา
2. ใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการสร้างปัญหา หรือคำถาม จากสถานการณ์ ที่กำหนด
3. การตั้งปัญหาหรือคำถามอาจทำได้ใน 3 ระยะ ของการแก้ปัญหา คือ ก่อนการ แก้ปัญหา ระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา และระยะหลังการแก้ปัญหา
4. ให้ความสำคัญกับการตั้งโจทย์ปัญหามากกว่าการคำนวณหาค่าของคำตอบจาก โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น
5. การทำงานเป็นกลุ่มทำให้ได้ปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่มีความหลากหลาย
6. การตั้งปัญหาเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนนั้น มีความสามารถในการแก้ปัญหา

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหา (Problem Posing) จะช่วย ส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดที่มีความยืดหยุ่น คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่ง พฤติกรรมการดังกล่าวจะส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และยังทำให้เห็นแนวคิดที่ชัดเจนในปัญหา มากยิ่งขึ้น (Sheffield, 2003) สอดคล้องกับ Lavy and Shriki (2010) ที่กล่าวว่า การตั้งปัญหา จะช่วย ส่งเสริมกระบวนการคิดที่หลากหลายและยืดหยุ่น เพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหา เปิดกว้างทัศนคติของ วิชาคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ในการเรียนในห้องเรียนสู่บริบทชีวิต จริง ส่งเสริมทักษะการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และทำให้แนวคิดพื้นฐานต่างๆกระจ่าง ชัดเจนมากขึ้น พร้อมทั้งทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาและอยากเข้ามามีส่วนร่วม ในการศึกษาของตนเองมากขึ้น

2. แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics Thinking)

แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics Thinking) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในลักษณะของสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนของข้อมูลมาก คือ การสอนตามแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics Thinking) ซึ่งการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics Thinking) จัดเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ โดยที่ Armstrong (1998) ได้กล่าวถึง ฮิวริสติกส์ (Heuristics) ว่าเป็นแนวทางที่ใช้แก้ไขปัญหามีความซับซ้อน เป็นปัญหาที่มีข้อมูลมาก และข้อมูลไม่ครบถ้วน มีตัวแปรที่ทราบค่าไม่แน่นอน เนื่องจากการแก้ปัญหาโดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์โดยแท้จริงแล้วก็คือ การแก้ไขปัญหโดยอาศัยกฎเกณฑ์ง่าย ๆ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ในการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกันในอดีต และกระบวนการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา จึงทำให้การแก้ปัญหามีความรวดเร็วมากขึ้น ดังนั้นแนวคิดฮิวริสติกส์ (Heuristics) จึงเป็นวิธีการต่างๆ ที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาต่างๆ ให้ประสบความสำเร็จด้วยตัวเอง ช่วยให้แต่ละคนทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ดีขึ้น และช่วยให้เกิดความเข้าใจกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา เพื่อสร้างแนวทางไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Novak & Gowin, 1984; Moustakas, 1990; Schoenfeld, 1995; Sheffield, 2009; Polya, 1973; Rubinstein, 1986; Mayer, 2003)

แนวคิดที่สำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ คือ วิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการคิด พิจารณาประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคล ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการแก้ เพื่อจัดระบบข้อมูลเหล่านั้นในการนำมาใช้แก้ปัญหาของแต่ละบุคคล (Leinhardt & Schwarz, 1997; Floyd, 2002; Sheffield, 2003, 2005; Robinson & Hutchinson, 2014) โดยสามารถสรุปหลักการของแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่สำคัญดังนี้

1. แต่ละบุคคลมีวิธีการคิดที่แตกต่างกัน บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. การทำความเข้าใจข้อมูล ทำได้โดยการพิจารณาข้อมูล และเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ
3. การวิเคราะห์ข้อมูล ทำได้โดยการสำรวจ แยกแยะข้อมูล และตรวจสอบความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนระหว่างข้อมูลข้อมูลของปัญหา เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหา
4. ทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาควรมีการประเมินในทุกๆ ขั้นตอนอย่างสม่ำเสมอ
5. การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการสื่อสาร ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายช่วยให้ได้แนวความคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
6. การขยายความรู้โดยการตั้งปัญหาใหม่จากปัญหาหรือสถานการณ์ จะทำให้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และตรวจสอบแนวคิดในสิ่งที่นักเรียนค้นพบ

แนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ข้างต้น ได้มีการนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีการคิดพิจารณา สังเกต ตรวจสอบโดยใช้การตัดสินใจของตนเอง ในการเชื่อมโยงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ในลักษณะที่เป็นระบบ โดยการสำรวจข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ แนวคิดของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือข้อมูลของปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจค้น เพื่อจัดระบบข้อมูลนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญทำให้นักเรียนเข้าใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างอิสระ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนขยายกรอบความคิดของตนเองได้ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง (Sheffield, 2003, 2005; Robinson & Hutchinson, 2014; Leinhardt & Schwarz, 1997; Floyd, 2002) สอดคล้องกับ Lawspet (2008, 2010) และ Armstrong (2010) ที่ได้ระบุข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ไว้ว่าเป็นการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง อีกทั้งสามารถพัฒนานิสัยการสืบค้นสำรวจค้นหา และช่างสังเกตของตนเอง พัฒนานิสัยการเรียนรู้ด้วยตนเองและกำหนดทิศทางด้วยตนเอง พัฒนาทัศนคติต่อการเรียนของนักเรียน ให้เคารพการตัดสินใจและการทดลองทำอย่างเห็นได้จริง เป็นการเรียนรู้ทางด้านจิตวิทยาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำ เป็นกิจกรรมสามารถทำให้เสร็จได้ที่โรงเรียน ผู้สอนไม่ต้องกังวลเรื่องการส่งงาน สร้างความเข้าใจที่ชัดเจนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย แสดงถึงความตั้งใจและความมุ่งมั่นรายบุคคล และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและนักเรียน แต่ก็มีข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ซึ่งพบว่า ใช้เวลานาน จึงยากต่อการควบคุมเนื้อหาในหลักสูตร เหมาะกับชั้นเรียนขนาดเล็ก ครูผู้สอนมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอน วิธีการนี้ผู้สอนจะต้องมีการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี ไม่เหมาะสำหรับนักเรียนใหม่ ซึ่งในระยะแรกต้องได้รับการชี้แนะที่มากพอ ไม่เช่นนั้นอาจจะไม่ชอบวิชานั้นไปเลย และการจัดประเภทปัญหาหรือการสรุปปัญหาเป็นเรื่องยากที่ต้องใช้ทักษะและการฝึกฝน

องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีองค์ประกอบต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์ สอดคล้อง และส่งเสริมซึ่งกันและกัน ได้แก่ หลักการวัตถุประสงค์ และขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หลักการของกระบวนการเรียนการสอน

หลักการของกระบวนการเรียนการสอนแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้มาจากการบูรณาการสาระสำคัญของแนวคิดการตั้งปัญหา และแนวคิดการคิดแบบฮิวริสติกส์ แล้วพัฒนา

เป็นหลักการทำงานของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งหลักการของกระบวนการเรียนการสอนมี 6 ประการ ดังนี้

หลักการของกระบวนการเรียนการสอน

หลักการของกระบวนการเรียนการสอนแนวความคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบอิวิริสติกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้มาจากการบูรณาการสาระสำคัญของแนวความคิดการตั้งปัญหา และแนวความคิดการคิดแบบอิวิริสติกส์ แล้วพัฒนาเป็นหลักการของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งหลักการของกระบวนการเรียนการสอนมี 6 ประการดังนี้

1) หลักการตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้

การตั้งปัญหาโดยใช้สถานการณ์ หรือแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ส่งเสริมให้นักเรียนมีการทบทวนความรู้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ของตนเองที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ได้

2) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับเชื่อมโยงข้อมูลและทำความเข้าใจข้อมูล

การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชื่อมโยงของข้อมูลต่างๆในสถานการณ์ที่กำหนดให้ สามารถส่งเสริมให้ทำความเข้าใจข้อมูลในสถานการณ์ พิจารณาข้อมูลและสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้

3) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับการแยกแยะข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการแยกแยะข้อมูลของปัญหา และสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับ สามารถส่งเสริมให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา เพื่อนำมาใช้ในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา

4) หลักการตั้งปัญหาเพื่อส่งเสริมการคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ในระหว่างการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

การตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ในระหว่างการวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและคำตอบ สามารถส่งเสริมให้เกิดการพิจารณาความสมเหตุสมผลของแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบ

5) หลักการแก้โจทย์ปัญหาโดยการทำงานเป็นกลุ่ม

การทำงานเป็นกลุ่มจะส่งเสริมให้มีแนวทางในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย บนพื้นฐานของความรู้ความสามารถของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม

6) หลักการขยายปัญหา

การตั้งปัญหาใหม่ เป็นการสร้างปัญหาใหม่จากสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยขยายความรู้และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 3 ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบอิสระความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มซึ่งใช้การตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา

เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาและให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 29 แสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอน

ขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
<p>1. ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยง ความรู้เดิม</p>	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้ นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมใน เรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียนเพิ่มเติม และเตรียม ความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้ เรียนเพิ่มเติม โดยครูตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวน ความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเรื่องที่จะเรียน เพิ่มเติม และเตรียมความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับ ความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนเพิ่มเติม</p>
	<p><u>บทบาทครู</u> -ครูตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นฐานความรู้เดิมที่ได้เรียน ไปไปแล้ว และเป็นความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะเรียนต่อไป -ครูตั้งปัญหาหรือคำถามย่อยๆเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวน ความรู้เดิม -ครูมีการสรุปความรู้เดิมที่สำคัญและจำเป็นที่ต้องใช้ในการ เรียนเนื้อหาใหม่</p>
	<p><u>บทบาทนักเรียน</u> -นักเรียนศึกษาและดำเนินการแก้ปัญหาที่ครูตั้งขึ้น เพื่อ ทบทวนความรู้ของตนเอง -นักเรียนมีการตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามขึ้นในชั้นเรียนเพื่อ ประกอบการคิดทบทวนความรู้เดิมของตนเอง และตรวจสอบ ความรู้เดิมของตนเองว่ามีความถูกต้องหรือไม่ -นักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญของความรู้เดิมใช้ในการ เรียนเนื้อหาใหม่</p>

ขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
2. ช้่นนำเสนอเนื้อหาใหม่	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน ซึ่งครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว โดยครูสอนเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียนโดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งปัญหาเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับจากเนื้อหาใหม่ และเกิดการคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ตนเองเคยได้เรียนมาแล้ว</p>
	<p><u>บทบาทครู</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของแต่ละคาบให้กับนักเรียนโดยใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย -ครูใช้รูปแบบการสอน เทคนิคการสอน และกลวิธีการสอนอย่างหลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระในแต่ละคาบ -ครูใช้การตั้งปัญหา หรือการตั้งคำถามย่อยๆ ประกอบการดำเนินการสอนเนื้อหาสาระใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ และสามารถคิดเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่ตนเองมี
	<p><u>บทบาทนักเรียน</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและข้อมูลใหม่ที่ตนเองได้รับ -นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ตนเองได้รับกับพื้นฐานความรู้เดิมที่มี -นักเรียนมีการตั้งปัญหา หรือประเด็นคำถามย่อยๆ เพื่อประกอบการคิดเชื่อมโยงความรู้ของตนเอง การทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ และตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

ขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
<p>3. ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและ ทำความเข้าใจปัญหา</p>	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์และร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียน จากสถานการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา โดยครูและนักเรียนใช้การตั้งคำถามในการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้</p>
	<p>บทบาทครู</p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูกำหนดสถานการณ์ทั่วไปจากสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา -ครูใช้กลวิธีในการให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยการให้ทุกคนตั้งโจทย์ปัญหาแล้วเขียนใส่ในกระดาษ -ครูตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น
	<p>บทบาทนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนทำการศึกษาโจทย์ปัญหาปลายเปิดที่ครูกำหนดให้ -นักเรียนทุกคนตั้งโจทย์ปัญหาแล้วเขียนลงในกระดาษ -นักเรียนทั้งห้องช่วยกันคัดเลือกโจทย์ปัญหาจากที่นักเรียนทุกคนตั้งขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อนำมาเป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนทั้งห้องต้องดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะมีปัญหาย่อยๆ ได้หลายปัญหา -นักเรียนตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อประกอบการคิดเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจข้อมูล และคิดแยกแยะข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ของโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น

ขั้นตอนของ กระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
<p data-bbox="316 674 651 763">4. ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการ แก้ปัญหา</p>	<p data-bbox="675 439 1361 1099">เป็นขั้นตอนเพื่อให้ นักเรียนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูได้จัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน แบบคละความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งใช้การตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อหาข้อสรุปของการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม แล้วเขียนข้อสรุปของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ</p>
	<p data-bbox="675 1122 799 1155"><u>บทบาทครู</u></p> <ul data-bbox="675 1167 1361 1480" style="list-style-type: none"> -ครูจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถกลุ่มละ 3 -5 คน -ครูจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำกิจกรรม เช่น กระดาษโปสเตอร์ ดินสอสี -ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรม และควบคุมชั้นเรียนให้เป็นที่เรียบร้อย -ครูสังเกตนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
	<p data-bbox="675 1507 858 1541"><u>บทบาทนักเรียน</u></p> <ul data-bbox="675 1552 1361 2018" style="list-style-type: none"> -นักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ครูกำหนดให้ -นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลที่ได้รับมาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา -นักเรียนตั้งคำถาม ในการคิดเพื่อประเมินเกี่ยวกับการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ -หาข้อสรุปและคัดเลือกวิธีในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีประสิทธิภาพของกลุ่มเพื่อเตรียมนำเสนอ

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน	รายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการเรียนการสอน
5. ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา	<p>เป็นขั้นตอนเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาในโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น และร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน พร้อมทั้งตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่ เพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันตั้งขึ้น จากนั้นครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาเพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และให้นักเรียนทุกคนในห้องตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเดิม และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวเพื่อขยายแนวคิดและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p><u>บทบาทครู</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา -ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายในการหาข้อสรุปของแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ -ครูเป็นผู้นำในการอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การตั้งปัญหาในการกระตุ้นให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์สำคัญที่ได้รับ -ครูนำเสนอแนวทางหรือกลวิธีในการตั้งปัญหาเพื่อเป็นแบบอย่างในการตั้งปัญหาของนักเรียน -ครูให้กำลังใจและส่งเสริมให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อให้นักเรียนขยายแนวคิดของสิ่งที่ตนเองได้รับ <p><u>บทบาทนักเรียน</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา -นักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางในทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้น -นักเรียนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปของสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและการแก้โจทย์ปัญหา -นักเรียนแต่ละคนตั้งโจทย์ปัญหาขึ้นมาใหม่เพื่อขยายแนวคิดของสิ่งที่ตนเองได้รับและตรวจสอบข้อสรุปของแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา

2. ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตารางที่ 30 แสดงค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินกระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่					ค่า IOC	สรุป
	1	2	3	4	5		
ประเด็นที่ 1 การประเมินกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์							
1. ความเป็นมาของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน							
1.1. มีการเขียนบรรยายความเป็นมาของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงถึงสภาพปัญหาของสิ่งที่ต้องการพัฒนา โดยชี้ให้เห็นถึงเหตุผลและความสำคัญจำเป็นในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนขึ้น	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
1.2 ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนมีการศึกษาข้อมูลและทำการวิเคราะห์ประเด็นของการศึกษาตัวแปรอย่างชัดเจน และเป็นระบบ	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
1.3 ความเป็นไปได้ของการนำแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	0	+1	0.8	ใช้ได้
2. ด้านแนวคิดที่เกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน							
2.1 แนวคิดที่ใช้สอดคล้องกับสภาพปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2.2 มีการเขียนบรรยาย โดยการสรุปและวิเคราะห์แนวคิดอย่างเป็นระบบ และมีความชัดเจน ทำให้เข้าใจแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
2.2 แนวคิดที่นำมาใช้มีความเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3. ด้านองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน							
3.1 หลักการของกระบวนการเรียนการสอน							
- หลักการของกระบวนการเรียนการสอนมีความชัดเจน สามารถทำให้เห็นจุดเน้นของกระบวนการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
- หลักการของกระบวนการเรียนการสอนมีความสอดคล้องของแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนา	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
- หลักการของกระบวนการมีการวิเคราะห์และบูรณาการของแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้อย่างครอบคลุมและเป็นระบบ	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่					ค่า IOC	สรุป
	1	2	3	4	5		
3.2 วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน							
- วัตถุประสงค์มีความชัดเจน และแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
- วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับหลักการของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
- วัตถุประสงค์มีความสำคัญและจำเป็นต่อผู้เรียนในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3.3 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน							
- ขั้นตอนการเรียนการสอนมีความเหมาะสมและสอดคล้องกันอย่างต่อเนื่อง	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
- ขั้นตอนการเรียนการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
- ขั้นตอนการเรียนการสอนสะดวก และความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการสอนได้จริง	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
- ขั้นตอนการเรียนการสอนระบุ แนวทางในการทำกิจกรรม และบทบาทของครู นักเรียนได้เหมาะสม	0	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
- มีการเชื่อมโยงกันระหว่าง หลักการของแนวคิด หลักการของกระบวนการ ขั้นตอนของกระบวนการ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
ประเด็นที่ 2 การประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและมีความสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3. สำคัญ/สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
4. กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
5. กิจกรรม เหมาะสม และสอดคล้องกับช่วยวัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
6. กิจกรรมมีความง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
8. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสมต่อการเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	0	+1	0.8	ใช้ได้
9. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
10. วิธีการวัดผลเครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรม	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง สถิติ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

จำนวน 2 คาบ คาบละ 50 นาที

ผู้สอน นายกฤษฎา วรพิน

1. สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวชี้วัด 2 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐานและฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

2. สาระการเรียนรู้ย่อย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

3. สาระสำคัญ

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ จำนวนที่ได้จากการหารผลบวกของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูล โดยค่าเฉลี่ยเลขคณิตอาจเรียกสั้นๆว่า ค่าเฉลี่ย ใช้สัญลักษณ์ \bar{X}

2. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยทั่วไป แบ่งข้อมูลเป็น 2 วิธีคือ ข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ และข้อมูลที่ได้แจกแจงความถี่

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

- อธิบายความหมายและขั้นตอนการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้อง
- แสดงตัวอย่างการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง
- บอกขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้อย่างถูกต้อง

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

- แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้อย่างถูกต้อง และสมบูรณ์
- ดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ

ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

- มีความละเอียดรอบคอบในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา และซื่อสัตย์ในการทำเอกสารฝึกทักษะ
- มีความกล้าแสดงออกในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
- สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

5. สาระการเรียนรู้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เป็นค่ากลางของข้อมูลที่นิยมใช้กันมากที่สุด เหมาะกับข้อมูลที่มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอหรือค่าของข้อมูลไม่แตกต่างกันมากนัก

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ จำนวนที่ได้จากการหารผลบวกของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูล โดยค่าเฉลี่ยเลขคณิตอาจเรียกสั้นๆว่า ค่าเฉลี่ย ใช้สัญลักษณ์ \bar{X}

3. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยทั่วไป แบ่งข้อมูลเป็น 2 วิธีคือ ข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ และข้อมูลที่แจกแจงความถี่(แบบไม่เป็นอันตรภาคชั้น)

1) การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่หรือข้อมูลดิบสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้โดยการนำข้อมูลทุกค่ามารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดมีดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

โดยที่ \bar{x} แทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

x_i แทน ข้อมูลตัวที่ i

n แทน ขนาดของตัวอย่าง

2) การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่(แบบไม่เป็นอันตรภาคชั้น) สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i}{n}$$

โดยที่ \bar{x} แทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

x_i แทน $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$ เป็นค่าของข้อมูลตัวที่ 1, 2, 3, ..., i

f_i แทน $f_1, f_2, f_3, \dots, f_k$ เป็นความถี่ของข้อมูลแต่ละตัวตามลำดับ

n แทน ขนาดของตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของห้องพยาบาลในการมารับการบริการจากห้องพยาบาลในวันจันทร์ที่ผ่านมาพบว่ามึนักเรียนเข้ารับการบริการ 12 คน โดยมีอายุดังต่อไปนี้ 11 , 12, 15, 16, 17, 13, 12, 16, 12, 14, 14 และ 18 ปี อยากทราบว่าถ้าเจ้าหน้าที่ห้องพยาบาลของโรงเรียนคนนี้นำประชากรใหม่ นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าข้อมูลที่เจ้าหน้าที่พยาบาลได้จดบันทึกไว้ในทางสถิติเรียกว่าข้อมูลชนิดใด และถ้าเจ้าหน้าที่ห้องพยาบาลต้องการเก็บสถิติแต่ละวันให้เป็นระบบควรทำอย่างไร

ตอบ ข้อมูลดังกล่าวเรียกว่าข้อมูลดิบ หรือ ข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ โดยสามารถสร้างตารางแจกแจงความถี่ได้ดังนี้

อายุ (ปี)	รอยขีดแสดงจำนวนครั้ง	ความถี่
11	I	1
12	III	3
13	I	1
14	II	2
15	I	1
16	II	2
17	I	1
18	I	1
รวม		12

ตัวอย่างที่ 2 คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน 10 คน เป็นดังนี้ 5, 7, 10, 6, 5, 4, 4, 8, 5, และ 6 จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียน 10 คนนี้

วิธีทำ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนี้คือ

$$\frac{5+7+10+6+5+4+4+8+5+6}{10} = \frac{60}{10} = 6 \text{ คะแนน}$$

ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้เป็น 6 คะแนน

ตอบ 6 คะแนน

ตัวอย่างที่ 3 พัชรสำรวจเงินค่าอาหารกลางวันของนักเรียนสองกลุ่ม กลุ่ม A จำนวน 10 คน และกลุ่ม B จำนวน 15 คน พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เงินเป็นค่าอาหารกลางวันโดยเฉลี่ยดังนี้

นักเรียนกลุ่ม A ใช้เงินเฉลี่ยคนละ 27.20 บาท

นักเรียนกลุ่ม B ใช้เงินเฉลี่ยคนละ 15.40 บาท

จงหาว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มจำนวน 25 คน ใช้เงินเฉลี่ยคนละเท่าไร

วิธีทำ เนื่องจากนักเรียนกลุ่ม A จำนวน 10 คน ใช้เงินเฉลี่ยคนละ 27.20 บาท

ดังนั้นนักเรียนกลุ่ม A จำนวน 10 คน ใช้เงินค่าอาหารกลางวันรวม $10 \times 27.20 = 272$ บาท

เนื่องจากนักเรียนกลุ่ม B จำนวน 15 คน ใช้เงินเฉลี่ยคนละ 15.40 บาท

ดังนั้นนักเรียนกลุ่ม B จำนวน 15 คน ใช้เงินค่าอาหารกลางวันรวม $15 \times 15.40 = 231$ บาท

จะได้ว่าค่าเฉลี่ยของเงินค่าอาหารกลางวันของนักเรียน 25 คน เป็น $\frac{272+231}{25} = \frac{503}{25} = 20.12$ บาท

ดังนั้น นักเรียนทั้งสองกลุ่มจำนวน 25 คน ใช้เงินค่าอาหารกลางวันเฉลี่ยคนละ 20.12 บาท

ตอบ 20.12 บาท

ตัวอย่างที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มหนึ่งซึ่งมี 7 คน เป็น 52.7 กิโลกรัม เมื่อรวมน้ำหนักของ
 ปรีชาเพิ่มอีก จำทำให้น้ำหนักเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 8 คน นี้เป็น 54 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของปรีชา

วิธีทำ เนื่องจาก นักเรียน 7 คน มีน้ำหนักเฉลี่ย 52.7 กิโลกรัม

ดังนั้น นักเรียน 7 คน มีน้ำหนักรวม เท่ากับ $7 \times 52.7 = 368.9$ กิโลกรัม

และเนื่องจาก นักเรียน 8 คน มีน้ำหนักเฉลี่ย 54 กิโลกรัม

ดังนั้น นักเรียน 8 คน มีน้ำหนักรวม เท่ากับ $8 \times 54 = 432$ กิโลกรัม

ดังนั้น น้ำหนักของปรีชาเท่ากับ $432 - 368.9 = 63.1$ กิโลกรัม

ตอบ 63.1 กิโลกรัม

6. กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ขั้นที่ 1 <u>ขั้นตั้งปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม</u></p> <p>1. ครูทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน โดยครูตั้งประเด็นปัญหาในตัวอย่างที่ 1 โดยกำหนดสถานการณ์ดังนี้ “ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของห้องพยาบาลในการเข้ารับบริการบริการจากห้องพยาบาลในวันจันทร์ที่ผ่านมาพบว่านักเรียนเข้ารับบริการ 12 คน โดยมีอายุดังต่อไปนี้ 11 , 12, 15, 16, 17, 13, 12, 16, 12, 14, 14 และ 18 ปี อยากทราบว่าถ้าเจ้าหน้าที่ห้องพยาบาลของโรงเรียนคนนี้มาประจำการใหม่นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าข้อมูลที่เจ้าหน้าที่พยาบาลได้จดบันทึกไว้ในทางสถิติเรียกว่าข้อมูลชนิดใด และถ้าเจ้าหน้าที่ห้องพยาบาลต้องการเก็บสถิติแต่ละวันให้เป็นระบบควรทำอย่างไร”</p> <p>2. ครูและนักเรียนตั้งปัญหาหรือคำถามย่อยๆ เกี่ยวกับสถานการณ์และร่วมกันตอบคำถามและอภิปราย ตัวอย่างคำถามเช่น</p> <p>1) “ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือจดบันทึกนั้นมีลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมเป็นอย่างไรบ้าง” (เก็บรวบรวมโดยจดข้อมูลทุกข้อมูลที่สังเกตได้ เรียกว่า ข้อมูลดิบ หรือข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ และการเก็บรวบรวมโดยนำข้อมูลดิบที่ซ้ำกันมาจัดกลุ่มของข้อมูลให้เป็นระบบโดยนับความถี่ของข้อมูล เรียกว่า ข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่)</p> <p>2) “ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของเจ้าหน้าที่ห้องพยาบาลในสถานการณ์ข้างต้น ข้อมูลที่เจ้าหน้าที่ได้จดบันทึกไว้มีลักษณะอย่างไร” (เป็นข้อมูลดิบ ที่มีการซ้ำกันของข้อมูล)</p> <p>3) “นักเรียนจะเห็นได้ว่าข้อมูลที่เจ้าหน้าที่ห้องพยาบาลได้จดบันทึกไว้มีข้อมูลบางส่วนที่ซ้ำกัน นักเรียนจะมีวิธีการแนะนำเจ้าหน้าที่พยาบาลอย่างไรในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้เป็นระบบ และมีวิธีการทำอย่างไร”(ใช้วิธีการสร้าง</p>	<p>ขั้นที่ 1 <u>ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐานและเตรียมความพร้อมในการเรียน</u></p> <p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมในเรื่องของข้อมูลและตารางแจกแจงความถี่</p> <p>2. ครูยกตัวอย่างที่ 1 บนกระดาน จากนั้นครูอธิบายและแสดงการสร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยครูใช้การถามตอบประกอบการทบทวนความรู้พื้นฐานในเรื่องของข้อมูลและตารางแจกแจงความถี่ที่เรียนไปเมื่อคาบที่แล้ว</p> <p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปนิเทศน์ของข้อมูลดิบหรือข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ และข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่ และวิธีการสร้างตารางแจกแจงความถี่</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ตารางแจกแจงความถี่)</p> <p>3. ครูใช้เวลาให้นักเรียนคิด ตั้งปัญหาหรือคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม และฟังคำอธิบายคำตอบของนักเรียน และให้นักเรียนออกมาสร้างตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลข้างต้น</p> <p>4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ของข้อมูลดิบหรือข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ และข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่ และวิธีการสร้างตารางแจกแจงความถี่</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่ของบทเรียน</p> <p>1. ครูยกตัวอย่างข้อความจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยครูยกข้อความพาดหัวข่าวในหนังสือพิมพ์ที่ระบุว่า “ในปัจจุบันประชากรของประเทศไทย ร้อยละ 65 ประสบปัญหาภาวะโรงอ้วน ซึ่งน้ำหนักโดยเฉลี่ยของประชากรไทยในปัจจุบันอยู่ที่ 85.59 กิโลกรัม เมื่อพิจารณาถึงภาวะสุขภาพ ประชากรกลุ่มที่มีภาวะโรคอ้วน มีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคต่างๆมากมาย เช่นโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น ดังนั้นกระทรวงสาธารณสุขจึงขอณรงค์ให้ประชากรไทยออกกำลังกายในทุกๆวันโดยเฉลี่ยอย่างน้อยวันละ 30 นาที”</p> <p>2. จากนั้นครูและนักเรียนตั้งปัญหาหรือคำถามเกี่ยวกับข้อความพาดหัวข่าวดังกล่าวว่า โดยร่วมกันตอบคำถามและอภิปราย ตัวอย่างคำถามเช่น</p> <p>1) “จากข้อความพาดหัวข่าวนี้ มีข้อความที่ระบุคำว่า โดยเฉลี่ย นักเรียนคิดว่าคำว่าโดยเฉลี่ยในข้อความดังกล่าวมีความหมายว่าอย่างไร” (เป็นค่ากลางของข้อมูลชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการหารผลบวกของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลที่พิจารณา)</p> <p>2) “เราเคยพบคำว่าโดยเฉลี่ย ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต จากแหล่งใดบ้าง และมีความความหมายเหมือนกันหรือไม่” (มีความหมายเหมือนกัน โดยสามารถพบคำนี้ได้จากสื่อโฆษณา หนังสือพิมพ์ ข้อมูลสารสนเทศของโรงพยาบาล เป็นต้น)</p> <p>3. ครูนำเสนอโมโนทัศน์ในเรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล โดยการอธิบายบนกระดาน</p> <p>4. ครูยกตัวอย่างที่ 2 บนกระดาน และอธิบายพร้อมดำเนินการแสดงวิธีทำให้นักเรียนพิจารณาและร่วมกันทำ</p> <p>5. จากตัวอย่างที่ 2 ครูตั้งปัญหาว่า “จากข้อมูล นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าข้อมูลมีการซ้ำกัน นักเรียนสามารถสร้างเป็นตารางแจกแจงความถี่ได้หรือไม่ และถ้าสร้างเป็นตารางแจกแจงความถี่แล้ว สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้อย่างไร” (สามารถสร้างเป็นตารางแจกแจงความถี่ และหา</p>	<p>ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่</p> <p>ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่พัฒนาโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2</p> <p>1. ครูนำเสนอบทเรียนโดยใช้การสนทนาและการถาม – ตอบ ประกอบการการอธิบายเพื่อให้ให้นักเรียนได้มโนทัศน์ในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต และการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต</p> <p>2. ครูยกตัวอย่างข้อความพาดหัวข่าวในหนังสือพิมพ์ที่ระบุว่า “ในปัจจุบันประชากรของประเทศไทย ร้อยละ 65 ประสบปัญหาภาวะโรงอ้วน ซึ่งน้ำหนักโดยเฉลี่ยของประชากรไทยในปัจจุบันอยู่ที่ 85.59 กิโลกรัม เมื่อพิจารณาถึงภาวะสุขภาพ ประชากรกลุ่มที่มีภาวะโรคอ้วน มีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคต่างๆมากมาย เช่นโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น ดังนั้นกระทรวงสาธารณสุขจึงขอณรงค์ให้ประชากรไทยออกกำลังกายในทุกๆวันโดยเฉลี่ยอย่างน้อยวันละ 30 นาที”</p> <p>3. จากนั้นครูถามนักเรียนว่า “คำว่า โดยเฉลี่ย ที่ปรากฏในข้อความมีความหมายว่าอย่างไร และนักเรียนเคยเห็นคำว่า โดยเฉลี่ย ค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยเลขคณิต ที่ใดบ้าง” (เป็นค่ากลางของข้อมูลชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการหารผลบวกของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลที่พิจารณา โดยสามารถพบคำนี้ได้จากสื่อโฆษณา หนังสือพิมพ์ ข้อมูลสารสนเทศของโรงพยาบาล เป็นต้น)</p> <p>4. ครูสอนเนื้อหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต และการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้คือ $(2 \times 4) + (3 \times 5) + (2 \times 6) + (1 \times 7) + (1 \times 8) + (1 \times 10)$</p> <p style="text-align: center;">10</p> <p>มีค่าเท่ากับ $\frac{60}{10} = 6$ คะแนน</p> <p>6. ครูกยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 บนกระดาน ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต ประกอบการอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูตั้งปัญหาหรือตั้งคำถามประกอบการแก้โจทย์ปัญหาดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม คืออะไร - ขั้นตอนของการวางแผนการแก้ปัญหา มีขั้นตอนอย่างไร - เราสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้อย่างไร - การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ/การสะท้อนคิดของวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา <p>7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด และตั้งปัญหาหรือคำถามเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และตรวจสอบความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับบทสนทนาของค่าเฉลี่ยเลขคณิต และการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ตัวอย่างคำถามเช่น</p>	<p>5. การครูกยกตัวอย่างที่ 2 แสดงให้นักเรียนได้ดูวิธีการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตประกอบการถาม-ตอบ และการอธิบาย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูถามนักเรียนว่า โจทย์ที่กำหนดให้มีข้อมูลลักษณะอย่างไร (ข้อมูลดิบ หรือข้อมูลที่ไมแจกแจงความถี่) - ครูถามนักเรียนว่า จากข้อมูลลักษณะดังกล่าวเรามีวิธีการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้อย่างไร (หาโดยใช้สูตรของการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบไม่แจกแจงความถี่) <p>6. ครูให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตัวอย่างข้อที่ 2 ครูชี้ให้นักเรียนสังเกตว่าข้อมูลมีการซ้ำกัน ดังนั้นครูและนักเรียนร่วมกันจัดระบบของข้อมูลโดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ และหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้คือ $(2 \times 4) + (3 \times 5) + (2 \times 6) + (1 \times 7) + (1 \times 8) + (1 \times 10)$</p>
<p style="text-align: center;">10</p> <p>มีค่าเท่ากับ $\frac{60}{10} = 6$ คะแนน</p> <p>7. ครูกยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 บนกระดาน ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต ประกอบการอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูและนักเรียนช่วยกันแก้โจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนอ่านโจทย์แล้วโจทย์ปัญหาบอกข้อมูลสำคัญและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาอะไรบ้าง และสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบคืออะไร - มีข้อมูลใดที่ต้องการเพิ่มเติมบ้าง - นักเรียนจะมีวิธีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร - นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานี้อย่างไร - นักเรียนสามารถตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบได้อย่างไร <p>ขั้นที่ 3 ขั้นเผชิญโจทย์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้เผชิญกับโจทย์ปัญหา และทำความเข้าใจข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลของโจทย์ปัญหานั้นๆ</p> <p>1. ครูแจกใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาที่ระบุสถานการณ์ปลายเปิดดังนี้ “นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 มีนักเรียนทั้งสิ้นจำนวน 18 คน มีคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 75 คะแนน ซึ่งในวันสอบสัมภาษณ์และชมพู่วยถ้าไม่นับคะแนนของสัมภาษณ์กับชมพู่วย คะแนนเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 80 คะแนน”</p> <p>2. จากนั้นครูและนักเรียนทั้งห้องร่วมกันตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ปลายเปิดดังกล่าว โดยครูให้แต่ละคนตั้งปัญหาโดยเขียนใส่กระดาษแล้วให้ช่วยกันคัดเลือกเพื่อเป็นโจทย์ปัญหาที่ดำเนินการแก้ปัญหาทั้งห้อง เช่น จากสถานการณ์ดังกล่าวอยากทราบว่าคะแนนเฉลี่ยของสัมภาษณ์และชมพู่วยเป็นเท่าไร</p>	<p style="text-align: center;">10</p> <p>มีค่าเท่ากับ $\frac{60}{10} = 6$ คะแนน</p> <p>7. ครูกยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 บนกระดาน ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต ประกอบการอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูและนักเรียนช่วยกันแก้โจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนอ่านโจทย์แล้วโจทย์ปัญหาบอกข้อมูลสำคัญและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาอะไรบ้าง และสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบคืออะไร - มีข้อมูลใดที่ต้องการเพิ่มเติมบ้าง - นักเรียนจะมีวิธีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร - นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานี้อย่างไร - นักเรียนสามารถตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบได้อย่างไร

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>3. นักเรียนทั้งห้องร่วมกันศึกษาข้อมูลโจทย์ปัญหาที่ร่วมกันตั้งขึ้น</p> <p>4. ครูและนักเรียนทั้งห้องร่วมกันตั้งประเด็นคำถามย่อยๆ เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลของโจทย์ปัญหา และทำลงในใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา ตัวอย่างเช่น</p> <p>1) “ข้อมูลสำคัญที่โจทย์กำหนดมาให้ และโจทย์ต้องการถามหาคืออะไร” (สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คือ นักเรียนจำนวน 18 คน มีคะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน ถ้าไม่คิดคะแนนของส้มกับชมพู คะแนนเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 80 คะแนน ซึ่งสิ่งที่โจทย์ต้องการถามคือ ส้มและชมพูได้คะแนนเฉลี่ยคนละเท่าไรได้บ้าง)</p> <p>2) “การที่ไม่คิดคะแนนของส้มกับชมพู แล้วคะแนนเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 80 คะแนน แสดงว่าจำนวนนักเรียนที่นำมาใช้ในการคิดค่าเฉลี่ยลดลงหรือไม่ และเหลือจำนวนนักเรียนที่ใช้คิดเท่าใด”(ลดลง เหลือจำนวนนักเรียน 16 คน)</p> <p>3) “มีข้อมูลใดบ้างที่สำคัญที่นักเรียนยังไม่ทราบและจะต้องดำเนินการหาเพื่อนำมาใช้ในการหาคะแนนเฉลี่ยของส้มและชมพู”(คะแนนรวมของนักเรียนจำนวน 18 คน และคะแนนรวมของนักเรียนที่ไม่นับส้มและชมพู)</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นเข้ากลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>1. ครูจัดกลุ่มนักเรียน และให้นักเรียนเข้ากลุ่มแบบคละความสามารถจำนวน 3 -5 คนต่อกลุ่ม</p> <p>2. นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลที่ได้รับ ร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา โดยส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมีบทบาท และทำลงในใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>3. ครูส่งเสริมให้นักเรียนตั้งปัญหาหรือคำถามย่อยๆ เชื้อช่วยให้สามารถวางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น</p> <p>1) “การที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด 18 คน มีค่าเท่ากับ 75 คะแนน จะมีคะแนนรวมของนักเรียนทั้ง 18 คน เท่ากับเท่าใด”(18 × 75 = 1,350 คะแนน)</p> <p>2) “การที่คุณครูไม่นับคะแนนของส้มและชมพูส่งผลให้จำนวนคนของคะแนนเฉลี่ยที่มีค่าเท่ากับ 80 ลดลงใช่หรือไม่ ถ้าลดลงคะแนนรวมของคนที่เหลือจะมีคะแนนเท่ากับเท่าใด”(16 × 80 = 1,280 คะแนน)</p> <p>3) “เราจะทำอย่างไรที่จะทราบว่าคะแนนรวมของส้มและชมพูจากการสอบมีค่าเท่ากับเท่าใด”(นำคะแนนรวมของนักเรียน 18 คน ลบกับคะแนนรวมของนักเรียน 16 คน)</p>	<p>8. ครูส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่องการหาค่าเฉลี่ยทั้งเดี่ยว จับคู่ หรือเป็นกลุ่ม โดยครูกำหนดโจทย์ปัญหาว่า “นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 มีนักเรียนทั้งสิ้นจำนวน 18 คน มีคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 75 คะแนน ซึ่งในวันสอบส้มและชมพูป่วยถ้าไม่นับคะแนนของส้มกับชมพู คะแนนเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 80 คะแนน อยากทราบว่าคะแนนเฉลี่ยของส้มและชมพูเป็นเท่าไร</p> <p>9. ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือสอบถามหากเกิดความไม่เข้าใจ</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>4) “เราจะมีวิธีการอย่างไรที่จะหาค่าเฉลี่ยของคะแนนของส้มและชมพู”(นำคะแนนรวมของส้มและชมพูหารด้วย 2)</p> <p>5) “เราจะมีวิธีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหานี้ได้อย่างไร อย่างเป็นลำดับขั้นตอน”</p> <p>6) “คำตอบของโจทย์ปัญหาที่หามาได้มีความสอดคล้องตามหลักการและเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาหรือไม่”</p> <p>4. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเสร็จแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปของแนวทางการวางแผนการแก้ปัญหามา วิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการตรวจสอบคำตอบ ที่คิดว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในการแก้โจทย์ปัญหาข้อดังกล่าว จากนั้นครูให้กระดาษโปสเตอร์ และปากกาสี เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อสรุปของตนเองเพื่อเตรียมออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน</p> <p>ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปความรู้และขยายปัญหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเองเกี่ยวกับการวางแผนการแก้ปัญหามา วิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการตรวจสอบคำตอบ ในโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยครูและนักเรียนตั้งประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถามย่อยๆ เพื่อนำการอภิปรายและหาข้อสรุปเช่น <ol style="list-style-type: none"> 1) “แนวทางในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาของแต่ละกลุ่มมีลักษณะที่เป็นจุดร่วมกันอย่างไร” 2) “แนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นสามารถดำเนินการแก้ปัญหามาด้วยวิธีการอื่นๆอีกหรือไม่ ” 3) “จากดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร” 4) “นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในครั้งต่อไปอย่างไร” 3. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่สำคัญของค่าเฉลี่ยเลขคณิต และการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต พร้อมให้นักเรียนจดบันทึกเป็นภาษาของตนเอง โดยครูตั้งประเด็นปัญหาหรือคำถามย่อยๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ได้ถูกต้อง เช่น “จากสิ่งที่นักเรียนอภิปรายและสรุปลักษณะ มโนทัศน์ที่สำคัญ 	<p>ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปมโนทัศน์สำคัญ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่สำคัญของค่าเฉลี่ยเลขคณิตและการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตทั้งทางด้านเนื้อหาและกระบวนการ 2. นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนถึงข้อสรุป มโนทัศน์และแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา 3. ครูให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์และเขียนลงในสมุดหรือใบงานเป็นภาษาของนักเรียนเอง 4. นักเรียนสามารถซักถามข้อสงสัยในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>เกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตและการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต นักเรียนคิดว่า การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบไม่แจกแจงความถี่กับการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบแจกแจงความถี่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่” (มีความสัมพันธ์กัน คือ ทั้งสองกรณีเป็นการหาค่าของจำนวนที่ได้จากการหารผลบวกของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลที่พิจารณา ซึ่งต่างกันตรงที่การให้มาของข้อมูลในโจทย์ปัญหา ซึ่งถ้าข้อมูลดิบที่กำหนดมามีจำนวนที่ซ้ำกันก็สามารถนำมาสร้างเป็นตารางแจกแจงความถี่ได้ และใช้สูตรของการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบแจกแจงความถี่)</p> <p>4. ครูให้นักเรียนแต่ละคนตั้งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ปลายเปิดที่กำหนดให้หรือจากโจทย์ปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่เดิม โดยทำลงในใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้</p> <p>5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย และให้นักเรียนทำเอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้ ถ้าทำไม่เสร็จให้นำกลับไปทำเป็นการบ้าน</p>	<p>ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ฝึกทักษะและทดสอบความเข้าใจทั้งทางด้านเนื้อหาและกระบวนการที่ได้เรียนไปแล้วเมื่อต้นชั่วโมง ซึ่งเป็นขั้นตอนหลังจากที่นักเรียนเข้าใจ มโนทัศน์และสามารถสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญจากสิ่งที่เรียนรู้ได้แล้ว</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้นักเรียนดำเนินการทำแบบฝึกหัดโดยครูกำหนดสถานการณ์เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม 2. ครูแจกแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพื่อฝึกฝนและทบทวนความรู้ของตนเอง 3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกคอยสังเกต และให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัย 4. ส่งเสริมให้นักเรียนมีการอภิปรายจากการทำเอกสารฝึกทักษะ

7. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
3. เอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้
4. ข้อความของหนังสือพิมพ์
5. กระดาษโปสเตอร์สีขาวและปากกาสี

8. การวัดผลและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือ/วิธีการ	เกณฑ์
<u>ด้านความรู้</u> นักเรียนสามารถ 1. อธิบายความหมายและขั้นตอนการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้อง 2. แสดงตัวอย่างการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง 3. บอกขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้อย่างถูกต้อง	-การสังเกตจากการตอบคำถาม -ใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา -เอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้	นักเรียนตอบคำถาม ทำใบงานและทำเอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้ได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ของคำถาม
<u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u> นักเรียนสามารถ 1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้อย่างถูกต้อง และสมบูรณ์ 2. ดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน	-การสังเกตจากการตอบคำถาม -ใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา -เอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้	นักเรียนตอบคำถาม ทำใบงานและทำเอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้ได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ของคำถาม
<u>ด้านคุณลักษณะ</u> นักเรียน 1. มีความละเอียดรอบคอบในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต 2. มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา และซื่อสัตย์ในการทำเอกสารฝึกทักษะ 3. มีความกล้าแสดงออกในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน 4. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	-การสังเกตจากการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การส่งใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา และเอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้	นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ส่งใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา และเอกสารฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้มากกว่าร้อยละ 80

9. บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต

สถานการณ์ปลายเปิดที่กำหนดให้

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 มีนักเรียนทั้งสิ้นจำนวน 18 คน มีคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 75 คะแนน ซึ่งในวันสอบสัมภาษณ์และชมพู่ป่วยถ้าไม่นับคะแนนของสัมภาษณ์กับชมพู่ คะแนนเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 80 คะแนน

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมตั้งโจทย์ปัญหา และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้น

.....

ประเด็นที่ต้องพิจารณา	ปัญหา/คำถามที่เกิดขึ้น
ข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม	
การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา	
การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	
ความสมเหตุสมผลของคำตอบ	



ภาคผนวก ช

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ก่อนเรียน)
2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (หลังเรียน)
3. ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ก่อนเรียน)

ตารางที่ 31 แสดงการกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1

เนื้อหา	สาระการเรียนรู้ย่อย	จำนวน คาบ	จำนวน ข้อสอบที่ ใช้ทดลอง	จำนวน ข้อสอบที่ ใช้จริง
พื้นที่ผิวและ ปริมาตร	-การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม -การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของ ทรงกระบอก -การหาปริมาตรของพีระมิด กรวย และ ทรงกลม -การเปรียบเทียบปริมาตรหรือความจุ -การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด	16	3	2 (ข้อ 1,2)
ระบบสมการ เชิงเส้น	-ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร -การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร -โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการเชิง เส้นสองตัวแปร	12	3	1 (ข้อ 3)
รวม		28	6	3

ตารางที่ 32 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 จำนวน 3 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.80	0.26
2	0.71	0.46
3	0.71	0.41

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ	0.706
ค่าความยากง่าย (p)	0.71 – 0.80
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.26 – 0.46

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 1

โจทย์ปัญหาข้อที่ 1

ถังใส่น้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง ก้นถังเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 40 เซนติเมตร สามารถบรรจุน้ำได้ 66 ลิตร เมื่อนำน้ำไปเทใส่ถังทรงกระบอกที่มีความสูงของถังทรงกระบอกเท่ากับ 21 เซนติเมตร จะสามารถเทได้ 10 ถังพอดี อยากรทราบว่างถังสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความสูงมากกว่ารัศมีของก้นถังทรงกระบอกกี่เซนติเมตร

การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

จากโจทย์ปัญหาข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

คือ.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ คือ.....

.....

ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหา คือ.....

.....

.....

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

โจทย์ปัญหาใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง.....

.....

ลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา คือ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

พื้นที่สำหรับนักเรียนทด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พื้นที่สำหรับนักเรียนทด

การตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ

คำตอบมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

สิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการในการดำเนินแก้โจทย์ปัญหา.....

สิ่งที่ต้องปรับปรุงแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาครั้งต่อไป.....

2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (หลังเรียน)

ตารางที่ 33 แสดงการกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2

เนื้อหา	สาระการเรียนรู้ย่อย	จำนวน คาบ	จำนวน ข้อสอบที่ ใช้ทดลอง	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
ความน่าจะเป็น	-ความหมายของความน่าจะเป็น -การทดลองสุ่ม และแซมเปิลสเปซ -เหตุการณ์ (event) -ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ -ความน่าจะเป็นกับการตัดสินใจ	12	2	1 (ข้อ 1)
สถิติ	-สถิติและข้อมูล -การนำเสนอข้อมูล(ตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม กราฟ ตารางแจกแจงความถี่ และฮิสโทแกรมและรูปหลายเหลี่ยมของความถี่) -ค่าเฉลี่ยเลขคณิต -มัธยฐาน และฐานนิยม -การกระจายของข้อมูล และเส้นโค้งปกติ	12	2	1 (ข้อ 2)
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	-กิจกรรมพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ -ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ	12	2	1 (ข้อ 3)
รวม		36	6	3

ตารางที่ 34 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 จำนวน 3 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.70	0.47
2	0.61	0.42
3	0.64	0.24

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ	0.800
ค่าความยากง่าย (p)	0.61 – 0.70
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.24 – 0.47

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชุดที่ 2

โจทย์ปัญหาข้อที่ 1

คุณครูทำการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนทั้งหมด 25 คน เมื่อตรวจคะแนนเสร็จแล้วครูประกาศผลสอบพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดเท่ากับ 60 คะแนน แต่ภายหลังพบว่า ในการคิดคะแนนเฉลี่ยนั้นมีการใส่คะแนนของนักเรียนผิดไป 2 คน คนแรกต้องได้ 59 แต่ครูใส่เป็น 69 คนที่สอง ต้องได้ 75 แต่ครูใส่เป็น 55 ถ้าครูทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนใหม่อีกครั้งที่ถูกต้อง ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าเฉลี่ยเดิมกี่คะแนน

การทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

จากโจทย์ปัญหาข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

คือ.....

.....

สิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ คือ.....

.....

ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้โจทย์ปัญหา คือ.....

.....

การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

โจทย์ปัญหาใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง.....

.....

ลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา คือ.....

.....

การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ.....

.....

.....

.....

พื้นที่สำหรับนักเรียนทด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 35 ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาภัยพิบัติศาสตร์ ชุดที่ 1

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่					ค่า IOC	สรุป
	1	2	3	4	5		
1. ถังใส่น้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง ก้นถังเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 40 เซนติเมตร สามารถบรรจุน้ำได้ 66 ลิตร เมื่อนำน้ำไปเทใส่ถังทรงกระบอก ซึ่งก้นถังเป็นวงกลม และมีความสูงของถังทรงกระบอกเท่ากับ 21 เซนติเมตร จะสามารถเทได้ 10 ถังพอดี อยากทราบว่าถังทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความสูงมากกว่ารัศมีของก้นถังทรงกระบอกอยู่ที่เซนติเมตร	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2. แก้วน้ำทรงกระบอกสูง 8 เซนติเมตร ฐานเป็นวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 4 เซนติเมตร และกรวยกลมสูง 21 เซนติเมตร ฐานเป็นวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร ถ้าสมมติให้น้ำใส่แก้วให้เต็มแล้วเทใส่กรวยระดับน้ำในกรวยจะสูงกี่เซนติเมตร	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3. พื้นที่ผิวทั้งหมดของลูกบาศก์ใหญ่เท่ากับ 2,400 ตารางเซนติเมตร ถ้าตัดแบ่งลูกบาศก์นี้ออกเป็นลูกบาศก์เล็ก ซึ่งแต่ละลูกบาศก์เล็กมีพื้นที่ผิวเท่ากับ 96 ตารางเซนติเมตร จะได้ลูกบาศก์เล็กทั้งหมดกี่ลูก	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
4. สมชายเลี้ยงไก่และหมูไว้จำนวนหนึ่ง เมื่อนับหัวรวมกันได้ 45 หัว นับขา รวมกันได้ 154 ขา เมื่อถึงกำหนดขายมีพ่อค้ามารับซื้อที่บ้านโดยให้ราคาหมู 5000 บาทต่อตัว และไก่ 120 บาทต่อตัว อยากทราบว่าถ้าสมชายขายสัตว์ที่เลี้ยงไว้ทั้งหมด สมชายจะได้เงินที่ได้จากการขายหมูมากกว่าเงินที่ได้จากการขายไก่อยู่ที่บาท	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
5. แก้วมีเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาทรวมกัน 21 เหรียญ ขวัญมีเหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาทรวมกัน 35 เหรียญ ถ้าขวัญมีจำนวนเหรียญห้าบาทเป็น 3 เท่าของแก้ว และแก้วมีจำนวนเหรียญสิบบาทเป็น 5 เท่าของขวัญ อยากทราบว่าแก้วมีเงินทั้งหมดกี่บาท	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
6. แม่น้ำสายหนึ่งมีอัตราไหลของน้ำอยู่ที่ $\frac{1}{2}$ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าพายเรือในแม่น้ำสายนี้จากท่า ก. ถึง ท่า ข. จะใช้เวลา 4 ชั่วโมง แต่ถ้าพายเรือกลับจากท่า ข. ถึงท่า ก. จะใช้เวลาเพียง 3 ชั่วโมง อยากทราบว่าระยะทางจากท่า ก. ถึงท่า ข. เป็นกี่กิโลเมตร	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	ใช้ได้

ตารางที่ 36 ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้ทรง คุณวุฒิท่านที่					ค่า IOC	สรุป
	1	2	3	4	5		
1. ในการสำรวจเงินค่าอาหารกลางวันของนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่งจำนวน 100 คน พบว่าได้เงินจากผู้ปกครองเฉลี่ยคนละ 32.8 บาทต่อวัน โดยสามารถแยกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งพบว่านักเรียนกลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าอาหารคนละ 28 บาทต่อวัน นักเรียนกลุ่มที่ 2 จำนวน 22 คน ได้เงินมาโรงเรียนรวมกันวันละ 748 บาท อยากทราบว่านักเรียนกลุ่มที่เหลือทั้งหมดมีค่าอาหารกลางวันเฉลี่ยเป็นเงินกี่บาทต่อวัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2. คุณครูภุชญา ทำการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนทั้งหมด 25 คน เมื่อตรวจคะแนนเสร็จแล้วครูภุชญาประกาศผลสอบพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดเท่ากับ 60 คะแนน แต่ภายหลังพบว่า ในการคิดคะแนนเฉลี่ยนั้นมีการใส่คะแนนของนักเรียนผิดไป 2 คน คนแรกต้องได้ 59 แต่ครูใส่เป็น 69 คนที่สอง ต้องได้ 75 แต่ครูใส่เป็น 55 ถ้าครูภุชญาทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนใหม่อีกครั้งที่ถูกต้อง ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าเฉลี่ยเดิมกี่คะแนน	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3. ร้านค้าแห่งหนึ่งขายน้ำผลไม้ 3 ชนิด คือ น้ำส้ม น้ำมะพร้าว และน้ำฝรั่ง โดยบรรจุใส่ขวดแล้วใส่ไว้ในถังน้ำแข็งโดยรวมกันอยู่และไม่สามารถมองเห็นได้ว่าเป็นน้ำชนิดใดเมื่อลูกค้าจะหยิบ โดยพบว่า พ่อค้ามีน้ำผลไม้ทั้งสามชนิด จำนวน 50 ขวด และคนขายทราบว่าความน่าจะเป็นในการหยิบขึ้นมา 1 ขวดแล้วได้น้ำส้มคือ $\frac{1}{5}$ หรือความน่าจะเป็นในการหยิบขึ้นมา 1 ขวดแล้วได้น้ำมะพร้าว คือ 0.4 อยากทราบว่ามีน้ำฝรั่งอยู่ในถังน้ำแข็งกี่ขวด	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
4. เขียนแต้ม 1 ไว้บนด้านหัวของเหรียญบาทเหรียญหนึ่ง และเขียนแต้ม 2 ไว้บนด้านก้อยของเหรียญบาทเหรียญนี้ จากนั้นโยนเหรียญบาทเหรียญนี้กับลูกเต๋า 1 ลูก แล้วนับแต้มรวมที่อยู่บนหน้าเหรียญและหน้าลูกเต๋า จงหาความน่าจะเป็นที่แต้มรวมบนหน้าเหรียญและหน้าลูกเต๋ามากกว่า 4 แต่น้อยกว่า 8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
5. สมศรีต้องการไปซื้อแสตมป์ราคา 20 บาท สำหรับติดหน้าซองจดหมายเพื่อส่งไปรษณีย์หาเพื่อน ณ ที่ทำการไปรษณีย์แห่งหนึ่ง โดยในวันที่ไปแลกซื้อแสตมป์มีแสตมป์ให้แลกซื้อชนิดละ 1 บาท 5 บาท และ 10 บาทเท่านั้น อยากทราบว่าสมศรีสามารถซื้อแสตมป์ติดจดหมายได้กี่แบบ อย่างไรบ้าง	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

ข้อความคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่					ค่า IOC	สรุป
	1	2	3	4	5		
6. ร้านขายอาหารสัตว์แห่งหนึ่ง มีการบรรจุอาหารสัตว์ในถุง 3 ขนาด คือ ขนาด 3 กิโลกรัม ขนาด 5 กิโลกรัม และ ขนาด 7 กิโลกรัม ถุงขนาด 3 กิโลกรัม ราคาถุงละ 15 บาท ถุงขนาด 5 กิโลกรัม ราคาถุงละ 20 บาท และถุงขนาด 7 กิโลกรัม ราคาถุงละ 25 บาท ถ้าสมพงษ์ต้องการซื้ออาหารอย่างน้อย 20 กิโลกรัม อยากทราบว่าสมพงษ์ควรซื้ออาหารทั้งสามขนาด อย่างละกี่ถุงจึงจะประหยัดเงินที่สุด	-1	+1	+1	+1	+1	0.6	ใช้ได้

ตารางที่ 37 ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินสัดส่วนของการให้คะแนนในแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่					ค่า IOC	สรุป
	1	2	3	4	5		
1. ความสามารถในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา คิดเป็น 33.33% ของคะแนนเต็ม	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2. ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา คิดเป็น 22.22% ของคะแนนเต็ม	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3. ความสามารถในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ คิดเป็น 33.33% ของคะแนนเต็ม	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
4. ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และคำตอบ คิดเป็น 11.12% ของคะแนนเต็ม	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
5. เกณฑ์ในการตรวจและสัดส่วนของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้จริง	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ 38 ค่า IOC ของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินเกณฑ์ของการให้คะแนนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่					ค่า IOC	สรุป
	1	2	3	4	5		
1. เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความชัดเจนและครอบคลุม ในการประเมินทุกๆ องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2. เกณฑ์การให้คะแนนสอดคล้องกับคำจำกัดความหรือนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3. เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ได้จริงในการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกฤษฎา วรพิน เกิดวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2529 อยู่บ้านเลขที่ 65/3 หมู่ที่ 4 ตำบลบางระกำ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2551 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554 ต่อจากนั้นในปีการศึกษา 2556 ได้เข้าศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

