



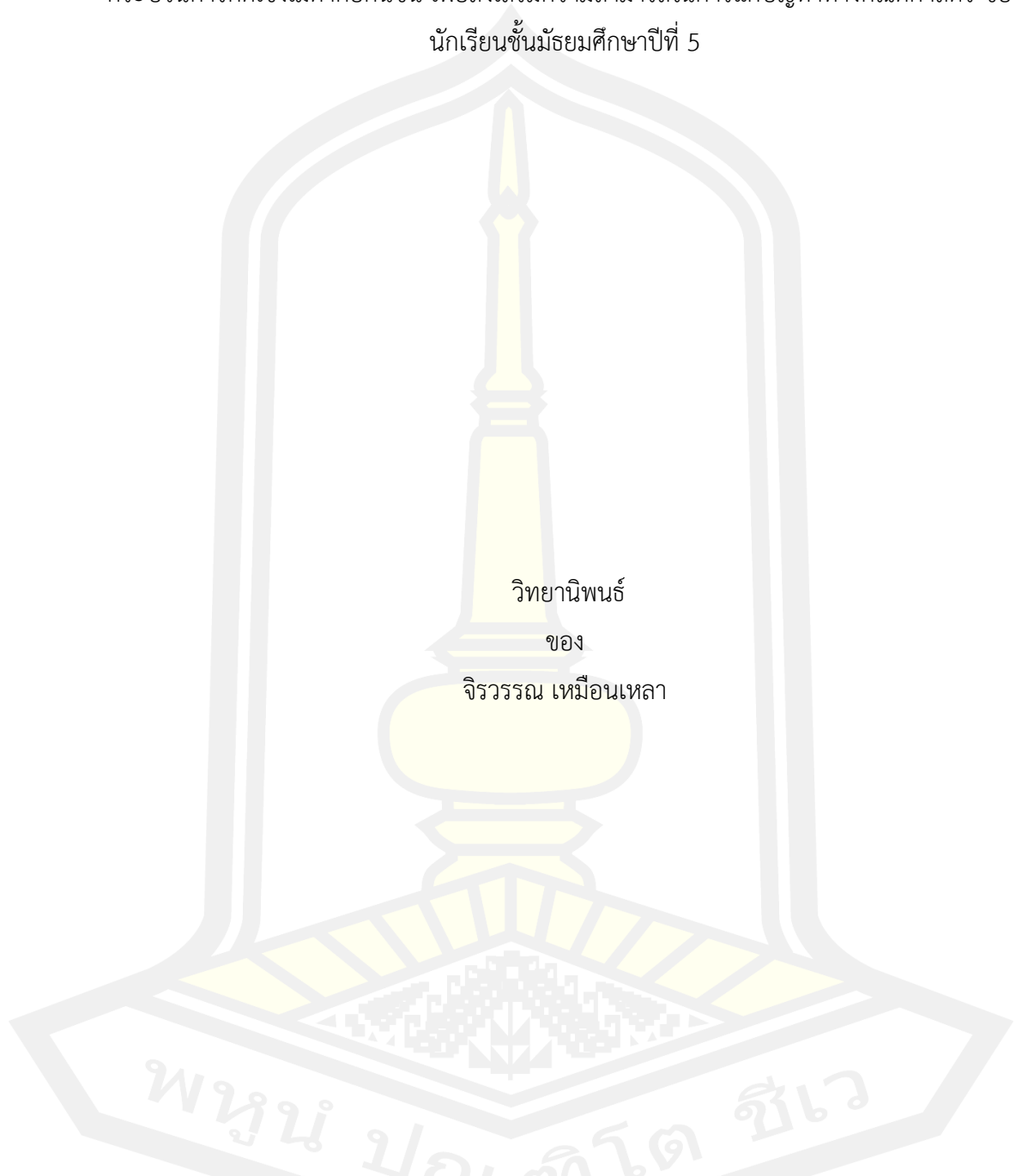
ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ
กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์
ของ
จิรวรรณ เหมือนเหลา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ธันวาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ
กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

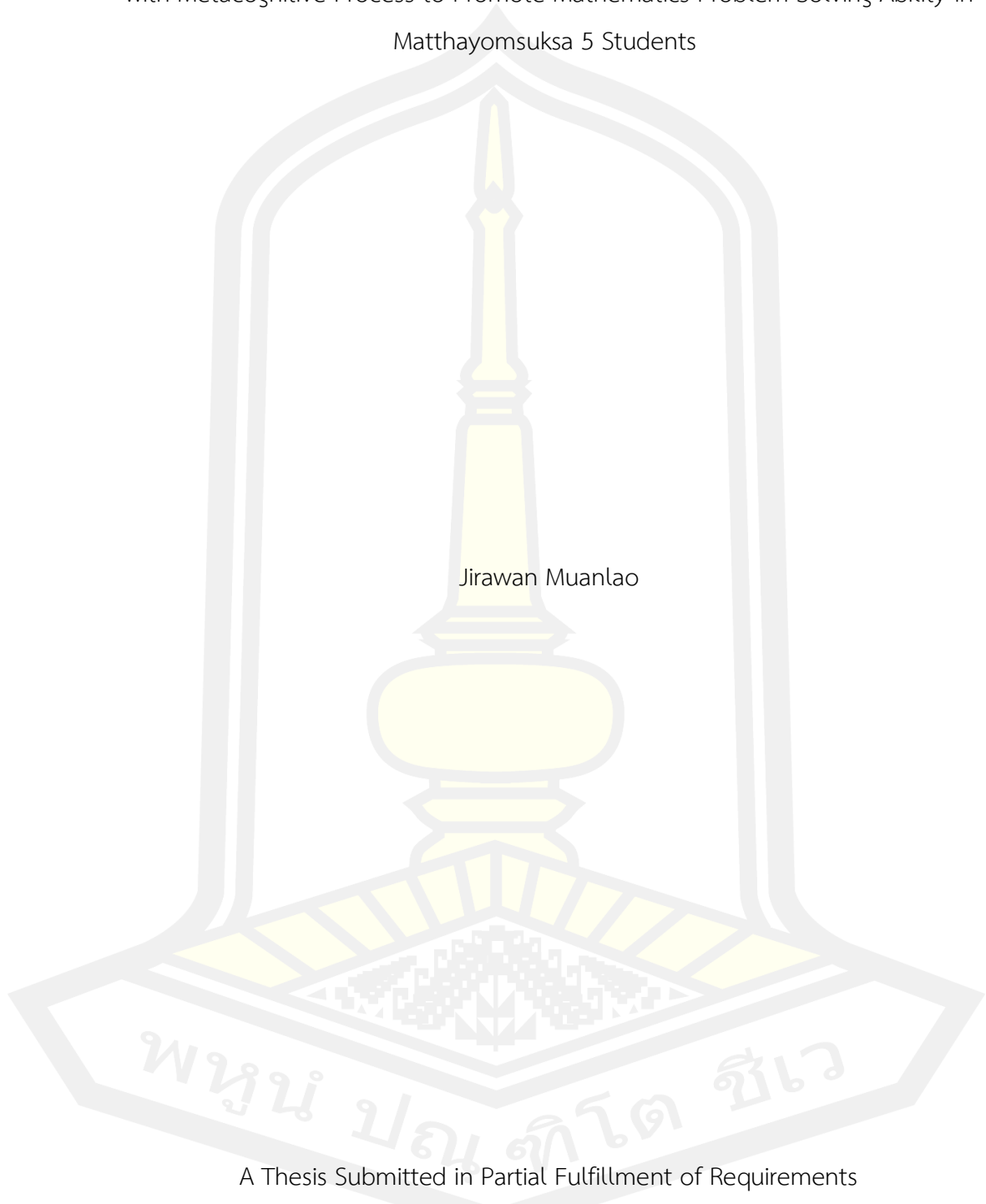


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ธันวาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Effects of Organizing Mathematics Learning Activities by Using Inquiry Process
with Metacognitive Process to Promote Mathematics Problem Solving Ability in
Matthayomsuksa 5 Students

Jirawan Muanlao



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

December 2022

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวจิรวรรณ เหมือน
เหล่า แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ไพศาล วรคำ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
ผู้วิจัย	จิรวรรณ เหมือนเหลา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

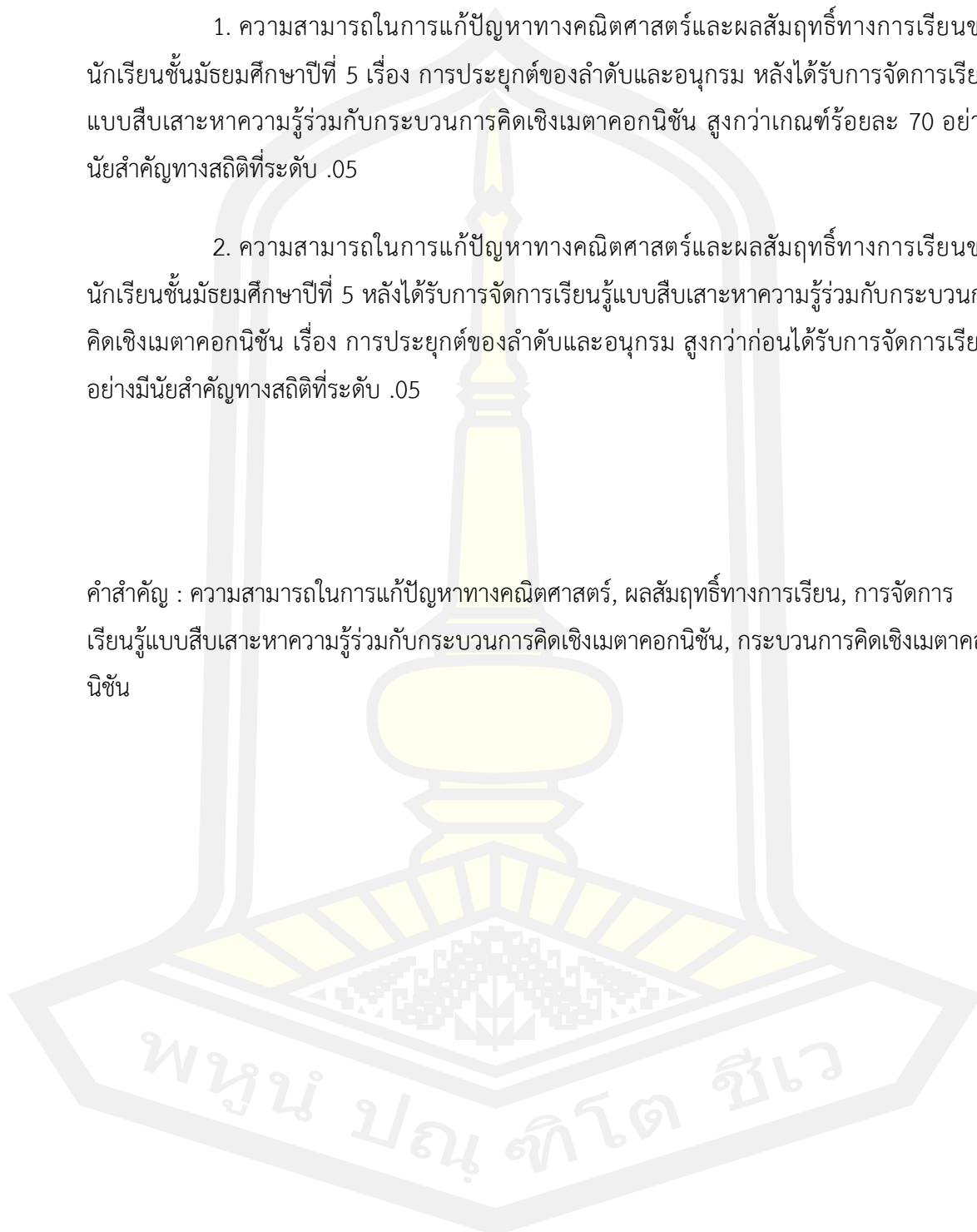
การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 31 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One Group Pre-test Post-test Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ One sample t-test และ Dependent samples t-test

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน, กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน



TITLE	The Effects of Organizing Mathematics Learning Activities by Using Inquiry Process with Metacognitive Process to Promote Mathematics Problem Solving Ability in Matthayomsuksa 5 Students		
AUTHOR	Jirawan Muanlao		
ADVISORS	Associate Professor Songsak Phusee - orn , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

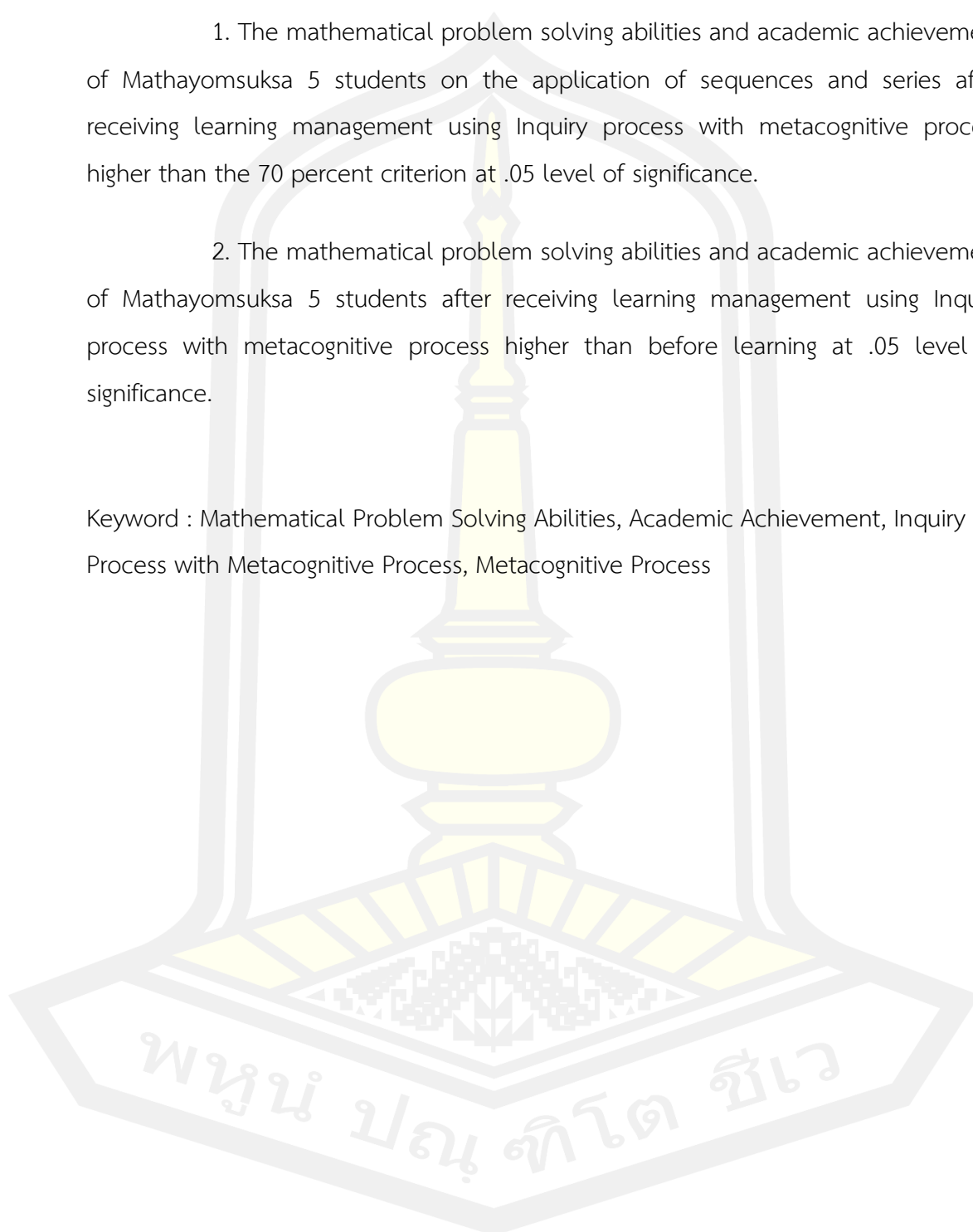
The objectives of the research were 1) to compare mathematical problem solving abilities and academic achievement of Mathayomsuksa 5 students on the application of sequences and series after receiving learning management using Inquiry process with metacognitive process with 70% criteria and 2) to compare mathematical problem solving abilities and academic achievement of Mathayomsuksa 5 students on the application of sequences and series before and after learning using Inquiry process with metacognitive process. The sample group of this research are Mathayomsuksa 5/2 students in the Science and Mathematics study plan studying basic mathematics in the second semester of the 2021 academic year, 31 students. obtained by Cluster Random Sampling. The tools used in this research were : 1) The learning management plan using Inquiry process with metacognitive process 2) Mathematical Problem Solving Ability Test and 3) learning achievement test basic Mathematics on Applications of Sequences and Series. The One Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The stats used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation, t-test for one sample and t-test for dependent samples.

The results were as follows:

1. The mathematical problem solving abilities and academic achievement of Mathayomsuksa 5 students on the application of sequences and series after receiving learning management using Inquiry process with metacognitive process higher than the 70 percent criterion at .05 level of significance.

2. The mathematical problem solving abilities and academic achievement of Mathayomsuksa 5 students after receiving learning management using Inquiry process with metacognitive process higher than before learning at .05 level of significance.

Keyword : Mathematical Problem Solving Abilities, Academic Achievement, Inquiry Process with Metacognitive Process, Metacognitive Process



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยคามอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก โดยกรุณาให้ คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุติวรดา พลเยี่ยม ดร.ประสงค์ สกุสซัง และนางสาวมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือสนับสนุน กำลังกาย กำลังใจ ให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสศึกษาสำเร็จลุล่วงสมปรารถนา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

จิรวรรณ เหมือนเหลา

พหุบัณฑิต ชีวะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1.....	1
บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2.....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	11
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning)	13
3. กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน.....	19
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน	32
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	45
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56
บทที่ 3.....	60
วิธีดำเนินการวิจัย	60
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	60
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	60
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	61
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	78
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	80
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	80
บทที่ 4.....	86
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
บทที่ 5.....	91
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	91
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	91
2. สรุปผล	91
3. อภิปรายผล	92
4. ข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	104
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	105

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	107
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย	132
ภาคผนวก ง ผลการตรวจคะแนน.....	144
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	149
ประวัติผู้เขียน.....	153



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา.....	41
ตารางที่ 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	43
ตารางที่ 3 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	45
ตารางที่ 4 แสดงอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม (นันทภักดิ์ นิยมทรัพย์, 2560)....	50
ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน.....	62
ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้.....	69
ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยดัดแปลงจากเวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554).....	70
ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม จำแนกตามพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์.....	74
ตารางที่ 9 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design	79
ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t-test.....	88
ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t-test.....	88
ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้	

แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยใช้สถิติ Dependent samples t-test	90
ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยใช้สถิติ Dependent samples t-test	90
ตารางที่ 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนที่ 1 - แผนที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	135
ตารางที่ 15 แสดงสรุปผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยแยกเป็นรายด้าน	137
ตารางที่ 16 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน	137
ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	139
ตารางที่ 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน	139
ตารางที่ 19 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน	141
ตารางที่ 20 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	142
ตารางที่ 21 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม	145

- ตารางที่ 22 แสดงความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม..... 146
- ตารางที่ 23 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของ
ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน 147



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับตัวเลข การคำนวณ การใช้เหตุผลและผลในการแก้ปัญหาที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง ทั้งช่วยในการพัฒนากระบวนการคิดของมนุษย์ให้มีความคิดที่สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระเบียบแบบแผนมากขึ้น และช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ต่างๆ ได้ละเอียดรอบคอบ อันจะนำมาซึ่งการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ เปิดโอกาสให้เยาวชนได้นำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ และเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น แคลคูลัส ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในแต่ละสาระก็จะมีเนื้อหา รายละเอียดที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้เรียนจำเป็นจะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประสบความสำเร็จ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพของชีวิต และพัฒนาคุณภาพของสังคมไทยให้ดีขึ้น ครูผู้สอนจะต้องดูความเหมาะสมและความจำเป็นในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นความ

พร้อมของสถานศึกษา ในด้านบุคลากร ผู้เรียน และสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร สาเหตุเกิดจากผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ขาดการไตร่ตรองที่ดีในการแก้ปัญหา มีอคติกับวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนมักจะสอนด้วยวิธีการสอนที่ไม่มีความหลากหลาย ยึดตัวเองเป็นสำคัญ ขาดเทคนิคการสอน นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม เนื้อหาบางเรื่องยากเกินที่จะอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย เห็นได้จากการศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในสามปีย้อนหลังที่ผ่านมาประกอบด้วยปีการศึกษา 2561, 2562, 2563 มีผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 30.72, 25.41 และ 26.04 ตามลำดับ (สถาบันการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2561, 2562, 2563) จะสังเกตเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ในแต่ละปีนั้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 การที่คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานนั้นอาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น และยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับที่สูงขึ้นอีกด้วย การแก้ปัญหาเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนในการนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสังคมอย่างเต็มตามศักยภาพ โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่โลกและสังคมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้เกิดขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนควรตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงบทบาทของตนเองจากการบรรยายในชั้นเรียนสู่การจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้รับการส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามที่ (Maryellen Weimer, 2017) ได้อธิบายไว้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูผู้สอนจึงมีหน้าที่ในการหาวิธีการหรือมีการจัดการเรียนการสอนโดยสอดแทรกกลวิธีต่างๆ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ความสนใจ และเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ต่างๆ กับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ในการดำเนินชีวิตให้ได้มากที่สุด

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาของนักเรียน ผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความสามารถ

ในการแก้ปัญหาของนักเรียนเรียนได้เป็นอย่างดี เพราะเป็นการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง และมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้ความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ทางคณิตศาสตร์มีรูปแบบการสอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียน 2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหาการจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา 3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนจะสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่เรียนในคาบนั้น 4) ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปนำมาใช้ให้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ 5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้ถูกต้อง 6) ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ส่วนกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน นอกจากนี้ทีศนา แคมมณี (2552) ยังได้กล่าวถึงเมตาคอกนิชัน ว่าเป็นมิติการคิดด้านการควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการควบคุมกำกับการรู้คิดของตนเองซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และการประเมินผล และยังสอดคล้องกับคำกล่าวของฟลาวเวลล์ (Flavell, 1979) ที่กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถทางการคิดที่บุคคลสามารถรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิดของตน ซึ่งอาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทาง หากผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันในตัวเองแล้ว ก็สามารถที่จะใช้เมตาคอกนิชันนี้กับการเรียนรู้ การแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการที่เกิดจากกระบวนการทางความคิดทั้งสิ้น ดังนั้นนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะสามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเองในขณะที่ดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ทุกขั้นตอน ซึ่งถือได้ว่าการมีเมตาคอกนิชันเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ใช้ทักษะ การคิด และเป็นยุทธศาสตร์ที่มีความเหมาะสมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการให้หา กับประสบการณ์เดิมของผู้แก้ปัญหา มากำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดและอย่างไร ก่อนที่จะทำการแก้ปัญหาดต่อไป 2) ขั้นกำกับแก้ปัญหาด เป็นกระบวนการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาดไปพร้อมกับการแก้ปัญหาด 3) ขั้นประเมินการแก้ปัญหาด เป็นการมองย้อนกลับไปทีขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาดเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด (Beyer, 1987) อีกทั้งการเรียนรู้ยังเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบ

การเรียนการสอน การพัฒนาการสอน และยังช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และเน้นการตรวจสอบพินความรู้เดิมของนักเรียน จะทำให้ครูผู้สอนได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนจะเรียนในเนื้อหานั้นๆ ซึ่งนักเรียนจะสร้างความรู้จากพินความรู้เดิมที่นักเรียนมี ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถนำความรู้เดิมและความรู้ใหม่มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ (อารีย์ สุขใจรเวทย์, 2553)

จากเหตุผลและความสำคัญดังสรุปข้างต้น ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะนำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากวิธีการสอนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสำคัญดังนี้

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นอื่นๆ ต่อไป

2. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่จะนำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันไปใช้ในการส่งเสริมหรือพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดการแก้ปัญหาเป็นอย่างเป็นขั้นตอน และยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีกด้วย

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 135 คน ซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยในแต่ละห้องประกอบไปด้วยนักเรียนความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จาก 4 ห้องเรียน สุ่มมา 1 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 31 คน

2. เนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม

3. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 10 ชั่วโมง

4. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยวิธีต่างๆ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่างๆ ที่หลากหลาย เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา ซึ่งครูจะเป็นเพียงผู้สนับสนุน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยยกสถานการณ์ปัญหา ให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ในสิ่งที่เรียนแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ

3. ขั้นสรุป

เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเรื่องที่เรียน อาจใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหา หรือกิจกรรมในชั้นเรียนที่ได้จากการเรียนในชั้นการสอนเนื้อหาใหม่ จนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4. ขั้นฝึกทักษะ

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากชั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาฝึกให้เกิดความชำนาญ โดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้มาให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

5. ชื่อนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้อง โดยครูจะนำโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นจากเดิมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้เด็กนักเรียนแก้โจทย์ปัญหา

6. ชั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยครูจะนำแบบทดสอบ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้เด็กนักเรียนทดสอบหรือทำเป็นรายบุคคล แล้วนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

2. กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน หมายถึง การควบคุมและประเมินความคิดของตนเอง เป็นความสามารถในการคิดที่บุคคลสามารถรู้ถึงกระบวนการคิดต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิดของตนเอง สามารถที่จะควบคุมและตรวจสอบการคิดและผลที่เกิดจากการคิดของตนเองได้อย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง รู้ว่าตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร ตลอดจนมีการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินผลความคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีการวางแผนในการแก้ปัญหา โดยจะต้องระบุข้อมูลที่ให้มา ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ ตัดสินใจเลือกวิธีการ หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสม แล้ววางแผนออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวางแผน กำกับควบคุม ตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิดของตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยยกสถานการณ์ปัญหาหรือตัวอย่างให้นักเรียน และสนทนาถามตอบในสิ่งที่เรียนแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง

2. ชั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นชั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านสื่อการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อม ทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ โดยครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

3. ชั้นสรุป เป็นชั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเรื่องที่เรียน อาจใช้บทสนทนาถามตอบ กับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหา หรือกิจกรรมในชั้นเรียนที่ได้จากการเรียนในชั้นการสอนเนื้อหาใหม่ จนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4. ชั้นฝึกทักษะ เป็นชั้นที่ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากชั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือชั้น สรุป นำมาฝึกให้เกิดความชำนาญ โดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้ มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหา และในชั้นนี้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโดย ใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยเริ่มจากการให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่าน ซึ่ง นักเรียนจะต้องระบุให้ได้ว่า สิ่งที่โจทย์ให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้คืออะไร และนักเรียนจะต้อง ตัดสินใจเลือกวิธีการ หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสม แล้ววางแผนขั้นตอน ในการแก้ปัญหา จากนั้นก็ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา พร้อมทั้ง ตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ปัญหามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตาม เป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะร่วมกันเป็นกลุ่ม

5. ชั้นนำความรู้ไปใช้ เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในชั้นนี้จะเป็นชั้นที่นักเรียนจะต้องนำ ความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้อง โดยครูจะนำโจทย์ หรือสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นจากเดิมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้ นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งในการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการ แก้ปัญหา โดยเริ่มจากการให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่าน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุให้ได้ว่า สิ่งที่โจทย์ให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้คืออะไร และนักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกวิธีการ หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสม แล้ววางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา จากนั้นก็ลงมือ ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ปัญหามี ความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ซึ่งในชั้นนี้จะให้ นักเรียนทำเป็นรายบุคคล

6. ชั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยครูจะนำแบบทดสอบ หรือใบงานในเนื้อหาที่สอนมา ให้นักเรียนทดสอบหรือทำเป็นรายบุคคล แล้วนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเองมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ โดยมีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การทำความเข้าใจปัญหา คือ ความสามารถในการพิจารณาปัญหาและบอกได้ว่าปัญหาคำหนดอะไรมาให้บ้าง และปัญหาต้องการทราบอะไร

2) การวางแผนการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการค้นหาแบบรูป สมการ หรือวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

3) การดำเนินการตามแผน คือ ความสามารถในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา

4) การตรวจสอบ คือ ความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนครบทั้ง 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบ)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
 - 3.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน
 - 3.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน
 - 3.3 การใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 การวัดและการประเมินเมตาคอกนิชัน
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.3 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.5 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย
 - 6.3 เครื่องมือวัดประเมินผลสัมฤทธิ์
 - 6.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

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

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและ พัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ

1.1 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัด และเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

1.1.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับ จำนวนจริงอัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนใน ชีวิตจริง แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้ เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

1.1.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วน ตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

1.1.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การ เก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิง ปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นใน การอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจ

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.2.1 สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

1) มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

2) มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

3) มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือ ช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

1.2.2 สารที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

1) มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของ สิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

2) มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

1.2.3 สารที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

1) มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติใน การแก้ปัญหา

2) มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1.3.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

1.3.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้องชัดเจน

1.3.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็น เครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่างๆ หรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

1.3.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผล สนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

1.3.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือ สร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

1.4 คุณภาพของผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.4.1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

1.4.2 เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการ แก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

1.4.3 นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง พงกัซัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวบรวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

1.4.4 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปล ความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน และมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) หรือ การสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ เป็นการจัดการเรียนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ระบุไว้ในคู่มือครู คณิตศาสตร์ หรือเรียกว่า การเรียนรู้ตามรูปแบบปกติ โดย สสวท. และมีนักการศึกษาและ นักวิชาการได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้น กระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้กับนักเรียน มี ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2544) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหา ความรู้ โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง

โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองคิดมาแก้ปัญหาได้

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2545) กล่าวว่า การสืบเสาะความแตกต่างกันมากมายขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจโดยสังเขป ดังนี้

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา และเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่และพร้อมท้าทายความคิด

การสืบเสาะ เป็นกระบวนการคิดขั้นสุดท้ายที่เกิดขึ้นหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่กำหนดให้

การสืบเสาะ หมายถึง วิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ของเขา

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในแนวทางต่างๆ กันเพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด

การสืบเสาะ หมายถึง การสอนที่ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาเรื่องราวต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะไว้ว่าเป็นการสืบค้นหาความรู้โดยใช้กิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาและเป็นผลก่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ได้

ทิศนา แคมมณี (2555) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการแสวงหาความรู้ ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ และเรียนรู้ถึงวิธีการที่จะใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการคิดวิเคราะห์แยกแยะ แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยวิธีต่างๆ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่างๆ ที่หลากหลาย เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา ซึ่งครูจะเป็นเพียงผู้สนับสนุน

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2539) การจัดการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดรูปแบบการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนเตรียมพร้อมนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้ว กับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันหรือให้สัมพันธ์กัน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องที่สนใจอาจเกิดจากความสงสัยหรือความสนใจของนักเรียน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นตอนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ โดยการใช้ของจริง เป็นสิ่งที่เป็นรูปธรรม การใช้รูปภาพ ของจำลอง และสื่อต่างๆ การใช้สัญลักษณ์ โดยหลังจากที่นักเรียนเห็นการใช้ของจริงแล้ว ครูจะอธิบายการใช้สัญลักษณ์แทนสื่อต่างๆ เหล่านั้น ให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ตามวัตถุประสงค์กำหนด

3. ขั้นสรุป

ก่อนสรุป ครูต้องตรวจสอบนักเรียนดูว่าเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่สอนหรือไม่ ถ้ายังไม่เข้าใจ อาจต้องทบทวนหรือเริ่มสอนใหม่ ถ้านักเรียนเข้าใจดีแล้ว อาจจะแนะนำเทคนิควิธีลัดต่างๆ และในการสรุปควรให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุปองค์ความรู้เอง โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

4. ขั้นฝึกทักษะ

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปมาฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ โดยเป็นการฝึกฝนจากการทำโจทย์ ทำแบบฝึกหัด หรือใช้เกมส์คณิตศาสตร์มาให้นักเรียนก็ได้

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจเนื้อหาแล้ว จะเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

6. ขั้นประเมินผล

เป็นขั้นตอนการประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบอัตนัยและปรนัยว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไรและมากน้อยเพียงใด บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องสอนเสริม ถ้าได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กรมวิชาการ (2542) รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบในที่นี่จะกล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีรูปแบบโครงสร้างและองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม เพื่อนำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ทั้งเป็นการเชื่อมต่อกับความรู้เดิมและความรู้ใหม่จะทำให้เด็กเกิดความเข้าใจ และเกิดความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่จะสอนใหม่ ควรจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่โดยจัดลำดับดังนี้ ให้ประสบการณ์จากของจริง จัดกิจกรรมโดยใช้ภาพ จัดกิจกรรมโดยใช้สัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาใหม่หรือไม่ ถ้าไม่แน่ใจต้องทบทวนถ้าเข้าใจแล้วร่วมกันสรุปเป็นวิธีลัด เพื่อนำไปใช้

ขั้นที่ 4 เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีคำนวณแล้วให้ฝึกทักษะจากหนังสือเรียน หรือปัดรงาน

ขั้นที่ 5 นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นเชื่อมโยงตัวเลขให้สัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 ประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าผ่านตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าผ่านก็เรียนเนื้อหาต่อไป ถ้าไม่ผ่านก็สอนซ่อมเสริม

กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542) ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียน กิจกรรมที่จัดนั้นเริ่มจาก

2.1 ใช้ของจริงประกอบการสอน หมายถึง ครูและนักเรียนหาอุปกรณ์ที่เป็นของจริงมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ก้อนหิน หลอดดูด ฯลฯ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วก็ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยวาจา โดยใช้อุปกรณ์ที่เป็นของจริงเป็นเครื่องมือการเรียนรู้

2.2 ใช้ภาพประกอบการสอนในเนื้อหาเดียวกัน ครูเปลี่ยนเครื่องมือการเรียนรู้จากของจริงมาเป็นรูปภาพ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วให้ทำแบบฝึกหัดจากรูปภาพ

2.3 ใช้สัญลักษณ์ หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้จากขั้นใช้ของจริงและรูปภาพประกอบการสอนแล้ว ครูอธิบายสัญลักษณ์ได้แก่ ตัวเลข เครื่องหมาย และอธิบายการใช้ประโยคสัญลักษณ์ ในขั้นนี้ อาจใช้บัตรคำ บัตรตัวเลข บัตรเครื่องหมายประกอบการอธิบาย

ขั้นที่ 3 เป็นการสรุปให้เป็นวิธีลัด การนำเสนอการสอนขั้นนี้ ครูควรสร้างแบบให้นักเรียนสังเกต แล้วให้นักเรียนช่วยสรุปเป็นวิธีลัด

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีแล้ว ครูให้นักเรียนฝึกทักษะโดยทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือบัตรงาน

ขั้นที่ 5 เป็นการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น ในขั้นนี้ครูควรมีความคาดหวังว่า นักเรียนจะต้องมีทักษะในการคิดคำนวณแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความคิด รวบยอดและหลักการในแต่ละเรื่องอย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคมได้

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นประเมินผล การตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการนำโจทย์ในเรื่องที่สอนมาทดสอบ ถ้าทำไม่ได้ต้องสอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา โดยคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแสดงเป็นขั้นตอนใหญ่ๆ 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนรู้เนื้อหาใหม่

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยเริ่มจาก

2.1 ใช้ของจริง เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงหรือมีรูปธรรมประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปนำไปสู่นามธรรม

2.2 ใช้รูปภาพ เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากภาพ หรือเรียกการจัดประสบการณ์ที่รูปธรรม

2.3 ใช้สัญลักษณ์ เป็นการจัดประสบการณ์ระดับนามธรรม หลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงและโดยรูปภาพแล้ว ผู้สอนจะใช้ตัวเลขหรือเครื่องหมายหรือประโยคสัญลักษณ์แทน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประโยคสัญลักษณ์และข้อความ

3. ขั้นสรุปเป็นวิธีลัด ให้ผู้เรียนสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมแล้วสรุปนำไปสู่วิธีลัดเพื่อสะดวกในการนำไปใช้ต่อไป

4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อผู้เรียนสรุปหลักการได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือแบบฝึกหัดที่ผู้สอนสร้างขึ้น

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหรือในสถานการณ์อื่น โดยผู้เรียนทำโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมที่มักพบในชีวิตประจำวัน

6. ชั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจตรวจสอบจากการทำแบบฝึกหัด จากการอภิปราย จากการซักถาม ถ้าพบว่าผู้เรียนยังมีข้อบกพร่อง ผู้สอนต้องทำการซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 6 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้ เดิมกับความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน
2. ชั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน
3. ชั้นสรุป เป็นการสรุปหลักเกณฑ์ แนวคิดการนำไปสู่วิถีชีวิต โดยนักเรียนช่วยกันสรุป โดยครูคอยให้คำชี้แนะ
4. ชั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องฝึกทักษะจากบทเรียน ด้วยวิธีการต่างๆ
5. ชั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนซึ่งนักเรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ที่ประสบอยู่ ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่นๆ
6. ชั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนซึ่งครูนำเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้มาทดสอบ หากทำไม่ได้ ให้จัดซ่อมเสริม และถ้าผ่านการประเมินก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ชั้นทบทวนความรู้เดิม
เป็นชั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดย ยกสถานการณ์ปัญหา ให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ในสิ่งที่เรียนแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อ เตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง
2. ชั้นสอนเนื้อหาใหม่
เป็นชั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ใน หลายรูปแบบ
3. ชั้นสรุป
เป็นชั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเรื่องที่เรียน อาจใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียน เกี่ยวกับเนื้อหา หรือกิจกรรมในชั้นเรียนที่ได้จากการเรียนในชั้นการสอนเนื้อหาใหม่ จนนักเรียนได้ ข้อสรุปของเนื้อหา

4. ชั้นฝึกทักษะ

เป็นชั้นที่ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากชั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาฝึกให้เกิดความชำนาญ โดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้ มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหา

5. ชั้นนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะเป็นชั้นที่นักเรียนจะต้องนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ในชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้อง โดยครูจะนำโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นจากเดิมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนแก้ปัญหา

6. ชั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยครูจะนำแบบทดสอบ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบหรือทำเป็นรายบุคคล แล้วนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

3. กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

3.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน หรือการรู้คิด มีความหมายที่หลากหลายและกว้างขวางแตกต่างกันไปตามแนวคิดของนักวิชาการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

Brown and Smiley (1977) ได้อธิบายความหมายของเมตาคอกนิชันไว้ว่าเป็นการรู้ ว่าเรารู้ในสิ่งใด และเข้าใจในสิ่งใด ทั้งนี้เป็นผลมาจากบุคคลพยายามควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งกล่าวได้ว่า เป็นความสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองหรือเป็นการคิดเกี่ยวกับการคิด (Thinking About Thinking)

Flavell (1979) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตน อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทางหรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (Cognition About Cognition)

Costa (1984) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันไว้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะวางแผน กำหนดกลวิธีการสำหรับสร้างข้อมูลที่จำเป็น เพื่อที่จะรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการคิดและกลวิธีที่กำหนดขึ้นในขณะที่ทำการแก้ปัญหา และจะสามารถที่จะประเมินผลสิ่งที่เกิดจากการคิด

O'Malley et al. (1985) ได้กล่าวไว้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ การวางแผน การตรวจสอบและการประเมินผลของการกระทำของตนเอง หลังการทํากิจกรรมนั้นแล้ว

Beyer (1987) ได้ให้ความหมายว่าเมตาคอกนิชันเป็นการคิดเกี่ยวกับการคิด ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การวางแผนในการทำงาน การสังเกตหรือตรวจสอบความก้าวหน้า การประเมินผลงานหรือกิจกรรม รวมทั้งการปรับปรุงงานหรือกิจกรรมให้สำเร็จตามแผนที่วางไว้

Cross and Paris (1988) อธิบายว่า คำว่า เมตาคอกนิชัน มีความหมายครอบคลุมกิจกรรมทางปัญญาในประเด็นกว้างๆ 2 ประเด็นด้วยกัน คือ

1. ความรู้จักการประเมินพุทธิปัญญาของตนเอง
2. การจัดการกับความคิดของตนเอง

ในด้านความรู้จากการประเมินตนเองเกี่ยวกับพุทธิปัญญาของตนเองนั้น (Knowledge About Cognition) จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ความรู้เชิงปัจจัย หมายความว่าปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลความรู้เชิงกระบวนการ ซึ่งหมายถึงรู้ว่าจะประยุกต์ใช้ทักษะต่างๆ ได้อย่างไร และ ความรู้ในเชิงเงื่อนไข เป็นความเข้าใจในเรื่องของโอกาส นั่นคือรู้ว่าเมื่อไรควรใช้กลวิธีหนึ่งกลวิธีใด ในด้านการจัดการกับความคิดของตนเอง (Self - management of one's Thinking) ซึ่งครอบคลุมถึงทักษะต่างๆ 3 ประเภท ได้แก่ การประเมินสภาพการณ์เบื้องต้น (Evaluation) การวางแผน (Planning) และการกำกับตนเอง (Regulation)

Elawar (1992) เมตาคอกนิชันเป็นแง่มุมหนึ่งของการคิดวิจารณ์ญาณและครอบคลุมความสามารถของบุคคลในอันที่จะพัฒนากระบวนการอันเป็นระบบในระหว่างการแก้ปัญหา และทบทวนและประเมินความสำเร็จของกระบวนการคิดของตนเอง

Hennessey (1999) ได้กำหนดลักษณะของบุคคลที่มีการรู้คิดไว้ดังนี้

1. มีความตระหนักรู้ในสาระของความคิดของตนเอง
2. มีความตระหนักรู้ในสาระของความเข้าใจของตนเอง
3. มีการควบคุม-กำกับกระบวนการคิดของตนเองอย่างจริงจัง
4. มีความพยายามควบคุมกระบวนการคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับการเรียนรู้ใหม่
5. มีการใช้กลวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับช่วยให้คนอื่นจัดระเบียบวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้

ทิศนา แหมมณี และคณะ (2544) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การควบคุมและประเมินความคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนา เพื่อควบคุม กำกับกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงาน และสามารถใช้ยุทธวิธีทำงานจนเสร็จสมบูรณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก) ได้สรุปว่าเมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกยุทธวิธีในการวางแผน กำกับ ควบคุม และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาความหมายของเมตาคอกนิชันข้างต้นสรุปได้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การควบคุมและประเมินความคิดของตนเอง เป็นความสามารถในการคิดที่บุคคลสามารถรู้ถึงกระบวนการคิดต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิดของตนเอง สามารถที่จะควบคุมและตรวจสอบการคิดและผลที่เกิดจากการคิดของตนเองได้อย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง รู้ว่าตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร ตลอดจนมีการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินผลความคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ

3.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

Flavell (1979) อธิบายว่าเมตาคอกนิชันประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ความรู้ในเมตาคอกนิชัน และประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Knowledge) หมายถึง ความรู้หรือความเชื่อทั้งหมดที่มีอยู่เกี่ยวกับการรู้คิด เป็นความรู้ที่เก็บสะสมจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล เป็นการที่บุคคลรู้ว่าตนเองรู้อะไร และมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีผลต่อกิจกรรมการคิด กิจกรรมทางปัญญาของบุคคล แบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับบุคคล หมายถึง ความรู้หรือความเชื่อที่บุคคลมีเกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางปัญญา การคิด การเรียนรู้และการทำงานของบุคคล เป็นความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของตัวบุคคล ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจถึงความแตกต่าง และความคล้ายคลึงกันทั้งภายในบุคคลและระหว่างบุคคล ยกตัวอย่างเช่น การที่ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับตนเองในฐานะผู้เรียน โดยรู้ว่าตนมีความสามารถในการเรียนรู้อยู่ในระดับใด รู้ว่าตนมีรูปแบบในการเรียนรู้เป็นแบบใด และรู้ว่าบุคคลอื่นมีความแตกต่างจากตนเองอย่างไร เช่น อร์ทัยรู้ว่าตนเองเป็นคนเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีกว่า การเขียนสะกดคำ และชอบลักษณะการเรียนรู้ที่เน้นการฟังมากกว่าการพูด หรืออร์ทัยรู้ว่าเพื่อนสนิทของตนเป็นคนอ่อนไหวง่ายและปรับตัวได้ยากในการเข้าสังคม เป็นต้น

1.2 ความรู้เกี่ยวกับงาน หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับงานที่จะต้องเรียนรู้ รวมทั้งระดับความยากง่ายของงาน ขอบเขตของงาน รวมทั้งรู้ถึงปัญหาและอุปสรรคของงาน เช่น เรื่องที่ผู้เรียนชอบมักจะอ่านง่ายกว่าเรื่องที่ไม่ชอบ หรือข้อมูลที่จัดเป็นหมวดหมู่จะจำง่ายกว่าข้อมูลที่ไม่ได้จัดเป็นหมวดหมู่ เป็นต้น

1.3 ความรู้เกี่ยวกับกลวิธี หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีที่ใช้ในการเรียนรู้ ตลอดจนประโยชน์ของกลวิธีนั้นๆ ที่มีต่องานแต่ละอย่าง เป็นการตระหนักรู้ถึงศักยภาพหรือประโยชน์ของกลวิธีต่างๆ ที่มีต่องานแต่ละอย่างเป็นการรู้ถึงเงื่อนไขว่าควรใช้กลวิธีใด ในสถานการณ์ใด

อย่างไร และเมื่อไร เช่น ผู้เรียนรู้ว่าควรใช้กลวิธีใดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้หรือการรู้ว่าควรใช้กลวิธีแต่ละอย่างในสถานการณ์ใดและอย่างไร เช่น เด็กโตสามารถใช้กลวิธีการท่องจำได้ดีกว่า และแสดงถึงการทำงานอย่างมีระบบมากกว่าเด็กเล็ก หรือผู้อ่านที่ชำนาญจะรู้จักปรับกลวิธีการอ่านของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือการที่ผู้เรียนรู้ว่าวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและทำให้จำข้อมูลได้นาน คือการทำความเข้าใจในเนื้อหาและใจความสำคัญของเรื่องนั้นๆ หลังจากนั้นก็หมั่นทบทวนโดยใช้ภาษาของตัวเอง เป็นต้น

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Experiences) เป็นประสบการณ์ทางความคิดหรือความรู้สึกที่มีต่อการใช้ปัญญาในการแก้ปัญหาของบุคคล และสามารถควบคุมได้ มีความสำคัญต่อการกำกับตนเองในกิจกรรมการคิดให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น ในวันพรุ่งนี้จะมีการสอบ แต่นักเรียนมีความรู้สึกว่่านักเรียนยังไม่เข้าใจในเนื้อหาที่จะสอบดีพอ ดังนั้นนักเรียนจึงอ่านหนังสืออย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนสามารถสอบผ่านแน่ๆ หรือในตัวอย่างเดียวกัน บางครั้งถึงแม้นักเรียนจะเตรียมตัวสอบแล้วเป็นอย่างดี แต่นักเรียนไม่แน่ใจว่าสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ มันมากพอที่จะสอบผ่านหรือไม่ ดังนั้นนักเรียนจึงพยายามหาวิธีที่จะตรวจสอบตนเอง โดยการตั้งคำถามและหาคำตอบจากเนื้อหาที่อ่านด้วยตนเอง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเป้าหมายของงาน และสามารถส่งผลกระทบต่อความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันได้หลายประการ ดังนี้

- 1) นำไปสู่การสร้างเป้าหมายใหม่ อาจเป็นการทบทวนเป้าหมายที่มีอยู่เดิม หรืออาจยกเลิกเป้าหมายเดิม ถ้าเป้าหมายที่มีอยู่เดิมไม่มีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ
- 2) ส่งผลกระทบต่อความรู้ในเมตาคอกนิชัน โดยการเพิ่มเติม ตัดทอน หรือเปลี่ยนแปลงความรู้ที่มีอยู่เดิม
- 3) กระตุ้นให้มีการเลือกใช้กลวิธีต่างๆ หรือเลือกใช้กลวิธีใหม่ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

Brown et al. (1983) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน ประกอบไปด้วยความรู้ในเมตาคอกนิชัน และประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป็นส่วนของความรู้ ตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร โดยแบ่งตัวแปรของความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคล โดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2 ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้นๆ

1.3 ตัวแปรด้านกลวิธี หมายถึง ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสม ที่จะใช้ในการทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Experiences) ซึ่งแบ่งออกเป็น

2.1 การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสม ความถูกต้อง ลำดับของขั้นตอนและวิธีการที่เลือกใช้

2.3 การประเมิน (Evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผน การตรวจสอบขั้นตอน และประเมินผลลัพธ์

Paris and Winograd (1990) กล่าวไว้ว่าการรู้คิด ประกอบไปด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้

1. การมีความรู้และการควบคุมตนเอง (Knowledge and Control of Self) หมายถึง การมีความตระหนักรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้การกำกับ ควบคุมการเรียนรู้โดยอาศัยการมีข้อผูกพัน (Commitment) เจตคติ (Attitude) และความตั้งใจ (Attention) โดยเจตคติมีบทบาทสำคัญในการควบคุมตนเองอย่างรู้คิด บุคคลที่ประสบความสำเร็จในการทำงาน จะเห็นคุณค่าของการเกิดความสำเร็จที่เป็นผลมาจากการใช้ความพยายาม ความอดทน สำนึกในความตั้งใจมีส่วนให้บุคคลเข้าใจว่าระดับความพึงพอใจในการทำงานแต่ละอย่างจะแตกต่างกันไป จึงปรับความสนใจให้สอดคล้องกับงานที่จะทำความสามารถในการควบคุมความตั้งใจมีความสัมพันธ์กับการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การมีความรู้และการควบคุมกระบวนการ (Knowledge and Control of Processes) แบ่งออกเป็น

2.1 ประเภทของความรู้ (Types of Knowledge) ความรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ความรู้ข้อเท็จจริง (Declarative Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิดของการทำงาน

2) ความรู้กระบวนการ/วิธีการ (Procedural Knowledge) เป็นความรู้ในการนำยุทธศาสตร์ต่างๆ ไปใช้ในการปฏิบัติงาน

3) ความรู้เงื่อนไข (Conditional Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับการนำยุทธศาสตร์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์ในช่วงเวลาแบบใดซึ่งจะทำให้เกิดผลดีที่สุดหรือมีความรู้ว่ายุทธศาสตร์ใดจะใช้เมื่อใดอย่างไรจึงจะเกิดผลงานที่ดีที่สุด

2.2 การควบคุมจัดการพฤติกรรม (Executive Control of Behavior) ประกอบด้วย การประเมินผล (Evaluation) การวางแผน (Planning) และการกำกับควบคุม (Regulation) ซึ่งจะ

ทำให้เกิดการควบคุมพฤติกรรมการทำงานเพื่อก่อให้เกิดความสำเร็จในงานที่ทำ ในการประเมินผลมุ่ง การประเมินความรู้ความเข้าใจในงานที่ทำ แหล่งทรัพยากร และเป้าหมายของตนอย่างต่อเนื่อง ในการวางแผนเกี่ยวข้องกับการเลือกยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการทำงานแต่ละอย่าง ต้องอาศัย การมีความรู้ข้อเท็จจริงและความรู้เงื่อนไขส่วนการกำกับควบคุม ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ ควบคุม การทบทวน-ตรวจสอบกระบวนการต่างๆ ที่ใช้เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้

Wells (2000) แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น ดังนี้

1.1 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ชัดเจน (Explicit Metacognitive Knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก และสามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

1.2 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ไม่ชัดเจน (Implicit Metacognitive Knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก แต่ไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน เป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ ในวิธีการที่หลากหลาย

3. กลวิธีควบคุมเมตาคอกนิชัน คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของระบบทางปัญญา

จากการศึกษาองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของเมตาคอกนิชันประกอบด้วย 2 ส่วน โดยส่วนแรกคือ ความรู้ในเมตาคอกนิชันหมายถึง ความรู้เกี่ยวกับ กระบวนการคิดรู้ถึงทักษะ และกลวิธีที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อยดังนี้ 1) ความรู้เกี่ยวกับบุคคล 2) ความรู้เกี่ยวกับงาน 3) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธี และ ส่วนที่สองคือ ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน เป็นประสบการณ์ทางความคิดหรือความรู้สึกที่มีต่อการใช้ปัญญาในการแก้ปัญหาของบุคคลและสามารถควบคุมได้

3.3 การใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

Garofalo & Lester (1985) ได้เสนอขั้นตอนการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมที่มีกลวิธีในการ วิเคราะห์ข้อมูลและทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งประกอบด้วย

1.1 กลวิธีทำความเข้าใจ

1.2 วิเคราะห์ข่าวสารข้อมูลและเงื่อนไข

- 1.3 ประเมินความคุ้นเคยกับงาน
- 1.4 สร้างตัวแทนในการแก้ปัญหา
- 1.5 การประเมินความยากและโอกาสที่จะสำเร็จ
2. การเริ่มต้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา (Organization) หมายถึง การวางแผนพฤติกรรมและการเลือกปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย
 - 2.1 ระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย
 - 2.2 วางแผนรวม
 - 2.3 วางแผนย่อย
3. การดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) หรือการดำเนินการตามแผน ซึ่งประกอบด้วย
 - 3.1 การดำเนินการตามแผนย่อย
 - 3.2 กำกับและประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อยและแผนรวม
 - 3.3 กำกับตนเองในด้านความถูกต้องของงาน และการใช้เวลา
4. การประเมินความถูกต้อง (Verification) หรือการประเมินการตัดสินใจและผลลัพธ์ของการปฏิบัติตามแผน ซึ่งประกอบด้วย
 - 4.1 ประเมินการนิยามปัญหา และประเมินการวางแผนแก้ปัญหา
 - 4.1.1 ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา
 - 4.1.2 ความถูกต้องของแผนการแก้ปัญหา
 - 4.1.3 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.1.4 ความสอดคล้องของแผนรวมกับเป้าหมาย
 - 4.2 ประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา
 - 4.2.1 ความถูกต้องของการดำเนินการ
 - 4.2.2 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.2.3 ความสอดคล้องของผลแต่ละขั้นกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา
 - 4.2.4 ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา

Beyer (1987) ได้ศึกษาวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา และได้แบ่งกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหออกเป็น 3 กลวิธีย่อย ดังนี้

1. วางแผนแก้ปัญหา เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กับประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหา มากำหนดว่าจะแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีใดและอย่างไร ก่อนที่จะทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาโจทย์ว่าสิ่งที่โจทย์ให้หา
สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการหรือ
ขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด

1.3 เรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการนำวิธีการหรือ
ขั้นตอนเลือกมาลำดับเป็นขั้นตอนย่อยๆ ทำให้สะดวกต่อการแก้ปัญหาและตรวจสอบข้อผิดพลาดที่
อาจเกิดขึ้น

1.4 คาดเดาอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและวิธีการแก้ไขได้ เป็นการ
คาดการณ์ถึงสิ่งที่จะทำให้เกิดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5 คาดเดาวิธีการแก้ไขอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เป็นการคาดการณ์ถึง
วิธีการที่จะทำให้สามารถกำจัดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในการแก้ปัญหา

1.6 ประเมินหรือทำนายผลลัพธ์ที่ต้องการ เป็นการคาดคะเนคำตอบที่ต้องการ
โดยการวิเคราะห์ข้อมูล หรือเงื่อนไขที่โจทย์ปัญหากำหนดมาให้อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์
ในการตรวจสอบคำตอบ

2. กำกับกับการแก้ปัญหา เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการ
แก้ปัญหาไปพร้อมกับการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 กำกับเป้าหมายการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการกำกับถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการขณะทำ
การแก้ปัญหา

2.2 กำกับวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา เป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและ
ขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา โดยการกำกับถึงสิ่งต่อไปนี้

2.2.1 รู้ว่าแก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2 ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปอย่างเหมาะสม

2.2.4 รู้ข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

2.2.5 รู้วิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3. ประเมินการแก้ปัญหา เป็นการมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหา
เพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ประกอบด้วย

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้ปัญหา
แล้วผู้แก้ปัญหสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ ด้วยวิธีการใดหรือขั้นตอนใด เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ เป็นการมองย้อนกลับไปที่วิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด เพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในขณะแก้ปัญหาแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

3.4 ประเมินการแก้ไขอุปสรรคและข้อผิดพลาด เป็นการอภิปรายถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้ปัญหาแล้ววิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อเป็นการลดปัญหาและอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในครั้งต่อไป

3.5 พิจารณาประสิทธิภาพและความสำเร็จ เป็นการพิจารณาถึงวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่ทำให้การแก้ปัญหามีความถูกต้องแน่นอนประสบความสำเร็จได้เพียงใด

Davidson , Deuser and Sternberg (1994) มีความเห็นว่าการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์มีพื้นฐานส่วนหนึ่งมาจากการแก้ปัญหาทั่วไป จึงเสนอแนะวิธีการใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุและนิยามปัญหา (Identifying and defining the problem) ในการแก้ปัญหานั้น บุคคลจำเป็นต้องระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และเป้าหมายในการแก้ปัญหา ขั้นแรกของการนิยามปัญหา คือการลงรหัส เพื่อเก็บลักษณะสำคัญของปัญหาลงไว้ในความจำระยะสั้น และการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าวจากความจำระยะยาวขึ้นมา หลังจากนั้นผู้แก้ปัญหาต้องระบุให้ได้ว่า สิ่งใดรู้แล้ว สิ่งใดยังไม่รู้และโจทย์ถามอะไร

2. การสร้างตัวแทนปัญหา (Representing the Problem) เมื่อระบุปัญหาได้แล้วต้องสร้างความสัมพันธ์ของปัญหา ของสิ่งที่รู้ สิ่งที่ยังไม่รู้ และสิ่งที่โจทย์ถาม จากตรรกะนี้ข้อมูลอาจจะถูกเพิ่มเข้ามา หรือขจัดออกไป และถูกตีความจากสถานการณ์เดิมและถูกเก็บไว้ในความจำ

3. การวางแผนการแก้ปัญหา (Planning How to Proceed) การวางแผนนี้จะรวมถึงการแบ่งปัญหาย่อยๆ จากนั้นจึงค่อยๆ ดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับต่อไป ในการวางแผนจำเป็นต้องมีการเลือกกระบวนการพื้นฐานในทางกลวิธีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4. การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluating the Problem) ในขั้นตอนนี้บุคคลที่แก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องใส่ใจกับสิ่งที่ทำไปแล้ว สิ่งที่กำลังจะทำ และสิ่งที่ควรจะทำต่อไป การประเมินผลการแก้ปัญหาคือการที่บุคคลควบคุมตัวแทนภายในของปัญหาที่ตนสร้างขึ้นมาก่อนหน้านี้ได้ และบางครั้งจำเป็นต้องใช้กลวิธีใหม่ เมื่อกลวิธีเดิมที่ใช้ทำให้การแก้ปัญหาไม่สำเร็จ

Yimer (2004) ได้เสนอแนวคิดในการใช้เมตาคognition ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เผชิญหน้ากับปัญหา (The engagement phase) เป็นขั้นการเผชิญปัญหา และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย
 - 1.1 สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยการอ่าน กำหนดแนวคิด หรือวาดรูป
 - 1.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านซ้ำเพื่อพิจารณาลักษณะของปัญหา และเชื่อมโยงปัญหากับหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
 - 1.3 พัฒนาความเกี่ยวข้องของปัญหา ประเมินระดับความยากง่าย คาดคะเนความสำเร็จ และประเมินความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีในการจัดการปัญหา
2. กำหนดกระบวนการแก้ปัญหา (The transformation-formation phase) เป็นขั้นวางแผนแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ และกำหนดกรอบในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย
 - 2.1 สำรวจปัญหาโดยนึกถึงปัญหาที่เป็นกรณีเฉพาะ
 - 2.2 คาดคะเนบนพื้นฐานของการวิเคราะห์เกี่ยวกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหา
 - 2.3 สะท้อนผลการสำรวจและคาดคะเนความเป็นไปได้
 - 2.4 วางแผนหรือหายุทธวิธีแก้ปัญหา
 - 2.5 พิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด
3. ลงมือปฏิบัติ (The implementation phase) เป็นขั้นตอนดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย
 - 3.1 สำรวจเงื่อนไขหลักของแผนเพื่อกำหนดแผนย่อย ตลอดจนพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
 - 3.2 พิจารณาความสอดคล้องของแผนกับเงื่อนไขของปัญหา
 - 3.3 ดำเนินการตามแผน
 - 3.4 สะท้อนความเหมาะสมของการปฏิบัติตามแผน และความสอดคล้องของแผนย่อย ขั้นนี้อาจเกิดการตัดสินใจในการปรับปรุงหรือยกเลิกแผน
4. ประเมินผล (The evaluation phase) เป็นขั้นประเมินกระบวนการแก้ปัญหา และตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย
 - 4.1 ประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นตอบคำถามของปัญหาหรือไม่
 - 4.2 ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนกับเงื่อนไขของปัญหา และตรวจดูข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการคำนวณ

4.3 ประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

4.4 ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธคำตอบของปัญหา

5. ซึมซับทางความคิด (The internalization phase) เป็นขั้นที่เกี่ยวข้องกับเจตคติของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย

5.1 สะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา

5.2 พิจารณาประเด็นสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหา

5.3 ประเมินผลการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้กับสถานการณ์อื่น และพิจารณาหาแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหา

จากการศึกษาการใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยจะใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Beyer (1987) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ ตัดสินใจเลือกวิธีการ หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาให้เหมาะสม แล้ววางแผนออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ปัญหามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

3.4 การวัดและการประเมินเมตาคอกนิชัน

การวัดเมตาคอกนิชันที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนั้น มีการนำเทคนิควิธีมาใช้ในการวัดหลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ การรายงานตนเอง และการใช้แบบสอบถาม เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความมุ่งหมายในการวิจัยและลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

Garner and Alexander (1989) ได้เสนอวิธีการวัดเมตาคอกนิชันไว้หลายวิธี ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview techniques) วิธีการนี้เป็นการกระทำย้อนหลังจนถึงกระบวนการคิด และสิ่งที่กลุ่มตัวอย่างได้กระทำหลังจากที่ได้ทำงานไปแล้ว โดยผู้ถูกสัมภาษณ์อาจไม่ได้มีการเตรียมลำดับความคิดมาล่วงหน้า ซึ่งพบว่าหากใช้วิธีการสัมภาษณ์เด็กที่อายุมากกว่าจะมีความรู้ในเมตาคอกนิชันสูงกว่าเด็กที่อายุน้อยกว่า แต่ก็ไม่ได้เป็นสิ่งที่สามารถระบุได้อย่างชี้ชัดว่าเด็กโตจะใช้การคิดเชิงเมตาคอกนิชันมากกว่าเด็กเล็ก ซึ่งปัญหาที่สำคัญบางประการของการใช้วิธีการสัมภาษณ์ คือ บางครั้งการสัมภาษณ์เป็นการกระทำภายหลังกิจกรรมการคิด ซึ่งถ้าทิ้งระยะเวลาอันนานเกินไปอาจทำให้

ผู้ถูกสัมภาษณ์ไม่สามารถจดจำรายละเอียดต่างๆ ได้ครบถ้วน หรืออาจจำรายละเอียดได้น้อยกว่าความเป็นจริง และปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ บางครั้งคำถามที่ใช้เป็นคำถามที่ชี้แนะให้แก่ผู้ตอบทำให้เกิดการตอบตามสมมติฐานการวิจัย นั่นคือ ผู้ถูกสัมภาษณ์อาจรายงานในกระบวนการคิดที่ตนไม่ได้คิดจริงก็ได้ รวมทั้งในกรณีศึกษากับเด็กเล็กก็อาจมีปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ภาษา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความคล่องแคล่วในการใช้ภาษา หรือความแตกต่างในการใช้ภาษาระหว่างเด็กและผู้ใหญ่

2. กระบวนการคิดออกเสียง (Think aloud procedures) เป็นวิธีหนึ่งของการรายงานความคิดด้วยถ้อยคำ (Verbal report) ซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์ การประมวลผลข้อมูล โดยลักษณะที่สำคัญของกระบวนการนี้ คือ ผู้แก้ปัญหาสามารถรายงานสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

2.1 รายงานเป็นคำพูดโดยตรง (Direct verbalization) เป็นการรายงานข้อความที่มีรหัสถ้อยคำอยู่ในความจำระยะสั้นแล้วผู้แก้ปัญหาจะรายงานออกมาตามที่คิดได้เลย ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ

2.1.1 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดในขณะที่กำลังทำงานหรือกำลังแก้ปัญหา (Concurrent protocol) โดยใช้การบันทึกเสียงการรายงานไว้แล้วถอดเทปออกมาใส่รหัสข้อความที่พูด จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์

2.1.2 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว (Retrospective protocol) เป็นการลดปัญหาการรบกวนสมาธิในขณะที่ทำงานซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในการดำเนินการในแบบที่ 1 และเป็นการใช้ผู้แก้ปัญหาได้รวบรวมความคิดรวบยอดเกี่ยวกับงานที่ทำ หรือปัญหาที่แก้ แต่สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการดำเนินการแบบที่ 2 นี้ คือ การรายงานความคิดที่อาจจะไม่มีในการแก้ปัญหา

2.2 การบันทึกรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้น (Recording the content of short term memory) ข้อความที่จะรายงานนั้นยังไม่มีรหัสไว้ในความจำระยะสั้น นั่นคือ ก่อนการรายงาน ผู้แก้ปัญหาต้องใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลเป็นรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้นของตนเองก่อน แล้วจึงค่อยรายงานออกมา ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการรายงานความคิดโดยไม่พูดออกมาได้อย่างรวดเร็วเหมือนในลักษณะที่ 1 แต่จะใช้ได้กับกระบวนการคิดขั้นที่สูงกว่าการคิดโดยทั่วไป

2.3 การอธิบาย (Explanation) เป็นการรายงานด้วยถ้อยคำที่ใช้กระบวนการขั้นที่สูงขึ้นไปกว่าในลักษณะที่ 2 ซึ่งเกิดจากการถามให้ผู้แก้ปัญหาได้อธิบายความคิดของเขา ส่งผลให้ต้องใช้ทั้งความคิดและการสังเคราะห์เพื่อการอธิบาย และใช้เวลาในการอธิบายความคิดที่เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก) ได้สรุปว่า การประเมินเมตาคอกนิชันของผู้เรียนสามารถพิจารณาได้จากพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมาจากการใช้วิธีต่างๆ

ในการประเมิน โดยวิธีที่ใช้ในการประเมินเมตาคอกนิชันมีหลายวิธี ซึ่งวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายมี 4 วิธี ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview technique) เป็นกระบวนการในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ โดยทั่วไปได้จำแนกการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดประเด็นและคำถามที่จะใช้ในการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า ผู้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามเดียวกัน และมีลำดับในการสัมภาษณ์เหมือนกัน การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างช่วยให้ผู้สัมภาษณ์ถามในประเด็นที่ต้องการ ทำให้ไม่ออกนอกเรื่อง ไม่เกินขอบเขตที่กำหนดไว้ และข้อมูลที่ได้จากผู้สัมภาษณ์แต่ละคนสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

1.2 การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดเพียงประเด็นหลักที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ไม่มีการกำหนดคำถามในการสัมภาษณ์ที่แน่นอนตายตัวหรือมีการกำหนดคำถามไว้เพียงบางส่วน การสัมภาษณ์มีความยืดหยุ่นผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการถาม และนอกจากนี้ผู้สัมภาษณ์สามารถปรับเปลี่ยนคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์และผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคนได้

การประเมินเมตาคอกนิชันของผู้เรียนโดยใช้การสัมภาษณ์จะต้องใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนพูดทบทวนความคิดของตนเองในสิ่งที่ได้กระทำหลังจากการทำงาน และไม่ควรกระทำภายหลังจากการทำงานนานจนเกินไป เนื่องจากผู้เรียนอาจจดจำรายละเอียดต่างๆ ได้ไม่ครบหรือจำผิดพลาดหรือตอบได้น้อยกว่าความเป็นจริง ในกรณีที่เป็นการสัมภาษณ์เด็กเล็กอาจพบประเด็นปัญหาเกี่ยวกับความคล่องแคล่วของการใช้ภาษารวมทั้งความสามารถในการอภิปรายกระบวนการทางความคิดเพื่อการสื่อสารให้บุคคลอื่นเข้าใจ

2. การคิดแบบออกเสียง (Think aloud procedure) เป็นวิธีการที่ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายให้ลงมือปฏิบัติงาน และให้คิดแบบออกเสียงหรือรายงานทุกสิ่งที่คิดในขณะที่ทำงานซึ่งจะถูกบันทึกเสียงไว้สำหรับการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ และในระหว่างการทำงานของผู้เรียนจะต้องมีการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นการแสดงออกทางกาย เช่น การพยักหน้า การขมวดคิ้ว เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์เมตาคอกนิชันของผู้เรียน ในการคิดแบบออกเสียงนี้ต้องระวังไม่ให้มีการรบกวนในขณะที่คิด และควรจัดให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดออกเสียงจนคล่องแคล่ว และสามารถทำตัวเองก่อนการเก็บข้อมูลจริง โดยข้อมูลที่ได้จากการคิดแบบออกเสียงต้องได้รับการวิเคราะห์และตีความ รวมทั้งมีการจัดแยกประเภทแยกแยะสิ่งที่สำคัญและไม่สำคัญออกจากกันได้ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือกระบวนการคิดที่พูดออกมาอาจเป็นกระบวนการคิดที่ด้อยประสิทธิภาพกว่ากระบวนการคิดที่ผู้เรียนคิดตามธรรมชาติ เนื่องจากการให้ผู้เรียนพูดในขณะที่คิด อาจขัดจังหวะการคิดของผู้เรียน

3. การใช้แบบรายงานตนเอง (Self-report) เป็นวิธีการเพื่อให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามโดยการเขียนตอบตามความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระหรือมีตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกตอบ การประเมินเมตาคอกนิชันด้วยวิธีนี้สามารถทำได้ในระหว่างการทำงานหรือเมื่อสิ้นสุดการทำงาน การสร้างแบบรายงานตนเองที่ดีต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าต้องการประเมินสิ่งใด และต้องมีการประเมินให้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบที่ต้องการวัด ข้อความที่ใช้ในการถามคำถามต้องใช้ภาษาที่ดีและเข้าใจง่าย ควรมีทั้งข้อความทั้งทางบวกและ ทางลบเพื่อให้สามารถประเมินผู้เรียนได้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

4. การใช้แบบทดสอบ (Test) แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ผู้สอนมีความคุ้นเคยมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีการคิดเชิงเมตาคอกนิชันมากน้อยเพียงใด ซึ่งแบบทดสอบชุดหนึ่งจะประกอบไปด้วยข้อสอบจำนวนหลายข้อ เพื่อให้วัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการมากที่สุด จากวิธีที่ใช้ในการประเมินเมตาคอกนิชันดังกล่าวถ้าต้องการให้ผลการประเมินมีความแม่นยำควรใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมินแต่ละครั้ง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการเปรียบเทียบ และสามารถสรุปผลให้มีความใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด ในการเลือกใช้อาจต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของแต่ละวิธี เช่น วิธีสัมภาษณ์ และการคิดแบบออกเสียงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนอย่างละเอียด แต่อาจต้องใช้เวลามากจึงเหมาะสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่มีจำนวนน้อย ส่วนในกรณีที่ต้องการประเมินกับกลุ่มผู้เรียนจำนวนมากควรเลือกวิธีการใช้แบบรายงานตนเอง หรือการใช้แบบทดสอบ เนื่องจากทั้งสองวิธีนี้สามารถใช้ประเมินกับผู้เรียนจำนวนหลายคนในเวลาเดียวกันได้

จากการศึกษาการวัดและการประเมินเมตาคอกนิชันข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดและการประเมินเมตาคอกนิชัน เป็นการประเมินความคิด จึงต้องใช้การกระตุ้นจากภายนอกเพื่อให้ผู้เรียนแสดงวิธีการคิด โดยการประเมินนั้นมีหลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ วิธีการคิดออกเสียง การให้รายงานตนเอง และการใช้แบบทดสอบ ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีหรือข้อจำกัดที่แตกต่างกันจึงควรพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบในการวัดและประเมินเมตาคอกนิชันของนักเรียน โดยให้นักเรียนประเมินการแก้ปัญหาของตนเองในแต่ละชั้นของการแก้ปัญหาของตน

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวางแผน กำกับควบคุม ตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิดของตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันแบ่งขั้นตอนการสอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยยกสถานการณ์ปัญหา ให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ในสิ่งที่เรียนแล้ว ร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ โดยครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

3. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเรื่องที่เรียน อาจใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหา หรือกิจกรรมในชั้นเรียนที่ได้จากการเรียนในชั้นการสอนเนื้อหาใหม่ จนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากชั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาฝึกให้เกิดความชำนาญ โดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้ มาให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา และในขั้นนี้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยเริ่มจากการให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่าน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุให้ได้ว่า สิ่ง โจทย์ให้หา สิ่ง โจทย์กำหนดมาให้คืออะไร และนักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกวิธีการ หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาให้เหมาะสม แล้ววางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา จากนั้นก็ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้อง โดยครูจะนำโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นจากเดิมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่าน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุให้ได้ว่า สิ่ง โจทย์ให้หา สิ่ง โจทย์กำหนดมาให้คืออะไร และนักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกวิธีการ หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาให้เหมาะสม แล้ววางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา จากนั้นก็ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

6. ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยครูจะนำแบบทดสอบ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบหรือทำเป็นรายบุคคล แล้วนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

Anderson and Pingry (1973) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีในการแก้ไขหรือหาคำตอบ โดยผู้ที่แก้ปัญหาก็จะสามารถแก้ปัญหาก็ได้ต้องเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และการตัดสินใจ

Krulik, S. & Rudnick (1993) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา และคำตอบจะต้องเกี่ยวกับปริมาณในปัญหานั้น ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาก็อย่างชัดเจน แต่ผู้แก้ปัญหาก็ต้องค้นคว้าหาวิธีการเพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้นๆ ที่ต้องการ

Adams, Ellis, & Beeson (1997) ได้กล่าวถึง ความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้น ไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาก็อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาก็ต้องค้นคว้าหาวิธีใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่า จะต้องทำอะไร

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอยู่ในจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาก็ไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และอุปกรณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาก็และเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

กรมวิชาการ (2544) ระบุว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นงานที่บุคคลเผชิญอยู่ และต้องการหาคำตอบ แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาก็ต่างๆ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาก็และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) ระบุว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่เคยพบเห็นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์

ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ให้เหตุผลและการตัดสินใจ

เวซฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากการศึกษาความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบของปัญหา แต่ปัญหานั้นผู้แก้ปัญหาไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที โดยผู้ที่แก้ปัญหาก็จะสามารถแก้ปัญหาก็ได้ต้องเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญห และความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญห ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ให้เหตุผล และการตัดสินใจ

5.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามลักษณะ ดังต่อไปนี้

Polya (1985) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา คือ

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

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมุติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Reys, Suydum and Lindquist (1992) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา (Routine problem) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักเป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการ เมื่อพบปัญหาสามารถแก้ปัญหาก็ได้ทันที

2. ปัญหาแปลกใหม่ (Non-routine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน และผู้แก้ปัญหาก็ไม่คุ้นเคยกับปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาก็ต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันจึงจะแก้ปัญหาก็ได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหาโดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้
 - 1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ใช้ค้นพบคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ หรือให้หาวิธีการ คำอธิบาย การให้เหตุผล
 - 1.2 ปัญหาให้พิสูจน์เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้ เป็นจริงหรือเท็จ
 2. การแบ่งประเภทของปัญหาโดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา ดังนี้
 - 2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการปัญหา
 - 2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองหาความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
- ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2539) ได้แบ่งประเภทของปัญหา ดังนี้
1. ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้
 - 1.1. ปัญหาให้ค้นหา มีส่วนสำคัญคือ สิ่งที่ต้องการหา และสิ่งที่กำหนดให้เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้
 - 1.2. ปัญหาให้พิสูจน์มีส่วนสำคัญคือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐาน และสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป
 2. ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและโครงสร้างของปัญหาแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้
 - 2.1 ปัญหาธรรมดา ปัญหาที่คุ้นเคยหรือที่นำมาเป็นแบบฝึกหัด
 - 2.2 ปัญหาที่ไม่ธรรมดา คือ ปัญหาที่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองหาความรู้ประสบการณ์ตลอดจนความสามารถมาประมวลเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้คำตอบ

จากการศึกษาประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท โดยประเภทแรกคือปัญหาที่พิจารณาตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ และปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผล ส่วนประเภทที่สองคือปัญหาโดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อน สามารถแก้ปัญหาได้ทันที และปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองหาความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันจึงจะแก้ปัญหาได้

5.3 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Bitter, Hatfield, & Edwards (1989) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 รูปแบบ ได้แก่

1. การแก้ปัญหารูปแบบเป้าหมาย เป็นการแก้ปัญหาที่ไม่เน้นกระบวนการหรือวิธีแก้ปัญหา หรือแม้แต่รายละเอียดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่จะสนใจผลลัพธ์สุดท้าย
2. การแก้ปัญหารูปแบบกระบวนการ เป็นการแก้ปัญหาที่ให้ความสำคัญกับโอกาสที่นักเรียนจะได้ฝึกฝนวิธีการ กลยุทธ์ และการค้นพบเกี่ยวกับการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. การแก้ปัญหารูปแบบทักษะ เป็นการแก้ปัญหาที่ต้องการความตั้งใจ และพยายามที่จะระบุประเภทและลักษณะของปัญหาหรือวิธีการในการแก้ปัญหาให้ได้

Krulik and Rudnick (1987) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการที่แต่ละบุคคลใช้ความรู้ที่มีอยู่ก่อนเดิม ตลอดจนทักษะ และความเข้าใจในการแก้สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (2000) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบนั้นนักเรียนต้อง นำความรู้ที่มีอยู่เข้าไปสู่กระบวนการที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบแต่อยู่ที่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น และมีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง การแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามักจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สมเดช บุญประจักษ์ (2550) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ ดังนั้น การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กิจกรรมของคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความรู้ ความคิดแก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนคติ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการคิด การวิเคราะห์ การเชื่อมโยง การประยุกต์ใช้ความรู้ ตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ต้องการในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำงาน ทักษะทางการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง เป็นต้นนอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหาด้วย

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือหาคำตอบของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการหาคำตอบของปัญหา

5.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1973) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจ คือ สัญลักษณ์ต่างๆ ในปัญหานักเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องใช้ชื่อกับข้อมูลต่างๆ เขาควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ ซ้ำแล้วซ้ำอีกและหลายๆ แง่มุมจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

2. การวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในปัญหาให้ชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหานั้นบ้าง เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรแบ่งเป็นขั้นๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่และในขั้นตอนใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นตอนเล็กๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อที่จะให้ได้สิ่งนั้นตามที่ต้องการ

3. การดำเนินการตามแผน นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งนี้นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้คือทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

4. การตรวจสอบ การตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์โดยการพิจารณาและสำรวจดูผลตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

Gagne (1985) กล่าวถึงสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอดและหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาเป็นความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem Schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่คำศัพท์และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่างๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning Strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญา ลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive Strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจย้อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาตลอดกระบวนการ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตั้งของปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรบ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีต่างๆ ช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

2. ขั้นวางแผน จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด จะแก้อย่างไร และเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหา พิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา ตลอดจนการผสมผสานกับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาเอง

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วจึงลงมือปฏิบัติได้คำตอบ

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความรู้ของคำตอบ มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา เป็นการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้น ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้

2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น และไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต กระบวนการ หรือรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุการเดาและทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด

3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

กรมวิชาการ (2549) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลใดบ้างที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรายการ การเขียนภาพ การสร้างตาราง การคิดย้อนหลัง และวิธีอื่นๆ

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบ ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ สร้างตาราง เขียนแบบแผนลำดับขั้นตอนการคิด และวิธีอื่นๆ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มา ประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทำ การคิดคำนวณ และวิธีอื่นๆ

ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบ เป็นขั้นนี้ต้องพิจารณาว่า ได้แก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วหรือไม่ ประกอบด้วยวิธีคิด การคิดย้อนใหม่ตั้งแต่ต้น และวิธีอื่นๆ

ทิสนา แชมมณี (2550) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุปและตระหนักในปัญหานั้น

2. การวิเคราะห์ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพสาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา

3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียน

4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงานเพื่อรายงาน และตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเองซึ่งอาจทำในรูปของรายงานจากการค้นคว้า เอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์และวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ และการตรวจสอบ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา

จากการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการทำงานของ ตนเองมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ โดยมีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบ

5.5 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นจัดเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวัดและประเมินนั้นสามารถทำได้โดยใช้วิธีและเครื่องมือในการประเมินที่หลากหลาย ได้แก่ การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การประเมินบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน และการใช้คำถาม ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงรูปแบบการวัดและประเมินผล ดังนี้

Polya (1973) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ต้องการทราบอะไร และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ให้เงื่อนไขความจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	สามารถสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการ หรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	พิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้เสนอเกณฑ์แนวทางการประเมินการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา

2 หมายถึง สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง

1 หมายถึง สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง

0 หมายถึง เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 หมายถึง สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

1 หมายถึง สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

0 หมายถึง สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 หมายถึง สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง

1 หมายถึง สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

0 หมายถึง สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

4. การตอบ

2 หมายถึง สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

1 หมายถึง สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด

0 หมายถึง เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร (2554) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา

2 (ดี) หมายถึง เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด

1 (พอใช้) หมายถึง เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน

0 (ต้องปรับปรุง) หมายถึง ไม่เข้าใจปัญหา

2. การวางแผนการแก้ปัญหา

2 (ดี) หมายถึง วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน

1 (พอใช้) หมายถึง วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน

0 (ต้องปรับปรุง) หมายถึง วางแผนการแก้ปัญหาได้ไม่เหมาะสม

3. การดำเนินการแก้ปัญหา

2 (ดี)	หมายถึง	ดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด
1 (พอใช้)	หมายถึง	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ต้องปรับปรุง)	หมายถึง	ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

4. การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

2 (ดี)	หมายถึง	มีการสรุปตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
1 (พอใช้)	หมายถึง	มีการสรุปคำตอบแต่ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ
0 (ต้องปรับปรุง)	หมายถึง	ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจสอบคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากรายการประเมิน 4 ประเด็น ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
1. ทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาถูกต้อง - เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน - เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา
2. เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุป หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากการศึกษาการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากรายการประเมิน 4 ประเด็นคือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาปัญหาและบอกได้ว่าปัญหากำหนดอะไรมาให้บ้าง และปัญหาต้องการทราบอะไร 2) วางแผนแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการค้นหาแบบรูป สมการ หรือวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3) ขั้นตอนการดำเนินการตามแผน เป็นความสามารถในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ และมีทักษะในการคำนวณ 4) ขั้นตรวจสอบผล เป็นความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งดัดแปลงมาจากเกณฑ์การประเมินผลของเวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2554) ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	0	1	2	3
การทำความเข้าใจปัญหา	ไม่มีการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ตรงประเด็น	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ตรงประเด็น บางส่วน	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ชัดเจนและตรงประเด็น
การวางแผนการแก้ปัญหา	ไม่มีการเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหา และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหา และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่ตรงประเด็น	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้ และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็นบางส่วน	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น และเป็นลำดับขั้นตอน
การดำเนินการแก้ปัญหา	ไม่มีการแสดงวิธีการแก้ปัญหา	แสดงวิธีการแก้ปัญหา ไม่ตรงประเด็น	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้	แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้อย่างละเอียด และเป็นลำดับขั้นตอน
ตรวจสอบคำตอบ	ไม่มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบ	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบได้ตรงประเด็นบางส่วน	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบได้อย่างละเอียด และตรงประเด็น

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษาโดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบ หรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

Mehrens (1976) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ทักษะและสมรรถภาพมองด้านต่างๆ ของผู้เรียนต่อการเรียนแต่ละวิชาซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึงคุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอนทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพมอง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหา (Content) ของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้วนักเรียนมีความสามารถเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด

อารีย์ วชิรวาการ (2542) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้านและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ แต่คนส่วนมากเข้าใจว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกิดขึ้นจากการเรียนการสอนภายในโรงเรียน และมองในแง่ความรู้ความสามารถของสมองเท่านั้น

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ การศึกษาค้นคว้า อบรม การสั่งสอนหรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้าน และแหล่งอื่นๆ

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการวัดความรู้ ความสามารถในเนื้อหาวิชานั้นๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ การฝึกฝน การศึกษาค้นคว้า หรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้านและสิ่งแวดล้อมอื่นๆซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้คำนิยามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการประยุกต์ใช้ และระดับการวิเคราะห์

6.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวถึง ผลงานทางวิชาการของเบนจามิน บลูม (Benjamin S. Bloom) ที่มีชื่อ อนุกรมวิธานของบลูม (Bloom's Taxonomy) ซึ่งก็คือการจัดจำแนกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านจิตพิสัย (Affective Domain) สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้น บลูมได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถตอบเกี่ยวกับสาระหรือข้อเท็จจริง คำนิยาม ชื่อ สูตรต่างๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วมาตอบคำถาม ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากความจำ เช่น

- อนุกรม คืออะไร
- สมบัติของเลขยกกำลังมีอะไรบ้าง

2) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ทั้งด้านความหมายความสัมพันธ์ และความรู้ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิด (Network of Concepts) ทั้งหมดที่เรียน การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถในการอธิบาย บรรยาย แปลความหมาย ขยายความ สรุปอ้างอิงจากข้อมูล (Data) ที่ผ่านการประมวลเป็นสารสนเทศ (Information) แล้ว เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- จำนวนตรรกยะต่างจากจำนวนอตรรกยะอย่างไร

3) ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ (Application) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำเอาข้อเท็จจริง (Fact) ความคิด (Idea) หลักการ (Principle) กฎ (Law) วิธีการหรือสูตรต่างๆ มาใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการนำไปใช้ เช่น

- เราจะหาเงินรวมในอีก 10 ปี ข้างหน้าได้อย่างไร
- เราจะหาผลบวกของจำนวนคู่ตั้งแต่ 18 ถึง 482 ได้อย่างไร

4) ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analyzation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและลึกซึ้ง เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยตรงมี 2 ลักษณะ คือ

4.1) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

4.2) วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิงหรือหลักการต่างๆ เพื่อหาหลักฐานที่สนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นการประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ หาความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- จากโจทย์ปัญหานี้ โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้บ้าง และโจทย์ต้องการทราบอะไร
- การบวกและการคูณ มีสมบัติใดบ้างที่เหมือนกัน

5) ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ทำนายสถานการณ์ในอนาคต คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถาม ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสังเคราะห์ เช่น

- เราจะวางแผนการบันทึกจำนวนของคนที่ใช้บริการห้องสมุดได้อย่างไร
- ถ้าต้องอธิบายเรื่องการบวกลบเศษส่วนให้ห้องชั้น ป.4 เข้าใจจะมีวิธีการอย่างไรบ้าง

6) ระดับที่ 6 ระดับการประเมินผล (Evaluation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนต้องใช้การตัดสินคุณค่า โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความเห็นในเรื่องนั้น ๆ ได้ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินผล เช่น

- นักเรียนคิดว่าการคิดค้นสูตรคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณพื้นที่และปริมาตรของรูปทรงต่างๆมากมาย ของอาร์คิมิดีสมีประโยชน์หรือไม่เพราะเหตุใด

Anderson and Krathwohl (2001 อ้างในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูม โดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการเรียนการสอน และการประเมินหรือที่เรียกสั้นๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้ ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ เช่น

- จำนวนจริงคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- สมการของฟังก์ชันกำลังสองเป็นอย่างไร

2) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผังตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- จำนวนนับและจำนวนเต็มบวกเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- แผนภูมิแสดงกำไรที่ได้จากการขายสินค้าแต่ละชนิดในหนึ่งสัปดาห์สามารถอธิบายเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้าในการซื้อสินค้าได้อย่างไร

3.) ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้ เช่น

- จะใช้วิธีการใดในการหาผลบวก 20 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต
- จะเลือกใช้วิธีใดในการหาความน่าจะเป็นที่จะหยิบได้ลูกบอลสีแดง 2 ลูก และลูกบอลสีดำ 3 ลูก จากกล่องใบหนึ่งที่มีลูกบอลทั้งหมด 10 ลูก เพราะเหตุใด

4) ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถแจกแจง แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่างๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อยๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่างๆ ที่ได้แยกแยะออกมาตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- ในการหาพจน์ที่ 10 ของลำดับเลขคณิตโดยการใช้สูตร ก่อนจะใช้สูตรได้เราต้องรู้อะไรบ้างเพื่อที่จะนำมาแทนค่าในสูตร

5) ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า เช่น

- ถ้าต้องหาผลบวก 10 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตในตัวอย่างที่แตกต่างออกไปจากตัวอย่างก่อนหน้า จะสามารถแสดงการหาคำตอบได้เหมือนกับตัวอย่างที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6) ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถนำส่วนย่อยต่างๆ หรือองค์ประกอบย่อยเข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่างๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสรรค์ เช่น

- นักเรียนจะเขียนอนุกรมเลขคณิตที่มีผลบวกของ 10 พจน์แรก ไม่เกิน 40 ได้อย่างไรบ้าง

นันท์ภัส นิยมทรัพย์ (2560) กล่าวถึง คำอธิบายและคำกริยาที่ใช้ในอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูมมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม (นันทภัส นิยมทรัพย์, 2560)

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
จำได้	การระลึกได้ถึงข้อเท็จจริง ข้อความหรือความรู้เฉพาะ ด้าน โดยการระลึกได้จาก ความจำระยะยาว	นับ นิยาม บรรยาย วาด ค้นหา	ระบุ ทำเครื่องหมาย ใส่รายการ บอกตำแหน่ง บอกชื่อ	เรียก ท่อง บันทึก เล่าเหตุการณ์ บอก
เข้าใจ	การเข้าใจและการสร้าง ความหมายด้วยปากเปล่า การเขียนและการสื่อสาร ด้วยภาพกราฟิก	แบ่งประเภท บรรยายอภิปราย ยกตัวอย่าง อธิบาย	อ้างถึง ระบุ ตีความ โครงสร้าง ถอดความ	แทนที่ เรียบเรียงใหม่ สรุป บอก แปล
ประยุกต์	การใช้หรือการปฏิบัติ กระบวนการในสถานการณ์ ใหม่ที่เป็นรูปธรรม	นำไปปฏิบัติ แบ่งประเภท คำนวณ แสดงให้เห็น กำหนด/ตัดสินใจ	วาด ดำเนินการ แสดงภาพประกอบ ใช้อุปกรณ์ วางแผน	เลือก แสดงให้เห็น แก้ปัญหา ถ่ายโอน ใช้
วิเคราะห์	การแยกส่วนจากองค์รวม ไปสู่ส่วนย่อยและทำความเข้าใจ บทบาทของแต่ละ ส่วนย่อยนั้น การบอก ความสัมพันธ์ของส่วนย่อย นั้น และความสัมพันธ์ของ เป้าหมายโดยรวมหรือ โครงสร้างโดยรวม	วิเคราะห์ จำแนก/แยกแยะ จัดหมวดหมู่ ให้คุณลักษณะ เปรียบเทียบ	บอกสิ่งที่ขัดแย้ง ถอดโครงสร้าง บอกความแตกต่าง แบ่งแยกทำให้เห็น ความต่าง	ตรวจสอบ อนุมาน/ อุปนัย ได้สอบสวน เชื่อมโยงแยก ส่วน

ตารางที่ 4 แสดงอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม (นันทภัส นิยมทรัพย์, 2560) (ต่อ)

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
ประเมิน	การสร้างและแสดงให้เห็นถึงคำตัดสินที่เกิดจากเกณฑ์	อ้างเหตุผล ประเมินคุณค่า เลือกสรร ลงความเห็น วิจารณ์	ตัดสิน ประเมิน คิดเห็น แสดงเหตุผล คาดการณ์	ลำดับความสำคัญ พิสูจน์ จัดตำแหน่ง กำหนดระดับชั้น คัดเลือก
สร้างสรรค์	การสร้างแบบแผนใหม่ด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ที่เป็นปัจเจกหรือการจัดวางส่วนประกอบต่างๆ เข้าด้วยกันให้เกิดเป็นแบบแผนที่สุดอดคล้องเป็นหนึ่งเดียวกัน	ตัดแปลง สร้าง ออกแบบ พัฒนา คิดสูตร/บัญญัติ	จินตนาการ บูรณาการ ประดิษฐ์ ทำ/ก่อ ปรับเปลี่ยน	ประกอบ วางแผน คาดการณ์ ผลิต เสนอ/แนะนำ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้จากการบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า และอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัย ซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับดังนี้ จดจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่าและสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น โดยวัดผลด้านพุทธิพิสัยในระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการประยุกต์ใช้ และระดับการวิเคราะห์ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

6.3 เครื่องมือวัดประเมินผลสัมฤทธิ์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552 อ้างอิงในวรรณภา วังคะฮาด, 2559) กล่าวว่า เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบ ยุทธวิธีและเครื่องมือประเภทต่างๆ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ เพื่อรู้จัก

ผู้เรียน เพื่อประเมินวิธีเรียนของผู้เรียนและเพื่อประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ผู้สอนสามารถเลือกใช้หรือคิดค้นวิธีการวัดและประเมินผลให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการนำผลการประเมินไปใช้เพื่อตอบสนองความต้องการ 3 ประการดังกล่าวข้างต้น การประเมินผลมีวิธีการประเมินแบบต่างๆ ที่ผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้ มีดังต่อไปนี้

6.3.1 การสังเกตพฤติกรรม เป็นการเก็บข้อมูลจากการดูการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียน โดยไม่ขัดจังหวะการทำงานหรือการคิดของผู้เรียน การสังเกตพฤติกรรมเป็นสิ่งที่ทำได้ตลอดเวลา แต่ควรมีกระบวนการ และจุดประสงค์ที่ชัดเจนว่าต้องการประเมินอะไร โดยอาจใช้เครื่องมือ เช่น แบบตรวจสอบรายการ สมุดจดบันทึก เพื่อประเมินผู้เรียนตามตัวชี้วัดและควรสังเกตหลายครั้ง หลายสถานการณ์ หลายช่วงเวลาเพื่อขจัดความลำเอียง

6.3.2 การสอบปากเปล่า เป็นการให้ผู้เรียนได้แสดงออกด้วยการพูด ตอบประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามมาตรฐานผู้สอนเก็บข้อมูล จดบันทึก รูปแบบการประเมินนี้ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยตรง สามารถมีการอภิปรายโต้แย้ง ขยายความปรับแก้ไขความคิดกันได้

6.3.3 การพูดคุย เป็นการสื่อสาร 2 ทางอีกประเภทหนึ่งระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน สามารถดำเนินการเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ โดยทั่วไปมักใช้อย่างไม่เป็นทางการเพื่อติดตามตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพียงใด

6.3.4 การเขียนสะท้อนการเรียนรู้ เป็นรูปแบบการบันทึกการเขียนอีกรูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเขียนตอบคำถามของครู ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความรู้ ทักษะที่กำหนดในตัวชี้วัด การเขียนสะท้อนการเรียนรู้นี้ นอกจากทำให้ผู้สอนทราบความก้าวหน้าในผลการเรียนรู้แล้ว ยังใช้เป็นเครื่องมือประเมินพัฒนาการด้านทักษะการเขียนได้อีกด้วย

6.3.5 การประเมินการปฏิบัติ เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผลการพัฒนาของผู้เรียน การประเมินลักษณะนี้ผู้สอนต้องเตรียมสิ่งสำคัญ 2 ประการ ส่วนแรกคือ ภาระงาน (Tasks) ที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติ และส่วนที่ 2 คือเกณฑ์การให้คะแนนการ ปฏิบัติ

6.3.6 การประเมินด้วยแฟ้มสะสมงาน เป็นการเก็บรวบรวมชิ้นงานของผู้เรียนเพื่อสะท้อนความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน โดยแฟ้มสะสมงานที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียน ต้องมีผลงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่แสดงถึงความก้าวหน้าของผู้เรียน

6.3.7 การวัดและประเมินด้วยแบบทดสอบ เป็นการประเมินตัวชี้วัดด้านการรับรู้ข้อเท็จจริง (Knowledge) ผู้สอนควรเลือกใช้แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดประเมิน เช่น แบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเติมคำหรือข้อความ แบบทดสอบการเขียนบรรยาย เป็นต้น ทั้งนี้แบบทดสอบที่จะใช้ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ มีความเที่ยงตรง (Validity) และเชื่อมั่นได้ (Reliability)

6.3.8 การประเมินด้านความรู้สึกรู้สึกนึกคิด เป็นการประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะ และเจตคติที่ควรปลูกฝังในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการวัดและประเมินผลเป็นลำดับขั้นจากต่ำสุดไปสู่สูงสุด

6.3.9 การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลายดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จึงควรใช้การประเมินการปฏิบัติ (Performance Assessment) ร่วมกับการประเมินด้วยวิธีการอื่น ภาระงานควรสะท้อนสภาพความเป็นจริงหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากกว่าเป็นการปฏิบัติกิจกรรมทั่ว ๆ ไป ดังนั้น การประเมินตามสภาพจริงจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลไปด้วยกัน และกำหนดเกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง

จากการศึกษาเครื่องมือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าในการวัดและประเมินผลด้านการศึกษานั้น จะใช้เครื่องมือใดในการวัดประเมินต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของจุดประสงค์การศึกษาและแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลการเรียนรู้มีหลายลักษณะ แต่ละชนิดมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไปตามการใช้งาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้แก่ การวัดและประเมินด้วยแบบทดสอบ

6.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.4.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Ross and Stanley (1967) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

Gronlund and Norman (1993) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นกระบวนการเชิงระบบเพื่อวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

Puckett and Black (2000) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วหรือเป็นทักษะที่ผู้เรียนได้รับจากการสอนและการฝึกฝนมาแล้วว่าผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด

อารีย์ วชิรวรการ (2542) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่วัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากภายในโรงเรียนและภายนอกโรงเรียน

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ว่านักเรียนมีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาและจุดประสงค์ในรายวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียน และสถาบันการศึกษาต่างๆ เป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล

จากการศึกษาความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่ใช้วัดความรู้ ทักษะของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ไปแล้วในเนื้อหาสาระต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของวิชาว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด

6.4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้อธิบายถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบกับให้นักเรียนปฏิบัติจริงซึ่งมี 2 แบบ คือ

1) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐานการแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาและยอมรับในคุณภาพที่สามารถอ้างอิงสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่างไม่ว่าการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจและการแปลคะแนนของข้อสอบ

2) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอนเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมในส่วนใดจะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความรู้เพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่ได้มาตรฐานแก้ไขได้ทุกกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน

แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกัน ดังนี้

- 1) วัดด้านการนำไปใช้
- 2) วัดด้านการวิเคราะห์
- 3) วัดด้านการสังเคราะห์
- 4) วัดด้านการประเมินค่า

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm References Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สมนึก ภัททิยธนี (2551) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้ผู้เรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-หรือไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้ได้ใจความและถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short Answer Test) เป็นข้อสอบคล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำถามที่ต้องการสั้นๆ และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยมีคำถามหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะจับคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่อยู่ข้อสอบไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) จะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและ

ตัวเลือกที่เป็นตัวลง และคำถามแบบเลือกตอบที่ใช้นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผินๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งได้หลายประเภท มีทั้งแบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และหากจำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมินสามารถจำแนกได้เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ว่ามีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ และแบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ของแต่ละบุคคลว่ามีความรู้อยู่ระดับใดเมื่อเทียบกับบุคคลอื่น อย่างไรก็ตามการสร้างแบบทดสอบประเภทต่างๆ นั้น ผู้สร้างจะต้องสร้างให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

นภัสสร พุฒตยาภิ (2552) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจร ปฏิบัติการ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัครคริสเตียนศึกษา จำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.00 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 27 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 71.05 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ให้มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ส่วนการทดสอบเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ในขั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.80 ขั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.28 ขั้นที่ 3 ประเมินผล นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.72 และขั้นที่ 4 สะท้อนผล นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.12 แสดงว่านักเรียนมีกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้จัก และการกำกับตนเองในการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบวัดความตระหนักในการรู้จัก และแบบสอบถามการ

กำกับตนเองในการเรียน แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One- Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test One Sample และค่าสถิติ t-test for Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 และสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน 2) ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

พิเชษฐ์ โพนสิม (2554) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเชียงคาน จังหวัดเลย จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน จำนวน 12 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบท้ายวงจร 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 2) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาในแต่ละด้านไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

เสาวลักษณ์ บุญจันทร์ (2558) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง กฎของไซน์และโคไซน์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ ที่ใช้การสอนโดยเน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One- Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และดัชนีประสิทธิผล ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่าดัชนีประสิทธิผลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ มีค่าเท่ากับ 0.6624 2) เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ อยู่ในระดับมาก

สลิลดา ล้อมเจริญ (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหากับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/11 โรงเรียนชลราษฎรอำรุงจังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา จำนวน 7 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทุกด้าน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Özsoy & Ataman (2009) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนประถมศึกษาของรัฐแห่งหนึ่งในเมืองอังการา ประเทศตุรกี จำนวน 47 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 24 คน และกลุ่มควบคุม 23 คน ซึ่งในกลุ่มทดลองจะดำเนินการฝึกกลวิธีเมตาคอกนิชัน และกลุ่มควบคุมจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามปกติ ซึ่งก่อนและหลังการทดลองนักเรียนจะได้รับการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยแบบทดสอบเพื่อประเมินความรู้ในการแก้ปัญหาของตุรกี (MSA-TR) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกกลวิธีเมตาคอกนิชันมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่าการฝึกกลวิธีเมตาคอกนิชันนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้น

Sahin and Kendir (2013) ได้ศึกษาผลของการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาเรขาคณิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 75 คน ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองจำนวน 39 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน กลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาเรขาคณิต และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาเรขาคณิต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เมตา
 คognition ในการแก้ปัญหาเรขาคณิตมีการพัฒนาความสามารถในการรับรู้ความสำคัญของการแก้ปัญหา
 เพื่อที่จะเข้าใจปัญหา วางแผน ควบคุม และตระหนักถึงกระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงได้รับการ
 ปรับปรุงเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

Ahdhianto, Marsigit, Haryanto and Santi (2020) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการ
 แก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบจำลองการเรียนรู้บริบทเป็นฐาน
 ร่วมกับเมตาคognition (MBCL) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 204 คน แบ่งออกเป็นกลุ่ม
 ทดลอง 102 คน และกลุ่มควบคุม 102 คน นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 แบบจำลองการเรียนรู้บริบทเป็นฐานร่วมกับเมตาคognition และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้
 โดยใช้วิธีการสอนแบบเดิม ซึ่งก่อนและหลังการทดลองนักเรียนจะได้รับการทดสอบทักษะการ
 แก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนหลัง
 การทดสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุป
 ได้ว่าแบบจำลองการเรียนรู้บริบทเป็นฐานร่วมกับเมตาคognition ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการ
 สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงควรใช้
 แบบจำลองการเรียนรู้บริบทเป็นฐานร่วมกับเมตาคognition บ่อยขึ้นในรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับ
 ประถมศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมา
 ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition จะ
 ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยความสามารถในการ
 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคognition
 ในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 รวมทั้งสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ
 เรียนรู้แบบปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการ
 เรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition
 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พูน ปลูก ทัต ชิว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pre-test Post-test Design) (ไพศาล วรคำ, 2559) โดยมีการดำเนินการวิจัยโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 135 คน ซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยในแต่ละห้องประกอบไปด้วยนักเรียนลดความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จาก 4 ห้องเรียน สุ่มมา 1 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 31 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม จำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 1 ดอกเบี้ยทบต้น

แผนการเรียนรู้ที่ 2 ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี

แผนการเรียนรู้ที่ 3 มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต

แผนการเรียนรู้ที่ 4 ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด

แผนการเรียนรู้ที่ 5 ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม จำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ และหนังสือคู่มือครู

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันและศึกษาเอกสาร หนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน สารและมาตรฐานการเรียนรู้ และขอบเขต ของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

3.1.3 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่ง ในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย สารและมาตรฐานการเรียนรู้ สารสำคัญ จุดประสงค์การ เรียนรู้ สารการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สารและมาตรฐานการเรียนรู้ สารการเรียนรู้ สารสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับ และอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดดัง ตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้
<p>ค 1.3 ม.5/1</p> <p>เข้าใจและนำ</p> <p>ความรู้เกี่ยวกับ</p> <p>ดอกเบี้ยและ</p> <p>มูลค่าของเงินใน</p> <p>การแก้ปัญหา</p>	<p>ดอกเบี้ย</p> <p>ทบต้น</p>	<p>ดอกเบี้ยทบต้น คือ ดอกเบี้ยที่คิดจาก</p> <p>เงินต้นบวกกับดอกเบี้ยของงวดที่ผ่านมา</p> <p>โดยมีแนวคิดว่านำจำนวนดอกเบี้ยที่</p> <p>ได้รับจากงวดก่อนๆ นั้นไปลงทุนต่อ</p> <p>ส่งผลให้ดอกเบี้ยที่คำนวณในงวดต่อไป</p> <p>เพิ่มขึ้นทุกปีตามเงินต้น</p> <p>ในการหาดอกเบี้ยทบต้นหาได้จาก</p> $S_n = P(1 + i)^n$ <p>เมื่อ P คือ เงินต้น</p> <p>i คือ อัตราดอกเบี้ยร้อยละต่องวด</p> <p>n คือ ระยะเวลาในการกู้เงิน</p> <p>S_n คือ เงินรวม</p>	<p>กิจกรรมการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยการสุ่มให้นักเรียนตอบคำถาม 2. ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน 3. ครูสุ่มให้นักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน และให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา 4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน 5. ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน 6. ครูให้นักเรียนทำใบงานเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น เป็นรายบุคคล

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้
ค 1.3 ม.5/1 เข้าใจและนำ ความรู้เกี่ยวกับ ดอกเบี้ยและ มูลค่าของเงินใน การแก้ปัญหา	ดอกเบี้ย ทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี	ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี ถ้าเริ่มฝากเงินด้วยเงินต้น P บาท ได้รับอัตรา ดอกเบี้ย i% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้น ปีละ k ครั้ง แล้วเมื่อฝากเงินครบ n ปี จะ ได้รับเงินรวม $P(1 + \frac{i}{k})^{kn}$ บาท เมื่อ $r = \frac{i}{100}$ กล่าวคือ ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี หา ได้จาก $S_n = P(1 + \frac{r}{k})^{kn}$ เมื่อ P คือ เงินต้น i คือ อัตราดอกเบี้ยร้อยละต่องวด k คือ จำนวนครั้งในการคิดดอกเบี้ยต่อปี n คือ ระยะเวลาในการกู้เงิน S_n คือ เงินรวม	กิจกรรมการเรียนรู้ <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น โดยการสุ่มให้นักเรียนตอบคำถาม 2. ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน 3. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน และให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา 4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน 5. ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน 6. ครูให้นักเรียนทำใบงานเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี เป็นรายบุคคล

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้
ค 1.3 ม.5/1 เข้าใจและนำ ความรู้เกี่ยวกับ ดอกเบี้ยและ มูลค่าของเงินใน การแก้ปัญหา	มูลค่าปัจจุบัน และมูลค่าอนาคต	มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต ถ้าลงทุน P บาท ได้รับอัตราดอกเบี้ย $i\%$ ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นปีละ k ครั้ง เป็นเวลา n ปี กำหนดให้ $r = \frac{i}{100}$ แล้วเมื่อครบ n ปี เงินรวมที่ได้คือ $S = P \left(1 + \frac{r}{k} \right)^{kn}$ จะเรียก S ว่า มูลค่าอนาคตของเงินต้น ในทางกลับกัน จะเรียก P ว่า มูลค่าปัจจุบันของเงินรวม S ดังนั้น มูลค่าปัจจุบัน P ของเงินรวม S คือ $P = S \left(1 + \frac{r}{k} \right)^{-kn}$	กิจกรรมการเรียนรู้ 1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี โดยการสุ่มให้นักเรียนตอบคำถาม 2. ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition 3. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition และให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา 4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่กระเรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition 5. ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition 6. ครูให้นักเรียนทำใบงานเรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต เป็นรายบุคคล

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้
ค 1.3 ม.5/1 เข้าใจและนำ ความรู้เกี่ยวกับ ดอกเบี้ยและ มูลค่าของเงินใน การแก้ปัญหา	ค่างวดที่รับ หรือจ่าย ตอนต้นงวด	ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด พิจารณาการรับหรือการจ่ายเงินแต่ละงวด โดยที่แต่ละงวดเป็นเงิน R บาท ซึ่งเริ่มรับหรือจ่ายเงินตอนต้นงวดรวมทั้งหมด n งวด และอัตราดอกเบี้ยต่องวดเป็น $i\%$ ให้ $r = \frac{i}{100}$ จะได้เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ n คือ $R(1+r) + R(1+r)^2 + \dots + R(1+r)^n$ ซึ่งเป็นอนุกรมเรขาคณิตที่มี n พจน์ พจน์แรก คือ $R(1+r)$ และอัตราส่วนร่วมคือ $1+r$ ดังนั้น เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ n คือ $\frac{R(1+r)(1-(1+r)^n)}{1-(1+r)}$ ซึ่งเท่ากับ $\frac{R(1+r)((1+r)^n - 1)}{r}$	1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง อนุกรมเรขาคณิต โดยการสุ่มให้นักเรียนตอบคำถาม 2. ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition 3. ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition และให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา 4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเรื่อง ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition 5. ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เรื่อง ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition 6. ครูให้นักเรียนทำใบงานเรื่อง ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด เป็นรายบุคคล

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงเรียน (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้
ค 1.3 ม.5/1 เข้าใจและนำ ความรู้เกี่ยวกับ ดอกเบี้ยและ มูลค่าของเงินใน การแก้ปัญหา	ค่างวดที่รับ หรือจ่าย ตอนสิ้นงวด	ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด พิจารณาการรับหรือการจ่ายเงินแต่ละงวด โดยที่แต่ละงวดเป็นเงิน R บาท ซึ่งเริ่มรับ หรือจ่ายเงินตอนสิ้นงวดรวมทั้งหมด n งวด และอัตราดอกเบี้ยต่อ งวด เป็น $i\%$ ให้ $r = \frac{i}{100}$ จะได้เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ n คือ $R + R(1+r) + R(1+r)^2 + \dots + R(1+r)^{n-1}$ ซึ่งเป็นอนุกรมเรขาคณิตที่มี n พจน์ พจน์ แรก คือ R และอัตราส่วนร่วมคือ $1+r$ ดังนั้น เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ n คือ $\frac{R(1-(1+r)^n)}{1-(1+r)}$ ซึ่งเท่ากับ $\frac{R((1+r)^n - 1)}{r}$	กิจกรรมการเรียนรู้ <ol style="list-style-type: none"> ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด โดย การสุ่มให้นักเรียนตอบคำถาม ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้น งวด มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ขึ้น ครูสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิด เชิงเมตาคognition และให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเรื่อง ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เรื่อง ค่างวดที่ รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด มาให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการ คิดเชิงเมตาคognition ครูให้นักเรียนทำใบงานเรื่อง ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด เป็น รายบุคคล

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และสาระสำคัญ

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบ ความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) ดร.ประสงค์ สกุลซึ้ง ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา) โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดและประเมินผล

3) นางสาวมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) เป็นแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจากการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.86$ และ $S.D. = 0.18$) (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 15)

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว นำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่างๆ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน ซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง โดยข้อบกพร่องที่ได้พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง คือ นักเรียนไม่เข้าใจขั้นตอนของการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการเมตาคอกนิชันว่าแต่ละขั้นตอนคืออะไร ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้แก้ไขข้อบกพร่องโดยการอธิบายขั้นตอนของการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการเมตาคอกนิชันให้นักเรียนฟังที่ละขั้นตอนก่อนให้นักเรียนลงมือฝึกการแก้ปัญหา

3.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนครบทั้ง 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบ) ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างข้อสอบ โดยปรับปรุงดัดแปลงมาใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและสาระการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบและกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และ จุดประสงค์การเรียนรู้

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
ดอกเบี๋ยทบตัน แบบ k ครั้งต่อปี	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยระบุปัญหาของสถานการณ์ และสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ 2. นักเรียนสามารถเลือกวิธีการ หรือหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา 4. นักเรียนสามารถตรวจสอบขั้นตอนที่ ลงมือแก้ปัญหาได้ว่า มีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ 	2	1
มูลค่าปัจจุบัน และมูลค่า อนาคต	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยระบุปัญหาของสถานการณ์ และสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ 2. นักเรียนสามารถเลือกวิธีการ หรือหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา 4. นักเรียนสามารถตรวจสอบขั้นตอนที่ ลงมือแก้ปัญหาได้ว่า มีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ 	2	1
ค่างวดที่รับหรือ จ่ายตอนต้นงวด	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยระบุปัญหาของสถานการณ์ และสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ 2. นักเรียนสามารถเลือกวิธีการ หรือหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา 4. นักเรียนสามารถตรวจสอบขั้นตอนที่ ลงมือแก้ปัญหาได้ว่า มีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ 	2	1

ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหา และ จุดประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ (ข้อ)	
		สร้าง	ใช้จริง
ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด	1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยระบุปัญหาของสถานการณ์ และสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ 2. นักเรียนสามารถเลือกวิธีการ หรือหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน 3. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา 4. นักเรียนสามารถตรวจสอบขั้นตอนที่ ลงมือแก้ปัญหาได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่	2	1
รวม		8	4

3.2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม

3.2.4 เกณฑ์การให้คะแนนผู้วิจัยยึดแนวคิดของเวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554) ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมิน 4 ประเด็นคือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ขึ้นการดำเนินการตามแผน 4) ขึ้นตรวจสอบผล และได้ดัดแปลงเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอน ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยดัดแปลง จากเวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	0	1	2	3
การทำความเข้าใจปัญหา	ไม่มีการระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนด และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา ต้องการ	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนด หรือสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา ต้องการได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา และสิ่งที่โจทย์ ต้องการ ได้ ตรง ประเด็น บางส่วน	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหา กำหนด และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา ต้องการ ได้ ชัด เจน และตรงประเด็น

ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยดัดแปลงจากเวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554) (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	0	1	2	3
การวางแผนการแก้ปัญหา	ไม่มีการเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหา และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหา หรือวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่ตรงประเด็น	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้ และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น บางส่วน	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น และเป็นลำดับขั้นตอน
การดำเนินการแก้ปัญหา	ไม่มีการแสดงวิธีการแก้ปัญหา	แสดงวิธีการแก้ปัญหา ไม่ตรงประเด็น	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้	แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้อย่างละเอียด และเป็นลำดับขั้นตอน
ตรวจสอบคำตอบ	ไม่มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบ	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบได้ตรงประเด็น บางส่วน	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบได้อย่างละเอียด และตรงประเด็น

3.2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอบริการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) ดร.ประสงค์ สกุลซึ่ง ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา) โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผล

3) นางสาวมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

- +1 คือ เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่
- 1 คือ ไม่เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องของคำถามของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 16)

3.2.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง

3.2.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่ ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน ซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

3.2.10 นำผลการทดสอบหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของวิทนีย และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) โดยมีเกณฑ์ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ข้อ มีความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.42– 0.68 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.59 – 0.76 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.98 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 17)

3.2.11 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 31 คน

3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.3.1 ศึกษา หลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ และสร้างตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในรูปแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม จำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ (ข้อ)								รวม			
		๑		๒		๓		๔		๕	๖		
		๑	๒	๑	๒	๑	๒	๑	๒				
เนื้อหา ดอกเบญจพัตน์	นักเรียนสามารถบอกเกี่ยวกับดอกเบญจพัตน์ได้ นักเรียนสามารถหาค่าตอบของสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบญจพัตน์ได้	๒	๑	๑	๑	-	-	-	-	๑	๑	๒	๓
		-	-	-	-	๒	๒	-	-	-	-	๒	๒
เนื้อหา ดอกเบญจพัตน์ แบบ k ครั้งต่อปี	นักเรียนสามารถบอกเกี่ยวกับดอกเบญจพัตน์ แบบ k ครั้งต่อปีได้ นักเรียนสามารถหาค่าตอบของสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบญจพัตน์ แบบ k ครั้งต่อปีได้	๒	๑	๑	๑	-	-	-	-	๑	๑	๒	๓
		-	-	-	-	๒	๒	-	-	-	-	๒	๒

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในรูปแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม จำนวนตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ (ข้อ)								รวม	
		๑		๒		๓		๔		๕	๖
		๑	๒	๑	๒	๑	๒	๑	๒		
มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต	นักเรียนสามารถบอกเกี่ยวกับมูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคตได้	-	2	1	-	-	-	-	-	2	1
ค่าวางตัวรับหรือจ่ายตอนต้นงวด	นักเรียนสามารถหาค่าตอบของสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคตได้	-	-	-	4	2	-	-	-	4	2
ค่าวางตัวรับหรือจ่ายตอนต้นงวด	นักเรียนสามารถบอกเกี่ยวกับค่าวางตัวรับหรือจ่ายตอนต้นงวดได้	1	1	1	-	-	-	-	-	2	2
ค่าวางตัวรับหรือจ่ายตอนต้นงวด	นักเรียนสามารถหาค่าตอบของสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับค่าวางตัวรับหรือจ่ายตอนต้นงวดได้	-	-	-	3	2	-	-	-	3	2

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม จำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ระดับ ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ (ต่อ)

เนื้อหา	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ (ข้อ)										รวม		
	๐๕		๑๖๖๑		๑๖๖๒		๑๖๖๓		๑๖๖๔		๑๖๖๕	๑๖๖๖	
	๑๖๖๕	๑๖๖๖	๑๖๖๕	๑๖๖๖	๑๖๖๕	๑๖๖๖	๑๖๖๕	๑๖๖๖	๑๖๖๕	๑๖๖๖			
จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
นักเรียนรู้สามารถบอกเกี่ยวกับค่าวงรีหรือจ่ายตอนสั้นวงได้	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	2	2
นักเรียนรู้สามารถหาค่าตอบของสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับค่าวงรีหรือจ่ายตอนสั้นวงได้	6	4	5	4	17	10	2	2	2	2	30	20	20
รวมจำนวนข้อแต่ละระดับพฤติกรรมการเรียนรู้											รวมจำนวนข้อทั้งหมด		
											30	20	

3.3.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.3.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) ดร.ประสงค์ สกุลขัง ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา) โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผล

3) นางสาวมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนน ดังต่อไปนี้

- +1 คือ เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่
- 1 คือ ไม่เหมาะสม ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.3.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานพบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 30 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 19)

3.3.7 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง

3.3.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบ วัตถุประสงค์แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน ซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

3.3.9 นำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B-index) เป็นรายชื่อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้ง 30 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.44 – 0.76 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.35 – 0.76 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ 17)

3.3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2559) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม มีค่าเท่ากับ 0.84

3.3.11 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pre-test Post-test Design) (ไพศาล วรคำ, 2559) รายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design

กลุ่มทดลอง	ทดสอบก่อน	สิ่งที่ทดลอง	ทดสอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม

4.2 วิธีการดำเนินการ

4.2.1 เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง

4.2.2 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง (Pre-test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

4.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้ว และผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง โดยปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนแล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

4.2.5 รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4.2.6 วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่างๆ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำเครื่องมือวิจัยที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเรียนอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยนำผลคะแนนของการ ทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ One sample t-test เทียบกับคะแนนตามเกณฑ์ ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยนำผลคะแนน ของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ Dependent samples t-test

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

1) หากคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตรคำนวณต่อไปนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

6.1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1) หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) (ไพศาล วรรคำ, 2559)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	S_H	แทน	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3) การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) (ไพศาล วรรคำ, 2559)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

4) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ	α	แทน	ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม
	k	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1) หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ไพศาล วรคำ, 2559) สามารถคำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

3) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้วิธีของเบรนแนน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	n_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

4) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2559) สามารถคำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	x	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

6.2 สถิติพื้นฐาน

6.2.1 ร้อยละ (Percentage) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.2.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

6.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ	S.D	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด
	Σ	แทน	ผลรวม

6.3 สถิติทดสอบสมมติฐาน

6.3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบ One Sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, \quad df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยใช้สถิติทดสอบ Dependent samples t-test (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เข้าใจตรงกันดังนี้

n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบหรือแบบวัดความสามารถ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
df	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบ และวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t-test ปรากฏดังตารางที่ 10 และตารางที่ 11

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t-test

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
หลังเรียน	31	48	36.23	3.35	33.60	4.36	30	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน มีคะแนนการแก้ปัญหาเท่ากับ 36.23 คิดเป็นร้อยละ 75.48 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่า มีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One Sample t-test

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
หลังเรียน	31	20	15.39	1.41	14	5.49	30	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 11 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.39 คิดเป็นร้อยละ 76.95 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็นฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบ และวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็นฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยใช้สถิติ Dependent samples t-test ปรากฏดังตารางที่ 12 และตารางที่ 13

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยใช้สถิติ Dependent samples t-test

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t	p
ก่อนการทดลอง	31	48	17.58	3.73	37.08	.000*
หลังการทดลอง	31	48	36.23	3.35		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยใช้สถิติ Dependent samples t-test

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t	p
ก่อนการทดลอง	31	20	7.10	1.81	25.23	.000*
หลังการทดลอง	31	20	15.39	1.41		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 13 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผลได้ตามลำดับดังหัวข้อต่อไปนี้

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

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

2. สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. อภิปรายผล

จากผลการดำเนินงานวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 36.23 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.48 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการแสวงหาความรู้ ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ และเรียนรู้ถึงวิธีการที่จะใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการคิด วิเคราะห์แยกแยะ แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (ทิตนา แคมมณี, 2555) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์มีรูปแบบการสอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียน 2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหาการจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา 3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนจะสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่เรียนในคาบนั้น 4) ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปนำมาใช้ให้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ 5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้ถูกต้อง 6) ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ และกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกยุทธวิธีในการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก) ซึ่งกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการให้หา กับประสบการณ์เดิมของผู้แก้ปัญหา มากำหนดว่าจะแก้ปัญหาวัยวิธีใดและอย่างไร ก่อนที่จะทำการแก้ปัญหาคต่อไป 2) ขั้นกำกับการแก้ปัญหา เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาลไปพร้อมกับการแก้ปัญหาค 3) ขั้นประเมินการ

แก้ปัญหา เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง และมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้ความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น โดยมีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาปัญหาและบอกได้ว่าปัญหากำหนดอะไรมาให้บ้าง และปัญหาต้องการทราบอะไร 2) การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการค้นหาแบบรูปสมการ หรือวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3) การดำเนินการตามแผน เป็นความสามารถในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา และ 4) การตรวจสอบ เป็นความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ จากผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นการทำ ความเข้าใจปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.35 คิดเป็นร้อยละ 77.92 ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.16 คิดเป็นร้อยละ 76.33 ขั้นการดำเนินการตามแผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.87 คิดเป็นร้อยละ 73.92 และขั้นการตรวจสอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.84 คิดเป็นร้อยละ 73.67 ซึ่งจะพบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ขั้นตอนของการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และพบว่าในขั้นการตรวจสอบ มีคะแนนในการแก้ปัญหาลดกว่าขั้นการทำ ความเข้าใจปัญหา ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา และขั้นการดำเนินการตามแผน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการตรวจสอบการแก้ปัญหาหรือตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้มา จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยในขั้นการตรวจสอบต่ำกว่าขั้นอื่น

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้น และยังเป็นวิธีที่เน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักรู้ในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน 2) ความตระหนักรู้ในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของพรชนก

บุญจันทร์ (2556) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.39 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.95 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นวิธีการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวางแผน กำกับควบคุม ตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิดของตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยขั้นที่ 1 เป็นการทบทวนความรู้เดิม โดยนักเรียนจะได้เตรียมความพร้อมในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้นักเรียนได้ฟื้นฟูความรู้ที่ตนมีอยู่นำมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหาการจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านสื่อการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ โดยครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน จากนั้นขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่จะสามารถนำไปในการแก้ปัญหาร่วมกัน ขั้นที่ 4 เป็นการฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ฝึกทักษะจากการทำแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายาก โดยนักเรียนจะได้นำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้และสรุปองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการที่ได้มาซึ่งคำตอบและสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนจะนำความรู้ที่มีอยู่จากการสรุปองค์ความรู้ และจากการทำแบบฝึกหัดมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน หรือสอดคล้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันมากขึ้น ซึ่งในการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมุ่งเน้นที่การทำความเข้าใจให้ลึกซึ้งด้วยตัวเอง เกิดเป็นความเข้าใจที่คงทนที่สามารถนำมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริงได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) ที่จะทำให้นักเรียนได้รู้สิ่งที่ต้องการหา และจะใช้ข้อมูลอะไรมาช่วยในการหาคำตอบ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จึงเป็นการส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวนิตย์ อาจวิชัย (2561) ที่ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 ในการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันไปใช้ ครูผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจน เตรียมสื่อให้พร้อมสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง และควรบันทึกหลังสอน เพื่อให้ทราบถึงปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการแก้ไข เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.1.2 ก่อนเริ่มนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมนักเรียนโดยการอธิบายลำดับขั้นตอนและลักษณะกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในชั้นเรียนให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่จะได้รับ เพื่อที่ผู้สอนจะสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

4.1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง ครูผู้สอนจะต้องระบุเวลาในแต่ละขั้นให้ชัดเจนและคอยกำกับเวลากับนักเรียน รวมถึงมีเทคนิค หรือวิธีการเพื่อคอยกระตุ้นให้นักเรียนรักษาเวลา เพื่อที่ผู้สอนจะได้สามารถจัดการเรียนรู้ได้ครบทุกขั้นตอนจัดการเรียนรู้

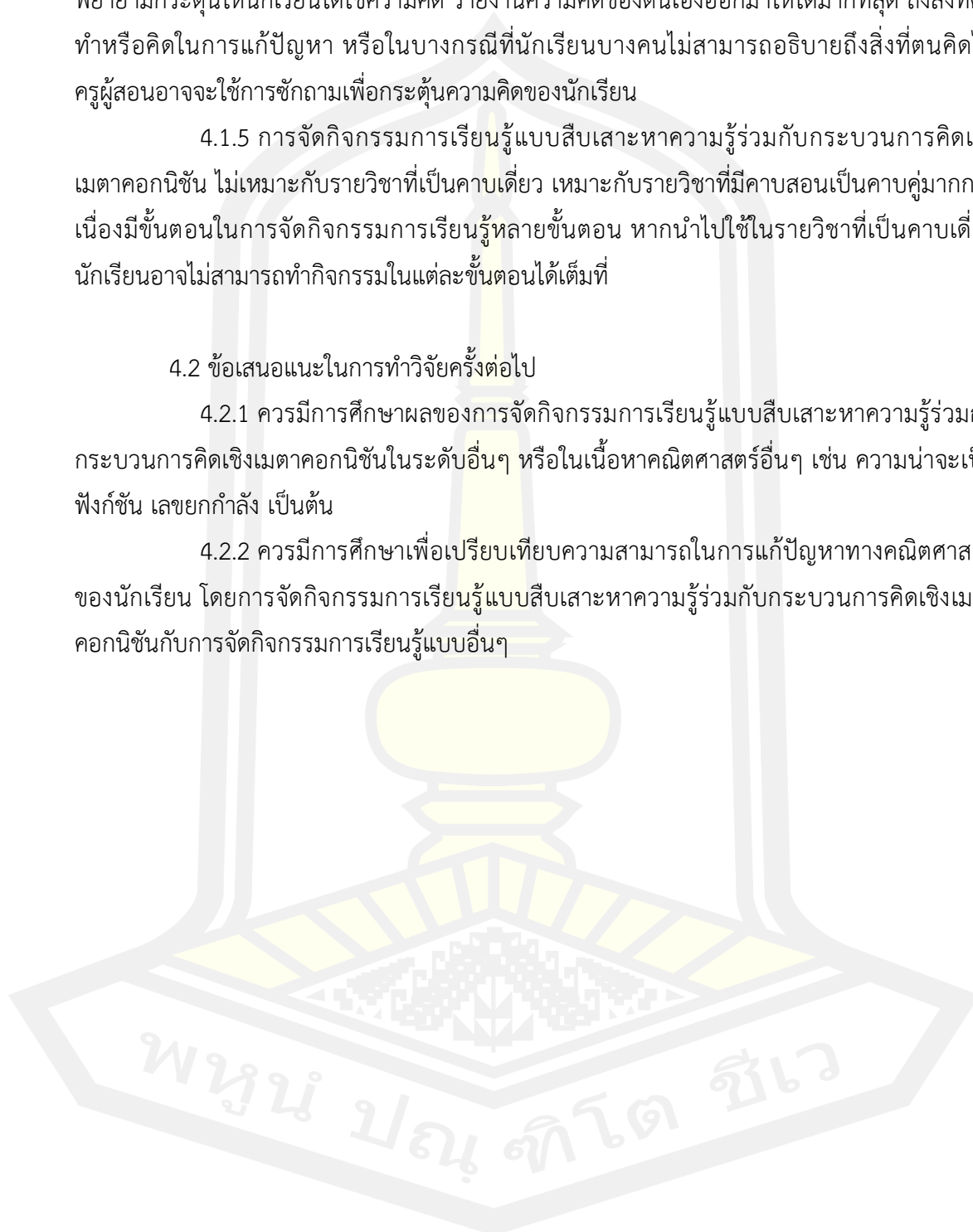
4.1.4 ครูผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม และจะต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิด รายงานความคิดของตนเองออกมาให้ได้มากที่สุด ถึงสิ่งที่ตนทำหรือคิดในการแก้ปัญหา หรือในบางกรณีที่นักเรียนบางคนไม่สามารถอธิบายถึงสิ่งที่ตนคิดได้ ครูผู้สอนอาจจะใช้การซักถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน

4.1.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ไม่เหมาะกับรายวิชาที่เป็นคาบเดี่ยว เหมาะกับรายวิชาที่มีคาบสอนเป็นคาบคู่มากกว่า เนื่องจากขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลายขั้นตอน หากนำไปใช้ในรายวิชาที่เป็นคาบเดี่ยว นักเรียนอาจไม่สามารถทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้เต็มที่

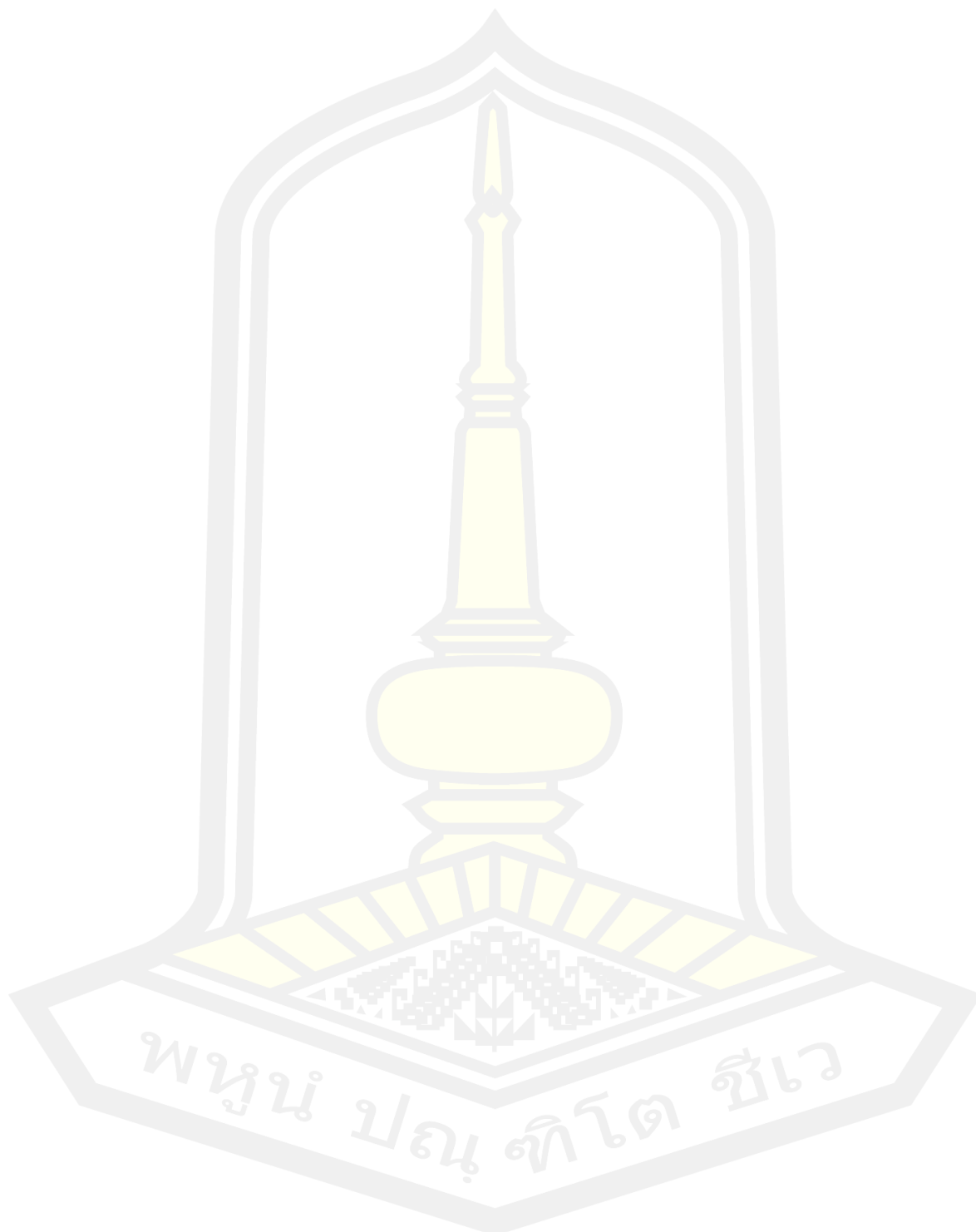
4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในระดับอื่นๆ หรือในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ความน่าจะเป็น ฟังก์ชัน เลขยกกำลัง เป็นต้น

4.2.2 ควรมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอื่นๆ



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2542). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2549). แนวทางการดำเนินงานปฏิรูปการเรียนการสอนตามเจตนารมณ์กระทรวงศึกษาธิการ “2549 ปีแห่งการปฏิรูปการเรียนการสอน.” กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐาน.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญา โพธิ์วัฒน์. (2542). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. สถาบันราชภัฏสุรินทร์.
- จรรยา อาจหาญ. (2549). หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประถมศึกษา. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- จันทร์ขจร มะลิจันทร์. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักรู้ในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล. (2539). เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (Mathematics Activities in Schools). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- ทศนา แคมมณี, พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, ศิริชัย กาญจนวาสี, ปัทมศิริ ธีรานุรักษ์, นวลจิตต์ เขาวงกตพิงศ์, ศรีนคร วิทยะสิรินันท์. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ทศนา แคมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

- ทศนา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภัสสร พงศมตยาคี. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นันทน์ภัส นิยมทรัพย์. (2560). ความรู้พื้นฐานด้านการเรียนการสอน. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การวิจัยสำหรับครู. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ:
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ในประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรชนก บุญจันทร์. (2556). ผลการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิเชษฐ์ โพนสิม. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). สัมมนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารประกอบการเรียน วิชา 506713: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ไพศาล วรคำ. (2559). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน.
กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. เอกสารคำสอนวิชา
ทักษะและกระบวนการ, ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือการใช้
หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.
๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ วิชาเคมี ระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มี
อาชีพ (ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์..
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2550). การแก้ปัญหา (Problem solving). วารสารคณิตศาสตร์,
51(581-583), 71-79.
- สมนึก ภัทพิชญณี. (2551). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่5). ภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สลิลดา ลีเมธีเจริญ. (2560). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคognitionชั้นในการ
แก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอน
คณิตศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศุภสกลาตพร้าว.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.
กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- เสาวนิตย์ อาจิวชัย. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- เสาวลักษณ์ บุญจันทร์. (2558). ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารีย์ วชิรวารกร. (2542). การวัดผลและประเมินผลการเรียน. ธนบุรี : โครงการตำราวิชาการสถาบันราชภัฏธนบุรี.
- อารีย์ สุขใจรวมเวทย์. (2553). การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Adam, S., Ellis, L., & Beeson, B. E. (1977). Teaching mathematics with emphasis on the diagnostic approach. New York: Harper & Row.
- Ahdhianto, E., Marsigit, Haryanto, & Santi, N. N. (2020). The effect of metacognitive-based contextual learning model on fifth-grade students' problem-solving and mathematical communication skills. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 753-764.
- Anderson, K. B., & Pingry, R. E. (1973). Problem-Solving in mathematics. The learning mathematics: It's theory and practice. Washington. D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Beyer, B. K. (1987). Practical Strategies for Teaching of Thinking. Boston: Allyn & Bacon.
- Bitter, Gray., Hatfield, Mary M., & Edwards, Nancy T. (1989). Matheamtics methods for the Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach. Boston: Allyn and Bacon.
- Brown, A. L., Bransford, J. D., & Ferrara, R. A. (1983). Learning, Remembering, and Understanding. New York: John Wiley.

- Brown, A., & Smiley, S. (1977). Rating the Importance of Structural Units of Prose Passages : A Problem of Metacognitive Development. *Child Development*, 48(6), 1–8
- Costa, A. L. (1984). Mediating the Metacognition. *Education Leadership*, 42(4), 57–62
- Cross, D. R., & Paris, S. G. (1988). Developmental and Instruction Analysis of Children's Metacognition and Reading Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, (80(7)), 131-142.
- Davidson, J. E., Deuser, R., & Sternberg, R. J. (1994). The Role of Metacognition in Problem Solving. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura, in *Metacognition*. pp. 207-226. Massachusetts: The MIT Press.
- Elawar, M. C. (1992). Effects of teaching metacognitive skills to students with low mathematics ability. *Teaching and Teacher Education*, 8(2), 109–121.
- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring : A New Area of Cognitive Development Inquiry. *American Psychologist*.
- Gagné, R. M. (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction* 4th Edition. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Garner, R., & Alexander, P. A. (1989). Metacognition: Answered and unanswered questions. *Educational Psychologist*, 24(2), 143-158.
- Garofalo, J. & Lester, F. K. (1985). Metacognition, Cognitive monitoring and mathematical performance. *Journal of Research in Mathematics Education*, 16(3), 163-176.
- Good, Cater V. (1973). *Dictionary of Education*. 2nd ed. New York : McGraw-Hill Co.
- Gronlund, N.E. (1993). *How to make Achievement Tests and Assessments*. (5th ed). Needham Heights, MA. Allyn and Bacon.
- Hennessey, M. G. (1999). *Probing the dimensions of Metacognition : Implication for coceptual change teaching-learning*. Boston, MA.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem solving: A handbook for teachers* (2nd ed.). Boston : Allyn and Bacon.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teacher*. Boston: Allyn & Bacon.

Maryellen Weimer. (2014). "five-characteristics-of-learner-centered-teaching", <https://www.facultyfocus.com/articles/effective-teachingstrategies/five-characteristics-of-learner-centered-teaching>. 8 August, 2012.

Mehrens, William. (1976). *A Measurement and Evaluation and Psychology*. New York : Holt, Rinehart and Winston.

Ozsoy, G., & Ataman, A. (2009). The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem solving achievement. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 67-82.

Paris, S. G., & Winograd, P. (1990). How Metacognition can Promote Academic Learning and Instruction : In *Dimension of Thinking and Cognitive Instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Polya.G. (1973). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Polya.G. (1985). *How to Solve It* (2nd ed). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Puckett, Margaret B. ; & Black, Janet K. (2000). *Authentic Assessment of the Young Child : Celebrating Development and Learning*. New Jersey: Prentice-Hall.

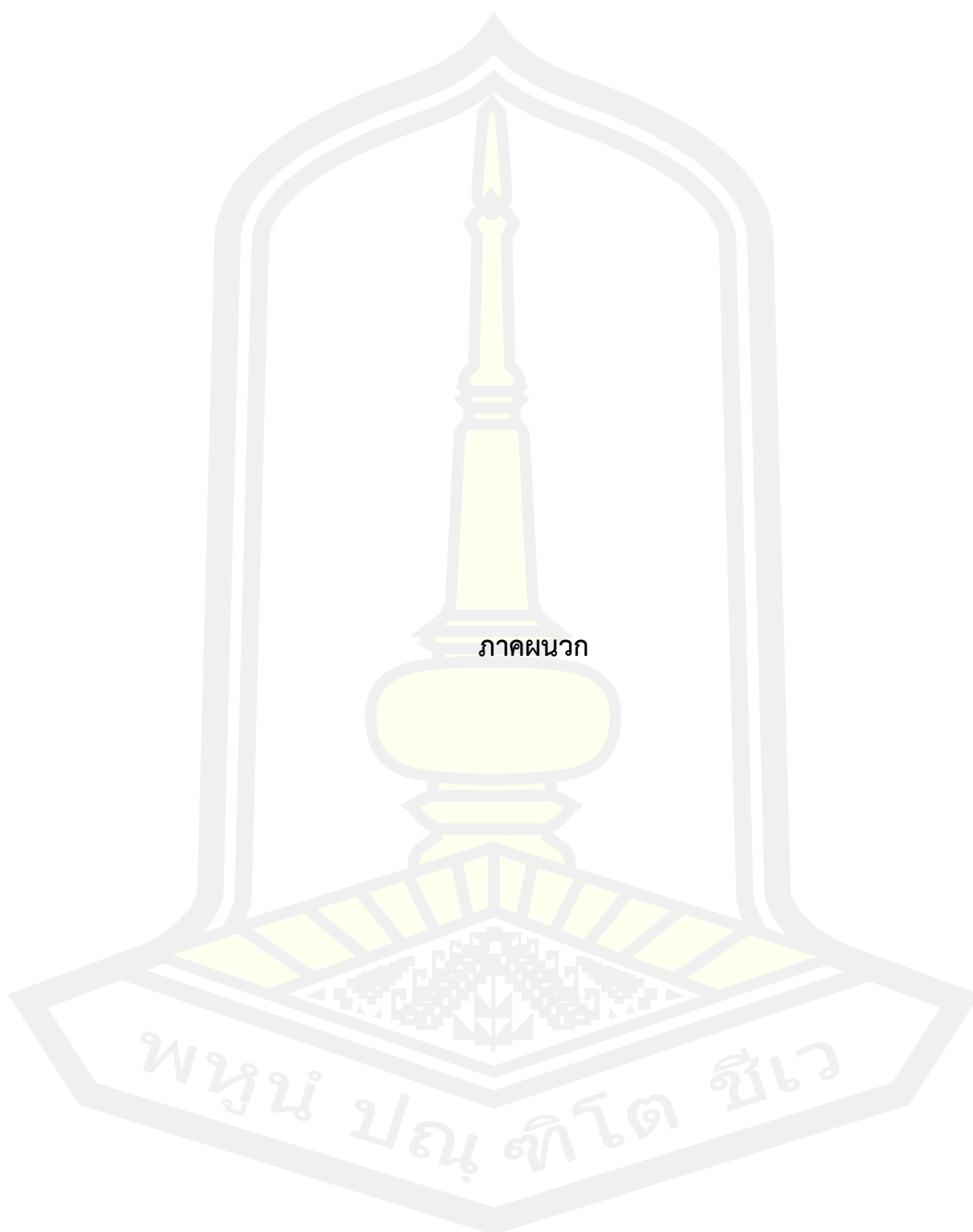
Ross, C.C and Stanley, J.C. (1967). *Measurement in Today' School*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

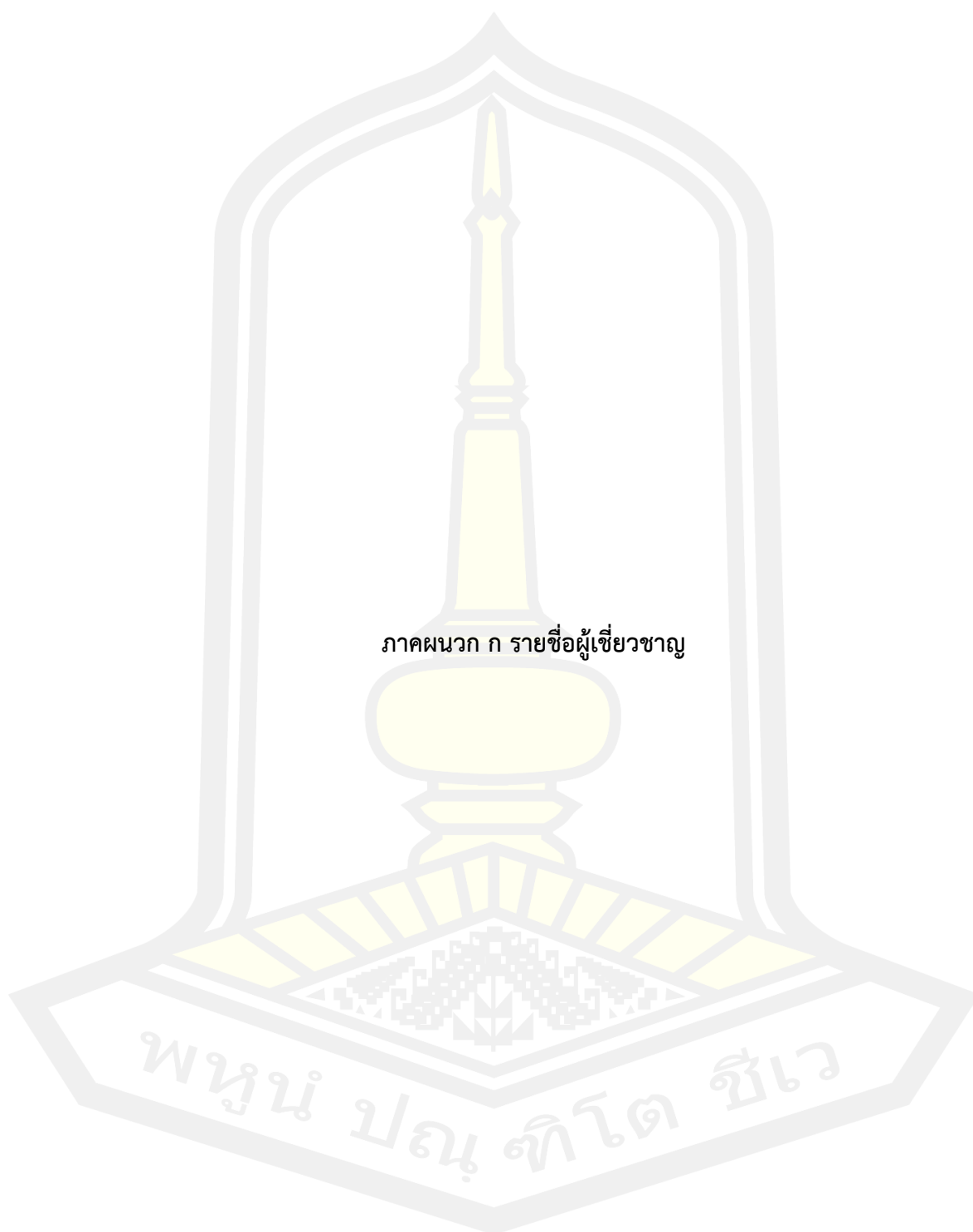
Sahin, S. M., & Kendir, F. (2013). The Effect of Using Meta-Cognitive Strategies for Solving Geometry Problems on Students' Achievement and Attitude. *Educational Research and Reviews*, 8, 1777-1792.

Wells, A. (2000). *Emotional Disorders and Metacognition : Innovative Cognitive Therapy*. Chichester.

Yimer, A. (2004). *Metacognitive and cognitive functioning of college students during mathematical problem solving*. (Doctoral dissertation), Illinois State University, IL

พหุบัณฑิต



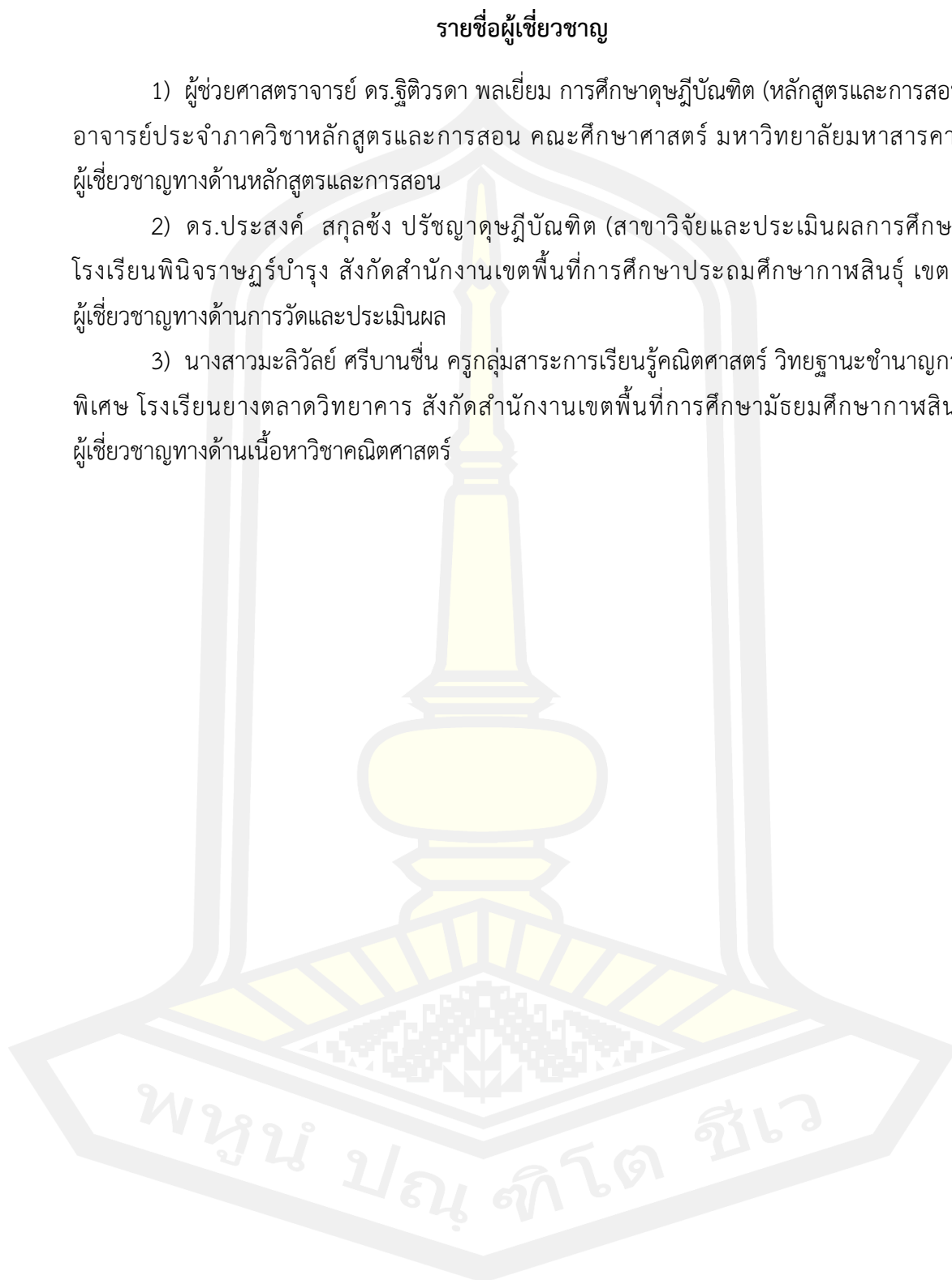


ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

พหุณฺ ปณฺ ฌิตฺ ฌีเว

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน
- 2) ดร.ประสงค์ สกุลซ้ง ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา) โรงเรียนพินิจราษฎร์บำรุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผล
- 3) นางสาวมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์





ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัณฑิตวิชเว

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ลำดับและอนุกรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

ค 1.3 ม.5/1 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินในการแก้ปัญหา

2. สาระการเรียนรู้

ดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถบอกเกี่ยวกับดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปีได้
2. นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปีได้

ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระสำคัญ

ดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี

ถ้าเริ่มฝากเงินด้วยเงินต้น P บาท ได้รับอัตราดอกเบี้ย $i\%$ ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นปีละ k ครั้ง แล้วเมื่อฝากเงินครบ n ปี จะได้รับเงินรวม $P(1 + \frac{r}{k})^{kn}$ บาท เมื่อ $r = \frac{i}{100}$

กล่าวคือ ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี หาได้จาก $S_n = P(1 + \frac{r}{k})^{kn}$

เมื่อ	P	คือ	เงินต้น
	i	คือ	อัตราดอกเบี้ยร้อยละต่องวด
	k	คือ	จำนวนครั้งในการคิดดอกเบี้ยต่อปี
	n	คือ	ระยะเวลาในการกู้เงิน
	S_n	คือ	เงินรวม

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

1. ครูผู้สอนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น โดยการสุ่มให้ตอบคำถามดังนี้
 - ดอกเบี้ยทบต้น คืออะไร (แนวคำตอบ : ดอกเบี้ยที่คิดจากเงินต้นบวกกับดอกเบี้ยของงวดที่ผ่านมา)
 - ดอกเบี้ยทบต้นมีวิธีการหาอย่างไร (แนวคำตอบ : หาได้จาก $S_n = P(1+i)^n$ เมื่อ S_n คือ เงินรวม P คือ เงินต้น i คือ อัตราดอกเบี้ย และ n คือ ระยะเวลาในการกู้เงิน)
2. ครูผู้สอนถามนักเรียนว่า การหาดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี แตกต่างจากการหาดอกเบี้ย แบบทบต้น (ปีละครั้ง) อย่างไร

5.2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

1. ครูผู้สอนอธิบายถึงวิธีการหาดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี ดังนี้

ถ้าเริ่มฝากเงินด้วยเงินต้น P บาท ได้รับอัตราดอกเบี้ย $i\%$ ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นปีละ k ครั้ง แล้วเมื่อฝากเงินครบ n ปี จะได้รับเงินรวม $P(1 + \frac{i}{k})^{kn}$ บาท เมื่อ $r = \frac{i}{100}$

กล่าวคือ ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี หาได้จาก $S_n = P(1 + \frac{i}{k})^{kn}$

เมื่อ	P	คือ	เงินต้น
	i	คือ	อัตราดอกเบี้ยร้อยละต่องวด
	k	คือ	จำนวนครั้งในการคิดดอกเบี้ยต่อปี
	n	คือ	ระยะเวลาในการกู้เงิน
	S_n	คือ	เงินรวม

2. ครูผู้สอนให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี จากสถานการณ์ต่อไปนี้ โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ในการฝึกการแก้ปัญหา

สถานการณ์ที่ 1 ฝากเงิน 50,000 บาท กับสถาบันการเงินที่ให้ดอกเบี้ย 6% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกสามเดือน เมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี จะมีเงินรวมเท่าใด โดยที่ไม่มีฝากและถอนเงินในระหว่างนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ เงินฝาก 50,000 บาท , อัตราดอกเบี้ย 6% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกสามเดือน และระยะเวลาในการฝากเงิน 5 ปี

สิ่งที่โจทย์ถาม คือ เมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี จะมีเงินรวมเท่าใด

สูตรหรือหลักการที่ใช้ คือ สูตรในการหาดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี $S_n = P(1 + \frac{r}{k})^{kn}$

วางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา

1. กำหนดค่าของตัวแปรที่ทราบ
2. กำหนดสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร
4. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม

แสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างละเอียด

$$P = 50,000 \quad , \quad i = \frac{6}{100} = 0.06 \quad , \quad k = 4 \quad \text{และ} \quad n = 5$$

$$\text{จากสูตร} \quad S_n = P(1 + \frac{r}{k})^{kn}$$

$$\text{จะได้} \quad S_n = 50,000 \left(1 + \frac{0.06}{4}\right)^{4(5)}$$

$$S_n = 50,000(1 + 0.015)^{20}$$

$$S_n = 50,000(1.015)^{20}$$

$$S_n = 50,000(1.346855)$$

$$S_n = 67,342.75$$

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

พิจารณาว่าใช้สูตรได้ถูกต้องหรือไม่

พิจารณาว่าแทนค่าของตัวแปรได้ถูกต้องหรือไม่

พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามแล้ว

นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ มีวิธีในการตรวจสอบอย่างไร

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร ดังนี้

$$67,342.75 = P \left(1 + \frac{0.06}{4}\right)^{4(5)}$$

$$67,342.75 = P(1 + 0.015)^{20}$$

$$67,342.75 = P(1.015)^{20}$$

$$P = \frac{67,342.75}{(1.015)^{20}}$$

$$P = \frac{67,342.75}{1.346855}$$

$$P = 50,000$$

เมื่อลองแทนค่าคำตอบที่ได้ลงในสมการ พบว่าได้ค่า $P = 50,000$ ตามที่โจทย์กำหนดให้
ดังนั้น $S_n = 67,342.75$

สถานการณ์ที่ 2 ผักเงิน 20,000 บาท กับธนาคารแห่งหนึ่งที่ให้อัตราดอกเบี้ย 4% ต่อปี โดยคิด ดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 6 เดือน จงหาเงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 10 ปี โดยที่ไม่มีการฝากและถอนเงิน ในระหว่างนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ เงินฝาก 20,000 บาท , อัตราดอกเบี้ย 4% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 6 เดือน และระยะเวลาในการฝากเงิน 10 ปี โดยที่ไม่มีการฝากและถอนเงินในระหว่างนี้

สิ่งที่โจทย์ถาม คือ เงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 10 ปี

สูตรหรือหลักการที่ใช้ คือ สูตรในการหาดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี $S_n = P(1 + \frac{r}{k})^{kn}$

วางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา

1. กำหนดค่าของตัวแปรที่ทราบ
2. กำหนดสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร
4. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม

แสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างละเอียด

$$P = 20,000 \quad , \quad i = \frac{4}{100} = 0.04 \quad , \quad k = 2 \quad \text{และ} \quad n = 10$$

$$\text{จาก} \quad S_n = P \left(1 + \frac{r}{k}\right)^{kn}$$

$$\text{จะได้} \quad S_n = 20,000 \left(1 + \frac{0.04}{2}\right)^{2(10)}$$

$$S_n = 20,000(1 + 0.02)^{20}$$

$$S_n = 20,000(1.02)^{20}$$

$$S_n = 20,000(1.485947)$$

$$S_n = 29,718.95$$

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา

ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

พิจารณาว่าใช้สูตรได้ถูกต้องหรือไม่

พิจารณาว่าแทนค่าของตัวแปรได้ถูกต้องหรือไม่

พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามแล้ว

นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ มีวิธีในการตรวจสอบอย่างไร

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร ดังนี้

$$29,718.95 = P \left(1 + \frac{0.04}{2}\right)^{2(10)}$$

$$29,718.95 = P(1 + 0.02)^{20}$$

$$29,718.95 = P(1.02)^{20}$$

$$P = \frac{29,718.95}{(1.02)^{20}}$$

$$P = \frac{29,718.95}{1.485947}$$

$$P = 20,000$$

เมื่อลองแทนค่าคำตอบที่ได้ลงในสมการ พบว่าได้ค่า $P = 20,000$ ตามที่โจทย์กำหนดให้
ดังนั้น $S_n = 29,718.95$

5.3 ขั้นสรุป

1. ครูผู้สอนสุ่มนักเรียนให้ออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิง
เมตาคอกนิชัน

2. เมื่อนักเรียนออกมานำเสนอเสร็จ ครูผู้สอนให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยการตอบคำถามดังนี้

- ดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี หาได้จากอะไร (หาได้จาก $S_n = P \left(1 + \frac{r}{k}\right)^{kn}$)

- จากสูตรการหาดอกเบี้ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี ตัวแปรแต่ละตัวคืออะไร

(P คือ เงินต้น i คือ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ k คือ จำนวนครั้งในการคิดดอกเบี้ยต่อปี

n คือ ระยะเวลาในการกู้เงิน และ S_n คือ เงินรวม)

5.4 ชั้นฝึกทักษะ

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเรื่อง ดอกเบี๋ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปี
2. ครูผู้สอนสุ่มนักเรียนให้ตอบคำถามจากแบบฝึกทักษะเรื่อง ดอกเบี๋ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปี
ที่ให้ทำ
3. ครูผู้สอนให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของเพื่อนว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

5.5 ชั้นนำความรู้ไปใช้

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี๋ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปี ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ โดยฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

สมมติว่าเริ่มฝากเงินต้น 100,000 บาท เมื่อฝากเงินครบ 6 ปี มีเงินรวมทั้งสิ้น 134,652.53 บาท ถ้าธนาคารคิดดอกเบี๋ยแบบทบตันทุก 4 เดือน จงหาอัตราดอกเบี๋ยต่อปี

2. ครูผู้สอนสุ่มนักเรียนให้เฉลย
3. ครูผู้สอนให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของเพื่อนว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

5.6 ชั้นประเมิน

1. ครูผู้สอนแจกใบงาน เรื่อง ดอกเบี๋ยทบตันแบบ k ครั้ง ให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาในการทำ 15 นาที
2. ครูผู้สอนรวบรวมแบบฝึกทักษะ และใบงานจากนักเรียน

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถบอกเกี่ยวกับดอกเบี๊ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปีได้ 2. นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี๊ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี	ความถูกต้องของการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี๊ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี	ใบงานเรื่อง ดอกเบี๊ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 60
3. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี๊ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปีไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้	ความถูกต้องของการนำความรู้เรื่องดอกเบี๊ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปีไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา	ใบงานเรื่อง ดอกเบี๊ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 60
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบประเมินด้านจิตพิสัย Rubic score	ผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับพอใช้ขึ้นไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. แบบฝึกทักษะ เรื่อง ดอกเบี๊ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี
2. ใบงานเรื่อง ดอกเบี๊ยทบต้น แบบ k ครั้งต่อปี

8. เอกสารอ้างอิง

1. Internet
2. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

9.1 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

9.2 ปัญหา / อุปสรรค

9.3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ _____ ครูผู้สอน

(นางสาวจิรวรรณ เหมือนเหลา)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

ลงชื่อ _____

(นางสาวมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

ลงชื่อ _____

(นางสาวมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียน

ลงชื่อ _____

(นางกุสุมาวดี พลเรืองทอง)

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

10. เกณฑ์การประเมิน

- เกณฑ์ประเมินใบงานเรื่อง ดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปี

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้

หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
การหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปี	ไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีได้	สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีได้ถูกต้อง แต่ต้องมีผู้แนะนำ	สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีได้ถูกต้อง มีบางข้อผิดพลาดแต่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง	สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีได้ถูกต้องทุกข้อด้วยตนเอง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการ

หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
การนำความรู้เรื่องดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา	ไม่สามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้	สามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ต้องมีผู้แนะนำ	สามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง มีบางข้อผิดพลาดแต่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง	สามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี๊ยทบตันแบบ k ครั้งต่อปีไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องทุกข้อด้วยตนเอง

เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
การส่งงานตรง เวลา	ไม่ส่งงานเลย	ส่งงานช้า ไม่มี เหตุผล	ส่งงานช้า แต่มี เหตุผล	ส่งงานก่อนเวลา หรือตรงต่อเวลา
ความรับผิดชอบ ต่องานที่ได้รับ มอบหมาย	ไม่มีความ รับผิดชอบต่องาน ที่ได้รับมอบหมาย	ขาดความ รับผิดชอบต่องาน ที่ได้รับมอบหมาย 2 ครั้ง	ขาดความ รับผิดชอบต่องาน ที่ได้รับมอบหมาย 1 ครั้ง	ทำงานตามที่ ได้รับมอบหมาย ทุกครั้ง

เกณฑ์การประเมิน (ผ่านเกณฑ์ในระดับพอใช้ขึ้นไป)

คะแนน 5 - 6 ระดับ ดี

คะแนน 3 - 4 ระดับ พอใช้

คะแนน 1 - 2 ระดับ ควรปรับปรุง

พหุบัณฑิต ชีวะ

แบบฝึกทักษะ เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ชั้น
 ฐานว่าฝากเงิน 70,000 บาท กับธนาคารแห่งหนึ่งที่ให้อัตราดอกเบี้ย 3% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบ
 ทบต้น ทุก 2 เดือน จงหาเงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 4 ปี โดยที่ไม่มีการฝากและถอนเงินในระหว่างนี้

1. ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ถาม คือ

.....

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้ คือ

.....

1.4 วางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....

.....

2. ขั้นตอนการกำกับและควบคุม

2.1. แสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นตอนการประเมินการแก้ปัญหา

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

ใช้สูตรได้ถูกต้อง

ใช่

ไม่ใช่

แทนค่าของตัวแปรได้ถูกต้อง

ใช่

ไม่ใช่

คำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามแล้ว

ใช่

ไม่ใช่

3.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ มีวิธีในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ใบงาน เรื่อง ดอกเบญจพัตน์ แบบ k ครั้งต่อปี

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ฝากเงิน 120,000 กับธนาคารแห่งหนึ่ง โดยธนาคารคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 3 เดือน เมื่อสิ้นปีที่ 5 ธนาคารแจ้งว่ามีเงินในบัญชีประมาณ 169,773.38 บาท จงหาอัตราดอกเบี้ยต่อปีที่ธนาคารกำหนด

1. ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ถาม คือ

.....

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้ คือ

.....

1.4 วางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....

2. ขั้นตอนการกำกับและควบคุม

2.1. แสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นตอนการประเมินการแก้ปัญหา

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

ใช้สูตรได้ถูกต้อง

ใช่

ไม่ใช่

แทนค่าของตัวแปรได้ถูกต้อง

ใช่

ไม่ใช่

คำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามแล้ว

ใช่

ไม่ใช่

3.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ มีวิธีในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างผลการทำใบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

1. ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา

1.1 สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้ คือ $P = 120,000$, $k = 4$, $S_n = 169,773.38$, $n = 5$

1.2 สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม คือ ... จำนวนดอกเบี้ยที่ต้องชำระทั้งหมด.

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้ คือ $S_n = P \left(1 + \frac{r}{k}\right)^{kn}$

1.4 วางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา

1. กำหนดค่าตัวแปร	2. กำหนดสูตรที่ใช้
3. แยกค่าตัวแปร	4. คำนวณค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

ภาพประกอบที่ 1 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมในขั้นที่ 1 ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา

2. ขั้นตอนการกำกับและควบคุม

2.1. แสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างละเอียด

$P = 120,000$, $k = 4$, $S_n = 169,773.38$, $n = 5$

จากสูตร $S_n = P \left(1 + \frac{r}{k}\right)^{kn}$

$$169,773.38 = 120,000 \left(1 + \frac{r}{4}\right)^{4(5)}$$

$$1.414748 = \left(\frac{1+r}{4}\right)^{20}$$

$$1.414748^{\frac{1}{20}} = 1 + \frac{r}{4}$$

$$1.0175 = 1 + \frac{r}{4}$$

$$1.0175 - 1 = \frac{r}{4}$$

$$0.0175 = \frac{r}{4}$$

$$r = 0.07$$

$$\frac{r}{100} = 0.07$$

$$= 0.07 \times 100$$

$$= 7$$

ภาพประกอบที่ 2 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมในขั้นที่ 2 ขั้นตอนการกำกับและควบคุม

3. ชั้นการประเมินการแก้ปัญหา

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

ใช้สูตรได้ถูกต้อง ใช่ ไม่ใช่

แทนค่าของตัวแปรได้ถูกต้อง ใช่ ไม่ใช่

คำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามแล้ว ใช่ ไม่ใช่

3.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ มีวิธีในการตรวจสอบอย่างไร

$S_n = P \left(1 + \frac{I}{100}\right)^{kn}$

$S_n = 120,000 \left(1 + \frac{0.175}{100}\right)^{4(8)}$

$S_n = 120,000 (1 + 0.0175)^{32}$

$S_n = 120,000 (1.0175)^{32}$

$S_n = 120,000 (1.41478)$

$S_n = 169,773.38$ *

ภาพประกอบที่ 3 ตัวอย่างผลงานใบกิจกรรมในชั้นที่ 3 ชั้นการประเมินการแก้ปัญหา



ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ลงในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
กระดาษคำตอบที่แจก
3. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำ
เครื่องหมาย X ทับบัอักษร ก ข ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบ

.....
(จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถบอกเกี่ยวกับดอกเบี้ยยทบต้นได้)

1. ดอกเบี้ยทบต้น คืออะไร (ความจำ)
 - ก. ดอกเบี้ยที่ได้เพิ่มขึ้นจากการออมหรือลงทุน
 - ข. ดอกเบี้ยที่คิดเงินต้นคงที่ตลอดระยะเวลาของการกู้ยืมเงิน
 - ค. ดอกเบี้ยที่คิดเงินต้นเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการกู้ยืมเงิน
 - ง. ดอกเบี้ยที่คิดจากเงินต้นบวกกับดอกเบี้ยของงวดที่ผ่านมา
2. ข้อใดเป็นการฝากเงินโดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้น (ความเข้าใจ)
 - ก. ฟ้าใสฝากเงิน 500 บาท กับธนาคารที่ให้ดอกเบี้ย 5% ต่อปี เป็นเวลา 10 ปี โดยไม่มีการฝาก
และถอนในระหว่างนี้
 - ข. กรวิชฝากเงิน 200 บาท กับธนาคารที่ให้ดอกเบี้ย 1.5% ต่อปี เป็นเวลา 2 ปี โดยไม่มีการฝากเพิ่ม
 - ค. ลดาฝากเงิน 1,000 บาท กับธนาคารที่ให้ดอกเบี้ย 3% ต่อปี เป็นเวลา 5 ปี โดยที่มีการฝาก
ถอนทุกเดือน
 - ง. จินดาฝากเงิน 300 บาท กับธนาคารที่ให้ดอกเบี้ยเพิ่มขึ้นทุกปี ปีละ 2% เป็นเวลา 4 ปี
3. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับดอกเบี้ยทบต้น (วิเคราะห์)
 - ก. ฝากเงิน 2,000 บาท กับธนาคารที่ให้ดอกเบี้ย 5% ต่อปี เมื่อครบ 1 ปี จะได้รับเงิน 2,100 บาท
 - ข. ฝากเงิน 1,000 บาท กับธนาคารที่ให้ดอกเบี้ย 2% ต่อปี เมื่อครบ 3 ปี จะได้รับดอกเบี้ย
61.2 บาท
 - ค. ฝากเงิน 10,000 บาท กับธนาคารที่ให้ดอกเบี้ย 1.5% ต่อปี เมื่อสิ้นปีที่ 4 จะได้รับเงิน
10,600 บาท
 - ง. การคิดดอกเบี้ยแบบทบต้น จะนำดอกเบี้ยในปีแรกไปรวมกับเงินต้น และนำไปคิดดอกเบี้ยใน
ปีถัดไปตามระยะเวลาที่ฝากเงิน

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1) ลงทุนทำธุรกิจกับบริษัทแห่งหนึ่งเป็นเงิน 15,000 บาท โดยบริษัทให้อัตราดอกเบี้ย 8% ต่อปี ซึ่งคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 6 เดือน เมื่อลงทุนครบ 5 ปี จะได้รับเงินทั้งหมดคืนกี่บาท

1. ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม คือ

.....

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้ คือ

.....

1.4 วางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....

2. ขั้นตอนการกำกับและควบคุม

2.1. แสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นตอนการประเมินการแก้ปัญหา

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

ใช้สูตรได้ถูกต้อง

ใช่

ไม่ใช่

แทนค่าของตัวแปรได้ถูกต้อง

ใช่

ไม่ใช่

คำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามแล้ว

ใช่

ไม่ใช่

3.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ มีวิธีในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) ปริชาณุกูลเงินจากลัดดา โดยมีกำหนดชำระหนี้ในอีก 2 ปีข้างหน้า เป็นเงินประมาณ 35,095.76 บาท ถ้าลัดดากำหนดอัตราดอกเบี้ย 8% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 6 เดือน ปริชาณุกูลเงินเป็นจำนวนเงินเท่าใด

1. ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา

1.1 สิ่งทีโจทย์กำหนดให้ คือ

.....

1.2 สิ่งทีโจทย์ถาม คือ

.....

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้ คือ

.....

1.4 วางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหา

.....

2. ขั้นตอนการกำกับและควบคุม

2.1. แสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นตอนการประเมินการแก้ปัญหา

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

ใช้สูตรได้ถูกต้อง

ใช่

ไม่ใช่

แทนค่าของตัวแปรได้ถูกต้อง

ใช่

ไม่ใช่

คำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามแล้ว

ใช่

ไม่ใช่

3.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ มีวิธีในการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม

คำชี้แจง

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีรายการประเมินทั้งหมด 4 รายการ ซึ่งดัดแปลงมาจากเวทูลธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554) ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมิน 4 ประเด็น คือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ขั้นการดำเนินการตามแผน ขั้นตรวจสอบคำตอบ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบ คือ 3 2 และ 1 ตามลำดับและหากไม่เขียนคำตอบได้ 0 คะแนน

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			ความเหมาะสม					
		3	2	1	5	4	3	2	1	
1	การทำความเข้าใจปัญหา	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการได้ชัดเจน และตรงประเด็นดังนี้ สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คือ ลงทุนทำธุรกิจกับบริษัทแห่งหนึ่งเป็นเงิน 15,000 บาท โดยบริษัทให้อัตราดอกเบี้ย8% ต่อปี ซึ่งคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 6 เดือน และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ คือ เมื่อลงทุนครบ 5 ปี จะได้รับเงินทั้งหมดคืนกี่บาท	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการได้ตรงประเด็น บางส่วน ดังนี้ สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คือ ลงทุนทำธุรกิจกับบริษัทแห่งหนึ่งเป็นเงิน 15,000 บาทโดยบริษัทให้อัตราดอกเบี้ย 8% ต่อปี และ สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ คือ เมื่อลงทุนครบ 5 ปี จะได้รับเงินทั้งหมดคืนกี่บาท	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด หรือสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการได้เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง เช่น ลงทุนทำธุรกิจกับบริษัทแห่งหนึ่งเป็นเงิน 15,000 บาท โดยบริษัทให้อัตราดอกเบี้ย 8% ต่อปีซึ่งคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 6 เดือน หรือเมื่อลงทุนครบ5ปี จะได้รับเงินทั้งหมดคืนกี่บาท เป็นต้น						

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			ความเหมาะสม				
		3	2	1	5	4	3	2	1
การวางแผนการแก้ปัญหา	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น และเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้ วิธีการแก้ปัญหาคือ ใช้สูตรในการหาดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี ในการแก้ปัญหา และขั้นตอนในการแก้ปัญหาคือ 1. กำหนดค่าของตัวแปรที่ทราบ 2. กำหนดสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร 4. คำนวณหาตัวแปรที่โจทย์ถาม	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้ และวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น บางส่วน ดังนี้ วิธีการแก้ปัญหาคือ ใช้สูตรในการหาดอกเบี้ยทบต้นในการแก้ปัญหา และขั้นตอนในการแก้ปัญหาคือ 1. กำหนดสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา 2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาหรือวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่ตรงประเด็น เช่น ใช้สูตรอนุกรมเรขาคณิตในการแก้ปัญหา หรือ จากสถานการณ์เขียนอนุกรมเรขาคณิตและหาอัตราส่วนร่วม เป็นต้น						
การดำเนินการแก้ปัญหา	แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้อย่างละเอียด และเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้ เริ่มต้นจากการ	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ดังนี้ เริ่มต้นจากการ	แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ตรงประเด็น เช่น เขียนเป็นอนุกรมหรือลำดับออกมาแล้วหาค่าของผลต่าง						

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			ความเหมาะสม				
		3	2	1	5	4	3	2	1
		กำหนดตัวแปรที่ทราบ เลือกสูตรที่จะใช้ในการแก้ปัญห แทนค่าตัวแปร แล้วคำนวณหาค่าตัวแปรที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ	เลือกสูตรที่จะใช้ในการแก้ปัญห แทนค่าตัวแปร แล้วคำนวณหาค่าตัวแปรที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ	ร่วมหรืออัตราส่วนร่วมจากอนุกรมที่เขียน เป็นต้น					
ตรวจสอบคำตอบ		มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญห และตรวจคำตอบได้อย่างละเอียด และตรงประเด็นดังนี้ มีการพิจารณาว่าใช้สูตรได้ถูกต้องหรือไม่ พิจารณาการแทนค่าของตัวแปรว่าถูกต้องหรือไม่ พิจารณาคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการแล้ว และมีการตรวจคำตอบโดยการแทนค่าตัวแปรที่สถานการณ์ปัญหาต้องการลงไปในสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญห แล้วคำนวณหาค่าตัวแปรอีกตัวออกมาว่าถูกต้องตามที่สถานการณ์ปัญหา	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญห และตรวจคำตอบได้ตรงประเด็นบางส่วน ดังนี้ มีการพิจารณาว่าใช้สูตรได้ถูกต้องหรือไม่ พิจารณาการแทนค่าของตัวแปรว่าถูกต้องหรือไม่ พิจารณาคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการแล้ว และมีการตรวจคำตอบโดยการแทนค่าตัวแปรที่สถานการณ์ปัญหาต้องการลงไปในสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญห แต่ไม่มีการคำนวณหา	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญห แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ ดังนี้ มีการพิจารณาว่าใช้สูตรได้ถูกต้องหรือไม่ พิจารณาการแทนค่าของตัวแปรว่าถูกต้องหรือไม่ พิจารณาคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการแล้ว แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ					

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			ความเหมาะสม				
		3	2	1	5	4	3	2	1
		กำหนดมาหรือไม่	ค่าตัวแปรอื่น						
2	การทำความเข้าใจปัญหา	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการได้ชัดเจน และตรงประเด็นดังนี้ สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คือ ฝากเงิน 50,000 กับธนาคารแห่งหนึ่ง โดยธนาคารคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 3 เดือน เมื่อสิ้นปีที่ 6 ธนาคารแจ้งว่ามีเงินในบัญชีประมาณ 71,475.14 บาท และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ คือ จงหาอัตราดอกเบี้ยต่อปีที่ธนาคารกำหนด	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการได้ตรงประเด็น บางส่วน ดังนี้ สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คือ เมื่อสิ้นปีที่ 6 ธนาคารแจ้งว่ามีเงินในบัญชีประมาณ 71,475.14 บาท และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ คือ จงหาอัตราดอกเบี้ยต่อปีที่ธนาคารกำหนด	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด หรือสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการได้เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง เช่น ฝากเงิน 50,000 กับธนาคารแห่งหนึ่ง โดยธนาคารคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 3 เดือน เมื่อสิ้นปีที่ 6 ธนาคารแจ้งว่ามีเงินในบัญชีประมาณ 71,475.14 บาท หรือจงหาอัตราดอกเบี้ยต่อปีที่ธนาคารกำหนดทั้งหมดคืนก็บาทเป็นต้น					
การวางแผนการแก้ปัญหา	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และวางแผนขั้นตอนใน	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้ และ	เลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาหรือวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่						

ข้อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			ความเหมาะสม					
		3	2	1	5	4	3	2	1	
		การแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น และเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้ วิธีการแก้ปัญหา คือ ใช้สูตรในการหา ดอกเบี้ยทบต้นแบบ k ครั้งต่อปี ในการแก้ปัญหา และ ขั้นตอนในการแก้ปัญหา คือ 1. กำหนดค่าของตัวแปรที่ทราบ 2. กำหนดสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร 4. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม	วางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น บางส่วน ดังนี้ วิธีการแก้ปัญหา คือ ใช้สูตรในการหา ดอกเบี้ยทบต้น ในการแก้ปัญหา และขั้นตอนในการแก้ปัญหา คือ 1. กำหนดสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา 2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร	ตรงประเด็น เช่น ใช้สูตรอนุกรมเรขาคณิต ในการแก้ปัญหา หรือ จากสถานการณ์เขียนอนุกรมเรขาคณิต และหาอัตราส่วนร่วม เป็นต้น						
	การดำเนินการแก้ปัญหา	แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้อย่างละเอียด และเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้ เริ่มต้นจากการกำหนดตัวแปรที่ทราบ เลือกสูตรที่จะใช้ในการแก้ปัญหา แทนค่าตัวแปร แล้ว	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ดังนี้ เริ่มต้นจากการเลือกสูตรที่จะใช้ในการแก้ปัญหา แทนค่าตัวแปร แล้ว คำนวณหาค่าตัว	แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ตรงประเด็น เช่น เขียนเป็นอนุกรม หรือ ลำดับออกมา แล้วหาค่าของผลต่างร่วมหรืออัตราส่วนร่วมจากอนุกรมที่เขียน เป็นต้น						

ชื่อ	องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			ความเหมาะสม				
		3	2	1	5	4	3	2	1
		คำนวณหาค่าตัวแปรที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ	แปรที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ						
ตรวจสอบคำตอบ	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบได้อย่างละเอียด และตรงประเด็นดังนี้ มีการพิจารณาว่าใช้สูตรได้ถูกต้องหรือไม่ พิจารณาการแทนค่าของตัวแปรว่าถูกต้องหรือไม่ พิจารณาคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการแล้ว และมีการตรวจคำตอบโดยการแทนค่าตัวแปรที่สถานการณ์ปัญหาต้องการลงไปในสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา แล้วคำนวณหาค่าตัวแปรอีกตัวออกมาว่าถูกต้องตามที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาหรือไม่	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบได้ตรงประเด็นบางส่วน ดังนี้ มีการพิจารณาว่าใช้สูตรได้ถูกต้องหรือไม่ พิจารณาการแทนค่าของตัวแปรว่าถูกต้องหรือไม่ พิจารณาคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการแล้ว และมีการตรวจคำตอบโดยการแทนค่าตัวแปรที่สถานการณ์ปัญหาต้องการลงไปในสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา แต่ไม่มีการคำนวณหาค่าตัวแปรอื่น	มีการประเมินขั้นตอนของการแก้ปัญหา แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ ดังนี้ มีการพิจารณาว่าใช้สูตรได้ถูกต้องหรือไม่ พิจารณาการแทนค่าของตัวแปรว่าถูกต้องหรือไม่ พิจารณาคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการแล้ว แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ						



ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วิจัย

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความสอดคล้อง ความถูกต้อง ความเหมาะสมของเครื่องมือ ว่าเหมาะสมหรือไม่ ระดับใด โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

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

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.3 ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ ปรับปรุง 2560)					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 สามารถประเมินได้จริง					
2.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้					
2.3 มีความชัดเจน และเป็นไปได้					
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ได้					
4.2 วิธีการวัดง่ายและสะดวกในการใช้งาน					
5. กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน					
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา					
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้นักเรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(.....)

วันที่ประเมิน...../...../.....

ตารางที่ 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนที่ 1 - แผนที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด							
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สามารถประเมินได้จริง	4.67	4.67	4.67	5.00	4.67	4.74	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 มีความชัดเจนและเป็นไปได้	5.00	5.00	4.67	4.67	5.00	4.87	เหมาะสมมากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาตาคอนิชั่น รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนที่ 1 - แผนที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้					ค่า เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
4. การวัดและประเมินผล							
4.1 วัดหรือประเมินสิ่งที่ ระบุไว้ในจุดประสงค์ การเรียนรู้ได้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	เหมาะสม มากที่สุด
4.2 วิธีการวัดง่ายและ สะดวกในการใช้งาน	4.67	5.00	5.00	4.67	4.67	4.80	เหมาะสม มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้							
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นไปตามขั้นตอน	4.67	5.00	4.33	4.33	4.67	4.60	เหมาะสม มากที่สุด
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องและเหมาะสม กับเนื้อหา	4.67	4.67	4.67	4.33	4.67	4.60	เหมาะสม มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	เหมาะสม มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้ มี ความ เหมาะ สม กับเวลาที่กำหนด	4.33	4.67	4.67	4.33	4.67	4.53	เหมาะสม มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาให้ นักเรียน	4.33	4.67	4.33	4.33	4.33	4.40	เหมาะสม มาก
เฉลี่ยรวม	4.80	4.89	4.78	4.76	4.82	4.81	เหมาะสม มากที่สุด

ตารางที่ 15 แสดงสรุปผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยแยกเป็นรายด้าน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.85	0.10	เหมาะสมมากที่สุด
3. สารการเรียนรู้	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. การวัดและประเมินผล	4.90	0.14	เหมาะสมมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้	4.56	0.10	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.86	0.18	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 16 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่า เฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
		1	2	3			
1	การทำความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การวางแผนการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การตรวจสอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
2	การทำความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การวางแผนการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การตรวจสอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
3	การทำความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การวางแผนการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การตรวจสอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ 16 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่า เฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
		1	2	3			
4	การทำความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การวางแผนการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การตรวจสอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
5	การทำความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การวางแผนการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การตรวจสอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
6	การทำความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การวางแผนการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การตรวจสอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
7	การทำความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การวางแผนการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การตรวจสอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
8	การทำความเข้าใจปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การวางแผนการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การดำเนินการตามแผน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การตรวจสอบ	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ค่าความยาก	แปลผล	สรุป
1	0.69	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.70	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.73	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.76	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.68	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.65	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.64	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.59	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.42 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.59 – 0.76 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.98

ตารางที่ 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

เกณฑ์ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		1	2	3			
1	การทำความเข้าใจปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การวางแผนการแก้ปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การดำเนินการตามแผน	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การตรวจสอบ	5	4	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
2	การทำความเข้าใจปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การวางแผนการแก้ปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การดำเนินการตามแผน	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การตรวจสอบ	5	4	4	13	4.33	เหมาะสมมาก

ตารางที่ 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

เกณฑ์ ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่า เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
		1	2	3			
3	การทำความเข้าใจปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การวางแผนการแก้ปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การดำเนินการตามแผน	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การตรวจสอบ	5	4	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
4	การทำความเข้าใจปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การวางแผนการแก้ปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การดำเนินการตามแผน	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การตรวจสอบ	5	4	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
5	การทำความเข้าใจปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การวางแผนการแก้ปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การดำเนินการตามแผน	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การตรวจสอบ	5	4	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
6	การทำความเข้าใจปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การวางแผนการแก้ปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การดำเนินการตามแผน	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การตรวจสอบ	5	4	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
7	การทำความเข้าใจปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การวางแผนการแก้ปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การดำเนินการตามแผน	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การตรวจสอบ	5	4	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
8	การทำความเข้าใจปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การวางแผนการแก้ปัญหา	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การดำเนินการตามแผน	5	5	4	14	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
	การตรวจสอบ	5	4	4	13	4.33	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวม		5	4.75	4	13.75	4.58	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 19 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่า เฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม คะแนน	ค่า เฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
	1	2	3			
26	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

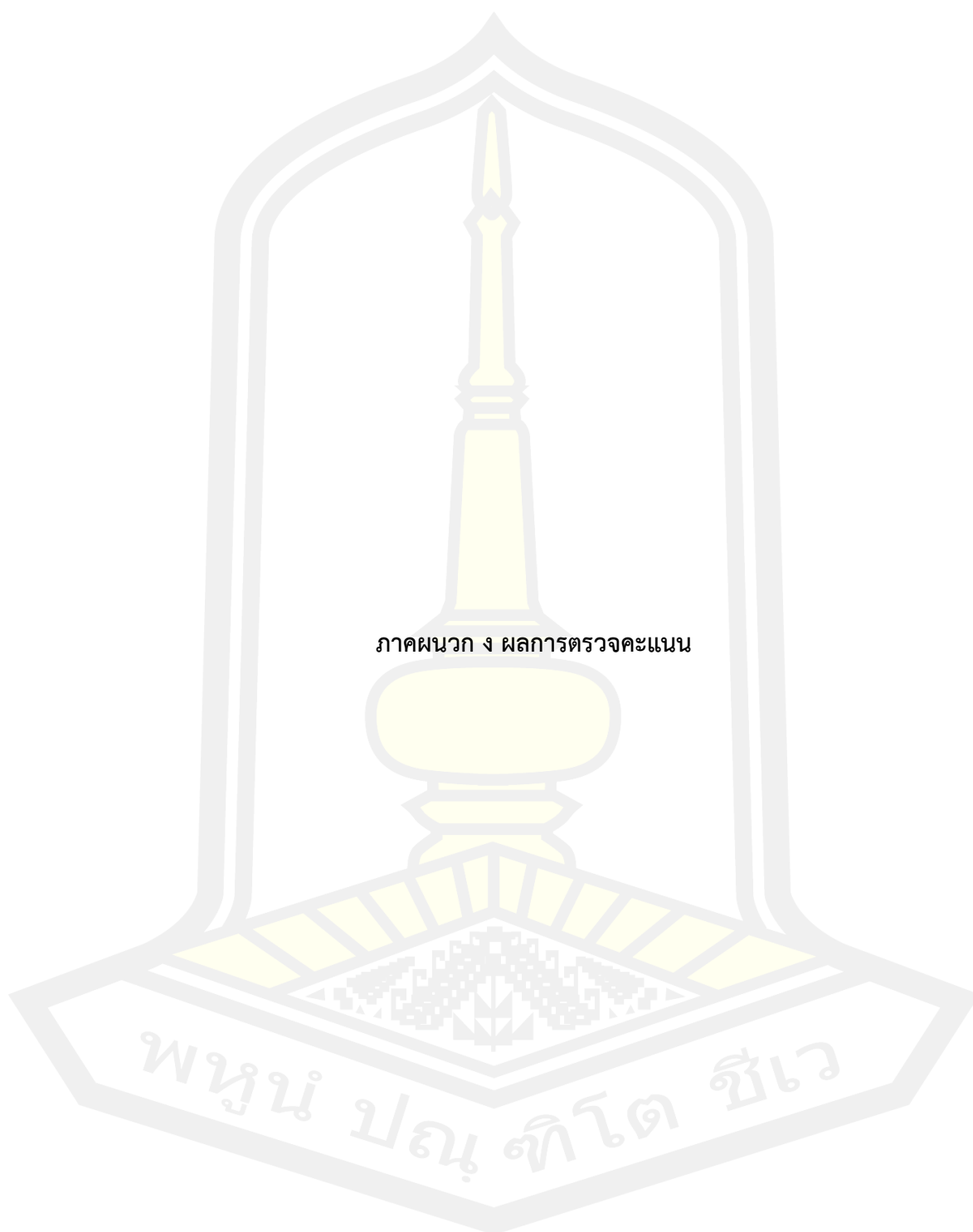
ตารางที่ 20 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ค่าความยาก	แปลผล	สรุป
1	0.59	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.71	ใช้ได้	0.76	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.76	ใช้ได้	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.65	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.47	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.41	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.59	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.65	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.59	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.35	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.65	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.71	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.47	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.71	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.41	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 20 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	ค่าความยาก	แปลผล	สรุป
16	0.47	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.41	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.65	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.65	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.65	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.47	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.65	ใช้ได้	0.74	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.53	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.65	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.47	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.47	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.59	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.76	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.71	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.76	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วง 0.44 – 0.76 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.35 – 0.76 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม มีค่าเท่ากับ 0.84



ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของลำดับ และอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 21 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน (48)	หลังเรียน (48)
1	15	31
2	13	30
3	20	33
4	21	37
5	12	32
6	12	36
7	22	35
8	11	33
9	14	32
10	13	32
11	20	37
12	16	37
13	24	43
14	19	40
15	19	38
16	17	35
17	23	43
18	25	42
19	17	37
20	18	35

ผลคะแนนการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 21 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม (ต่อ)

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน (48)	หลังเรียน (48)
21	20	40
22	21	37
23	18	35
24	21	36
25	13	34
26	15	37
27	17	40
28	17	35
29	19	35
30	14	37
31	19	39
ΣX	545	1123
\bar{X}	17.58	36.23
S.D	3.73	3.35

ตารางที่ 22 แสดงความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม

ผู้ประเมิน	n	คะแนน	ค่าเฉลี่ย	ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน
คนที่ 1	31	1112	35.87	
คนที่ 2	31	1123	36.23	0.94

ผลคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับ และอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 23 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของ ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	
	ก่อนเรียน (20)	หลังเรียน (20)
1	5	14
2	4	14
3	7	16
4	6	15
5	4	14
6	7	15
7	8	13
8	6	13
9	5	15
10	4	17
11	7	15
12	8	16
13	10	18
14	8	15
15	9	17
16	7	16
17	10	16
18	9	16
19	7	16
20	5	13

ตารางที่ 23 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน (ต่อ)

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	
	ก่อนเรียน (20)	หลังเรียน (20)
21	8	16
22	9	18
23	6	15
24	5	15
25	9	13
26	7	17
27	8	15
28	6	17
29	10	15
30	7	15
31	9	17
ΣX	220	477
\bar{X}	7.10	15.39
S.D	1.81	1.41







บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ว301

วันที่ 26 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติวรตา พลเยี่ยม

ด้วย นางสาวจิรวรรณ เหมือนเหลา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว266

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

24 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น

ด้วย นางสาวจิรวรรณ เหมือนเหลา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูลีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0956493230



ที่ อว 0605.5(2)/ว266

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

24 มกราคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ประสงค์ สกุลขันธ์

ด้วย นางสาวจิรวรรณ เหมือนเหลา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิจัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูลีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0956493230

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวจิรวรรณ เหมือนเหลา
วันเกิด	7 ตุลาคม พ.ศ. 2540
สถานที่เกิด	อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 29 หมู่ 14 บ้านหนองเหล็ก ตำบลหนองเหล็ก อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 44140
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนโกสุมวิทยา สรรงค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนโกสุม วิทยาสรรค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2562 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรปริญญาวิทยา ศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2565 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ตามหลักสูตรการศึกษา มหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูนุ ปณุกิตโต ชีวะ