

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

PKx 128765

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

การศึกษาระดับเมตาคอกนิจันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวมลรัตน์ พลเยี่ยม แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นवल นนทภา)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อนุสรณ์ จันทรประทักษ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน 10 ค.ศ. 2563

ชื่อเรื่อง : การศึกษาระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

ผู้วิจัย : นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา

ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร (2) เปรียบเทียบระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันและ (3) หาแนวทางในการพัฒนาเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 102 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบรายงานตนเองแบบทดสอบเมตาคognitionชั้น และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ คะแนน T ปกติ (Normalized T- Score) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (Two – way ANOVA) และการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons)

ผลการวิจัยพบว่า (1) ระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร มีคะแนนระดับสูง ($\bar{X}=70.12, S.D.=3.39$) ระดับค่อนข้างสูง ($\bar{X}=59.25, S.D.=5.08$) ระดับค่อนข้างต่ำ ($\bar{X}=42.22, S.D.=4.71$) และระดับต่ำ ($\bar{X}=28.25, S.D.=1.50$) จำแนกตามค่าร้อยละ ด้านความรู้ คิดเป็นร้อยละ 3.92, 45.10, 25.49 และ 25.49 ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน คิดเป็นร้อยละ 28.43, 31.37, 37.25 และ 2.94 ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดคิดเป็นร้อยละ 13.73, 32.35, 37.25 และ 16.67 (2) ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร แบ่งได้ 3 ระดับคือ สูงปานกลาง และต่ำ คิดเป็นร้อยละ 27.45, 41.16 และ 31.39 มีปฏิสัมพันธ์ของระดับเมตาคognitionชั้น ที่ระดับสูง ระดับค่อนข้างสูง ระดับค่อนข้างต่ำ และระดับต่ำ ของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คิดเป็นร้อยละ 60.71, 28.57, 10.71 และ 0.00 ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 4.76, 28.57, 54.76 และ 11.90 ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ คิดเป็นร้อยละ 0.00, 3.13, 43.75 และ 53.13 โดยคะแนนเฉลี่ยของเมตาคognitionชั้นทุกระดับแตกต่างกันคะแนนเฉลี่ยของเมตาคognitionชั้นที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันและระดับเมตาคognitionชั้นกับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อคะแนนเมตาคognitionชั้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และนักเรียนที่มีระดับเมตาคognitionชั้นต่างกันจะมี

ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (3) การพัฒนาเมตาคอกนิชันด้านความรู้ เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ไม่เพียงพอมีความสับสนในการนำความรู้พื้นฐานมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนขาดความรู้ที่ชัดเจน นักเรียนไม่รู้อาจจะเลือกใช้ความรู้อะไรเพื่อหาคำตอบ ไม่แน่ใจในความรู้หรือไม่มีความรู้พื้นฐานเลย แนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชันด้านความรู้คือ ครูควร ทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่ทุกครั้ง เขียนความรู้เดิมที่จำเป็นไว้บนกระดานทุกครั้ง และเชื่อมโยงเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียนสอนโดยการบูรณาการความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริงควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้และนำเสนอ ผลงาน การพัฒนาเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน เนื่องจากนักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานมีการแสดงวิธีทำงานที่ไม่ชัดเจน ซึ่งอาจจะเกิดจากประสบการณ์หรือการฝึกฝนที่ไม่เพียงพอ นักเรียนจำขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำงานไม่ได้ เนื่องจากขาดความเข้าใจอย่างแท้จริง หรือเกิดจากการคาดเดาของนักเรียน และนักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบหรือสรุปคำตอบในการทำงานได้อย่างถูกต้อง แนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองในการทำงานคือ ครูควรมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ฝึกฝน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทบทวนความรู้แบบซ้ำ ๆ บ่อย ๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่คงทน ครูต้องอธิบายถึงกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา และให้นักเรียนฝึกคิดแยกเป็นขั้นตอนฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาตลอดจนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ฝึกให้นักเรียนได้แสดงออกด้วยวาจาและการเขียนคำตอบเป็นลายลักษณ์อักษร อธิบายถึงแนวคิดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองให้ครูเข้าใจ ฝึกให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม และการออกแบบการเรียนรู้รวมถึงการวัดและประเมินผล การพัฒนาเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักรู้ กระบวนการคิด เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็นที่ไม่สมเหตุสมผลไม่ยอมรับวิธีการอื่นที่ถูกต้องซึ่งแตกต่างจากวิธีคิดของตนเองไม่ยอมรับว่าวิธีการของตนเองผิดพลาด และไม่แก้ไขความผิดพลาดของตนเองแนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักรู้ต่อกระบวนการคิดของตนเองคือครูควรยกย่องชมเชยนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และช่วยชี้แนะเปรียบเทียบให้นักเรียนเห็นจุดที่เป็นสาเหตุที่จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนรู้จักการประเมินตนเองเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด และอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการคิดของแต่ละคน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม พูดคุย อภิปราย รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ควรที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากวิธีการเดิม

คำสำคัญ : ระดับเมตาคอกนิชัน, คะแนนเมตาคอกนิชัน, ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชัน



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : A Study of Metacognition Level of Students Mathayomsuksa 3 with Different Mathematics Learning Abilities

Author : Miss Kamonrat Phonyiam

Degree : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat MahaSarakham University

Advisors : Associate Professor Dr.Ramnaree Nontapa

Year : 2020

ABSTRACT

The purposes of this research were to (1) study the metacognition levels of students Mathayomsuksa 3 at Yangtaladwittayakarn school, (2) comparison of metacognition levels of students with different mathematics learning abilities, and (3) find the ways to develop metacognition of students Mathayomsuksa 3. The samples used in the research were 102 of Mathayomsuksa 3 students at Yangtaladwittayakarn school, academic year 2019. The samples were chosen by cluster sampling. The instruments used in the research were self-report form, metacognition tests, and semi-structural interview form. The statistics used in the research were percentage, mean and standard deviation. Analyze data using normalized T- Score, Two - way ANOVA and Multiple comparisons.

The results of the study showed that (1) Metacognition levels of students Mathayomsuksa 3 at Yangtaladwittayakarn school which has score the high level ($\bar{X} = 70.12, S.D. = 3.39$), the relatively high level ($\bar{X} = 59.25, S.D. = 5.08$), the relatively low level ($\bar{X} = 42.22, S.D. = 4.71$), and the low level ($\bar{X} = 28.25, S.D. = 1.50$). Classified of Metacognition levels by percentage in side of Knowledge accounted for 3.92, 45.10, 25.49 and 25.49 percent, Self-regulation in side of working accounted for 28.43, 31.37, 37.25 and 2.94 percent, and in side of awareness of one's own thinking processes for 13.73, 32.35, 37.25 and 16.67 percent. (2) Ability to study mathematics of students Mathayomsuksa 3 at Yangtaladwittayakarn school divided into 3 levels consisting of accounted percent the high (27.45), the moderate (41.16), and the low (31.39), Interacting at metacognition levels were the high level, the relatively high level, the relatively low

level, and the low level of students with the high mathematics learning ability with accounted for 60.71, 28.57, 10.71 and 0.00 percent. The moderate mathematics learning ability with accounted for 4.76 percent, 28.57, 54.76 and 11.90 percent. The low mathematics learning ability with accounted 0.00, 3.13, 43.75 and 53.13 percent. The average scores of all metacognition levels different. The average scores of metacognition on different mathematics learning abilities. The metacognition levels and the ability to study mathematics affect the metacognition score at the level of significance 0.05. And students with different metacognition levels have different mathematics learning abilities at the level of significance 0.05.

(3) Metacognition development in side of knowledge since students haven't enough basic knowledge, there is confusion in bringing basic knowledge come to associate with the problem situation, the Students lack clear knowledge, don't know what knowledge to use to find the answer, and unsure of knowledge or lack of basic knowledge at all. Find the ways to develop metacognition in side of knowledge are teachers should review previous knowledge before teaching new content every time, write the necessary knowledge on the board every time, and connect knowledge to set an example for students, taught by integrating classroom knowledge with real life, there should be interesting situations for students to practice, have students create knowledge and present work. Metacognition development in side of Self-regulation in working since students have errors in their work, there aren't clear way work which may be caused by insufficient experience or practice, the students can't remember some steps in their work since to lack of true understanding or caused by student guesses, and students are unable to check the answer or summarize the answer in the workplace correctly. Find the ways to develop metacognition in side of Self-regulation in work are the teacher should have exercises for students to practice for students to practice reviewing the knowledge repeatedly until it becomes a lasting knowledge, the teacher must explain the thinking process in problem solving planning and have students practice thinking step by step, train students to analyze problems and check whether the answers are reasonable or not, train students to express verbally and writing answers in writing, explain the concepts, steps and solutions own problems for teachers to understand, train students to participate in activities and

learning design, including measurement and evaluation. Metacognition development in side of awareness of one's own thinking processes since most students don't dare to comment or make unreasonable comments, not accepting other correct methods that are different from one's own thinking, don't accept that myself methods are wrong and doesn't correct one's own mistakes. Find the ways to develop met cognition in side of awareness of one's own thinking processes are teachers should praise the students who can solve the problems correctly and help guide, compare, students to see the point that is the cause of error in problem solving, Train students to know their one's own assessment, give students the opportunity to practice thinking and discuss each person's thinking process and use questions to stimulate students give students the opportunity to ask questions, discuss, listen to others' opinions, should find ways to solve a variety of problems allow students to think of new solutions to problems that are different from their previous methods.

Keywords: Met cognition level, MetacognitionScore, Mathematical ability and Find the ways to develop metacognition.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วย ความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อาจารย์ ดร.อนุสรณ์ จันทรประทักษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นवल นนทภา ประธานหลักสูตร สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ระดับปริญญาโท กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อัศวพงศ์ วงศ์พัฒน์ อาจารย์ ดร.นิตยา จันตะคุณคุณครู มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น คุณครูแก้วใจ กิ่งแก้ว คุณครูพัชนีย์ ไชยทองยศ คุณครูสุพัตรา ภูหงส์สูง และ คุณครูพัทธวรรณ มูลเอก ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ และท่าน ดร.ปุณกาญจน์ ภูเงิน ผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่กรุณา สนับสนุนและให้ความร่วมมือผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ขอขอบพระคุณทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

คุณค่าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกและบูชาพระคุณแก่ บพการีของผู้วิจัย ครอบครัวที่ให้การสนับสนุน และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ตลอดจนบูรพาจารย์ที่อยู่เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ง
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ณ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	5
1.3 สมมติฐานการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตการวิจัย	6
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	7
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	9
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	10
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	10
2.2 เมตาคอกนิชัน	16
2.3 แบบทดสอบ	24
2.4 การสัมภาษณ์	31
2.5 คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T - Score)	39
2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง	45
2.7 การหาคุณภาพเครื่องมือ	60
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	68
2.9 กรอบแนวคิด	75
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	76
3.1 กลุ่มตัวอย่าง	76
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	78

หัวเรื่อง

หน้า

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	78
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	82
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	87
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	87
บทที่ 4 ผลการวิจัย	93
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	93
4.2 ลำดับขั้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	93
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	115
5.1 สรุปผลการวิจัย	115
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	117
5.3 ข้อเสนอแนะ	126
บรรณานุกรม	128
ภาคผนวก	134
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	135
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือ	153
ภาคผนวก ค ผลคะแนนนักเรียนรายบุคคล	158
ภาคผนวก ง การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ	161
ภาคผนวก จ บทสัมภาษณ์นักเรียนและผู้ทรงคุณวุฒิ	165
ภาคผนวก ฉ รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	180
ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์	183
ประวัติผู้วิจัย	191

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	14
2.2	องค์ประกอบเมตาคอกนิชัน	20
2.3	ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีเมตาคอกนิชัน	22
2.4	การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ.....	40
2.5	การเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนน T ปกติ	41
2.6	การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ.....	43
2.7	ข้อมูลของตัวอย่างที่ 1.....	47
2.8	2-WAY ANOVA	48
2.9	ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ หน่วย :100 บาท	51
2.10	ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือแบ่งตามกลุ่มอายุ	52
2.11	ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือแบ่งตามระดับรายได้.....	52
2.12	ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือแบ่งตามระดับรายได้และอายุ.....	53
2.13	2 – WAY ANOVA.....	54
2.14	การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของช่วงอายุ Bonferroni.....	55
2.15	การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของรายได้ Bonferroni.....	56
2.16	แสดงข้อมูลของตาราง 2 ทาง เมื่อ $m = 1$	58
2.17	2 – WAY ANOVA เมื่อไม่สามารถตรวจสอบอิทธิพลร่วมของ 2 ปัจจัยได้	59
2.18	เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก.....	64
3.1	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์	83
3.2	เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความรู้ของผู้เรียน.....	84
3.3	เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองของผู้เรียน	84
3.4	เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดของผู้เรียน	84
3.5	เกณฑ์การให้คะแนนระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน	85
3.6	เกณฑ์การให้คะแนนของแบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคอกนิชัน.....	86
3.7	เกณฑ์ในการแปลผลระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน	86
4.1	ภาพรวมระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียน จากแบบรายงานตนเอง จำแนกเป็นรายข้อ	94
4.2	คะแนนเมตาคอกนิชัน จากแบบรายงานตนเอง.....	96

ตารางที่	หน้า
4.3 ภาพรวมความถี่และร้อยละจากแบบทดสอบเมตาคognitionชั้น	97
4.4 ภาพรวมความถี่และร้อยละตามองค์ประกอบของเมตาคognitionชั้น.....	98
4.5 ภาพรวมความถี่และร้อยละของระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์	99
4.6 ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์เทียบกับระดับเมตาคognitionชั้น	100
4.7 2 – WAY ANOVA	101
4.8 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของระดับเมตาคognitionชั้น	102
4.10 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	103
4.11 สรุปแนวคิดของเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละองค์ประกอบ..... เมตาคognitionชั้น เป็นกรณีศึกษา	105
4.12 สรุปปัญหาและแนวทางการพัฒนาเมตาคognitionชั้นทางคณิตศาสตร์.....	111
ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบรายงานตนเอง.....	154
ข.2 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบรายงานตนเอง	155
ข.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ	156
ข.4 ค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	157
ค.1 เกณฑ์ปกติของความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	159
ค.2 เกณฑ์ปกติของคะแนนเมตาคognitionชั้น.....	160

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เส้นโค้งปกติมาตรฐานของการตัด 3 เกรด.....	44
2.2	เส้นโค้งปกติมาตรฐานของการตัด 4 เกรด.....	44
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ 1 ตัว และตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัว	45
2.4	รูปแบบทั่วไปของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง	53
2.5	กรอบแนวคิด	75
3.1	แสดงการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม	77
จ.1	แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับสูง.....	166
จ.2	แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง.....	167
จ.3	แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ	168
จ.4	แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับต่ำ.....	169
จ.5	แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูง	170
จ.6	แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองระดับอยู่ในค่อนข้างสูง...	171
จ.7	แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองระดับค่อนข้างต่ำ....	173
จ.8	แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองระดับอยู่ในต่ำ	174

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การวิจัยพัฒนาเป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนขีดความสามารถท่ามกลางการแข่งขันในโลกที่รุนแรงขึ้นมากแต่ประเทศไทยมีข้อจำกัดหลายด้าน อาทิคุณภาพคนไทยยังต่ำ แรงงานส่วนใหญ่มีปัญหาทั้งในเรื่ององค์ความรู้ ทักษะและทัศนคติ สังคมขาดคุณภาพและมีความเหลื่อมล้ำสูงที่เป็นอุปสรรคต่อการยกระดับศักยภาพ (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560, น.1-2) นโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทยให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยีสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ(กระทรวงศึกษาธิการ , 2551, น.3) จึงเกิดการทบทวนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ไปสู่การพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสมชัดเจนทั้งเป้าหมายของหลักสูตรในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน และกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต(กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 2-4) ในปัจจุบันคณิตศาสตร์ไม่ได้ถูกมองว่าเป็นวิชาสำหรับวิชาชีพเฉพาะทาง หากแต่เป็นที่ยอมรับว่าคณิตศาสตร์เป็นภาษาสากลภาษาหนึ่งที่สำคัญสำหรับการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพการจับจ่ายใช้สอย การเลือกซื้อสินค้า และบริการ การเลือกหางาน การวางแผนการเงินและการลงทุนจึงจำเป็นที่ประชาชนจะต้องเลือกรับจำแนกจัดระเบียบและตัดสินใจหาทางเลือกที่เหมาะสมกับกิจกรรมประจำวันในแต่ละวันจำต้องอาศัยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ส่วนในด้านการจ้างงานนั้นก็เปลี่ยนโฉมหน้าไปจากที่เคยเป็นกล่าวคือทักษะที่เป็นที่ต้องการในตลาดแรงงานได้เปลี่ยนไป ความต้องการทักษะและความชำนาญในงานประจำทั้งด้านฝีมือและด้านความคิดที่ครั้งหนึ่งเคยถือว่าสำคัญกลับเป็นที่ต้องการน้อยลงแต่ความต้องการทักษะด้านการแก้ปัญหา ทักษะในการปฏิสัมพันธ์ตอบสนองสถานการณ์มีเพิ่มขึ้น จึงเป็นที่แน่นอนว่าเยาวชนผู้ที่จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ทุกคน ไม่ใช่เฉพาะผู้ที่อยากทำงานด้านวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีเท่านั้น จำเป็นต้องมีพื้นฐานคณิตศาสตร์ที่เข้มแข็งเพื่อจะไปให้ถึงเป้าหมายของการทำงานและการดำเนินชีวิตที่มีคุณภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 2)

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์

ได้อย่างถ่องแท้รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552, น. 56) ฉะนั้นการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จะเกิดผลตามเป้าหมายได้นั้น ขึ้นอยู่กับบทบาทและ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ส่งผลต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียน โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 2-4)ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการ คิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมสำหรับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการ วางแผน กำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่าง ๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2555, น. 213)

เมตาคอกนิชันมีส่วนช่วยในการเรียนรู้ เพราะผู้เรียนที่ตระหนักในความรู้เมตาคอกนิชันจะ สามารถวางแผนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองว่าเป็นไปตาม จุดประสงค์ที่วางไว้หรือไม่นอกจากนี้ผู้เรียนยังประเมินความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง และ สามารถวางแผนที่จะทบทวนการเรียนเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ การใช้เมตาคอกนิชัน เป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยให้แต่ละคนควบคุม กำกับกระบวนการทางปัญญาของตนได้ความรู้ในเมตาคอกนิชัน มีการพัฒนาตั้งแต่แรกเกิดโดย พัฒนาอย่างช้า ๆ จนถึงวัยรุ่น และผู้ใหญ่มีแนวโน้มจะมีความรู้ทางปัญญาของตนเองมากกว่าวัยเด็ก (Orem, 1985, p. 5) การสอนเรื่องเมตาคอกนิชันมีวัตถุประสงค์สำคัญที่จะสอนผู้เรียนเป็นผู้ที่มี เป้าหมายมีประสิทธิภาพ มีอิสรภาพ และมีความสามารถประเมินตนเอง ผู้เรียนที่ไม่เก่งสามารถที่จะ พัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ได้ดี จำได้ถาวร และมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ถ้าผู้เรียน เหล่านี้ได้รับการสอนโดยการใช้เมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นสิ่งที่เกี่ยวกับผู้เรียนที่ใช้เพื่อ ควบคุมการวางแผน การกำกับควบคุม และการประเมินผลการเรียนรู้ การช่วยให้ผู้เรียนสามารถ พัฒนาตนเองได้อาจทำได้ด้วยการเสริมสร้างการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง(Miller, 1991, p. 24) กระบวนการที่นักเรียนปฏิบัติและรักษาไว้ทั้งด้านพฤติกรรมและความรู้ความเข้าใจอย่างเป็นระบบ ด้วยตนเอง เพื่อมุ่งไปสู่การบรรลุเป้าหมายในการเรียน (Woolfolk, 1995, p. 366) เป็นความสามารถ ในการดำเนินชีวิตเพื่อมุ่งไปสู่ความมุ่งหมายของแต่ละคนด้วยตัวของตัวเอง ผู้เรียนที่เรียนรู้การกำกับ ตนเองจะมีแนวโน้มที่จะทำได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ (Schunk, 1991, p.265) นักจิตวิทยาพุทธิ ปัญญานิยมเชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คือ เป็นผู้ที่ควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ของ ตนเอง (Self-Regulation) การที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็น

ประโยชน์ในทางที่ต้องการ การรู้ในลักษณะนี้เรียกว่า “Metacognition” การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงถือเป็นการศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมทางปัญญา กล่าวคือเป็นการรู้คิดรู้เหตุผลของผู้เรียน (พรณิษ เจนจิต, 2545, น. 223) เมื่อสองทศวรรษที่ผ่านมา นักจิตวิทยาและนักการศึกษาค้นพบว่าเมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ช่วยให้บุคคลหรือผู้เรียนสามารถควบคุมและจัดการเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเองได้ ซึ่งให้เห็นว่าเมตาคอกนิชันมีประโยชน์และช่วยจุดประกายความคิดให้กับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง และประสบความสำเร็จในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นักเรียนที่กำลังประสบกับปัญหาในการเรียนรู้จะเห็นได้ว่าเมตาคอกนิชันเป็นทักษะสำคัญที่ครูผู้สอนควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ปัญญาด้านอื่น ๆ (Anderson, 2002, p. 55) องค์ประกอบของการคิดที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดที่น่าสนใจคือ เมตาคอกนิชันเป็นการควบคุมและการประเมินการคิดของตนเอง หรือความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาเพื่อควบคุม กำกับ กระบวนการทางปัญญา หรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงานและสามารถใช้ยุทธวิธีในการทำงานจนสำเร็จสมบูรณ์ ด้านทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันพบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนดี เป็นกลุ่มที่ได้รับการพัฒนาเมตาคอกนิชัน ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลใหม่ได้อย่างฉับไว และเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมได้อย่างดี สามารถกำกับตนเองจนเข้าใจได้ ถ้าผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้เมตาคอกนิชัน (metacognition strategies) (พิมพันธ์ เตชะคุปต์, 2544, น. 4) เมตาคอกนิชันเป็นการตระหนักรู้ความคิดหรือรู้เกี่ยวกับกิจกรรมทางปัญญาของตนเองที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิดของตนเองรวมทั้งสิ่งที่ได้จากกระบวนการคิดของตนเองอาจเป็นความรู้หรือเป็นการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทางหรือที่เรียกว่าเป็นการรับรู้เกี่ยวกับการรับรู้ (Flavell, 1979, pp.906 - 911) เป็นความสามารถเฉพาะบุคคลในการรู้ตัวทางความคิดของตนเอง และสามารถนำมาใช้ในการควบคุม กระบวนการคิดและกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ (Swaron, 1990, pp. 306-314) เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการวางแผนเลือกกลวิธีเพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการมีสติในการกำกับขั้นตอนและวิธีการที่ใช้ ในขณะที่แก้ปัญหาตลอดจนสามารถที่จะประเมินความคิดและผลที่เกิดจากการคิดของตนเองได้ (Costa, 1984, pp.57-62) สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นได้ในตัวบุคคลและเป็นกระบวนการที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนากระบวนการคิดในด้านต่างๆ โดยเฉพาะความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (Baker and Brown, 1984, pp. 501-503) เป็นการควบคุมกำกับการกระทำของตนเองการตรวจสอบความก้าวหน้าและการประเมินผลสภาพนี้จะทำให้การคิดมีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อการฝึกคิดเป็นอย่างมาก และเป็นความสามารถที่จะเอื้ออำนวยประโยชน์อย่างยิ่งนอกจากความเชื่อทางคณิตศาสตร์ และเมตาคอกนิชันจะมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วธรรมชาติของคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมส่งผลให้นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถเข้าใจโครงสร้างคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย อนินยาม บทนิยาม สัจพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นและการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลการสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ โดยนักเรียนมักจะจำทฤษฎีบทสูตรหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปใช้

โดยปราศจากความเข้าใจอย่างถ่องแท้(สมวงษ์แปลง ประสพโชคและคณะ, 2551, น. 20-28) มิติการคิดด้านการควบคุมและประเมินการคิดของตนเองซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการควบคุมกำกับ การรู้จักคิดของตนเอง ซึ่งครอบคลุมการวางแผนการควบคุมกำกับ การกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้าและการประเมินผล และให้ความหมายเมตาคอกนิชันว่า การรู้ตัวถึงความคิดของตนเอง ในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการประเมินการคิดของตนเองและใช้ความรู้้นั้นกำกับ ควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเองการคิดในลักษณะนี้มีผู้เรียกว่า “การคิดอย่างมียุทธศาสตร์” ซึ่ง ครอบคลุมการวางแผนการควบคุมกำกับ การกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้าและการ ประเมินผล(ทิสนาแวมมณี, 2552, น.304) เมตาคอกนิชันเป็นการวางแผนการเรียนรู้โดยผู้เรียนจะมี การกำหนดขั้นตอนการเรียนรู้เพื่อที่จะตัดสินใจว่าผู้เรียนต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งใดและจะเรียนด้วยวิธี ใด จึงจะทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพกิจกรรมและวิธีการที่ผู้เรียนสามารถนำมาใช้ได้การตรวจสอบ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถทราบได้ว่าตนเองมีข้อผิดพลาดและสามารถเรียนรู้ได้จาก ข้อผิดพลาดของตนซึ่งแสดงว่าผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้อันเป็นหนทางนำไปสู่ ความสำเร็จ และการประเมินผลผู้เรียนให้ความสนใจกับผลของความพยายามในการเรียนการ ประเมินผลการเรียนอย่างถ่องแท้จะเป็นวัตถุประสงค์ของผู้เรียนในการตัดสินใจใช้วิธีการเรียนรู้นั้น เป็นการตรวจสอบความเข้าใจหลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้หรือเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ที่ เกิดขึ้นโดยการใช้กิจกรรมสรุปทบทวนทั้งหมด (Miller, 1991, pp. 121 - 134) และเมตาคอกนิชัน เป็นการควบคุมและประเมินการคิดของตนเองความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาเพื่อควบคุม กำกับกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิดมีความตระหนักในงานและสามารถใช้กลวิธีทำงาน จนสำเร็จอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นหากผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันในตัวเองแล้วก็สามารถที่จะใช้เมตาคอกนิชัน นี้กับการเรียนรู้ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการที่เกิดจากกระบวนการทางความคิดทั้งสิ้น ดังนั้นนักเรียนที่มีเมตา คอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะสามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเอง(พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 14)

สำหรับในประเทศไทยถึงแม้ว่าจะได้ให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์แต่จากผลการทดลอง ระดับชาติและนานาชาติ และจากผลการวิจัย (สมวงษ์ แปลงประสพโชค, สมเดช บุญประจักษ์ และ จรรยา ภูอุดม, 2551, น. 20 - 28) พบปัญหา 3 ประเด็น ประเด็นที่หนึ่ง ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์แล้ว เกิดการลืม จำไม่ได้ ไม่เข้าใจ ไม่เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์มองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว ห่างไกลจากการดำเนินชีวิต ไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ประเด็นที่สอง การประเมินผล นักเรียนนานาชาติ หรือ PISA โดยองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจหรือ OECD จัด ประเมินการรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยประเมินนักเรียนที่ จบการศึกษาภาคบังคับ ซึ่งการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีจุดเน้นที่การประยุกต์ใช้ความรู้และ ทักษะในปัญหาที่แปลกใหม่ที่อยู่ในบริบทของโลกในชีวิตจริง เพื่อประเมินว่านักเรียนได้รับการ

เตรียมพร้อมสำหรับชีวิตในอนาคตได้ดีเพียงใด ผลการประเมินพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในปี 2012 ปี 2015 และปี 2018 คิดเป็น 427 คะแนน 415 คะแนน และ 419 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ 500 คะแนนของ OECD ทั้งสามครั้ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561, น.24) ประเด็นที่สามการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ย 26.30 และปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ย 30.04 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่ามาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2561, น. 3) จากการรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) ได้สรุปคุณภาพการศึกษาของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร พบว่าคะแนนมาตรฐานการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเท่ากับ 25.71 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (30.04 คะแนน) และอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ และจากการสอบถามครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ ซึ่งนั่นอาจขาดการฝึกฝนโดยการฝึกวิเคราะห์หาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง ขาดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงกระบวนการทำงานขาดการคิดอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ(ฝ่ายวิชาการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2561, น. 2)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาเกี่ยวกับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
- 1.2.3 เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 การทดสอบปฏิสัมพันธ์ของระดับเมตาคognitionชั้นที่มีต่อคะแนนเมตาคognitionชั้น

H_0 : คะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนทุกระดับเมตาคognitionชั้นไม่แตกต่างกัน

H_1 : คะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนทุกระดับเมตาคognitionชั้นแตกต่างกัน

1.3.2 การทดสอบปฏิสัมพันธ์ของความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคะแนนเมตาคognitionชั้น

H_0 : คะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

H_1 : คะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกัน

1.3.3 การทดสอบปฏิสัมพันธ์ร่วมของระดับเมตาคognitionชั้นและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคะแนนเมตาคognitionชั้น

H_0 : ระดับเมตาคognitionชั้นและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนเมตาคognitionชั้น

H_1 : ระดับเมตาคognitionชั้นและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนเมตาคognitionชั้น

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 137 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 102 คน ซึ่งประกอบด้วย ห้อง ม.3/1 จำนวน 35 คน ห้อง ม.3/2 จำนวน 30 คน และห้อง ม.3/4 จำนวน 37 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระได้แก่ ระดับเมตาคognition และความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ คะแนนเมตาคognition

ตัวแปรที่ศึกษา คือ แนวทางการพัฒนาเมตาคognition

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานภาคเรียนที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ระหว่างปีการศึกษา 2562

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“เมตาคognition” หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธี ในการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยองค์ประกอบของเมตาคognition มี 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ เป็นความสามารถผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้กระบวนการคิดของตนเองในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน

2. การควบคุมตนเองในการทำงานเป็นความสามารถผู้เรียนในการควบคุมตนเองให้ความรู้หรือปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมตนเองใน 3 ด้าน ดังนี้

- 2.1 การวางแผนเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องมีขั้นตอนใดบ้าง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้

- 2.2 การกำกับควบคุม เป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าวิธีการที่เลือกใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับการแก้ปัญหาในเรื่องนั้นหรือไม่

2.3 การประเมินเป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้ เช่น ผู้เรียนต้องตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้ปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ให้ผู้อื่นฟังได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการอธิบายเหตุผลใน 3 ด้าน ดังนี้

3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผล เพื่อสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองคิดนั้นถูกต้อง หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานสำเร็จ

3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตนเอง

3.3 การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานผิดพลาด

“ระดับเมตาคอกนิชัน” หมายถึงระดับความสามารถทางการคิดที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิด และสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเองโดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ประกอบด้วยระดับสูง ระดับค่อนข้างสูงระดับค่อนข้างต่ำและระดับต่ำ

“ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์” หมายถึงความรู้ ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้ข้อมูลความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย ระดับสูงระดับปานกลาง และระดับต่ำ

“คะแนนเมตาคอกนิชัน” หมายถึงคะแนนของนักเรียนซึ่งวัดได้จากการทำแบบรายงานตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เป็นตัวแปรตามในการทดสอบสมมุติฐาน เพื่อวิเคราะห์หาปฏิสัมพันธ์กับระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

“แนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชัน” หมายถึง ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนในแต่ละด้านของเมตาคอกนิชัน จากสาเหตุของปัญหาที่ได้จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.6.1 ทำให้ทราบถึงระดับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

1.6.2 เป็นแนวทางสำหรับครูหรือผู้ที่สนใจในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.6.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันและทักษะอื่น ๆ ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับที่สูงขึ้นต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับเมตาออกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. เมตาออกนิชัน
3. แบบทดสอบ
4. แบบสัมภาษณ์
5. คะแนนมาตรฐาน T ปกติ
6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง
7. การหาคุณภาพเครื่องมือ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. กรอบแนวคิด

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่นและสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 2) มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้ อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 56)

2.1.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สารและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดสารและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนอันเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตซึ่งสารมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ กำหนดไว้มี 5 สารดังนี้

สารที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operations)

มาตรฐานค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐานค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐานค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐานค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สารที่ 2: การวัด (Measurement)

มาตรฐานค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐานค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สารที่ 3: เรขาคณิต (Geometry)

มาตรฐานค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐานค 3.2 ใช้การนิกภาพ ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้

สารที่ 4: พีชคณิต (Algebra)

มาตรฐานค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐานค 4.2 ใช้นิพจน์สมการอสมการกราฟและแบบจำลองทางมหาวิทยาลัยคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สารที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Data Analysis and Probability)

มาตรฐานค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐานค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้ สมเหตุสมผล

มาตรฐานค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6: ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skills and Processes)

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหาการให้เหตุผลการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.3 คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดคุณภาพให้มีความรู้ความสามารถดังต่อไปนี้

2.1.3.1 ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริงมีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

2.1.3.2 ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึมทรงกระบอกและ ปริมาตรของปริซึมทรงกระบอกพีระมิดกรวยและทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาวพื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสมพร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ ในชีวิตจริงได้

2.1.3.3 ผู้เรียนสามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรงอธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ปริซึมพีระมิด ทรงกระบอกกรวยและทรงกลมได้

2.1.3.4 ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความ คล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับและสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

2.1.3.5 ผู้เรียนสามารถนิกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสาม มิติ

2.1.3.6 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปสถานการณ์หรือ ปัญหาและสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและกราฟในการแก้ปัญหาได้

2.1.3.7 ผู้เรียนสามารถกำหนดประเด็นเขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลมหรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

2.1.3.8 ผู้เรียนเข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิตมัธยฐานและฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมรวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

2.1.3.9 ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มเหตุการณ์และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้

2.1.3.10 ผู้เรียนใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสมใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารการสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจนเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.4 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

คณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต ศึกษาและฝึกทักษะการคิดคำนวณการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้

1) อสมการ คำตอบและกราฟแสดงคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2) สถิติ การกำหนดประเด็น การเขียนข้อความ การกำหนดวิธีการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การหาค่ากลางของข้อมูล การเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล การอ่านการแปลความหมาย และการวิเคราะห์ข้อมูล การใช้ข้อมูลสารสนเทศ

3) ความน่าจะเป็น การทดลองสุ่มและเหตุการณ์ การหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การนำไปใช้

4) การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน

เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารการ สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจ พอเพียงพร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างมีระบบ มี ระเบียบมีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

รหัสตัวชี้วัด

ค 4.2 ม.3/1 ค 5.1 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4

ค 5.2 ม.3/1 ค 5.3 ม.3/1, ม.3/2

ค 6.1 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4, ม.3/5, ม.3/6

รวมทั้งหมด 14 ตัวชี้วัด

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานรหัสวิชา ค23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
1	อสมการ - อสมการและกราฟแสดงจำนวน - อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	- ค 4.2 ม.3/1 - ค 4.2 ม.3/2	18
2	สถิติ - การเก็บรวบรวมข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล - การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น - การหาค่ากลางของข้อมูล - ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐานและฐานนิยม ของข้อมูลที่ยังไม่แจกแจงความถี่	- ค 5.1 ม.3/1 - ค 5.1 ม.3/2 - ค 5.1 ม.3/3 - ค 5.1 ม.3/4	15

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
3	ความน่าจะเป็น - ประวัติความน่าจะเป็นและการทดลองสุ่ม - ความน่าจะเป็น - ความน่าจะเป็นจากการลงมือปฏิบัติและ ความน่าจะเป็นกับชีวิตประจำวัน	- ค 5.2 ม.3/1 - ค 5.3 ม.3/1 - ค 5.3 ม.3/2	15
4	การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - ทักษะ/กระบวนการในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	- ค 6.1 ม.3/1 - ค 6.1 ม.3/2 - ค 6.1 ม.3/3 - ค 6.1 ม.3/4 - ค 6.1 ม.3/5 - ค 6.1 ม.3/6	11
รวม			60

จากตารางที่ 2.1 พบว่าโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือเรื่อง อสมการ จำนวน 18 ชั่วโมงหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คือเรื่องสถิติ จำนวน 15 ชั่วโมงหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คือเรื่องความน่าจะเป็น จำนวน 15 ชั่วโมงหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คือเรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 11 ชั่วโมงรวมจำนวนเวลาเรียนทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ข้างต้นประกอบด้วย ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียน คำอธิบายรายวิชา และการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นและนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ที่สำคัญ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหา อสมการสถิติความน่าจะเป็นซึ่งมีลักษณะเนื้อหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้เพื่อเป็นตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

2.2 เมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นแนวคิดทางจิตวิทยา มุ่งศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการเข้าใจ ควบคุมและการถ่ายทอดกระบวนการทางปัญญา เป็นที่รู้จักตั้งแต่ ค.ศ. 1960 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งบุคคลแรกที่เป็นผู้ให้คำนิยามคำว่า เมตาคอกนิชัน คือนักจิตวิทยาที่ชื่อว่า ฟราเวลล์ กล่าวถึง เมตาคอกนิชันว่า เป็นความรู้ของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด และความสามารถในการควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง หรือการคิดที่เกี่ยวกับการคิด (Flavell, 1979, pp. 906-911) มีความสำคัญกับในการพัฒนาความรู้และทักษะของตนเอง ซึ่งการเกิดขึ้นตั้งแต่ในวัยเด็ก เพื่อใช้ในการจดจำสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นรอบตัวต่าง ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจในพฤติกรรมต่าง ๆ และได้พัฒนาต่อมาเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงถือว่าเป็นกระบวนการทางการคิดที่ทำให้บุคคลเกิดความตระหนักรู้ในความคิดของตนเอง รู้จักการวางแผน การแสวงหาความรู้ใหม่เลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ การตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง การกำกับตนเอง และสามารถประเมินผล (Baker, 2000, p. 132) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน

ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

Flavell (1979, pp. 909 – 911, อ้างถึงใน พรพิรุณ บุตรดา, 2550, น.34) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันไว้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตน อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทาง หรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (Cognition About Cognition)

Schoenfeld, A. H. (1992,p.34) หมายถึง เป็นการควบคุมหรือจัดการเกี่ยวกับกระบวนการเชิงการรู้ของตนเองรวมถึงการจัดสรรทรัพยากรเชิงการรู้ที่มีอยู่ขณะทำกิจกรรมเชิงการรู้ (Cognitive Activity) และในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving)

Beyer (1997, p. 99) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความคิดในระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลและการควบคุมหน้าที่ในการสั่งการ

Costa (2009, p. 22) กล่าวว่า การคิดแบบเมตาคอกนิชัน คือความสามารถที่จะรู้ว่าเรารู้อะไร และไม่รู้อะไร เป็นความสามารถที่จะวางแผนเป็นขั้นตอนสำหรับผลิตสิ่งที่ตนต้องการเป็นความรู้สักตัวที่กำลังทำอะไรอยู่ขั้นใดระหว่างการแก้ปัญหา สามารถสะท้อนผลการคิดและการประเมินผลการคิดของตนได้

วารวรรณ จันทรวงศ์ และกิ่งฟ้า สินธุวงศ์ (2557, น.42) กล่าวว่า การรู้คือการควบคุมความคิดของตนว่าตนคิดเกี่ยวกับการคิดนั้นอย่างไร โดยมีการกำกับควบคุมกิจกรรมการคิดอย่างเป็นกระบวนการที่มีการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้กระบวนการคิดของตนซึ่งเป็นการรับรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางสมองของบุคคล

สรุปได้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การควบคุมและประเมินความคิดของบุคคลในการวางแผน กำหนดวิธีในการปฏิบัติ กำกับควบคุมการปฏิบัติของตนเองและสามารถที่จะประเมินผลสิ่งที่เกิดขึ้นจากการคิดอย่างเป็นระบบเป็นความคิดในระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลและการควบคุมหน้าที่ในการสั่งการ

2.2.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

ได้มีนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษากล่าวถึงความหมายขององค์ประกอบของ เมตาคอกนิชันไว้ดังต่อไปนี้

Baker and Brown (1984, pp. 21 – 24, อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี และคณะ, 2544, น.7)

ได้สรุปไว้ว่า เมตาคอกนิชัน แยกได้เป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึงทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและรู้ว่าจะต้องทำอะไร กล่าวคือ เป็นเรื่องของการที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิด และความสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ รวมไปถึงการแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้นั้น หรือมีวิธีการจำ การวางข้อช่วย การจดบันทึกและความสามารถในการสะท้อนการคิดของตนออกมา ในขณะที่อ่านเรื่องราวหรือในการคิดแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีแผน เพราะจะทำให้รู้ว่าจะงานนั้นจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างที่จะทำให้งานนั้นเกิดประสิทธิภาพ และทำให้สถานการณ์นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการกำกับตนเอง (Self-regulation) เป็นความสามารถในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ การประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผนในขั้นตอนการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้ การตัดสินใจในการใช้เวลา การเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นเพื่อแก้ปัญหา

Cross and Paris (1948, p. 34, อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี และคณะ, 2544, น.8)แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันออกเป็นด้านต่างๆ ได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านการประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้ในด้านความรู้ความคิด (Self-appraisals of one's knowledge about cognition) ซึ่งประกอบด้วย การรู้ลักษณะและสภาพของงานมีความรู้ในการใช้ทักษะใดหรือการประยุกต์ใช้ทักษะนั้นอย่างไร จึงจะนำไปสู่จุดประสงค์ที่

ต้องการและมีความรู้ความเข้าใจถึงเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของยุทธวิธีแต่ละยุทธวิธีรู้ว่าจะใช้ยุทธวิธีนั้นเมื่อไร

2. องค์ประกอบด้านการจัดการเกี่ยวกับการคิดของตน (Self – management of one’s thinking) ประกอบด้วย

2.1การวางแผน (Planning) เป็นการคัดเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในขณะดำเนินการทำกิจกรรม

2.2การกำกับ (Pegulation) เพื่อควบคุมและกำหนดทิศทางในการดำเนินกิจกรรม

2.3การประเมิน (Evaluation) เป็นการวิเคราะห์และประเมินความสามารถของตนเอง เพื่อที่จะดำเนินกิจกรรมนั้นๆ ในขั้นต่อไป

Flavell (1979, pp. 909 – 911, อ้างถึงใน นุชรินทร์ รื่นรม, 2554, น.38) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันไว้ 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเชิงเมตาคอกนิชัน (Metacognition Knowledge) ประกอบด้วยความรู้หรือความเชื่อเกี่ยวกับปัจจัยหรือตัวแปรที่กระทำหรือมีปฏิกริยาในลักษณะใดลักษณะหนึ่งต่อกระบวนการและผลสำเร็จของงานทางพุทธิปัญญา ปัจจัยที่สำคัญมี 3 ประเภท ได้แก่

1.1ตัวแปรด้านบุคคล (Personal Variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมีเกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางปัญญาการเรียนรู้หรือในการทำงานของตนเองและผู้อื่น

1.2ด้านงาน (Task Variables) หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้นๆ รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับปัจจัยและเงื่อนไขที่ทำให้การรู้ว่สิ่งใดทำให้งานนั้นยาก สิ่งใดที่ทำงานนั้นง่าย รวมไปถึงปัญหาและอุปสรรคของงานนั้นที่จะเกิดขึ้นกับตน

1.3ด้านกลวิธี (Strategy Variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสมในการทำให้งานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นความรู้ถึงเงื่อนไขว่าควรใช้กลวิธี แต่ละอย่างในสถานการณ์ใดอย่างไร เมื่อไร

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Experience) หมายถึง ประสบการณ์ ทางความคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ และประสบการณ์นี้มีความสำคัญในการกำกับตนเอง ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

2.1การวางแผน (Planning) เป็นกรรู้ว่ตนเองคิดจะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่กำหนดเป้าหมายจนการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2การตรวจสอบ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนทีวางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนและวิธีการทีเลือกใช้เป็นอย่างไร

2.3 การประเมิน (Evaluating) เป็นการคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผน
วิธีการตรวจสอบ และการประเมินผลสัมฤทธิ์

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554, น.18) แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันเป็น 2
องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความตระหนักในการรู้คิดและความรู้คิด ซึ่งมีความหมายคล้ายกัน คือ
ตระหนักรู้ในตนเองว่าจะใช้ทักษะกลวิธีและแหล่งข้อมูลอะไรที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมี
ประสิทธิภาพและรู้อย่างไรซึ่งเป็นการที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิด และสอดคล้องกับ
สถานการณ์การเรียนรู้ เช่น การแก้ปัญหา นักเรียนสามารถแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบาย
ให้ผู้ฟังได้ ซึ่งในการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะที่ทำให้คนทำงานอย่างเป็นแบบแผนและรู้ว่าควรจะ
ประกอบด้วยสิ่งใดบ้างจึงจะทำให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. การกำกับตนเองและประสบการณ์ในการรู้คิด ซึ่งมีความหมายคล้ายกัน คือ
ความสามารถในการกำกับควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมถึง
การพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ มีการประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผน
ตรวจสอบ ความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ รวมถึงประเมินการวางแผน การ
กำกับตรวจสอบและประเมินผลลัพธ์ ทดสอบวิธีการเปลี่ยนแปลงวิธีการไปใช้กลวิธีอื่นเพื่อให้สามารถ
แก้ปัญหาได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.213) แบ่ง
องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน มี 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ เป็นความสามารถผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้กระบวนการคิดของตนเองในการ
เรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ 3 ด้าน ดังนี้

- 1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ
- 1.2 ความรู้ในวิธีการ
- 1.3 ความรู้ที่ใช้เพื่อการตัดสินใจเลือกวิธีการ

2. การควบคุมตนเองเป็นความสามารถผู้เรียนในการควบคุมตนเองให้ความรู้หรือ
ปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมตนเองใน 3 ด้าน ดังนี้

2.1 การวางแผนเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเรียนรู้หรือ
การปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น
ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องมีส่วนใดบ้าง เพื่อให้ได้
คำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดให้

2.2การกำกับควบคุมเป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าวิธีการที่เลือกใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับการแก้ปัญหาในเรื่องนั้นหรือไม่

2.3การประเมินเป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้ เช่น ผู้เรียนต้องตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

3.ความตระหนักต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้ปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ให้ผู้อื่นฟังได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การอธิบายเหตุผลใน 3 ด้าน ดังนี้

3.1การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง

3.2การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง

3.3การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด

รายละเอียดกรอบแนวคิดเป็นดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2องค์ประกอบเมตาคอกนิชัน

องค์ประกอบเมตาคอกนิชัน					
Flavell	Baker and Brown	Dickinson	Wells	สสวท.	กรอบแนวคิด
ความรู้ในเมตาคอกนิชัน	ตระหนักรู้	ความรู้ในเมตาคอกนิชัน	ความรู้ในเมตาคอกนิชัน	ความรู้	ความรู้
		เป้าหมาย	ยุทธวิธีควบคุมเมตาคอกนิชัน	การควบคุมตนเอง	การควบคุมตนเองในการทำงาน
		การกระทำหรือยุทธวิธี			
ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน	ความสามารถในการกำกับตนเอง	ประสบการณ์เมตาคอกนิชัน	ประสบการณ์เมตาคอกนิชัน	ความตระหนักต่อกระบวนการคิด	ความตระหนักต่อกระบวนการคิด

จากตารางที่ 2.2 องค์ประกอบเมตาคอกนิชันได้มีนักวิชาการและองค์การทางการศึกษาได้แบ่งองค์ประกอบเมตาคอกนิชันไว้ดังนี้ Flavell แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบคือ ความรู้ในเมตาคอกนิชันและประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน Baker and Brown แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบคือการตระหนักรู้และความสามารถในการกำกับตนเอง Dickinson แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบคือความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป้าหมายหรืองาน การกระทำหรือยุทธวิธี และประสบการณ์เมตาคอกนิชัน Wells แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบคือความรู้ในเมตาคอกนิชัน ยุทธวิธีควบคุมเมตาคอกนิชัน และประสบการณ์เมตาคอกนิชัน สสวท. แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบคือความรู้ การควบคุมตนเอง และความตระหนักต่อกระบวนการคิด ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบคิดตามองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน โดยแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบคือความรู้ การควบคุมตนเองในการทำงาน และความตระหนักต่อกระบวนการคิด

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของเมตาคอกนิชันมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1.ความรู้ เป็นความสามารถผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้กระบวนการคิดของตนเองในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน

2.การควบคุมตนเองในการทำงาน เป็นความสามารถผู้เรียนในการควบคุมตนเองให้ความรู้หรือปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งประกอบด้วยการควบคุมตนเองใน 3 ด้าน ดังนี้

2.1การวางแผนเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ และขั้นตอนของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2การกำกับควบคุมเป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน

2.3การประเมินเป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้

3.ความตระหนักต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้ปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ให้ผู้อื่นฟังได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการอธิบายเหตุผลใน 3 ด้าน ดังนี้

3.1การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง

3.2การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง

3.3การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด

2.2.3 การประเมินเมตาคอกนิชัน

ได้มีนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษากล่าวถึงความหมายของการประเมินเมตาคอกนิชันไว้ดังต่อไปนี้

Garner and Alexander (1989, pp. 143 - 158 อ้างถึงใน จันทรขจร มะลิจันทร์, 2554, น.33 - 34) ได้เสนอแนะวิธีการประเมินเมตาคอกนิชันว่า เมตาคอกนิชันเป็นกลวิธีการคิดที่เป็นระบบอยู่ในความคิดมนุษย์ ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

1.การสัมภาษณ์ (Interview techniques) วิธีการนี้เป็นการกระทำย้อนหลังถึงกระบวนการคิดและสิ่งที่กลุ่มตัวอย่างได้กระทำ หลังจากที่ได้ทำงานไปแล้ว

2.กระบวนการคิดออกเสียง (Think aloud procedures) เป็นวิธีหนึ่งของการรายงานความคิดด้วยถ้อยคำซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์ การประมวลผลข้อมูล โดยลักษณะสำคัญของกระบวนการนี้ คือผู้แก้ปัญหาสามารถรายงานสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น โคนสามารถ แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะได้แก่ 1) รายงานเป็นคำพูดโดยตรง 2) การใส่ถ้อยคำลงในรหัสความจำระยะสั้น 3) การอธิบาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555,น.213) กล่าวว่า การประเมินเมตาคอกนิชัน พิจารณาได้จากพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีเมตาคอกนิชัน

องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน	ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน
1. ความรู้	
1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่างานนั้นเกี่ยวข้องกับความรู้ในด้านใดบ้าง
1.2 ความรู้ในวิธีการ	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่ามีวิธีการหรือกระบวนการใดบ้างที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ
1.3 ความรู้ที่ใช้ตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการ	- ผู้เรียนอธิบายเหตุผลได้ว่าทำไมจึงเลือกใช้วิธีการหรือกระบวนการนี้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน

องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน	ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน
2. การควบคุมตนเอง 2.1 การวางแผน 2.2 การกำกับควบคุม 2.3 การประเมิน	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่าวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานคืออะไร และมีขั้นตอนในการปฏิบัติงานอย่างไร - ผู้เรียนอธิบายได้ว่าวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมีความเหมาะสมและความถูกต้องอย่างไร - ผู้เรียนอธิบายได้ถึงวิธีการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน
3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด 3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง 3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง 3.3 การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด	- ผู้เรียนอธิบายถึงเหตุผลที่สนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องได้อย่างชัดเจน - ผู้เรียนอธิบายเหตุผลในการยอมรับวิธีการอื่นที่ถูกต้องซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตนเอง - ผู้เรียนอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไข

หมายเหตุ. ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีเมตาคอกนิชัน. ปรับปรุงจาก การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์, (น. 217), โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ: บริษัท วี.พี.พี. จำกัด.

2.3 แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาความสามารถของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ในหัวข้อแบบทดสอบขอนำเสนอเนื้อหาตามลำดับต่อไปนี้ ความหมายของแบบทดสอบ ประเภทของแบบทดสอบ แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ความหมายของแบบทดสอบ

นักการศึกษาและนักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบ ไว้ดังนี้

Brown (1998, p.90) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบ หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและให้คะแนน
2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้ โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่การวัดโดยตรง
3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมดตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจะต้องตกลงว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูก จะต้องให้คะแนนเท่ากัน

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542, น. 72) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

อรนุช ศรีสะอาด (2546, น. 49) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นชุดของคำถาม หรือชุดงานใดๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้

สมนึก ภัททิยธณี (2551, น. 2) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่ไปกับเครื่องมือชนิดอื่นๆ อย่างหลากหลาย

ไพศาล วรคำ (2554, p. 233) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบเป็นชุดของคำถามที่ใช้วัดค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถามหรือชุดงานใดๆ ที่สร้างขึ้นเป็นระบบและมีขั้นตอนที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างที่ต้องการเปรียบเทียบ ของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป หรือของบุคคลเดียวกันหรือหลายคนในเวลาต่างกัน โดยนำไปทดสอบเพื่อให้แสดงพฤติกรรมออกมาและอาจอยู่ในรูปการเขียน การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตและวัดให้เป็นปริมาณได้ โดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

2.3.2 ประเภทของแบบทดสอบ

นักการศึกษาและนักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบ ไว้ดังนี้

อรนุช ศรีสะอาด (2546, น. 41-51) แบ่งประเภทของแบบทดสอบ 5 ลักษณะดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัดนิยมแบ่งกันมากซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบวัดความถนัด และแบบทดสอบบุคคล-สังคม มีรายละเอียดดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไปในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีความถูกต้อง มีมาตรฐานคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบและมาตรฐานในการแปลความหมายคะแนน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน แบบวัดความถนัดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่างๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะอย่าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพต่างๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่วัดบุคลิกภาพและการปรับตัว ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่วัดยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงตายตัวในตัวบุคคลและสังคม

1.3.1 แบบทดสอบวัดเจตคติที่มีต่อตัวบุคคลสิ่งของเรื่องราว เหตุการณ์

1.3.2 แบบทดสอบวัดความสนใจที่มีต่อความสนใจในอาชีพ งานอดิเรก

1.3.3 แบบทดสอบวัดการปรับตัว เช่น การปรับตัวกับเพื่อนร่วมงาน

2. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาวๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้แต่ละข้อจะวัดได้หลายๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

2.2 แบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้นๆ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือก ได้แก่

2.2.1 แบบถูก - ผิด

2.2.2 แบบเติมคำหรือเติมความ

2.2.3 แบบจับคู่

2.2.4 แบบเลือกตอบ

3. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน และนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

3.2 แบบทดสอบเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ หมายถึง แบบทดสอบที่นำผลจากการสอบมาช่วยทำนายว่า ใครจะสามารถเรียนอะไรได้บ้างและสามารถเรียนได้มากเพียงใด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูง ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการสอบคัดเลือก การวัดความถนัดทางการเรียน การแนะแนว

4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบใช้ความเร็ว หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบหลายๆ ข้อ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ บางที่เรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

4.2 แบบใช้เวลา หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถในเรื่องที่กำหนด ว่ามีอยู่มากและดีเพียงใด โดยให้เวลาในการตอบมากหรือจนกระทั่งทุกคนทำเสร็จ หรือไม่จำกัดเวลาในการสอบ ต้องการให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ มักเป็นข้อสอบที่ต้องแสดงความคิดเห็นหรือวิเคราะห์ บางครั้งเปิดหนังสือควบคู่กับการสอบ

5. แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.1 แบบให้ลงมือกระทำ หมายถึง แบบทดสอบภาคปฏิบัติทั้งหลาย เช่น การปรุงอาหาร การแสดง การฝีมือ ศิลปะ เป็นต้น

5.2 แบบให้เขียนตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องตอบโดยการเขียน ได้แก่ การสอบแบบอัตนัย ปรนัย ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียน และวัดความถนัด

5.3 แบบสอบปาก หมายถึง การสอบโดยการถาม – ตอบ ปากเปล่า มีการโต้ตอบกันทางคำพูด เช่น การสัมภาษณ์ เป็นต้น

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 62 - 67) แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ 7 ลักษณะ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไปในโรงเรียน

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกันกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่างๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียน ว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใดเพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐานแบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางวิชาการต่างๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพต่างๆ หรือความสามารถพิเศษ

2. แบ่งตามลักษณะของการตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

2.2 แบบทดสอบข้อเขียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบ

2.3 แบบทดสอบปากเปล่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การพูดโต้ตอบแทนการเขียน

3. แบบตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบที่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาตอบน้อย แต่มีจำนวนข้อมากและค่อนข้างง่าย

3.2 แบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาในการตอบมาก หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ แต่มีจำนวนข้อน้อย

4. แบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท

4.1 แบบทดสอบเป็นรายบุคคล หมายถึง การสอบทีละคนมักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ

4.2 แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ หมายถึง การสอบทีละหลายๆ คน เป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบเป็นจำนวนมากๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้

5. แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท

5.1 แบบทดสอบทางภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของสังคมนั้นๆ เป็นหลัก

5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สัญลักษณ์ รูปภาพ ตัวเลขแทนภาษา

6. แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบประจำบทหรือหน่วยการเรียนรู้

6.2 แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่านมาทุกบททุกตอนทุกภาคเรียน จึงมักทดสอบปลายภาคหรือปลายปี และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินผลการเรียน

7. แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

7.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่เฉพาะคำถาม นักเรียนต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเียนอย่างเสรี

7.2 แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถาม และคำตอบเฉพาะคงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบจับคู่ และแบบกาถูก - ผิด ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ และแบบเติมคำ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554, น. 233 – 234) แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้ 5 ลักษณะ โดยพิจารณาจากกฎเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้

1.2 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality Test)

1.3 แบบวัดความถนัด (Aptitude Test)

1.3.1 แบบวัดความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test)

1.3.2 แบบวัดความถนัดเฉพาะ (Specific Aptitude Test)

1.3.3 แบบวัดความพร้อม (Readiness Test)

1.4 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Test)

2. จำแนกตามลักษณะการตรวจให้คะแนน จำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่
 - 2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test)
 - 2.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test)
 - 2.3 แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Subjective Test)
3. จำแนกตามลักษณะการสร้าง จำแนกได้ 2 ประเภท คือ
 - 3.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test)
 - 3.2 แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างเอง (non-Standardized Test)
4. จำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ
 - 4.1 แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test)
 - 4.2 แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm- Referenced Test)
5. จำแนกตามลักษณะการตอบสนอง จำแนกได้ 3 ประเภท คือ
 - 5.1 แบบทดสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test) ประกอบด้วย
 - 5.1.1 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choices Test)
 - 5.1.2 แบบทดสอบแบบความเรียง (Essay Test)
 - 5.1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
 - 5.1.4 แบบทดสอบโคลซ (Cloze Test)
 - 5.2 แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test)
 - 5.3 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบสามารถแบ่งออกได้หลายลักษณะตามเกณฑ์ที่ใช้แบ่ง โดยเกณฑ์ที่ใช้แบ่งหลักๆ ได้แก่ ตามลักษณะการตอบสนอง, ตามสมรรถภาพที่ต้องการวัดตามจำนวนผู้เข้าสอบตามลักษณะการประเมินตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ตามลักษณะการสร้าง และตามเวลาที่กำหนดให้ ในการวิจัยนี้เพื่อวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย แบบทดสอบวัดความถนัด แบบทดสอบเป็นรายบุคคล แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาเองและแบบทดสอบแบบใช้เวลา

2.3.3 แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย

ได้มีสถาบันการศึกษากล่าวถึงแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555,น.55-60) แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างอิสระด้วยการเขียนตอบซึ่งผู้เรียนอาจต้องใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหา ข้อสอบลักษณะนี้จึงใช้วัดผลประเมินผลได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์ วิธีการคิดและการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน ตลอดจนการใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้วัดผล

ประเมินผลด้วยแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายสามารถจะตรวจให้คะแนนอย่างเป็น
ปรนัยได้ โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนและครอบคลุมประเด็นต่างๆอย่าง
ครบถ้วนโดยทั่วไปข้อสอบลักษณะนี้จะมีจำนวนคำถามหรือโจทย์ในแบบทดสอบไม่เกิน 10 ข้อ เพราะ
การตอบคำถามแต่ละข้อจะต้องใช้เวลามากกว่าข้อสอบแบบอื่นๆเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้
ความสามารถอย่างเต็มที่

แนวทางการสร้างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายมีหลักการดังนี้

1. ควรสร้างโจทย์หรือคำถาม เพื่อจะได้คำตอบที่สะท้อนความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. ควรใช้คำถามที่วัดการคิดและระดับพฤติกรรมที่สูงกว่าความรู้ความจำ
3. สร้างโจทย์หรือคำถามที่ชัดเจน เพื่อสื่อความหมายให้ผู้ตอบเข้าใจตรงกัน
4. ต้องกำหนดกรอบของแนวการตอบตามประเด็นของคำถาม และครอบคลุมคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด

การสร้างแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายควรมีการบันทึกสาระสำคัญของการสร้าง เพื่อการตรวจสอบและอ้างอิง ประกอบด้วย 1) ระดับชั้น 2) สาระการเรียนรู้ 3) มาตรฐานการเรียนรู้ 4) ตัวชี้วัด 5) พฤติกรรมที่วัด 6) ข้อสอบ 7) แนวคำตอบที่ถูกต้อง

สรุปได้ว่า แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างอิสระด้วยการเขียนตอบ ซึ่งผู้เรียนอาจต้องใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหา โดยทั่วไปข้อสอบลักษณะนี้ จะมีจำนวนคำถามหรือโจทย์ในแบบทดสอบไม่เกิน 10 ข้อ เพราะการตอบคำถามแต่ละข้อจะต้องใช้เวลามากกว่าข้อสอบแบบอื่นๆเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่ และควรมีการบันทึกสาระสำคัญของการสร้าง ซึ่งประกอบด้วย 1) ระดับชั้น 2) สาระการเรียนรู้ 3) มาตรฐานการเรียนรู้ 4) ตัวชี้วัด 5) พฤติกรรมที่วัด 6) ข้อสอบ 7) แนวคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อการตรวจสอบและอ้างอิง

2.4 การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อทำการศึกษาเชิงลึก การสัมภาษณ์เป็นการสนทนาหรือการคุยโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความรู้ ความจริงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ในหัวข้อการสัมภาษณ์ขอเสนอเนื้อหาตามลำดับต่อไปนี้ ความหมายของการสัมภาษณ์ ประเภทของของแบบสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์เชิงลึก การสร้างแบบสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ความหมายของการสัมภาษณ์(Interview)

นักการศึกษาและนักการศึกษาจิตศาสตร์กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ ไว้ดังนี้

นิภา เมธาวีชัย (2543, น. 32) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนา ชักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

วัฒนา พัชรวาณิช (2540, น. 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้นทำให้ ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มี การปิดบังอำพรางและยังช่วยให้ นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

คณะศึกษาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2547, น. 127) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนให้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหา จิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหา ขณะที่ครูฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิดหรือกระบวนการที่เข้าใจไม่ถูกต้อง ซึ่ง Ginsburg เชื่อว่าการสัมภาษณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการทดสอบจิตศาสตร์ให้ได้มาตรฐาน เพราะว่าทำให้ครูรู้ถึงความรู้สึก

วัฒนา พัชรวาณิช (2547, น. 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้นทำให้ ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มี การปิดบังอำพรางและยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2544, น.23) กล่าวว่า การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นรูปแบบของการสื่อสารด้วยคำพูดระหว่างบุคคล โดยมีมุ่งหมายเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งและมุ่งเนื้อหาของเรื่องนั้นเป็นที่แน่นอนการสัมภาษณ์ได้รวมความหมายดังนี้

1. การสัมภาษณ์เป็นการสื่อสารด้วยคำพูด แบบพบหน้ากันระหว่างบุคคลทั้งผู้ดำเนินการสัมภาษณ์ และผู้ได้รับการสัมภาษณ์จะแลกเปลี่ยนข้อมูลกันด้วยคำพูด
2. บุคคลที่เกี่ยวข้องในการสัมภาษณ์ มีความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ซึ่งทำให้แตกต่างไปจากการสื่อสารแบบพบหน้าในรูปแบบอื่น
3. การสัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายแน่นอน หมายถึง มีความต้องการจะได้ข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่ง

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ให้ได้ข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะ ด้านความรู้สึก ความคิดของบุคคลและด้านพฤติกรรม โดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัว เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง ดีกว่าการสังเกตเพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ หู ตา และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่ดี สร้างความน่าเชื่อถือ แสดงความสนใจ และบันทึกผลอย่างตรงไปตรงมา

2.4.2 ประเภทของแบบสัมภาษณ์

นักการศึกษาและนักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงประเภทแบบสัมภาษณ์ ไว้ดังนี้

ไพศาล วรคำ (2554, น. 253-254) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือ มีการเตรียมคำถามไว้ก่อน แบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนดเหมาะสำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มีประสบการณ์ในการสัมภาษณ์
2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือแบบปลายเปิดจะมีเฉพาะหัวข้อหรือแนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่
3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหรือบางครั้งนิยมเรียกว่าการสัมภาษณ์แบบชี้แนะเป็นประเภทที่อยู่ตรงกลางระหว่างการสัมภาษณ์สองประเภทข้างต้น คืออยู่ระหว่างการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง โดยการสัมภาษณ์สองประเภทแรกดูเหมือนจะเป็นการสุดขั้วสุดโต่งไปสองทาง และแต่ละประเภทก็มีจุดแข็งและจุดอ่อนทั้งสิ้น การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างดูหยาบและแข็งกระด้าง ขณะเดียวกันการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างยืดหยุ่นและเปิดกว้างมากต้องอาศัยนักวิจัยหรือผู้สัมภาษณ์ที่มีประสบการณ์ความชำนาญพอสมควร

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 78 - 80) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างการสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกัน อย่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่ายและลดเวลาในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอนและผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ในการสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความสามารถและความชำนาญในการสัมภาษณ์มาก

3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นการสัมภาษณ์ที่ประกอบด้วยคำถามต่างๆ ในแบบสอบถามแต่สามารถที่จะปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความชัดเจนในคำตอบได้

รวีวรรณ ชินตระกูล (2547, น. 119-120) ได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้ อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบฟอร์มของข้อคำถามที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อคำถามเหมือนกันทุกข้อ คำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อคำถามเป็นอย่างดี ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ควรทำ ความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้นสิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่างการสนทนาผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล สามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึก นึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไรขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้ มักจะเป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ค่านิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์ และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focusesinterview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้วจึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้นๆ

2.3 การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า มีแนวหัวข้อการสัมภาษณ์ (interview guide) ซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายเปิด ผู้สัมภาษณ์สามารถปรับดัดแปลงคำถามให้สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ การสัมภาษณ์ประเภทนี้มักต้องการรายละเอียดที่ลึกซึ้งมาก จึงใช้เวลาสัมภาษณ์มาก ซึ่งอาจมีการนัดสัมภาษณ์หลายครั้ง

3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi - structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีหัวข้อคำถามครอบคลุมแก่นของเรื่องสามัญทั่วไป เช่น ทราบการรับสมัครงานนี้จากที่ไหน ทำไมจึงคิดลาออกจากที่ทำงานเก่า เป็นต้น หลังจากนั้นก็ตามด้วยแบบไม่มีโครงสร้าง การสัมภาษณ์ส่วนใหญ่จะเป็นแบบกึ่งมีโครงสร้าง

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง 2) การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน ผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระและผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะสัมภาษณ์ได้ และ3) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความและสามารถเพิ่มคำถามได้ในระหว่างการสัมภาษณ์ เน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

2.4.3 การสัมภาษณ์เชิงลึก

นักการศึกษาและนักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงการสัมภาษณ์เชิงลึก ไว้ดังนี้

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์(2545, น. 119-120) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นการพูดคุยสนทนาตามธรรมชาติ

วรุฒิ สุภาพ (2547, น. 117-119) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่างๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

กมลทิพย์ ศรีหาเศษ (2550, น. 57-59) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีชื่อเรียกที่ต่างกันไป เช่น การสัมภาษณ์เจาะลึก การสัมภาษณ์ลุ่มลึก การสัมภาษณ์แนวลึก เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช้แบบสอบถาม จะ

มีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึก และต้องอาศัยความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งการสัมภาษณ์เชิงลึกมักจะศึกษาในประชากรกลุ่มเล็กๆ เช่น ผู้บริหาร นักการเมือง ผู้นำทางวิชาการ ผู้นำท้องถิ่น ประชาชนชาวบ้าน เป็นต้น โดยที่การสัมภาษณ์เชิงลึกนั้นมิได้มุ่งหวังจะให้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ให้คำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญของเรื่องและสถานการณ์ ตลอดจนความเชื่อ ความหมายต่างๆ อย่างลึกซึ้งในแง่มุมต่างๆ

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2547, น. 117-119) ได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่างๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่ เป็นคำถามที่ถามว่า เพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศจะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

มานพ คณะโต (2550, น. 57-59) ได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth interview) หมายถึงการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนด กฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการพูดคุย สนทนาตามธรรมชาติ (Naturalistic Inquiry)

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก หมายถึง การซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์เป็นการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคล เพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่างๆ การถามนอกจากจะให้อธิบายแล้วจะต้องถามถึงเหตุผลด้วย การสัมภาษณ์แบบนี้จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามและผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศจะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

2.4.4 การสร้างแบบสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการสร้างแบบสัมภาษณ์ ไว้ดังนี้

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2542, น. 119-122) ได้กล่าวว่า ในการดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ มีประเด็นที่สำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์ หลักในการสัมภาษณ์ คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ การสร้างแบบสัมภาษณ์ และการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์แบบสัมภาษณ์โดยทั่วไป จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1.1 ส่วนแรก เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ เช่น ชื่อ โครงการวิจัย วัน เดือน ปี ที่สัมภาษณ์ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ฯลฯ ในส่วนนี้ผู้สัมภาษณ์ ควรกรอกไว้ล่วงหน้า

1.2 ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่ใช้บันทึกรายละเอียดส่วนตัวของผู้ให้การสัมภาษณ์ เช่น เพศ อายุ อาชีพ ศาสนา สถานภาพสมรส จำนวนบุตร ฯลฯ

1.3 ส่วนที่สาม เป็นส่วนที่เป็นข้อคำถามและที่จะเป็นคำตอบตามจุดมุ่งหมาย ของการสัมภาษณ์

2. หลักในการสัมภาษณ์เพื่อให้การรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ดำเนินไปได้ อย่งดี ได้ข้อมูลที่ต้องการ เพียงตรง ควรมีหลักดังนี้

2.1 การเตรียมตัวก่อนไปสัมภาษณ์

2.1.1 ผู้สัมภาษณ์ต้องเข้าใจจุดประสงค์ของการวิจัยอย่างแจ่มชัด

2.2.2 ทำการนัดแนะเวลาและสถานที่สัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างที่จะไป สัมภาษณ์ กรณีที่จะไปสัมภาษณ์กับประชาชนในหมู่บ้าน ควรทำหนังสือขออนุญาตไปยังฝ่ายปกครอง เช่น นายอำเภอ กำนัน ไว้ล่วงหน้า อาจนัดสัมภาษณ์รวมกันที่วัดหรือไปสัมภาษณ์ตามบ้านของกลุ่ม ตัวอย่าง ซึ่งจะต้องศึกษาแผนที่หมู่บ้านและกำหนดเขตสัมภาษณ์ของแต่ละคนให้ชัดเจนจะได้ไม่ สัมภาษณ์ซ้ำซ้อนกัน ในกรณีสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ผู้วิจัยเข้าไปคลุกคลีอยู่ในบ้านอยู่แล้วและ จะพบปะพูดคุยกันตามโอกาสที่เหมาะสม จึงไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามข้อนี้

2.2.3 กรณีสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างจะต้องเตรียมแบบสัมภาษณ์ไว้ ล่วงหน้า

2.2.4 ทำการซักซ้อมการสัมภาษณ์รวมทั้งวิธีบันทึกข้อมูลไว้ล่วงหน้าให้ คล่องแคล่วไม่ประหม่าหรือเก้อเขิน ถ้าเป็นไปได้ควรท่องจำคำถามต่างๆ ไว้ ซึ่งจะช่วยให้ดำเนินการ สัมภาษณ์ไปได้อย่างราบรื่น

3. การเริ่มต้น

3.1 ก่อนเริ่มสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรแนะนำตนเอง บอกจุดมุ่งหมายของ การสัมภาษณ์ให้ผู้ที่จะให้สัมภาษณ์เข้าใจ

3.2 สร้างความคุ้นเคย ความเป็นมิตร โดยสนทนาในเรื่องที่คาดว่าผู้ให้ สัมภาษณ์จะสนใจ โดยใช้เวลาเล็กน้อย

4. การดำเนินการสัมภาษณ์

4.1 ผู้สัมภาษณ์ต้องมีกิริยาสุภาพเรียบร้อย ยิ้มแย้มแจ่มใส

4.2 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายชัดเจนไม่แปลได้หลายทางเหมาะ

4.3 ใช้คำถามที่สามารถตอบได้ทันที

4.4 สัมภาษณ์ทีละคำถาม

4.5 ผู้สัมภาษณ์ต้องมีพื้นฐานความรู้ที่ดีในเรื่องที่จะสัมภาษณ์

4.6 ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจคำถามตั้งคำถามใหม่หรืออธิบายให้เข้าใจ

4.7 การจดบันทึกคำตอบควรทำอย่างรวดเร็ว

4.8 ไม่เร่งรัดหรือคาดคั้นคำตอบจากผู้ให้สัมภาษณ์

4.9 ไม่ใช่คำถามที่เป็นการชี้แนะคำตอบ

4.10 ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือขุดในลักษณะที่เป็นการสั่งสอนผู้ให้สัมภาษณ์

4.11 กล่าวแสดงความขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ หลังสัมภาษณ์เสร็จแล้ว

5. คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดีคุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรมี ดังนี้

5.1 มีบุคลิกภาพที่ดี ผู้สัมภาษณ์ควรมีกิจกรรมร่ายกายสุขภาพ ีเรียบร้อยน้มนวลแจ่มใส ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศการสัมภาษณ์เป็นไปด้วยดี โนม่น้ำให้ผู้สัมภาษณ์อยากให้ความร่วมมืออย่างจริงใจ

5.2 มีมนุษยสัมพันธ์ดี ผู้สัมภาษณ์ควรเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์ดีสามารถติดต่อสื่อสารกับคนอื่นได้อย่างคล่องแคล่ว

5.3 มีไหวพริบดี ผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรรับรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์

5.4 เป็นคนช่างสังเกต ในการสัมภาษณ์ถ้าผู้สัมภาษณ์เป็นคนช่างสังเกตจะช่วยให้ได้ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์และเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ซึ่งช่วยในการตัดสินใจและนำมาประกอบการแปลความหมายข้อมูล

5.5 มีความซื่อสัตย์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความซื่อสัตย์ต่อข้อมูล ไม่ทำการบิดเบือน แปลความ ตีความหรือสรุป ขัดแย้งไปจากข้อความจริงที่ตนได้รับ

5.6 มีความรับผิดชอบในการสัมภาษณ์ ทำการสัมภาษณ์ด้วยความสนใจใคร่รู้มีความตั้งใจให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เที่ยงตรง

5.7 มีความอดทน ในการสัมภาษณ์บุคคลอื่น บางครั้งต้องเดินทางไปสัมภาษณ์คนที่ไม่รู้จักและอยู่ห่างไกล ใช้เวลาสัมภาษณ์นาน ผู้ให้สัมภาษณ์บางคนอาจมีกริยาอาการหรือบุคลิกภาพที่ไม่ค่อยเหมาะสมในสายตาของผู้สัมภาษณ์การแต่งกายไม่สะอาด ฯลฯ ซึ่งผู้สัมภาษณ์จะต้องใช้ความอดทนมีความเห็นอกเห็นใจคนอื่น

6. ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ มีดังนี้

6.1 ข้อดีของการสัมภาษณ์

6.1.1 เป็นเทคนิคที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยเด็กถึงวัยชรา เหมาะอย่างยิ่ง สำหรับผู้ที่อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้หรือมีปัญหาในการอ่านและเขียน

6.1.2 สามารถปรับคำถามให้ชัดเจนขึ้นได้ ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจก็เปลี่ยนคำถามให้เกิดความเข้าใจได้

6.1.3 ผู้ให้สัมภาษณ์จะให้ความร่วมมือมากกว่าวิธีส่งแบบสอบถามให้

6.1.4 ระหว่างการสัมภาษณ์สามารถสังเกตความจริงใจในการตอบของผู้ถูกสัมภาษณ์จาก กิริยา ท่าทางได้

6.1.5 ระหว่างการสัมภาษณ์ตรวจสอบคำตอบได้และสามารถหาข้อมูลได้ลึกขึ้นเมื่อเกิดข้อสงสัยในคำตอบ

6.2 ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

6.2.1 ต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาก การสัมภาษณ์แต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาในการเดินทางไปกลับ ในการสัมภาษณ์แต่ละคน ดังนั้นจึงต้องใช้ความพยายามและค่าใช้จ่ายสูง

6.2.2 ผู้ให้สัมภาษณ์อาจตอบไม่ตรงกับข้อความจริงของตน

6.2.3 คุณภาพข้อมูลที่ได้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้สัมภาษณ์

7. การสร้างแบบสัมภาษณ์การสร้างแบบสัมภาษณ์มีขั้นตอนน้อยกว่าประเภทอื่นๆ เพราะมักเป็นคำถามกว้างๆ ให้ผู้ตอบตอบโดยอิสระและได้ข้อมูลที่เป็นความจริงมากที่สุด ซึ่งมี 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ

7.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการ ตัวแปร หรือประเด็นสำคัญที่ต้องการทราบ

7.2 สร้างข้อคำถามให้สัมพันธ์กับประเด็นหรือคำสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูลโดยยึดหลัก ดังนี้

7.2.1 ไม่ใช่คำถามที่เป็นการชักนำให้เกิดคำตอบที่ต้องการ

7.2.2 ไม่ใช่คำถามที่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกต่อต้าน หรือทำให้เกิดอคติในการตอบ

7.2.3 ไม่ใช่คำถามที่เป็นความขัดแย้งค่านิยมของสังคม เพราะผู้ตอบจะตอบตามค่านิยม ทำให้ไม่ได้รับความจริง

7.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบคำถามไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

7.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความตรงทดลองใช้กับผู้มีลักษณะ

ใกล้เคียง

8. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์จะดู 2 ประเด็นหลักๆ ดังนี้

8.1 ความตรง: ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

8.1.1 ความครบถ้วนของคำถาม

8.1.2 ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ถาม

8.2 ความเที่ยง: เพื่อดูความสอดคล้องของคำตอบได้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เพื่อศึกษาระดับเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ เป็นการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าแต่สามารถที่จะปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความชัดเจนในคำตอบได้ เพื่อความชัดเจนในการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.5 คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T - Score)

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน T เรียกว่าการแปลงเชิงเส้นตรง (Linear Transformation) ซึ่งลักษณะการแจกแจงข้อมูลยังคงเหมือนคะแนนดิบ ดังนั้นปกติจะไม่แปลงคะแนนดิบโดยวิธีนี้ (เพราะการเปรียบเทียบคะแนนยังไม่ถูกต้องแน่นอนหรือสมบูรณ์) วิธีแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่สะดวกถูกต้องชัดเจนก็คือ วิธีแปลงคะแนนโดยยึดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (Area Transformation) คะแนนมาตรฐานที่ได้จากการแปลงแบบนี้ เรียกว่า คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T - Score) หรือ คะแนน T ปกติ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 224-228)

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกตินี้ ไม่ต้องคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของกลุ่ม แต่จะคำนวณโดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติเป็นหลัก (Normal Curve) โดยถือว่าพื้นที่ใต้โค้งปกติดังกล่าวจะใช้แทนจำนวนคนในกลุ่มที่เข้าสอบ

คุณสมบัติของโค้งปกติ

1. เป็นรูปโค้งแบบระฆังคว่ำ โดยส่วนสูงของโค้งจะขึ้นอยู่กับความแปรปรวน ถ้าข้อมูลมีความแปรปรวนน้อย โค้งจะสูงและฐานจะแคบ ถ้ามีความแปรปรวนมากโค้งจะต่ำและฐานจะกว้างขึ้น
2. โค้งมีลักษณะสมมาตร ถ้าแบ่งครึ่งโค้งตามแนวตั้ง ส่วนโค้งครึ่งซ้ายกับครึ่งขวาจะซ้อนทับกันสนิท
3. ค่าเฉลี่ย มัชยฐาน และฐานนิยม จะมีค่าเท่ากัน
4. จุดสูงสุดของโค้งจะมีเพียงจุดเดียว คือ จุดที่อยู่ตรงกลางโค้ง หรือยอดโค้ง
5. ปลายโค้งทั้งสองจะค่อยลดต่ำลงแต่ไม่จรดแกนนอน ไม่ว่าจะห่างของโค้งจะยาวเท่าใดก็ตาม

ตาม

6. พื้นที่ใต้โค้งที่อยู่ระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 1 จากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.26 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 2 จากค่าเฉลี่ย มีพื้นที่เท่ากับ 95.44 เปอร์เซ็นต์ และระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 3 จากค่าเฉลี่ย มีพื้นที่เท่ากับ 99.74 เปอร์เซ็นต์

7. โค้งปกติที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีชื่อเรียกว่า Standard Normal Distribution ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1

2.5.1 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ

สมมตินักเรียนเข้าสอบ 25 คน ได้คะแนนสูงสุด 23 คะแนน ต่ำสุด 12 คะแนน สามารถแปลงคะแนนเป็น T ปกติ ได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.4 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ

คะแนน	Tally	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	$\left(cf + \frac{1}{2}f \right) \frac{100}{N}$	T ปกติ
23	/	1	25	24.5	98	71
22	//	2	24	23	92	64
21	//	2	22	21	84	60
20	///	3	20	18.5	74	57
19	////	4	17	15	60	53
18	//	2	13	12	48	49
17	////	4	11	9	36	46
16	//	2	7	6	24	43
15	-	0	5	5	20	42
14	//	2	5	4	16	40
13	//	2	3	2	8	36
12	/	1	1	0.5	2	29

ลำดับขั้นการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปน้อยเพื่อทำการลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่า f และ cf

ขั้นที่ 3 หาค่า $cf + \frac{1}{2}f$

*หมายเหตุ จะหาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ของชั้นใดต้องหาค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น แต่

ใช้ค่า f ของชั้นนั้น

ขั้นที่ 4 เอาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ไปคูณด้วย $\frac{100}{N}$ ค่าที่ได้เรียกว่า ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์

ไทล์ (Percentile Rank = PR)

ขั้นที่ 5 นำค่า $\left(cf + \frac{1}{2}f \right) \frac{100}{N}$ ในขั้นที่ 4 ไปเทียบเป็นค่า T ปกติ จากตาราง

สำเร็จรูปต่อไปนี้ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.5 การเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนน T ปกติ

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.003	0.004	0.007	0.011	0.016	0.023	0.03	0.05	0.07	0.10
2	0.13	0.19	0.26	0.35	0.47	0.62	0.82	1.07	1.39	1.79
3	2.28	2.87	3.59	4.46	5.48	6.68	8.08	9.68	11.51	13.57
4	15.87	18.41	21.19	24.20	27.43	30.85	34.46	38.21	42.07	46.02
5	50.00	53.98	57.93	61.79	65.54	69.15	72.57	75.80	78.81	81.59
6	84.13	86.43	88.49	90.32	91.92	93.32	94.52	95.54	96.41	97.13
7	97.72	98.21	98.61	98.93	99.18	99.38	99.53	99.65	99.74	99.81
8	99.87	99.90	99.93	99.95	99.996	99.977	99.984	99.989	99.993	99.995

หมายเหตุ. การเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนน T ปกติ.ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา (น. 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553,มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ค่าของคะแนน T ตามแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ) แสดง หลักสิบและตามแนวนอน (แถวบน) แสดง หลักหน่วย

วิธีเทียบ

1. ให้นำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ มาเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่อยู่ในตารางนี้ซึ่งมีค่าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2. ให้อ่านคะแนน T หลักสิบ จากแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ) และรวมกับ หลักหน่วย จากแนวนอน (แถวบน) เช่น ถ้าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่า 91.92 จะได้คะแนน T = 64 หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่า 13.57 จะได้คะแนน T = 39 เป็นต้น

3. หากค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ไม่ตรงกับค่าใด ๆ ในตารางนี้ ให้เลือกเอาค่าในตารางนี้ที่ ใกล้เคียงมากที่สุด ไม่ว่าจะใกล้กับค่าที่น้อยกว่าหรือมากกว่าก็ตาม เช่น ถ้าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่า 2 จะได้คะแนน T = 29 (เพราะ 2 ใกล้ค่า 1.79 มากกว่า 2.28)

2.5.2 ประโยชน์ของคะแนน T ปกติ

ครูผู้สอน สามารถนำคะแนน T ปกติ ไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

1. กรณีที่มีการสอบ 1 วิชาแต่คะแนนแยกเป็น 2 ส่วนที่มีลักษณะต่างกัน เช่น คะแนนภาคปฏิบัติกับ คะแนนภาคทฤษฎี ก็ควรแปลงคะแนนดิบแต่ละส่วนให้เป็น คะแนน T ปกติ แล้วจึงนำมารวมกันจะได้เป็น 2T แม้จะกำหนดน้ำหนักคะแนนไม่เท่ากันก็สามารถทำได้ เช่น ต้องการน้ำหนักส่งคะแนนภาคปฏิบัติเป็น 1.5 เท่าของคะแนนภาคทฤษฎี ก็จะได้คะแนนรวมเป็น $1.5 T + T = 2.5 T$

2. กรณีที่มีการสอบตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ถ้าครูผู้สอนต้องการรวมคะแนนของวิชาเหล่านั้นเพื่อจัดอันดับ ก็ต้องแปลงคะแนนดิบแต่ละวิชาให้เป็น คะแนน T ปกติ แล้วจึงเอา คะแนน T ปกติ ของแต่ละวิชามารวมกัน จะช่วยให้เกิดความยุติธรรมแก่ผู้เข้าสอบมากขึ้น

3. นำคะแนน T ปกติไปใช้ในการตัดสินผลการเรียน (ตัดเกรด) ในระบบอิงกลุ่มของวิชาใด ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.3 การตัดเกรดหรือการให้ระดับผลการเรียน

การตัดเกรดหรือการให้ระดับผลการเรียนเป็นการสรุปผลการเรียนขั้นสุดท้าย โดยกำหนดระดับความสามารถในการเรียนของนักเรียนว่า ผ่าน - ไม่ผ่าน หรือ เก่ง - อ่อน ระดับใด การตัดจะเกรดจึงเป็นการประเมินผลจากการสอบการวัดในวิชานั้น ๆ เพื่อสรุปออกมาเป็นระดับผลการเรียน (เกรด) ซึ่งครูผู้สอนจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เพราะการให้เกรดมีผลกระทบต่ออนาคตของนักเรียนโดยตรง ความถูกต้องและเหมาะสมของการให้เกรดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. ผลการวัด (Measurement) การวัดที่ดีจะต้องให้ผลการวัดที่ถูกต้องแม่นยำเที่ยงตรงครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. เกณฑ์การพิจารณา (Criteria) ต้องเป็นมาตรฐานที่ใช้เป็นหลักเปรียบเทียบหรือเป็นคุณลักษณะที่ตั้งไว้เป็นเป้าหมาย หรือมุ่งหวังที่จะให้เกิดแก่ผู้เรียนและใช้เป็นเครื่องตัดสินชี้ขาดระดับความสามารถของผู้เรียน

3. วิจารณ์ญาณและคุณธรรมต่าง ๆ (Value Judgement) เนื่องจากผลการวัดที่ได้เป็นเพียงข้อมูลส่วนหนึ่งเกี่ยวกับตัวนักเรียนเท่านั้น การประเมินผลที่เที่ยงตรงจำเป็นต้องอาศัยดุลย

พินิจหรือการพิจารณาอย่างรอบคอบถี่ถ้วนของครูผู้สอนประกอบด้วย โดยพยายามให้ความเป็นธรรม ขจัดความลำเอียงหรืออคติส่วนตัวออกไป และควรคำนึงถึงความเปลี่ยนแปลงของงานของนักเรียนในด้านอื่น ๆ ประกอบด้วย

2.5.4 คะแนนมาตรฐาน T - ปกติ (Normalized T-Score)

หลักการสำคัญ คือ คะแนนกระจายอยู่ในรูปของโค้งปกติ (Normal Curve) และจำนวนเกรดขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ประเมิน ขั้นตอนในการให้เกรดมีดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 241-243) สมมติจากข้อมูลการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติจากตารางที่ 2.4 เป็นดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ

คะแนน	ความถี่	T ปกติ
23	1	71
22	2	64
21	2	60
20	3	52
19	4	53
18	2	49
17	4	46
16	2	43
15	0	42
14	2	40
13	2	36
12	1	29

หมายเหตุ. การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ. ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา (น. 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิธีทำ 1. หาพิสัยของคะแนน T ปกติ = $71 - 29 = 42$

2. พิจารณาจำนวนเกรดที่ต้องการ

3. เอาจำนวนเกรดที่ต้องการไปหารค่าพิสัย ผลลัพธ์ที่ได้ คือ อันตร-ภาคชั้น

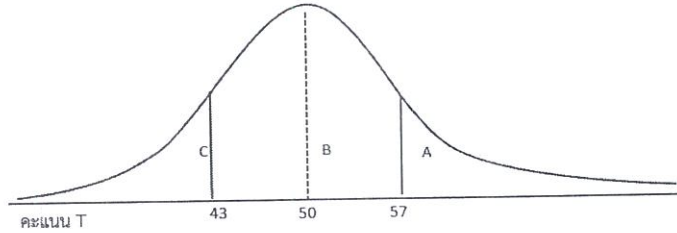
หรือคะแนนนอกเกรดเช่น

3.1 ถ้าต้องการตัด 2 เกรด ให้เอาคะแนน T ปกติที่ 50 เป็นหลัก คะแนน T ปกติที่สูงกว่า 50 ก็ได้เกรดหนึ่ง และคะแนน T ปกติที่ต่ำกว่า 50 ก็เป็นอีกเกรดหนึ่ง ส่วนจะเป็นเกรด A กับ B

หรือ B กับ C หรือเกรดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน เช่นถ้าให้เกรด A กับ B จะมีนักเรียน
ได้เกรด A = 12 คนและเกรด B 13 คน

3.2 ถ้าต้องการตัด 3 เกรด เช่นเป็นเกรด A B C ดังนั้นจำนวนคะแนนในแต่ละเกรด =

$$\frac{43}{3} = 14 \text{ และ } \frac{42}{2} = 21$$



ภาพที่ 2.1 เส้นโค้งปกติมาตรฐานของการตัด 3 เกรด. ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา (น. 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เกรด A คือ คะแนน T ตั้งแต่ 58 ขึ้นไป (5 คน)

เกรด B คือ คะแนน T ตั้งแต่ 44-57 (13 คน)

เกรด C คือคะแนน T ตั้งแต่ 43 ลงมา (7 คน)

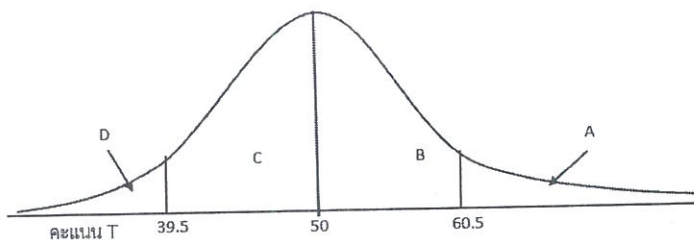
ข้อสังเกต ก. จำนวนเกรดที่ต้องการ เช่น 3 เกรด ก็ไม่จำเป็นต้องเป็นเกรด A B C อาจจะเป็น B C D หรือ C D E ก็ได้แต่ไม่ควรเป็น A^+ A และ A^- หรือ B^+ B และ B^- เว้นแต่ครูผู้สอนทำการวัดและประเมินผลโดยใช้เทคนิคอย่างถี่มาตลอด จนพบว่าคะแนนของนักเรียนเบียดกันแน่นจนแยกไม่ออก

ข. ไม่ว่าจะตัดกี่เกรดต้องเริ่มต้นแบ่งเกรดจากคะแนน T ที่ 50 เสมอ (เริ่มจากจุดกึ่งกลางของโค้งปกติ)

ค. จำนวนคะแนนในแต่ละเกรดหากเป็นทศนิยมไม่จำเป็นต้องปัดให้เป็นจำนวนเต็ม (ดังที่เคยผ่านมาในการหาค่าอันตรภาคชั้น) เพราะจะช่วยตัดเกรดได้สะดวกยิ่งขึ้น

3.3 ถ้าต้องการตัด 4 เกรด เช่น เป็น A B C D ดังนั้นจำนวนคะแนนในแต่ละเกรด =

$$\frac{42}{4} = 10.5$$



ภาพที่ 2.2 เส้นโค้งปกติมาตรฐานของการตัด 4 เกรด. ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา (น. 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เกรด A คือ คะแนน T ตั้งแต่ 62ขึ้นไป	(3 คน)
เกรด B คือ คะแนน T ตั้งแต่ 51-61	(9 คน)
เกรด C คือคะแนน T ตั้งแต่ 40-50	(10 คน)
เกรด D คือคะแนน T ตั้งแต่ 39 ลงมา	(3 คน)

2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (Two-Way ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง หรือ Two-way ANOVA เป็นวิธีการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 2 ตัวกับตัวแปรตามเพียงตัวเดียวเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระว่าส่งผลอย่างไรกับตัวแปรตาม แล้วยังสามารถศึกษาผลร่วม (Interaction) ระหว่างตัวแปรทั้งสองตัวด้วยว่าตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นนอกจากจะส่งผลต่อตัวแปรตามแล้วยังส่งผลใด ๆ ต่อตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นอีกตัวแปรหนึ่งหรือไม่ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550, น.142-165)

2.6.1 เงื่อนไขสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

1. ข้อมูลของแต่ละประชากร มีการแจกแจงแบบปกติ
2. ค่าแปรปรวนของแต่ละประชากรเท่ากัน

2.6.2 รูปแบบทั่วไปของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

ในรูปแบบทั่ว ๆ ไป เมื่อมีตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 ตัวที่คาดว่ามามีอิทธิพลต่อตัวแปรเชิงปริมาณ จะเรียกตัวแปรเชิงกลุ่มว่า ปัจจัย A และปัจจัย B

กำหนดให้ a = จำนวนระดับของตัวแปร A หรือปัจจัย A

b = จำนวนระดับของตัวแปร B หรือปัจจัย B

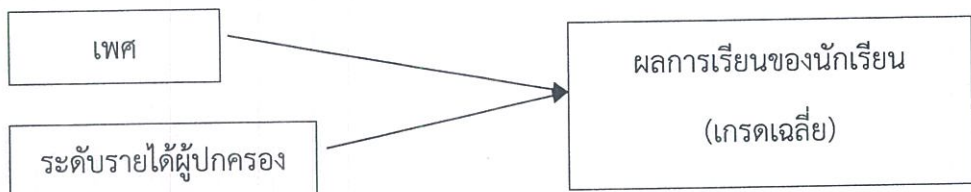
ab = จำนวนทรีทเมนต์ (treatment) หรือจำนวนระดับของ A และ B

จำนวน cell หรือจำนวนทรีทเมนต์ คือ $a \times b$ cell เช่น $a = 2, b = 4$

จะได้จำนวน cell = $2 \times 4 = 8$ cell หรือ 8 ทรีทเมนต์

กำหนดให้ m_{ij} = จำนวนตัวอย่างหรือข้อมูลที่อยู่ใน cell (i, j)

ตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง



ภาพที่ 2.3 รูปแบบทั่วไปของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง. ปรับปรุงจาก สถิติสำหรับงานวิจัย (น.142-165), โดย กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550, กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัย A และ B ที่มีต่อตัวแปรตาม (X) สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อยดังนี้

1. กรณีที่สามารถวัดอิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B ที่มีต่อตัวแปรตาม
2. กรณีที่ไม่สามารถวัดอิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B ที่มีต่อตัวแปรตาม

2.6.3 กรณีที่สามารถวัดอิทธิพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัย (ปัจจัย A และ B) ที่มีต่อตัวแปรตาม

ในกรณีนี้หมายความว่าในแต่ละ cell จะมีข้อมูลมากกว่า 1 ค่า หรือ $m_{ij} > 1$ นั่นคือ ในแต่ละ cell มีจำนวนตัวอย่างมากกว่า 1 หน่วย จากตัวอย่างเกรดเฉลี่ยของนักเรียนจะต้องมีจำนวนนักเรียนในแต่ละ cell มากกว่า 1 คน โดยจำนวนข้อมูลในแต่ละ cell จะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ ในที่นี้จะแบ่งเป็น 2 กรณีย่อยคือ

1. จำนวนตัวอย่างในแต่ละ cell เท่ากัน

$$m_{ij} = m \text{ และ } m > 1$$

2. จำนวนตัวอย่างในแต่ละ cell ไม่เท่ากัน

1. กรณีที่จำนวนตัวอย่างในแต่ละ cell เท่ากัน

กำหนดให้จำนวนตัวอย่างในแต่ละ cell มีจำนวนเท่ากันคือ $m_{ij} = m$ โดยที่ $m > 1$ กรณีนี้ นอกจากจะสามารถวัดอิทธิพลของแต่ละปัจจัย 2 ปัจจัยคือ A และ B แล้วยังสามารถทดสอบอิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B

ตัวอย่างที่ 1 ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความพึงพอใจในสินค้ากับเพศและอาชีพของลูกค้า

$$a = 2 \text{ เพศ (ชาย, หญิง)}$$

$$b = 4 \text{ กลุ่มอาชีพ (รับราชการ, ค้าขาย, ทำงานบริษัทเอกชน, เกษตรกร)}$$

$$ab = 2(4) = 8 \text{ ทริทเมนต์ หรือ 8 cell}$$

โดยที่ ทริทเมนต์ที่ 1 หรือ cell (1, 1) หมายถึง ลูกค้าเพศชายที่รับราชการ

2 หรือ cell (1, 2) หมายถึง ลูกค้าเพศชายที่ค้าขาย

:

ทริทเมนต์ที่ 8 หรือ cell (1, 8) หมายถึง ลูกค้าเพศหญิงที่เป็นเกษตรกร

ตารางที่ 2.7 ข้อมูลของตัวอย่างที่ 1

ปัจจัย A	ปัจจัย B				ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
	รับราชการ	ค้าขาย	เอกชน	เกษตรกร		
ชาย	X_{111}, \dots, X_{11m}	X_{121}, \dots, X_{12m}	X_{131}, \dots, X_{13m}	X_{141}, \dots, X_{14m}	A_1	$\overline{A_1}$
หญิง	X_{211}, \dots, X_{21m}	X_{221}, \dots, X_{22m}	X_{231}, \dots, X_{23m}	X_{241}, \dots, X_{24m}	A_2	$\overline{A_2}$
ผลรวม	B_1	B_2	B_3	B_4	T	
ค่าเฉลี่ย	$\overline{B_1}$	$\overline{B_2}$	$\overline{B_3}$	$\overline{B_4}$		\overline{X}

โดยที่ตารางที่ 2.7 กำหนดให้ m_{ij} เท่ากับ m นั่นคือในแต่ละทริทเมนต์เก็บตัวอย่างลูกค้ามา m คนเช่น เก็บตัวอย่างลูกค้าเพศชายที่รับราชการมา m คน

ในที่นี้

X_{ijk} = ค่าข้อมูลซึ่งในที่นี้คือ คะแนนความพึงพอใจของลูกค้าคนที่ k ที่มีเพศ l อาชีพ j

A_i = ผลรวมของข้อมูลที่เกิดจากระดับที่ i ของปัจจัย A

B_i = ผลรวมของข้อมูลที่เกิดจากระดับที่ i ของปัจจัย B

A_1 = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าเพศชาย

A_2 = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าเพศหญิง

$\overline{A_1}$ = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของลูกค้าเพศชาย

$\overline{A_2}$ = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของลูกค้าเพศหญิง

B_1 = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าตัวอย่างที่รับราชการ

B_2 = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าตัวอย่างที่ค้าขาย

B_3 = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าตัวอย่างที่ทำงานบริษัทเอกชน

B_4 = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าตัวอย่างที่เป็นเกษตรกร

$\overline{B_1}$ = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าเฉลี่ยอาชีพที่

$\overline{B_2}$ = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของลูกค้าอาชีพค้าขาย

เช่น

$(AB)_{ij}$ = ผลรวมของข้อมูลในระดับที่ i ของปัจจัย A และระดับที่ j ของปัจจัย B

$$= \sum_{k=1}^m X_{ijk}$$

ในตัวอย่างนี้ $(AB)_{ij}$ = ผลรวมคะแนนความพอใจของลูกค้าเพศที่ i ซึ่งประกอบอาชีพที่ j

เช่น $(AB)_{13}$ = ผลรวมคะแนนความพอใจของลูกค้าชายที่ทำงานบริษัทเอกชน

$\overline{(AB)}_{ij}$ = ผลรวมของข้อมูลในระดับที่ i ของปัจจัย A และระดับที่ j ของปัจจัย B

$$= \frac{\overline{(AB)}_{ij}}{m}$$

เช่น $(\overline{AB})_{13}$ = ผลรวมคะแนนความพอใจเฉลี่ยของลูกค้าชายที่ทำงานบริษัทเอกชน
 T = ผลรวมทั้งหมด = ผลรวมคะแนนความพึงพอใจทั้งหมด (ทุกเพศและทุก

อาชีพ)

$$= \sum \sum \sum X_{ijk}$$

$$\bar{X} = \text{คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของคน} = \frac{T}{n}$$

โดยที่ n = จำนวนตัวอย่างหรือข้อมูลทั้งหมด = abm

ตารางที่ 2.8 (2-WAY ANOVA)

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ (df)	Sum Square (SS)	Mean Square(MS=SS/df)	F
ปัจจัย A	a-1	SSA	MSA	$\frac{MSA}{MSE}$
ปัจจัย B	b-1	SSB	MSB	$\frac{MSB}{MSE}$
ปัจจัยร่วม AB	(a-1)(b-1)	SSAB	MSAB	$\frac{MSAB}{MSE}$
ความคลาดเคลื่อน	ab(m-1)	SSE	MSE	
ผลรวม	Abm-1	SST		

โดยที่ SST หมายถึง ความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตาม

SSA หมายถึง ความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัย A

SSB หมายถึง ความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัย B

SSAB หมายถึง ความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดจากอิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B

SSE หมายถึง ความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง

สูตรที่ใช้คำนวณ

$$SST = \sum \sum \sum x_{ijk}^2 - CM$$

$$\text{โดยที่ } CM = \frac{(\sum \sum \sum x_{ijk}^2)}{n} = \frac{T^2}{n}$$

$$SSA = \sum_{i=1}^a \frac{A_i^2}{bm} - CM = \sum_{i=1}^a bm(\bar{A}_i - \bar{x})^2$$

$$SSB = \sum_{j=1}^b \frac{B_j^2}{am} - CM = \sum_{j=1}^b am(\bar{B}_j - \bar{x})^2$$

$$SSAB = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{(AB)_{ij}^2}{m} - CM - SSA - SSB$$

$$MSA = \frac{SSA}{a-1} ; MSB = \frac{SSB}{b-1} ; MSAB = \frac{SSAB}{(a-1)(b-1)}$$

$$MSE = \frac{SSE}{ab(m-1)}$$

ความผันแปรทั้งหมด = ความผันแปรที่เกิดจากปัจจัย A+ ความผันแปรที่เกิดจากปัจจัย B+ ความผันแปรที่เกิดจากปัจจัยร่วมของ A และ B + ความคลาดเคลื่อนหรือ SST
 $= SSA + SSB + SSAB + SSE$

ดังนั้นคำนวณ $SSE = SST - SSA - SSB - SSAB$

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยหลัก

1. ด้านปัจจัยที่ 1 หรือปัจจัย A

H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างระดับของปัจจัย A

H_1 : มีอย่างน้อย 1 ระดับที่แตกต่างจากระดับอื่น ๆ ของปัจจัย A

หรือ $H_0 : \mu_{A1} = \mu_{A2} = \dots = \mu_{Aa}$

H_1 : มี $\mu_{Ai} \neq \mu_{Aj} ; i \neq j$

โดย μ_{Ai} = ค่าเฉลี่ยในระดับที่ i ของปัจจัย A ; $i = 1, 2, \dots, a$

เช่น μ_{A1} = คะแนนความพอใจเฉลี่ยของลูกค้าเพศชาย

$$\text{สถิติทดสอบ } F = \frac{MSA}{MSE}$$

การสรุปผลการทดสอบ

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ยอมรับ H_1) ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้เป็นจริง

1. $F > F_{1-\alpha}$ ที่องศาอิสระ $(a-1)$ และ $ab(m-1)$ โดย $F_{1-\alpha}$ ได้จากตาราง F

หรือ 2. Significance ของสถิติทดสอบ F เมื่อใช้โปรแกรม SPSS น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (α)

หรือ 3. P-value ของสถิติทดสอบ F เมื่อใช้โปรแกรม SPSS น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (α)

จากตารางที่ 2.7 ปัจจัย A คือ เพศ ($a = 2$) จึงเป็นการทดสอบว่าลูกค้าเพศต่างกันมีความพอใจต่างกันหรือไม่

H_0 : คะแนนความพอใจเฉลี่ยของลูกค้าเพศชาย = คะแนนความพอใจเฉลี่ยของลูกค้าเพศหญิง

H_1 : คะแนนความพอใจเฉลี่ยของลูกค้าเพศชาย \neq คะแนนความพอใจเฉลี่ยของลูกค้าเพศหญิง

หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ $H_0 : \mu_{ชาย} = \mu_{หญิง}$

$H_1 : \mu_{ชาย} \neq \mu_{หญิง}$

2. ด้านปัจจัยที่ 2 หรือ ปัจจัย B

H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างระดับของปัจจัย B

H_1 : มีอย่างน้อย 1 ระดับที่แตกต่างจากระดับอื่น ๆ ของปัจจัย B

หรือ $H_0 : \mu_{B1} = \mu_{B2} = \mu_{Bb}$

$H_1 : \mu_{Bi} \neq \mu_{Bj} =$ อย่างน้อย 1 คู่ เมื่อ $i \neq j$

โดย $\mu_{Bj} =$ ค่าเฉลี่ยในระดับที่ j ของปัจจัย B ; $j = 1, 2, \dots, b$

เช่น $\mu_{B2} =$ คะแนนความพอใจเฉลี่ยของลูกค้าเพศชาย

$$\text{สถิติทดสอบ } F = \frac{MSB}{MSE}$$

การสรุปผลการทดสอบ

จะสรุปว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ยอมรับ H_1) ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้เป็นจริง

1. $F > F_{1-\alpha}$ ที่องศาอิสระ ($a - 1$) และ $ab(m - 1)$ โดย $F_{1-\alpha}$ ได้จากตาราง F หรือ 2.

Significance ของสถิติทดสอบ F เมื่อใช้โปรแกรม SPSS น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (α) หรือ 3.

P-value ของสถิติทดสอบ F เมื่อใช้โปรแกรม SPSS น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (α)

จากตารางที่ 2.7 ปัจจัย B คือ อาชีพ ($b = 4$) จึงเป็นการทดสอบอิทธิพลของอาชีพที่มีต่อความพอใจ

H_0 : คะแนนความพอใจเฉลี่ยของข้าราชการ = คะแนนความพอใจเฉลี่ยของลูกค้าที่ค้าขาย = ความพอใจเฉลี่ยของพนักงานบริษัทเอกชน = ความพอใจเฉลี่ยของเกษตรกร

H_1 : คะแนนความพอใจเฉลี่ยของอาชีพที่ $i \neq$ คะแนนความพอใจเฉลี่ยของอาชีพที่ j

หรือ H_0 : ความพึงพอใจไม่ขึ้นกับอาชีพ

H_1 : ความพึงพอใจขึ้นกับอาชีพ

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B

ผู้วิจัยสามารถตรวจสอบอิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B ที่มีต่อตัวแปรตามได้ เช่น ตรวจสอบว่าคะแนนความพึงพอใจขึ้นกับอิทธิพลร่วมของเพศและอาชีพลูกค้าหรือไม่ หรือตรวจสอบว่าผลการเรียนขึ้นกับอิทธิพลร่วมของเพศและระดับรายได้ของผู้ปกครองหรือไม่

H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างระดับร่วม (ทรีทเมนต์) ของปัจจัย A และ B

H_1 : มีความแตกต่างระหว่างระดับร่วมของปัจจัย A และ B อย่างน้อย 2 ระดับ

$$\text{สถิติทดสอบ } F = \frac{MSAB}{MSE}$$

จะสรุปได้ว่า ปฏิเสธ H_0 (ยอมรับ H_1)

1. $F >$ ที่องศาอิสระ $(a - 1)$ และ $ab(m - 1)$ โดย ได้จากตาราง F หรือ 2. Significance ของสถิติทดสอบ F เมื่อใช้โปรแกรม SPSS น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ หรือ 3. P-value ของสถิติทดสอบ F เมื่อใช้โปรแกรม SPSS น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ

ตัวอย่างที่ 2 ในการศึกษาความสัมพันธ์ของการอ่านหนังสือของคนไทยว่าขึ้นกับระดับรายได้และช่วงอายุหรือไม่ ถ้ากำหนดให้การวัดพฤติกรรมการอ่านคือค่าใช้จ่ายด้านหนังสือของปีที่ผ่านมา โดยใช้แบบสอบถามดังนี้

1. อายุ ปี

ต่ำกว่า 20 ปี 20 - 30 ปี

มากกว่า 30 ปี

2. รายได้บาท/เดือน

ไม่เกิน 10,000 บาท 10,001 - 30,000 บาท มากกว่า 30,000 บาท

3. รายจ่ายเกี่ยวกับหนังสือในรอบปีที่ผ่านมา...บาท

ถ้าเก็บข้อมูลคนไทยมา 90 คน ได้ข้อมูลแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.9 ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ หน่วย :100 บาท

อายุ	รายได้		
	ไม่เกิน 10,000 บาท	10,001- 30,000 บาท	มากกว่า30,000 บาท
ต่ำกว่า 20 ปี	54, 61, 59, 56, 70, 62, 63, 57, 68, 69	48, 50, 49, 60, 54, 52, 49, 55, 53, 54	71, 76, 65, 70, 68, 62, 73, 60, 79, 78
20 - 30 ปี	52, 50, 58, 59, 62, 57, 58, 64, 61, 65	44, 49, 54, 53, 57, 60, 55, 47, 50, 53	61, 64, 69, 58, 57, 63, 65, 63, 50, 59
มากกว่า 30 ปี	63, 67, 68, 72, 68, 75, 62, 65, 70, 71	65, 58, 62, 70, 57, 61, 68, 65, 73, 69	82, 75, 79, 77, 80, 69, 84, 83, 76, 81

ในที่นี้ให้ ปัจจัย A คือ อายุ ซึ่งมี 3 กลุ่ม ($a = 3$)

ปัจจัย B คือ ช่วงรายได้ ($b = 3$)

โดยสุ่มตัวอย่างกลุ่มอายุละ 30 คน ระดับรายได้ระดับละ 30 คนเช่นกัน และ $m = 10$ คน นั่นคือในแต่ละ cell มี 10 คน ก่อนที่จะทำการทดสอบสมมติฐาน จะคำนวณหาสถิติเชิงพรรณนาของ ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือแยกตามระดับรายได้ ช่วงอายุ ดังนี้

ตารางที่ 2.10 ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือแบ่งตามกลุ่มอายุ

อายุ	Mean	Std.Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
ต่ำกว่า 20 ปี	6,150.00	90.84	5,969.24	6,330.75
20 – 30 ปี	5,703.33	90.84	5,522.57	5,884.08
มากกว่า 30 ปี	7,050.00	90.84	6,869.24	7,230.75

จากตารางที่ 2.10 จะพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่อายุมากกว่า 30 ปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยด้านหนังสือมากกว่าตัวอย่างที่มีอายุน้อยกว่า โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากกว่า 30 ปี มีรายจ่ายเฉลี่ยค่าหนังสือ 7,050 บาทต่อปี

ตารางที่ 2.11 ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือแบ่งตามระดับรายได้

รายได้	Mean	Std.Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
ไม่เกิน 10,000 บาท	6,286.66	90.84	6,105.91	6,467.42
10,001 – 30,000 บาท	5,626.66	90.84	5,445.91	5,807.42
มากกว่า 30,000 บาท	6,990.00	90.84	6,809.24	7,170.75

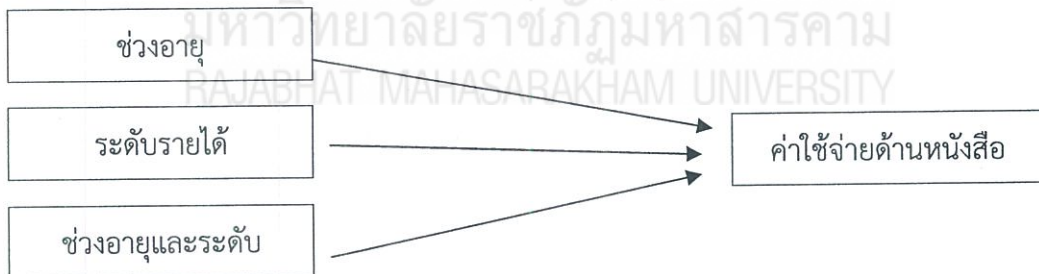
จากตารางที่ 2.11 จะพบว่าตัวอย่างที่มีรายได้มากกว่า 30,000 บาทต่อเดือน จะมีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือมากกว่ากลุ่มรายได้อื่นๆ และกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ในช่วง 10,001 – 30,000 บาท จ่ายค่าหนังสือต่ำกว่ากลุ่มรายได้อื่น ๆ คือ มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 5,625.67 บาท

ตารางที่ 2.12 ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือแบ่งตามระดับรายได้และอายุ

อายุ	รายได้	Mean	Std.Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
ต่ำกว่า 20 ปี	ไม่เกิน 10,000 บาท	6,190.00	157.35	5,876.92	6,503.07
	10,001-30,000 บาท	5,240.00	157.35	4,926.92	5,553.07
	มากกว่า 30,000 บาท	7,020.00	157.35	6,706.92	7,333.07
20 – 30 ปี	ไม่เกิน 10,000 บาท	5,860.00	157.35	5,546.92	6,173.07
	10,001 – 30,000 บาท	5,160.00	157.35	4,846.92	5,473.07
	มากกว่า 30,000 บาท	6,090.00	157.35	5,776.92	6,403.07
มากกว่า 30 ปี	ไม่เกิน 10,000 บาท	6,810.00	157.35	6,496.92	7,123.07
	10,001 – 30,000 บาท	6,480.00	157.35	6,166.92	6,793.07
	มากกว่า 30,000 บาท	7,860.00	157.35	7,546.92	8,173.07

จากตารางที่ 2.12 จะพบว่ากลุ่มคนที่มีรายได้มากกว่า 30,000 บาท/เดือน จะมีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือสูงกว่ากลุ่มที่มีรายได้น้อยกว่าในทุกระดับอายุ

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายด้านหนังสือกับอายุและรายได้



ภาพที่ 2.4 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายด้านหนังสือกับอายุและรายได้. ปรับปรุงจากสถิติสำหรับงานวิจัย (น.142-165), โดยสมนึก ภัททิยธนี, 2550, กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ต้องการศึกษาอิทธิพลของช่วงอายุ ระดับรายได้ และอิทธิพลร่วมของอายุและรายได้ที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือในที่นี่จะใช้โปรแกรม SPSS for Windows ในการทดสอบสมมติฐานคำสั่งและวิธีการใช้ศึกษาได้จากหนังสือ “การใช้ SPSS for Windows” จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 (2 - WAY ANOVA)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	59174888.8 ^a	8	7396861.111	29.8	.000
Intercept	3573360111.1	1	3573360111.1	14432.4	.000
อายุ	28230222.2	2	14115111.111	① 57.0	.000
รายได้	27889555.5	2	13944777.778	② 56.3	.000
อายุ * รายได้	3055111.1	4	763777.778	③ 3.0	.020
Error	20055000.0	81	247592.593		
Total	3652590000.0	90			
Corrected Total	79229888.8	89			

a. R Squared = .747 (Adjusted R Squared = .722)

การทดสอบอิทธิพลของปัจจัยหลัก

1. การทดสอบอิทธิพลของระดับอายุที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ

H_0 : อายุไม่มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ หรือค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยของทุกกลุ่มอายุไม่แตกต่างกัน

H_1 : อายุต่างกันทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยต่างกัน

จาก ① ในตารางที่ 2.13 ได้ค่าสถิติทดสอบ $F = \frac{MS_{อายุ}}{MSE} = 57.0$ ซึ่ง Sig. = .000 ในที่นี้กำหนด $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 (ยอมรับ H_1) นั่นคือ อายุต่างกันทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. การทดสอบอิทธิพลของระดับรายได้ที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ

H_0 : รายได้ไม่มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ หรือค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยของทุกระดับรายได้ไม่ต่างกัน

H_1 : รายได้ต่างกันทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยต่างกัน

จาก ② ในตารางที่ 2.13 ได้ค่าสถิติทดสอบ $F = \frac{MS_{รายได้}}{MSE} = 56.3$ ซึ่ง Sig. = .000 ในที่นี้กำหนด $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 (ยอมรับ H_1) นั่นคือ อายุต่างกันทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การทดสอบอิทธิพลร่วมของอายุและรายได้ที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ

H_0 : ช่วงอายุและระดับรายได้ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ

H_1 : ช่วงอายุและระดับรายได้มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ

จาก ③ ในตารางที่ 2.13 ได้ค่าสถิติทดสอบ $F = \frac{MS_{อายุ} \times MS_{รายได้}}{MSE} = 3.0$ และได้ค่า Sig.=.020 < .05

จึงปฏิเสธ H_0 (ยอมรับ H_1) นั่นคือ ช่วงอายุและระดับรายได้มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ เฉลี่ยต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปได้ว่า คนที่มีรายได้ต่างกันและอายุต่างกัน จะมีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือต่างกันและมีอิทธิพลร่วมจากปัจจัยด้านรายได้และอายุต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า รายได้ระดับใดบ้างที่มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยด้านหนังสือต่างกัน และอายุช่วงใดบ้างที่มีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือต่างกัน โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons)

1. การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเฉลี่ยด้านหนังสือของกลุ่มอายุแต่ละคู่ ในที่นี้เลือกเทคนิค Bonferromi ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของช่วงอายุ

(I) อายุ	(J) อายุ	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	98% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
ต่ำกว่า 20 ปี	20 - 30 ปี	① 446.67*	128.476	.002	132.58	760.75
	มากกว่า 30 ปี	② -900.00*	128.476	.000	-1,214.09	-585.91
20 - 30 ปี	ต่ำกว่า 20 ปี	-446.67*	128.476	.002	-760.75	-132.58
	มากกว่า 30 ปี	-1,346.67*	128.476	.000	-1,660.75	-1,032.58
มากกว่า 30 ปี	ต่ำกว่า 20 ปี	900.00*	128.476	.000	585.91	1,2214.09
	20-30 ปี	1,346.67	128.476	.000	1,032.58	1,660.75

* The mean difference is significant at the .05 level.

ความหมายของตารางที่ 2.14

คู่ที่ ①: เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเฉลี่ยด้านหนังสือของผู้ที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี กับผู้ที่มีอยู่ 20-30 ปี จากกลุ่มตัวอย่างรายจ่ายเฉลี่ยของผู้ที่อายุต่ำกว่า 20 ปี-รายจ่ายเฉลี่ยของผู้ที่มีอายุในช่วง 20 - 30 ปี = 446.67 บาท

H_0 : ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยของคนอายุต่ำกว่า 20 ปี = ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยของคนอายุ 20 -30 ปี

H_1 : ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยของคนอายุต่ำกว่า 20 ปี \neq ค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยของคนอายุ 20 -30 ปี

ได้ค่า Sig. = .002 < .05 ยอมรับ H_1 นั่นคือ มีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยของกลุ่มของกลุ่มคนที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี แตกต่างจากของกลุ่มคนที่มีอายุ 20 - 30 ปี

คู่ที่ ② เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยของอายุต่ำกว่า 20 ปี กับกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 30 ปี พบว่ามีความแตกต่างกัน เนื่องจากค่า Sig. = .000 < .05 เมื่อศึกษาทุกคู่พบว่าต่างกันหมด นั่นคือทุกกลุ่มอายุมีค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยต่อปีแตกต่างกัน

2. การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเฉลี่ยด้านหนังสือของรายได้ระดับต่างๆ โดยใช้ Bonferroni ดังแสดงในผลลัพธ์ตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนของรายได้

(I) รายได้ (J) รายได้	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	98% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
ไม่เกิน 10,000 บาท	660.00*	128.476	.000	345.91	947.09
มากกว่า 30,000 บาท	-703.33*	128.476	.000	-1,017.42	-389.25
10,001-30,000	-660.00*	128.476	.000	-974.09	-345.91
ไม่เกิน 10,000 บาท	1,363.33*	128.476	.000	-1,677.42	-1,049.25
มากกว่า 30,000 บาท	703.33*	128.476	.000	389.25	1,017.42
มากกว่า30,000บาทไม่เกิน10,000 บาท	1,363.33*	128.476	.000	1,049.25	1,677.42
10,001 - 30,000 บาท					

* The mean difference is significant at the .05 level.

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ 2.15

คู่ที่ ① เป็นการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านหนังสือเฉลี่ยระหว่างกลุ่มคนที่มีรายได้ไม่เกิน 10,000 บาท กับกลุ่มผู้ที่มีรายได้ 10,001 - 30,000 บาท ดังนี้

ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ไม่เกิน 10,000 บาท - ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 10,001 - 30,000 บาท = 660 บาท

H_0 : ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของผู้ที่มีรายได้ไม่เกิน 10,000 บาท = ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของผู้ที่มีรายได้ 10,001 - 30,000 บาท

H_1 : ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของผู้ที่มีรายได้ไม่เกิน 10,000 บาท \neq ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของผู้ที่มีรายได้ 10,001 - 30,000 บาท

ได้ค่า Sig. = .000 < .05 จึงสรุปว่าค่าใช้จ่ายด้านหนังสือของคนที่มีรายได้ไม่เกิน 10,000 บาท ไม่เท่ากับของผู้ที่มีรายได้ 10,001 - 30,000 บาท

ในทำนองเดียวกัน เมื่อทดสอบความแตกต่างของทุกคู่ สรุปว่าทุกระดับรายได้มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยด้านหนังสือแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. กรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละ cell ไม่เท่ากัน

ถ้าเก็บข้อมูลในแต่ละ cell มากกว่า 1 หน่วย ($m_{ij} > 1$) แต่ค่า $m_{ij} \neq m$ นั่นคือ มีจำนวนตัวอย่างหรือจำนวนข้อมูลในแต่ละ cell ไม่เท่ากันจากตัวอย่างที่ 2 ถ้าแต่ละ cell มีจำนวนตัวอย่างไม่เท่ากัน เช่น cell (1, 1) มี 50 คน นั่นคือ มีกลุ่มตัวอย่างที่อายุต่ำกว่า 20 ปีที่มีรายได้ไม่เกิน 10,000 บาท 50 คน นั่นคือ $m_{11} = 50$ แต่ $m_{12} = 20$ นั่นคือมีตัวอย่างที่อายุต่ำกว่า 50 ปี ที่มีรายได้ในช่วง 10,001 - 30,000 บาท จำนวน 20 คน การศึกษาว่าค่าใช้จ่ายด้านหนังสือขึ้นกับอายุและระดับรายได้หรือไม่ก็ทำเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างในแต่ละ cell เท่ากัน

2.6.4 กรณีที่ไม่สามารถวัดอิทธิพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัย (ปัจจัย A และ B) ที่มีต่อตัวแปรตาม

ถ้าเก็บข้อมูลตัวอย่างในแต่ละ cell เท่ากับ 1 ($m = 1$) เช่น จากตัวอย่างที่ 2 ถ้าในแต่ละ cell มีตัวอย่างเพียง 1 คน จะไม่สามารถตรวจสอบอิทธิพลร่วมของอายุและระดับรายได้ที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ แต่ยังไม่สามารถหาอิทธิพลของปัจจัยหลักได้ นั่นคือ สามารถตรวจสอบ

1. อิทธิพลของอายุที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ
2. อิทธิพลของระดับรายได้ที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านหนังสือ

กรณีนี้ตารางที่ 2.8 จะกลายเป็นตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 แสดงข้อมูลของตาราง 2 ทาง เมื่อ $m = 1$

ปัจจัย A	ปัจจัย B				ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	...	B		
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1b}	A_1	\bar{A}_1
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2b}	A_2	\bar{A}_2
.						.
.						.
A	X_{a1}	X_{a2}	...	X_{ab}	A_a	\bar{A}_a
ผลรวม	\bar{B}_1	\bar{B}_2	...	\bar{B}_b	T	\bar{X}_o

ในกรณีนี้จะไม่สามารถหาอิทธิพลร่วมของ A และ B ได้เนื่องจากแต่ละ cell หรือแต่ละทรีทเมนต์มีข้อมูลเพียง 1 หน่วย

X_{ij} = ข้อมูลที่เกิดจากระดับที่ i ของปัจจัยและระดับที่ j ของปัจจัย B $i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b$

$$A_i = \text{ผลรวมของข้อมูลที่เกิดจากระดับที่ } i \text{ ของปัจจัย A} = \sum_{j=1}^b X_{ij}$$

$$B_j = \text{ผลรวมของข้อมูลที่เกิดจากระดับที่ } j \text{ ของปัจจัย B} = \sum_{i=1}^a X_{ij}$$

$$\bar{A}_i = \text{ค่าเฉลี่ยของระดับที่ } i \text{ ของปัจจัย A} = \frac{A_i}{b}$$

$$\bar{B}_j = \text{ค่าเฉลี่ยของระดับที่ } j \text{ ของปัจจัย B} = \frac{B_j}{a}$$

$$n = \text{จำนวนตัวอย่างหรือข้อมูลทั้งหมด} = ab$$

$$T = \text{ยอดรวมของข้อมูลทั้งหมด} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b X_{ij}$$

$$\bar{X} = \text{ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด} = \frac{T}{n}$$

ตารางที่ 2.17 (2 - WAY ANOVA) เมื่อไม่สามารถตรวจสอบอิทธิพลร่วมของ 2 ปัจจัยได้

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ df	S SM Square (SS)	Mean Square (MS =SS/df)	F
ปัจจัย A	a - 1	SSA	MSA	$\frac{MSA}{MSE}$
ปัจจัย B	b - 1	SSB	MSB	$\frac{MSB}{MSE}$
ความคลาดเคลื่อน	c - 1	SSE	MSE	
ผลรวม	n - 1 = ab - 1	SST		

โดยที่ SST = ความผันแปรทั้งหมดของตัวแปรตาม

SSA = ความผันแปรที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัย A

SSB = ความผันแปรที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัย B

SSE = ความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง

ความผันแปรทั้งหมด = ความผันแปรที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัย A+ ความผันแปรที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัย B+ ความคลาดเคลื่อน

หรือ SST = SSA + SSB + SSE

$$MSA = \frac{SSA}{a - 1}; \quad MSB = \frac{SSB}{b - 1}; \quad MSE = \frac{SSE}{(a - 1)(b - 1)}$$

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัย A

1. ปัจจัยที่ 1 หรือปัจจัย A

H_0 : ตัวแปรตามไม่ขึ้นกับปัจจัย A

H_1 : ตัวแปรตามไม่ขึ้นกับปัจจัย A

หรือ $H_0: \mu_{A_j} = \dots = \mu_{A_a}$

H_1 : มี $\mu_{A_i} \neq \mu_{A_j}$ อย่างน้อย 1 คู่; $i \neq j$

โดยที่ μ_{A_i} = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามในระดับที่ i ของปัจจัย A

$$\text{สถิติทดสอบ } F = \frac{MSA}{MSE}$$

2. ปัจจัยที่ 2 หรือปัจจัย B

H_0 : ตัวแปรตามไม่ขึ้นกับปัจจัย B

H_1 : ตัวแปรตามขึ้นกับปัจจัย B

หรือ $H_0 : \mu_{B1} = \mu_{B2} = \dots = \mu_{Bb}$

$H_1 : \text{มี } \mu_{Bi} \neq \mu_{Bj} \text{ อย่างน้อย 1 คู่ ; } i \neq j$

โดยที่ μ_{Bj} = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามในระดับที่ j ของปัจจัย B

$$\text{สถิติทดสอบ } F = \frac{MSB}{MSE}$$

การสรุปผลการทดสอบ

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ยอมรับ H_1) ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้เป็นจริง

1. $F > F_{1-\alpha}$ ที่องศาอิสระ $b-1$ และ $(a-1)(b-1)$ โดย $F_{1-\alpha}$ ได้จากตารางสถิติ F
2. ค่า Sig. (Significance) $< \alpha$ เมื่อใช้โปรแกรม SPSS
3. ค่า p-value $< \alpha$ เมื่อใช้โปรแกรม SAS

หมายเหตุ ในกรณีนี้ไม่สามารถวัดอิทธิพลของอิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B ได้ เนื่องจากในแต่ละ cell มีตัวอย่างเพียง 1 หน่วย

2.7 การหาคุณภาพเครื่องมือ

การหาคุณภาพเครื่องมือ เป็นกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งดัชนีหรือตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

2.1 ความเที่ยงตรง

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง (Validity) หรือความตรง (Validity) ดังนี้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2551, น. 134-135) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นมี สิ่งที่ต้องพิจารณา ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผล มิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ (Matter of Degree) มิใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเสนอในรูประดับที่เจาะจง เช่น มีความเที่ยงตรงสูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ (Specific to Some Particular Use) ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิตอาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดี่ยว (Unitary Concept) หมายความว่าความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่ง หลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็คือ เนื้อหา เกณฑ์ที่กำหนดและโครงการ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 99) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐาน เพื่อการสนับสนุนความเหมาะสมและความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

ไพศาล วรคำ (2561, น. 266-278) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพ ด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด เนื่องจากความเที่ยงตรงของค่าวัดจากเครื่องมือวัดเป็นความสัมพันธ์ หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของเครื่องมือวัดนั้นกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวเกณฑ์ ดังนั้น การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง จึงเป็นการหาความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของตัวแปร วิธีการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงขึ้นอยู่กับชนิดของค่าวัดที่ได้จากตัวแปร ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่จะวัด หรือเป็นดัชนีที่บ่งบอกว่าเนื้อหาของเครื่องมือหรือเนื้อหาของข้อคำถามวัดได้ตรงตามเนื้อหาของเรื่องที่ต้องการวัด ดังนั้นประเด็นสำคัญของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอยู่ที่การเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่องที่เป็นตัวแทน (representative sample) ของมวลเนื้อเรื่องที่ต้องการวัด ว่าเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมดและมีความเพียงพอ (adequate) ต่อการวัดเนื้อเรื่องนั้นหรือไม่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอาศัยกระบวนการตรวจสอบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอิสระจากกัน ช่วยพิจารณาตัวอย่างเนื้อเรื่องในเครื่องมือวัดว่ามีขอบเขตที่ครอบคลุมและเป็นตัวแทนมวลเนื้อเรื่องที่ต้องการวัดเพียงใดการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ พิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หรือตัวชี้วัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ วัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถามนั้น พิจารณาจากเสียงส่วนใหญ่ของผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสอดคล้อง หรือดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 ก็จะได้ข้อคำถามที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

สูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ โดยแปลงระดับ ความสอดคล้องเป็นคะแนนดังนี้ (ไพศาล วรรค้ำ, 2561, น. 266-270)

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

และหาดัชนีความสอดคล้องได้จาก

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

R_i แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

ประเมินในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) เป็นความ สอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (criterion) ที่ สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้ เกณฑ์ภายนอกนี้อาจเป็นคะแนนจากการวัดอื่น หรือวิธีการ อื่น ๆ ที่วัดสภาพปัจจุบันหรือสภาพในอนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ หรือความ เที่ยงตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขต หรือครบตาม คุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปตัว แปรที่เป็นคุณลักษณะ (trait) มักจะมีโครงสร้างขององค์ประกอบในเชิงทฤษฎี บางทีจึงถูกเรียกว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีจึงนิยมใช้กับเครื่องมือวัด ตัวแปร คุณลักษณะ หรือตัวแปรแฝงที่มีการนิยามเชิงทฤษฎี เช่น เซวาร์ปัญญา เจตคติ ความเชื่อ ค่านิยม เซวาร์ อารมณ์ เป็นต้น โดยคุณลักษณะเหล่านี้สังเกตโดยตรงไม่ได้ จะสังเกตเฉพาะผลที่เกิดขึ้นเท่านั้น การ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี เช่น วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มรู้จัก (Comparing the scores of known groups) วิธีการ

เปรียบเทียบคะแนนจากการทดลอง (Comparing the scores from an experiment) วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นต้น

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้อง แม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)

2.6.2 ความยากและอำนาจจำแนก

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความหมาย ลักษณะ วิธีการของความยากและอำนาจจำแนก ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 138) กล่าวว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมาก ข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูก ไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 225) กล่าวว่า ความยากและอำนาจจำแนก หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คนปรากฏว่าตอบถูกเพียง 30 คนแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความระดับความยาก (p) เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก p จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย p จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่า p ระหว่าง 0.20-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ย ประมาณ 0.50 ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) หรืออำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination Power of The Items) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อสอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถ

ควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ตารางที่ 2.18 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

ความยาก (p)	ความหมาย	อำนาจจำแนก (D)	ความหมาย
0.80 - 1.00	ง่ายมาก	0.60 - 1.00	ดีมาก
0.60 - 0.79	ค่อนข้างง่าย	0.40 - 0.59	ดี
0.40 - 0.59	ปานกลาง	0.20 - 0.39	พอใช้
0.20 - 0.39	ค่อนข้างยาก	0.10 - 0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00 - 0.19	ยากมาก	0.00 - 0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวิจัยทางการศึกษา(น. 303), โดย ไพศาล วรรค์, 2560,มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

ส่วนเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวลวงนั้นควรมีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป

ไพศาล วรรค์ (2561, น. 298-311) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูกต้อง ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficult Index : p) สูง ถ้ามีจำนวน ผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสม จะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 เนื่องจากข้อสอบที่ยากเกินไป ($p < 0.20$) หรือง่ายเกินไป ($p > 0.80$) จะไม่สามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้สอบได้ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้น ต้องพิจารณาความรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ แต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่า การหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียน โดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้าง เนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่มเท่า ๆ กัน

คือ กลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers, 1970) ดังนี้

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

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีความยาก
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย คือ ถ้าค่าดัชนีความยากสูงหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกมาก แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้าค่าดัชนีความยากต่ำหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกน้อย แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือ ข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ นั่นก็หมายความว่าคนเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูกขณะที่คนอ่อนทำผิด เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบสอบถาม เทคนิคการหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีจำแนกตามลักษณะของเครื่องมือดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม มีหลายวิธี ได้แก่ เทคนิคร้อยละ 50 เทคนิคร้อยละ 27 การหาสหพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม และการหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial
2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ คือ ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน (Brennan's Index : B-Index) และดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index : S)
3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย ในกรณีของข้อสอบอัตนัย ค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers, 1970) ดังนี้

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

เมื่อ	D	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

สรุปได้ว่า ความยากข้อสอบเป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ส่วนอำนาจจำแนก เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นต้องตรวจสอบคุณภาพรายข้อในเรื่องค่าความยากและอำนาจจำแนก โดยทั่วไปข้อสอบ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนอำนาจจำแนกที่ดีต้องมีค่าเป็นบวก และมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.6.3 ความเชื่อมั่น

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเชื่อมั่น ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” ซึ่งหมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability นั้น หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดีสำหรับการใช้คำนั้นก็อาจใช้คำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่น ความเที่ยง

ไพศาล วรคำ (2561, น. 278-298) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบวัดจึงเป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดที่คงที่ในการวัดคุณลักษณะหนึ่งของคุณลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตาม ในอีกมุมหนึ่งแบบวัดที่มีความเชื่อมั่นแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ความเชื่อมั่นจึงมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (error variance) กล่าวคือ ถ้าแบบวัดมีความเชื่อมั่นสูง ความคลาดเคลื่อนของการวัด (error of measurement) จะต่ำ การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเริ่มพัฒนามาจากนิยาม คือ เป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ 1. การวัดความคงที่ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง 2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็น

คู่ขนาน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ 3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเริ่มพัฒนามาจากนิยามคือเป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิดคือ

- 1) การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลายๆ ครั้ง
- 2) การวัดความสมมูลกัน เป็นการวัดด้วยแบบวัดที่เป็นคู่ขนานกัน เพื่อหลีกเลี่ยง

การวัดซ้ำ

3) การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น การหาค่าความเชื่อมั่นจากมีหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach 's Alpha Coefficient Method) ครอนบาคได้เสนอสูตรสำหรับประมาณค่าความเชื่อมั่นตามแนวคิดแบ่งแบบสอบออกเป็น k ส่วน สำหรับใช้ในกรณีที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทั่วไป สามารถใช้ได้ทั้งแบบสอบที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 ให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือกำหนดคะแนนแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) หรือแม้แต่ข้อสอบอัตนัย ซึ่งเป็นที่รู้จักดีในชื่อสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach' s C Coefficient) มีสูตรดังนี้

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

k แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง เป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดที่คงที่ในการวัดคุณลักษณะหนึ่งของบุคคลหนึ่ง เมื่อคุณลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตามในอีกมุมหนึ่งแบบวัดที่มีความเชื่อมั่นแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอไว้ดังนี้

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554, น.11) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักรู้ในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน และเปรียบเทียบความตระหนักรู้ในการรู้คิดและการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบวัดความตระหนักรู้ และแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าสถิติ t - test ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.672) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .013) ความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .014) ความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทงเกียรติ พลไชยา (2556, น.8) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเชื่อ เมตาคอกนิชัน ความเข้าใจใจมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความเชื่อทางคณิตศาสตร์ เมตาคอกนิชัน ความเข้าใจใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อทางคณิตศาสตร์ เมตาคอกนิชัน ความเข้าใจใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย และ 3) ศึกษาลักษณะความเชื่อทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับเมตาคอกนิชัน ความเข้าใจใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัยที่มีความเชื่อทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย จำนวน 306 คนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 สำหรับศึกษาข้อมูลพื้นฐานกับหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จำนวน 306 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา จำนวน 4 คนผลการวิจัยพบว่า 1) ความเชื่อทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เมตาคอกนิชันอยู่ในระดับการปฏิบัติเป็นประจำเกือบทุกครั้ง นักเรียนมีความเข้าใจใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 2) ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อทางคณิตศาสตร์ เมตาคอกนิชัน ความเข้าใจใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกทุกตัว และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ลักษณะความเชื่อทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเชื่อระดับต่ำจะมีระดับการปฏิบัติเมตาคอกนิชันต่ำ มีความเข้าใจใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับการจัดกระทำ และมีความสามารถในการปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ ส่วนนักเรียนที่มีความเชื่อระดับสูงจะมีระดับการปฏิบัติเมตาคอกนิชันสูง มีความเข้าใจใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับการจัดกระทำ ระดับกระบวนการ ระดับโครงสร้าง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

เขาวพัทธ์ โมรราชภูร์ (2558, น.4) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่องจำนวนบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่องการบวกและการลบจำนวนนับที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน 3) ศึกษาเมตาคอก

นิชันของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน 4) ศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโคก ปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 แบบวัดเมตาคอกนิชันและแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐานใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1)กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันมีประสิทธิภาพ 87.20/79.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70 2)นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.013)นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน มีระดับเมตาคอกนิชันหลังเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด 4)นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันมีความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับมากที่สุด

เสาวลักษณ์ บุญจันทร์ (2558, น.9) ได้ทำการวิจัยเรื่องศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันและเพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง กฎของไซน์และโคไซน์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 รวมทั้งหมด 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ ที่ใช้การสอนโดยเน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และดัชนีประสิทธิผล ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่าดัชนีประสิทธิผลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ มีค่าเท่ากับ 0.6624 2) เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์อยู่ในระดับมาก

สุกัญญา แยมกลีบ, จักรกฤษณ์ สมพงษ์และอังคณา อ่อนธานี (2557, น.6) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลสาทรหลัก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 35 คน ได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้คือแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ และ แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วย มีประสิทธิภาพ 78.67/77.50, 76.82/76.25, 78.75/76.25 และ 78.75/75.00 ตามลำดับ และโดยภาพรวมมีประสิทธิภาพ 78.24/76.25 2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) นักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

สังวรณ์ รัตกระโทกและคณะ (2559, น.11) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินเมตาคอกนิชันของนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบและความตรงเชิงโครงสร้างของเมตาคอกนิชันเพื่อใช้ในการออกแบบการวัดและประเมินเมตาคอกนิชันของนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา 2) สร้างเครื่องมือวัดและประเมินเมตาคอกนิชันของนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา และ 3) ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินเมตาคอกนิชันนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 4,524 คน และมัธยมศึกษา จำนวน 5,497 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แบบวัดเมตาคอกนิชัน ทฤษฎี GAD 1 ฉบับ และแบบวัดตามทฤษฎีของ Schraw และ Dennison(1994) 2 ฉบับ คือฉบับสั้น 1 ฉบับ และฉบับยาว 1 ฉบับ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ การวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโมเดลการตอบข้อสอบสำหรับการตอบหลายค่า และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า 1) การวัดเมตาคอกนิชันมีความหลากหลาย นักวิจัยใช้โมเดลการวัดต่างกันและองค์ประกอบที่มีความสอดคล้องกันมาก 3 องค์ประกอบ คือ การวางแผน การกำกับตนเอง และการประเมินผลลัพธ์ โมเดลการวัดเมตาคอกนิชันที่นิยมใช้กันมาก คือ โมเดล GADและโมเดลการวัดเมตา

คอกนิชันของ Schraw และ Dennison (1994) 2) เครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยแบบวัด 3 ฉบับ คือ แบบวัดเมตาคอกนิชันด้วยโมเดล GAD และแบบวัดเมตาคอกนิชันตามโมเดลการวัดของ Schraw และ Dennison (1994) ซึ่งมีสองฉบับ คือ ฉบับสั้นสำหรับนักเรียนประถมศึกษา 1-2 และ ฉบับยาวสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 3) แบบวัดที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ ด้านความเที่ยง ความตรงเชิงลู่เข้า และความตรงตามเกณฑ์

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน จะทำให้นักมีระดับนักเรียนเมตาคอกนิชันหลังเรียนอยู่ใน ระดับที่สูงขึ้น นักเรียนสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบไปด้วย การวางแผน การกำกับ ตนเอง และการประเมินผลลัพธ์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Teo and Lee (2012, p. 2) ได้ศึกษาการตรวจสอบความตรงโดยวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยันของเครื่องมือวัดการตระหนักรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Awareness Inventory: MAI พัฒนาโดย Schraw and Dennison, 1994) ในประเทศอาเซียน ความสำคัญของการเมตาคอกนิชันที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างกว้างขวางโดยนักวิจัยจำนวนมาก ส่วน ใหญ่ของการศึกษาจะมุ่งเน้นไปที่วิธีการส่งเสริมให้เกิดเมตาคอกนิชันหรือการประเมินเมตาคอกนิชัน แม้จะมีความพยายามในการประเมินเมตาคอกนิชันรูปแบบและผลที่เกิดจากการศึกษาดังกล่าวก็ไม่ได้ ข้อสรุป วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการประเมินความตรงของ MAI ที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางโดย นักวิจัยหลายคนในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเอเชีย ผลการศึกษาพบว่าโมเดลสมมติฐาน 8 องค์ประกอบ ที่มีข้อคำถาม 52 ข้อของ MAI ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงให้เห็นถึง โมเดลที่ซับซ้อนขาดความเฉพาะเจาะจงและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับข้อคำถาม นอกจากนี้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจากข้อมูลที่ได้อีกก็ไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา การแปลความหมายอย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ในการศึกษา ครั้งนี้ได้ผู้วิจัยนำเสนอแบบสอบถามที่มีข้อคำถาม 21 ข้อและโมเดลมี 3 องค์ประกอบคือ ความรู้ใน เงื่อนไขการใช้เมตาคอกนิชัน (conditional knowledge: when to use) ความรู้ในกลยุทธ์เมตาคอก นิชัน (strategic knowledge : why use) และความรู้ในกระบวนการใช้เมตาคอกนิชัน (procedural knowledge : how to use) ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาคทั้ง 3 องค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.66-0.88 การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไปว่าควรมีการตรวจสอบความตรงเชิง โครงสร้างของเมตาคอกนิชันให้มีความเข้าใจมากขึ้น โดยออกแบบการวิจัยเป็นแบบตัดขวางหรือระยะ ยาวและใช้การวิเคราะห์ด้วยพหุมิติ

Ratebi (2013, p. 12) จากประเทศอิหร่านได้ศึกษา การใช้กลยุทธ์เมตาคอกนิชันในการเรียนการฟังเพื่อความเข้าใจของนักศึกษาสาขาภาษาอังกฤษ มหาวิทยาลัยอิหร่าน (Iranian) โดยเปรียบเทียบระหว่างผู้ฟังที่มีความสามารถในระดับสูงและผู้ฟังที่มีความสามารถในระดับต่ำ ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะการใช้กลยุทธ์เมตาคอกนิชันในการเรียนการฟังเพื่อความเข้าใจของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาปริญญาตรีสาขาภาษาอังกฤษ จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้คือข้อสอบ IELTS ในส่วนของการฟัง และแบบสอบถามการตระหนักถึงการใช้กลยุทธ์เมตาคอกนิชันในการฟัง (MALQ) ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหา (Problem-solving strategy) มากที่สุดและใช้ความรู้ส่วนบุคคล (person-knowledge strategy) น้อยที่สุดและพบว่าผู้ฟังที่มีความสามารถทางการฟังในระดับสูง ใช้กลยุทธ์เมตาคอกนิชันในการฟังสูงกว่าผู้ฟังในกลุ่มต่ำ ผู้วิจัยแนะนำให้ครูผู้สอนเห็นความสำคัญของกลยุทธ์เมตาคอกนิชันต่อการฟังและนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะนี้ต่อไป

Hoi Kwan Ning (2016, pp. 373-377) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบความแตกต่างในเมตาคอกนิชันของนักเรียน : การวิเคราะห์ปัจจัยร่วมกันโดยตรวจสอบความเป็นไปได้ของโครงสร้างปัจจัยที่แตกต่างกันของคลังความรู้ทางเมตาคอกนิชันเป็นตัวแทนของชั้นเรียนที่แตกต่างกันหรือประชากรย่อยของนักเรียน แบบจำลองปัจจัยร่วมกันเชิงสำรวจระบุนักเรียนสองกลุ่มที่แตกต่างกันซึ่งแตกต่างกันในการแสดงออกของเมตาคอกนิชันทั้งเชิงปริมาณ (เช่นระดับของเมตาคอกนิชันที่แตกต่างกัน) และเชิงคุณภาพ (เช่นโครงสร้างปัจจัยที่แตกต่างกันของเมตาคอกนิชัน) โดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีระดับต่ำกว่าของการยอมรับตัวตนจูเนียร์เป็นกลุ่มตัวอย่างของการวัดเมตาคอกนิชันแบบมิติเดียว ในขณะที่เมื่อเทียบกับเมตาคอกนิชันระดับสูง สะท้อนให้เห็นถึงการวัดสองมิติของการกำกับดูแลและความรู้ ผลการศึกษาเผยว่าผู้ที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่ำลงการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้เชิงลึกน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญและมีประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับคู่ที่มีเมตาคอกนิชันสูงกว่า

Farzad Radmehr and Michael Drak (2016, pp. 33-67) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองการประเมินสำหรับการสำรวจการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์: การใช้อนุกรมวิธานของบลูมที่ได้รับการแก้ไขและแง่มุมของเมตาคอกนิชัน โดยมีวิธีการที่สามารถใช้ในการทบทวนการสอนการเรียนรู้และการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับปริญญาตรี (หรือทั้งสองอย่าง) มีวิธีการนี้สามารถใช้เป็นตัวอย่างโดยการพิจารณากรณีของแคลคูลัสหนึ่ง วิธีนี้ใช้ Taxonomy (RBT) ของ Revised Bloom (Anderson et al, 2001, p. 45) ร่วมกับกรอบอภิปัญญาของ Efklides (Efklides, 2006, p. 20) เพื่อออกแบบคำถามเพื่อจัดการกับกระบวนการทางปัญญาและประเภทความรู้ RBT ที่แตกต่างกัน การใช้กรอบงานทั้งสองนี้สามารถช่วยพัฒนาคำถามที่กำหนดเป้าหมายการคิดของนักเรียนในวงกว้างและกระบวนการองค์ความรู้ที่หลากหลายรวมถึงแนวความคิด

ที่สร้างสรรค์ในการทำเช่นนี้วิธีการนี้อาจเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับคณะที่มองหาการปฏิรูปการส่งมอบและการประเมินคณิตศาสตร์

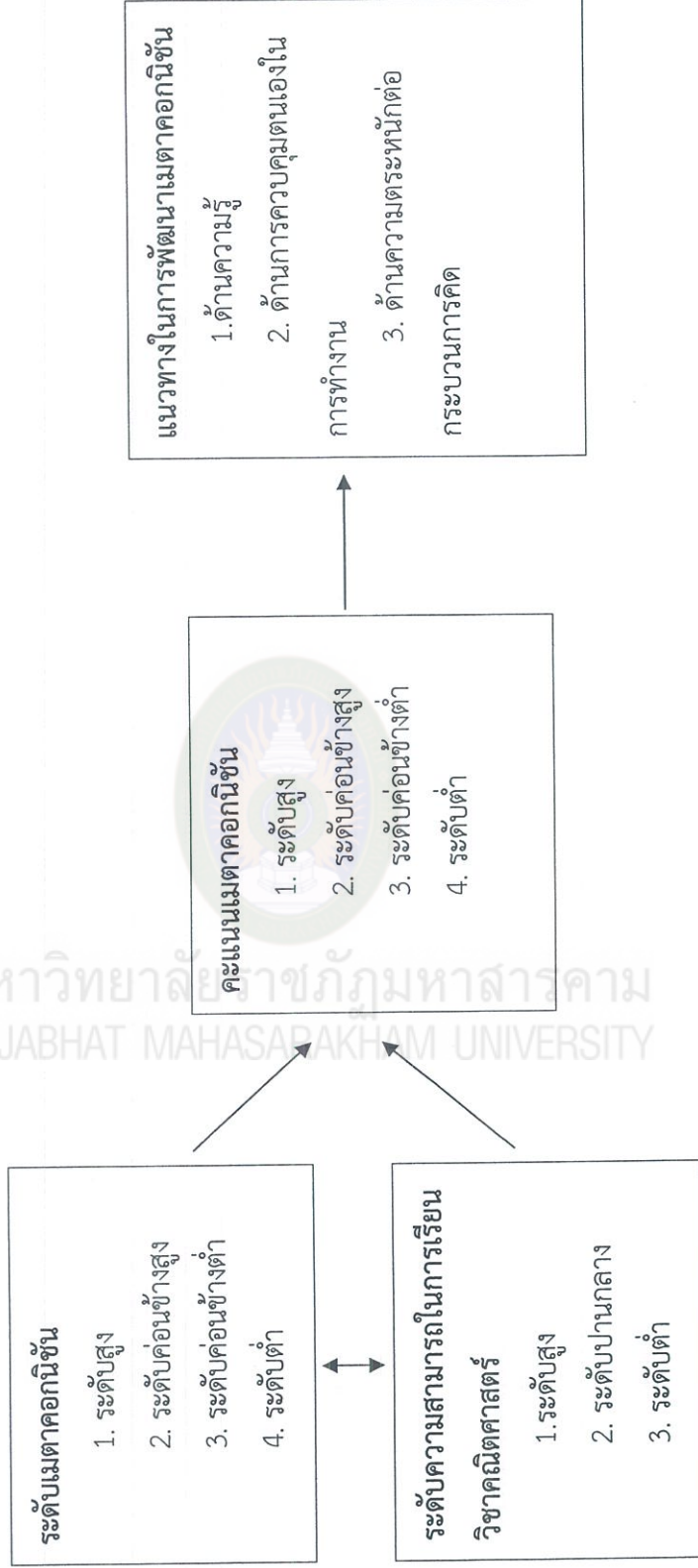
YingjieJianga, Lin Maab and Liang Gaoa (2016, pp. 403-413) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินเมตาคอกนิชันของครูในการสอน : รายการเมตาคอกนิชันของครู โดยเมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิชาชีพครู อย่างไรก็ตามการขาดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวัดเมตาคอกนิชันของครูได้ขัดขวางการวิจัยในพื้นที่ที่มีการศึกษาสองครั้งเพื่อพัฒนามาตราส่วนที่ โดยเมตาคอกนิชันของครู (TMI) ผลจากการศึกษา 1) กับครูโรงเรียนมัธยม 412 คน พบว่าโครงสร้าง 6 ปัจจัยมีความน่าเชื่อถือและความตรงตามมา 2) กับผู้เข้าร่วม 204 คนสนับสนุนโครงสร้างเปิดเผยเพิ่มเติมความถูกต้องที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ที่ยอมรับได้และความถูกต้องจำแนก การค้นพบทั้งหมดชี้ให้เห็นว่า TMI เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ในการประเมินอภิปัญญาของครูในการฝึกปฏิบัติทางการศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ต่างประเทศให้ความสำคัญในเรื่องเมตาคอกนิชันมาพัฒนาผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยเมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิชาชีพครู และเมตาคอกนิชันก็ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดต่อกระบวนการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการประยุกต์เมตาคอกนิชันเพื่อใช้พัฒนาทักษะการอ่านและเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศและวิจัยต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เมตาคอกนิชันมีความสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนเป็นอย่างมาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน จะทำให้นักมีระดับนักเรียนเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับที่สูง นักเรียนสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยที่นักเรียนสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบไปด้วย การวางแผน การกำกับตนเอง และการประเมินผลลัพธ์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.9 กรอบแนวคิด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาาระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 4ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 137คนซึ่งมีการจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 3 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 102 คน ซึ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณสูตรของ Taro Yamane (1973, p. 725) และดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จากจำนวนทั้งหมด 4 ห้อง โดยการสุ่มอย่างง่ายได้ จำนวน 3 ห้อง ซึ่งผู้วิจัยทำการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ Taro Yamaneดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3-1)$$

เมื่อ n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนประชากร (137 คน)

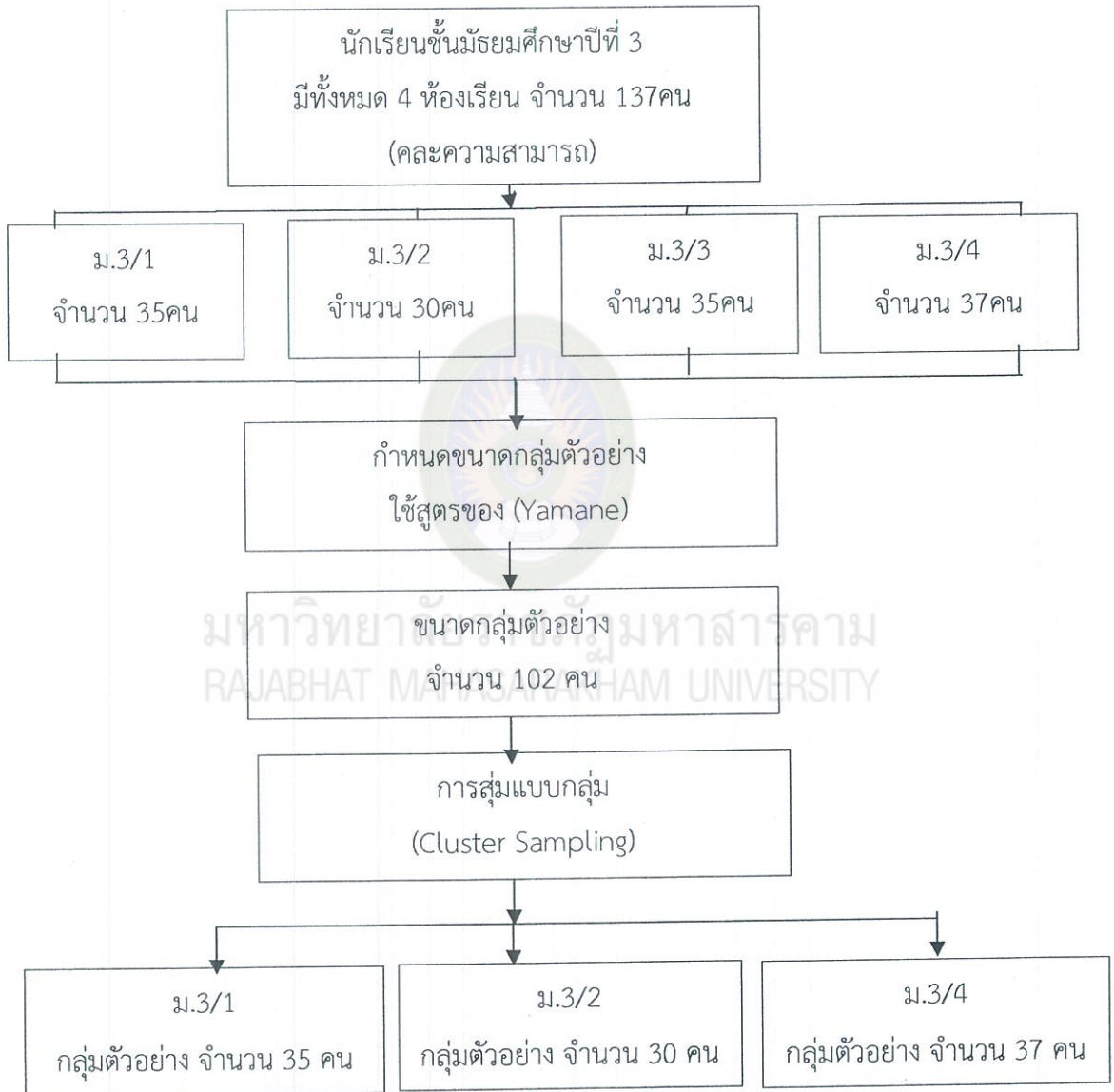
e แทน ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้เกิดขึ้น (0.05)

แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{137}{1 + 137(0.05)^2} = 102.048$$

จากการคำนวณสูตรได้กลุ่มตัวอย่าง $n = 102$ คน

โดยอธิบายขั้นตอนการหากกลุ่มตัวอย่าง ได้ดังแผนภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 3.2.1 แบบรายงานตนเอง
- 3.2.2 แบบทดสอบเมตาคอกนิชัน
- 3.2.3 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับโดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 แบบรายงานตนเอง

เป็นแบบรายงานตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบรายงานตนเองจากหนังสือ บทความ รายงานการวิจัยละเอียดเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3.1.2 สร้างแบบรายงานตนเองให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3.1.3 นำแบบรายงานตนเองที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์มีดังนี้

1) การสร้างแบบรายงานตนเองต้องใช้ภาษาที่เป็นทางการและชัดเจนในทุกข้อ

2) แบบรายงานตนเองบางข้อที่ข้อความนั้นยังไม่ชัดเจน ควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ข้อความชัดเจนยิ่งขึ้น

3.3.1.4 นำแบบรายงานตนเองที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

อาจารย์ ดร.อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์ ปร.ด. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญด้านเมตาคอกนิชัน

อาจารย์ ดร.นิตยา จันตะคุณ ปร.ด. (สถิติประยุกต์) อาจารย์ประจำ
สาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติ การวัดและประเมินผล

คุณครูมะลิวัลย์ ศรีบ้านชื่น กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบรายงานตนเองพร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสม
ด้านเมตาคอกนิชัน สถิติ การวัดและการประเมินผล และด้านคณิตศาสตร์ แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไป
ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

1) มีเพียงบางข้อที่ข้อความนั้นยังไม่ชัดเจน ควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้
ข้อความชัดเจนยิ่งขึ้นและควรออกแบบรายงานตนเองให้ครอบคลุมองค์ประกอบเมตาคอกนิชันทุก
ด้าน

2) โดยรวมข้อสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย แต่ในบางข้อความยังไม่
สอดคล้องกับการที่ใช้ตรวจสอบเมตาคอกนิชัน

3.3.1.5 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item
– Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.1.6 นำผลการประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความ
สอดคล้อง IOC และเลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5ขึ้นไป (ไพศาลวรคำ, 2561, น. 269 - 270)
เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

3.3.1.7 นำแบบรายงานตนเองที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลอง
ใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ที่ไม่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 36 คน

3.3.1.8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นรายชื่อของแบบประเมิน
แบบรายงานตนเอง (ไพศาล วรคำ, 2561, น.309)แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่
0.2 – 1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบรายข้อมีค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ซึ่ง
อยู่ระหว่าง 0.26 – 0.91 อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้ ซึ่งเลือกมาใช้จริง 20 ข้อ

3.3.1.9 นำแบบรายงานตนเองมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบ
รายงานตนเองโดยใช้สัมประสิทธิ์และแอลฟาของครอนบัก ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 282) ได้ค่า

ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไปจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ผล การวิเคราะห์ปรากฏว่า แบบรายงานตนเองมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

3.3.1.10 นำแบบรายงานตนเองไปดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 แบบทดสอบเมตาคอกนิชัน

3.3.2.1 ศึกษาค้นคว้าหนังสือบทความและงานวิจัยเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมตามกรอบความรู้เรื่องเมตาคอกนิชัน

3.3.2.2 ศึกษาเนื้อหามาตรฐาน/ตัวชี้วัดวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

3.3.2.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน

3.3.2.4 ศึกษาหลักการวิธีการสร้างและการหาคคุณภาพแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน

3.3.2.5 สร้างแบบทดสอบเมตาคอกนิชันเป็นแบบอัตนัย จำนวน 11 ข้อ

3.3.2.6 นำแบบทดสอบเมตาคอกนิชันที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์มีดังนี้

1) การออกแบบทดสอบเมตาคอกนิชันนั้นต้องให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับองค์ประกอบเมตาคอกนิชันทั้ง 3 ด้าน

2) มี 1 ข้อที่เป็นโจทย์ปัญหาที่สามารถวัดความตระหนักต่อกระบวนการคิดได้โดยเฉพาะ

3.3.2.7 นำแบบทดสอบเมตาคอกนิชันที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 3 ท่านเพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบทดสอบเมตาคอกนิชันแล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

1) มีเพียงบางข้อที่โจทย์ยังไม่ชัดเจน ควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้โจทย์ชัดเจนยิ่งขึ้นและควรออกข้อสอบให้ครอบคลุมองค์ประกอบเมตาคอกนิชันทุกด้าน

2) โดยรวมข้อสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย แต่การแทนสัญลักษณ์ทางสถิติที่แสดงการหาค่าคำตอบไม่ถูกต้อง ควรจะปรับปรุงแก้ไขสัญลักษณ์ทางสถิติให้ถูกต้องเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย

3.3.2.8 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.2.9 นำผลการประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC โดยดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการหาคุณภาพของแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และเลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ไพศาลวรคำ, 2561, น. 269 - 270) เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

3.3.2.10 นำแบบทดสอบที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 36 คน ที่ไม่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบ และความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.2.11 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นรายข้อตามสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 292-293) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2 - 1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบรายข้อมีความยากที่อยู่ในเกณฑ์มีซึ่งอยู่ระหว่าง 0.51 - 0.64 และมีค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.33 - 0.55 ซึ่งเลือกมาใช้จริง 9 ข้อ

3.3.2.10 นำแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน โดยใช้สัมประสิทธิ์และแอลฟาของครอนบัก ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 282) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไป จะถือว่าข้อสอบใช้ได้ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

3.3.2.11 นำแบบทดสอบเมตาคอกนิชันที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว จำนวน 9 ข้อ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.3.3.1 ศึกษาหลักการวิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.3.3.2 กำหนดประเด็นหลักและประเด็นย่อยของการสัมภาษณ์พร้อมทั้งกำหนดกรอบของคำถามในแต่ละประเด็นสำหรับการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพื่อจะได้ทราบถึงเมตาคอกนิชัน

3.3.3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3.3.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมขอเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์มีดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างต้องมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน เพื่อประเมินในความเข้าใจในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง

2) การสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างต้องสร้างแบบสัมภาษณ์ให้สอดคล้องและมีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน

3.3.3.5 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 3 ท่านเพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างต้องให้ครอบคลุม ควรสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และสอบถามเชิงลึกในด้านการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง

2) การสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างต้องคำนึงถึงแบบทดสอบเมตาคอกนิชันเป็นสำคัญ แบบสัมภาษณ์ควรชัดเจนในแต่ละด้านของเมตาคอกนิชัน

3.3.3.6 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ปรับปรุงและคัดเลือกแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ความเห็นชอบอีกครั้ง

3.3.3.7 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์นักเรียนระดับละ 5 คน ตามระดับเมตาคอกนิชัน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลของการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิจัย จากสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และติดต่อกับฝ่ายวิชาการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย

3.4.2 ประสานงานกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 102 คน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย กำหนดวัน เวลา ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.3 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบรายงานตนเอง

3.4.4 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน

3.4.5 ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างโดยสุ่มนักเรียนจากแต่ละด้านของเมตาคอกนิชันรวมจำนวนทั้งหมด 15 คน ซึ่งแบ่งเป็น ด้านความรู้ จำนวน 5 คน

ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน จำนวน 5 คน และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดจำนวน 5 คน ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อหาแนวคิดในการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบเมตาคognitionชั้นของนักเรียน

3.4.6 สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อหาข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาเมตาคognitionชั้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.4.7 ทำการรวบรวมข้อมูลและนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ โดยแบบรายงานตนเอง ใช้เกณฑ์ให้คะแนนแบบรายงานตนเองของ สสวท. (2555, น. 223) ดังตารางที่ 3.1 และแปลผลคะแนนโดยใช้เกณฑ์แปลความหมายค่าเฉลี่ยของ สสวท. (2555, น. 223) ดังตารางที่ 3.2 วิเคราะห์แบบทดสอบเมตาคognitionชั้น ใช้เกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบเมตาคognitionชั้นของ สสวท. (2555, น. 242) ดังตารางที่ 3.3-3.5 และแบ่งกลุ่มตามคะแนนแบบทดสอบเมตาคognitionชั้นของนักเรียนออกเป็นสูง ค่อนข้างสูง ค่อนข้างต่ำ และต่ำ โดยใช้เกณฑ์ในการแปลผลระดับเมตาคognitionชั้นในรูปของคะแนน T ปกติ (Normalized T- Score) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 242) ดังตารางที่ 3.6 จากนั้นวิเคราะห์ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยแบ่งกลุ่มความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกเป็นสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้เกณฑ์ในการแปลผลคะแนนความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในรูปของคะแนน T ปกติ (Normalized T- Score) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 242) ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบรายงานตนเอง

ความถี่ของการปฏิบัติ	ข้อความเชิงบวก (คะแนน)	ข้อความเชิงลบ(คะแนน)
ไม่เคย/นานๆครั้ง	1	4
บางครั้ง	2	3
บ่อยครั้ง	3	2
ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	4	1

หมายเหตุ.ปรับปรุงจาก การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์(หน้า 223), โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555, กรุงเทพฯ : บริษัท วี.พี.พี. (1991) จำกัด.

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ในการแปลผลความหมายค่าเฉลี่ยเมตาคอกนิชันของผู้เรียน

ช่วงของค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
3.50 – 4.00	ปฏิบัติตามข้อความนั้นเป็นทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง
2.50 – 3.49	ปฏิบัติตามข้อความนั้นเป็นบางครั้ง
1.50 – 2.49	ปฏิบัติตามข้อความนั้นเป็นบ่อยครั้ง
1.00 – 1.49	ไม่เคยปฏิบัติตามข้อความนั้นเลย/ปฏิบัติตามข้อความนั้นนาน ๆ ครั้ง

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ (หน้า 224), โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท), 2555, กรุงเทพฯ : บริษัท วี.พรินท์ (1991) จำกัด.

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความรู้ของผู้เรียน

ระดับคะแนน	ด้านความรู้
2	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้
1	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
0	ไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ (หน้า 223), โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555, กรุงเทพฯ : บริษัท วี.พรินท์ (1991) จำกัด.

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองในการทำงานของผู้เรียน

ระดับคะแนน	การวางแผน	การควบคุม	การประเมิน
3	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง	คำตอบถูกต้องมีการแสดงวิธีหาคำตอบตามขั้นตอน	แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างละเอียดครบถ้วน
2	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง	คำตอบไม่ถูกต้องมีร่องรอยของการแก้ไขคำตอบ	การตรวจสอบคำตอบได้บางส่วนขั้นตอนมีร่องรอยตรวจสอบ
1	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนไม่ครบถ้วน	คำตอบไม่ถูกต้องมีร่องรอยการแก้ไขวิธีการหาคำตอบบางส่วน	วิธีการตรวจสอบไม่ถูกต้อง แต่มีร่องรอยการตรวจสอบ
0	ไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้	คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องและไม่มีร่องรอยของการหาคำตอบ	ไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ (หน้า 223), โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555, กรุงเทพฯ : บริษัท วี.พรินท์ (1991) จำกัด.

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดของผู้เรียน

ระดับคะแนน	การสนับสนุนความคิดที่ถูกต้องของตนเอง
2	<p><u>กรณีที่ 1</u> ตอบว่าตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงเหตุผลถึงการมีความตระหนักต่อกระบวนการคิด เช่น แสดงวิธีการตรวจสอบได้ถูกต้องชัดเจนหรือตรวจสอบอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในคำตอบของตนเอง</p> <p><u>กรณีที่ 2</u> ตอบว่าไม่ตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงถึงเหตุผลที่สมเหตุสมผลในการสนับสนุนความคิดหรือวิธีการของตนเอง เช่น ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เพราะมั่นใจในคำตอบของตนเอง (แต่คำตอบของนักเรียนต้องถูกต้อง จึงจะถือว่านักเรียนคนนี้มี ความตระหนักต่อกระบวนการคิด นั่นคือการไม่ตรวจสอบอีกครั้งต้องสอดคล้องกับความมั่นใจของคำตอบที่นักเรียนได้)</p>
1	แสดงความคิดเห็นบางส่วน แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่สอดคล้องกับข้อคำถามที่สนับสนุนความคิดที่ถูกต้องของตนเอง
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม
ระดับคะแนน	การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง
2	ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งวิธีการนั้นแตกต่างจากวิธีการของตนเอง เช่น ยอมรับฟังวิธีการในการหาคำตอบด้วยวิธีการอื่น ถึงแม้ว่าวิธีการของตนเองจะถูกต้องแล้ว แต่ก็ยอมรับฟังฟังวิธีการอื่นของคนอื่น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการในการหาคำตอบของตนเองให้ดีขึ้น
1	ไม่ยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้องเพราะมั่นใจในวิธีการของตนเองว่าเป็นวิธีคิดที่ดีที่สุดแล้ว
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม
ระดับคะแนน	การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด
2	<u>กรณีที่ 1</u> ตอบว่าตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงเหตุผลถึงการมีความตระหนักต่อกระบวนการคิด เช่น การอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด เพื่อตรวจสอบวิธีการของตนเองว่ามีความผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

(ต่อ)

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

	กรณีที่ 2 ตอบว่าไม่ตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงถึงเหตุผลที่สมเหตุสมผลในการสนับสนุนความคิดหรือวิธีการของตนเอง เช่น ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เพราะมั่นใจในวิธีการของตนเอง (แต่วิธีการและคำตอบของนักเรียนต้องถูกต้อง จึงจะถือว่านักเรียนคนนี้มีคะแนนที่สะท้อนต่อกระบวนการคิด นั่นคือการไม่ตรวจสอบอีกครั้งต้องสอดคล้องกับความมั่นใจของคำตอบที่นักเรียนได้)
1	ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เนื่องจากมั่นใจในวิธีการของตนเองถึงแม้วิธีการของตนเองจะผิดพลาด ไม่ยอมรับในความผิดพลาดของวิธีการคิดตนเอง และไม่แก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์(หน้า 223), โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555, กรุงเทพฯ : บริษัท วี.พรีนท์ (1991) จำกัด.

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การแปลผลระดับเมตาคognitionชั้นของผู้เรียน

คะแนน T ปกติ	ความหมายระดับเมตาคognitionชั้นของผู้เรียน
ตั้งแต่ T 62 ขึ้นไป	สูง
ตั้งแต่ T 51 – T 61	ค่อนข้างสูง
ตั้งแต่ T 40 – T 50	ค่อนข้างต่ำ
ตั้งแต่ T 39 ลงมา	ต่ำ

หมายเหตุ.ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา (น.242), โดยสมนึก ภัททิยธนี, 2553, กทม. : ประสานการพิมพ์.

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การแปลผลความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คะแนน T ปกติ	ความหมายความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ตั้งแต่ T 58 ขึ้นไป	สูง
ตั้งแต่ T 44 – T 57	ปานกลาง
ตั้งแต่ T 43 ลงมา	ต่ำ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา (น.242), โดยสมนึก ภัททิยธนี, 2553, กทม. : ประสานการพิมพ์.

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลของระดับเมตาคอกนิชัน โดยวิเคราะห์แบบรายงานตนเองโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) วิเคราะห์แบบทดสอบเมตาคอกนิชัน โดยใช้ความถี่ ร้อยละแล้วนำเสนอด้วยการวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการพรรณนาวิเคราะห์ (Analytic Description)

3.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลของการเปรียบเทียบระดับเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (Two - Way ANOVA)

3.5.3 วิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง และการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติพื้นฐานได้แก่

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) หาได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 261)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N} \quad (3-2)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูล

N แทน จำนวนของข้อมูล

3.6.1.2 ร้อยละ (Percentage) (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 51-57)

$$P = \frac{f_i}{N} \times 100 \quad (3-3)$$

เมื่อ P แทน ร้อยละใดๆที่ต้องการหา

f_i แทน จำนวนใดๆ ที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) หาได้จาก (ไพศาล วรรค้ำ, 2561, น. 325)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3-4)$$

เมื่อ	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	x_i	แทน	คะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.6.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบรายงานตนเองและแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2527, น.117)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{N} \quad (3-5)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	R_i	แทน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum_{i=1}^n R_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน โดยคำนวณจากสูตรของ วิทเนย์และซาเบอร์ส (ล้วนสายยศและอังคณาสายยศ, 2539, น. 199 - 200)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-6)$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ

S_L	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมินแบบรายงานตนเอง (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 309) ดังนี้

$$r_{XY'} = \frac{n \sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y'^2 - (\sum Y')^2]}} \quad (3-7)$$

เมื่อ	$r_{XY'}$	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อความ
	X	แทน	คะแนนของข้อความข้อนั้น
	Y	แทน	คะแนนรวมจากข้อคำถามทั้งหมด
	Y'	แทน	คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนี้้นออกแล้ว
	n	แทน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

3.6.2.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (ล้วนสายยศ และอังคณาสายยศ, 2539, น. 199 - 201)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-8)$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

3.6.2.5 การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบรายงานตนเองและแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน ซึ่งใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของ Cronbach ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554, น.282)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (3-9)$$

- เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 s_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบในแต่ละข้อ
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.6.2.6 ความแปรปรวน 2 ทาง (Two-way ANOVA) หาได้จาก (กัลยาพานิชย์ บัญชา, 2550, น. 147)

$$SST = \sum \sum \sum X_{ijk}^2 - CM \quad (3-10)$$

โดยที่

$$CM = \frac{(\sum \sum \sum X_{ijk}^2)}{n} = \frac{T^2}{n}$$

$$SSA = \sum_{i=1}^a \frac{A_i^2}{bm} - CM = \sum_{i=1}^a (\bar{A}_i - \bar{X})^2$$

$$SSA = \sum_{i=1}^a \frac{A_i^2}{bm} - CM = \sum_{i=1}^a (\bar{A}_i - \bar{X})^2$$

$$SSB = \sum_{j=1}^b \frac{b_j^2}{am} - CM = \sum_{j=1}^b (\bar{B}_j - \bar{X})^2$$

$$SSAB = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{(AB)_{ij}^2}{m} - CM - SSA - SSB$$

$$MSA = \frac{SSA}{a-1}$$

$$MSB = \frac{SSB}{b-1}$$

$$MSAB = \frac{SSAB}{(a-1)(b-1)}$$

$$MSE = \frac{SSE}{ab(m-1)}$$

$$SSE = SST - SSA - SSB - SSAB$$

- เมื่อ SST แทน ความผันแปรทั้งหมดของตัวแปรตาม
 SSA แทน ความผันแปรทั้งหมดที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัย A
 SSB แทน ความผันแปรทั้งหมดที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัย B
 SSAB แทน ความผันแปรทั้งหมดที่เกิดจากอิทธิพลร่วมของปัจจัย A และ B
 SSE แทน ความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.6.2.7 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons) โดยใช้วิธีของฟิชเชอร์ (Fisher's Last Significant Difference, LSD) กรณีที่ทรีทเมนต์แต่ละกลุ่มมีขนาดตัวอย่างเท่ากัน (ซีซวาล เรื่องประพันธ์, 2553, น. 120)

ถ้าจำนวนซ้ำเท่ากันทุกทรีทเมนต์ คือ $n_1 = n_2 = \dots = n_a = n$

สถิติทดสอบคือ

$$t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{\frac{2MSE}{n}} \quad (3-11)$$

การทดสอบค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยทำได้โดยการใช้ ค่าวิกฤต LSD มาเปรียบเทียบกับ
ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์คู่ใด ๆ ถ้า $|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > \text{LSD}$ เราจะสรุปว่า
ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของประชากร μ_i และ μ_j แตกต่างกัน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ระบุสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาดังต่อไปนี้

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean)
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)
F	แทน	ค่าสถิติเอฟ
p-value	แทน	ค่าระดับนัยสำคัญที่ระบุว่า จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก
SS	แทน	ผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Squares)
df	แทน	ค่าที่วัดความเป็นองศาอิสระของการแปรผัน (Degree of freedom)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง (Mean of Squares)

4.2 ลำดับชั้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาการ

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

4.2.3 ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนามेतาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร การเปรียบเทียบระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่มี
ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันและศึกษาแนวทางในการพัฒนามेतาคอกนิชันของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3.1 ผลการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยาง
ตลาดวิทยาคาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน
ยางตลาดวิทยาคาร จากการตรวจแบบรายงานตนเองโดยพิจารณาเป็นรายชื่อของค่าเฉลี่ย ส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน ตรวจแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน โดยพิจารณาตามองค์ประกอบรายด้านของเม
ตาคอกนิชันซึ่งประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน และด้านความ
ตระหนักต่อกระบวนการคิด เพื่อจำแนกระดับเมตาคอกนิชันในแต่ละด้าน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

คะแนนภาพรวมระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทำแบบ
รายงานตนเองพิจารณาเป็นรายชื่อดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ภาพรวมระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนจากแบบรายงานตนเอง จำแนกเป็นรายข้อ

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปล ความหมาย
1. ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้งก่อนส่งเพื่อให้ แน่ใจว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องครบถ้วน	3.14	1.00	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
2. ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อที่จะทบทวนความเข้าใจในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.94	0.92	ปฏิบัติบ่อยครั้ง

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปล ความหมาย
3. ในขณะที่ฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนแสดงลำดับการคิด ก่อนที่จะแสดงวิธีการคิดคำนวณจริงลงไป	2.78	1.02	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
4. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะแบ่งข้อความจากโจทย์ออกเป็นส่วนๆ	2.85	1.08	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
5. ฉันอ่านเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปเรื่อยๆ โดยไม่เน้นคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.79	1.04	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
6. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันอ่านโจทย์ให้เข้าใจแล้วเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะกลับมาทำภายหลัง	3.30	0.89	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
7. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะตั้งคำถามเตือนตนเองอยู่เสมอว่าดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามเป้าหมาย	2.96	1.06	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
8. ฉันจะจดบันทึกสิ่งที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป	2.61	1.13	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
9. ถ้าฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสร็จแล้วแต่ไม่ถูกต้องฉันจะรู้สึกเฉยๆ เพราะรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยแล้วค่อยส่งใหม่	2.63	1.18	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
10. หากฉันทำแบบฝึกหัดแล้วข้อใดผิด ฉันจะข้ามไปทำข้ออื่นแล้วรอให้ครูเฉลยในข้อที่ฉันทำผิดนั้น	2.76	1.12	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
11. ฉันจะทบทวนบทเรียนทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนสอบ	2.47	1.12	ปฏิบัติบางครั้ง
12. ฉันจะหาแบบฝึกหัดมาทำเพิ่มเติมเพื่อเตรียมตัวในการเรียนเรื่องใหม่ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ	2.47	2.10	ปฏิบัติบางครั้ง
13. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉันพยายามคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายวิธี	2.61	1.14	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
14. ฉันสามารถจดจำข้อมูลต่างๆได้ดี	2.59	0.97	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
15. ฉันขอให้คนอื่นช่วย เมื่อไม่เข้าใจเรื่องที่เรียน	2.85	1.11	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
16. ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามคิดหาตัวอย่างที่เป็นของตัวเองเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น	2.65	1.12	ปฏิบัติบ่อยครั้ง

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปล ความหมาย
18. ฉันตั้งความหวังว่าจะเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้เกรดดีขึ้น และจะให้รางวัลกับตนเอง	2.71	1.11	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
19. เมื่อฉันทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะเข้าไปปรึกษาคุณครูทันที ไม่ปล่อยให้ค้างคา	2.59	1.05	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
20. ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมา มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้	2.39	0.98	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
รวม	2.75	1.11	ปฏิบัติบ่อยครั้ง

จากตารางที่ 4.1 พบว่าแบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมจากแบบรายงานตนเอง นักเรียนมีการปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.11 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันอ่านโจทย์ให้เข้าใจแล้วเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะกลับมาทำภายหลังมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.89 รองลงมาคือฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้งก่อนส่งเพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องครบถ้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.14 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.00 และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมา มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.39 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.98

คะแนนเมตาคอกนิชันจากแบบรายงานตนเอง เพื่อที่จะนำไปใช้ทดสอบสมมุติฐานของงานวิจัย ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนเมตาคอกนิชัน จากแบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคอกนิชัน

คะแนนเมตาคอกนิชัน	ความถี่	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.
สูง	18	17.65	70.12	3.99
ค่อนข้างสูง	48	47.06	59.25	5.08
ค่อนข้างต่ำ	32	31.37	42.22	4.71
ต่ำ	4	3.92	28.25	1.50

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนเมตาคอกนิชันระดับสูงมีจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 17.65 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.99 คะแนนเมตาคอกนิชันระดับค่อนข้างสูงมีจำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 47.06 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.08 คะแนนเมตาคอกนิชันระดับค่อนข้างต่ำ มีจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 31.37 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.71 และคะแนนเมตาคอกนิชันระดับต่ำ มีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 3.92 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.50

คะแนนภาพรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันโดยประกอบด้วยด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเองในการทำงานและความตระหนักต่อกระบวนการคิดของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเมตาคอกนิชันดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ภาพรวมความถี่และร้อยละระดับเมตาคอกนิชัน จากแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

องค์ประกอบเมตาคอกนิชัน	ระดับเมตาคอกนิชัน	ความถี่	ร้อยละ
ด้านความรู้	สูง	4	3.92
	ค่อนข้างสูง	46	45.10
	ค่อนข้างต่ำ	26	25.49
ด้านการควบคุมตนเอง	ต่ำ	26	25.49
	สูง	29	28.43
	ค่อนข้างสูง	32	31.37
	ค่อนข้างต่ำ	38	37.25
ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด	ต่ำ	3	2.94
	สูง	14	13.73
	ค่อนข้างสูง	33	32.35
	ค่อนข้างต่ำ	38	37.25
	ต่ำ	17	16.67

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร แบ่งตามระดับเมตาคอกนิชันได้ 4 ระดับ ได้แก่ระดับสูง ระดับค่อนข้างสูง ระดับค่อนข้างต่ำ และระดับต่ำ เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน ด้านความรู้ได้แก่ระดับสูง

จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 3.92 ระดับค่อนข้างสูง จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 45.10 ระดับค่อนข้างต่ำ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 25.49 ระดับต่ำ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 25.49 ด้านการควบคุมตนเองในการทำงานได้แก่ ระดับสูง จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 28.43 ระดับค่อนข้างสูง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 31.37 ระดับค่อนข้างต่ำ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 37.25 ระดับต่ำ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 2.94 และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดได้แก่ ระดับสูง จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 13.73 ระดับค่อนข้างสูง จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 32.35 ระดับค่อนข้างต่ำ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 37.25 ระดับต่ำ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67

คะแนนภาพรวมระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเมตาคognitionชั้นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ภาพรวมความถี่และร้อยละของระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบเมตาคognitionชั้น

ระดับเมตาคognitionชั้น	ความถี่	ร้อยละ
สูง	22	21.57
ค่อนข้างสูง	23	22.55
ค่อนข้างต่ำ	40	39.22
ต่ำ	17	16.67

จากตารางที่ 4.4พบว่าในการทำแบบทดสอบเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งตามระดับเมตาคognitionชั้นได้ 4 ระดับ คือ ระดับเมตาคognitionชั้นสูง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 21.57 ระดับเมตาคognitionชั้นค่อนข้างสูง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 22.55 ระดับเมตาคognitionชั้นค่อนข้างต่ำจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 39.22และระดับเมตาคognitionชั้นต่ำ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67

สรุปได้ว่า นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.39 คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.08คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.71และคะแนนระดับต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.50 เมื่อพิจารณาระดับเมตาคognitionชั้นตามองค์ประกอบเมตาคognitionชั้นซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ระดับเมตาคognitionชั้นด้านความรู้ระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 3.92 ระดับค่อนข้างสูงคิด

เป็นร้อยละ 45.10 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 25.49 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 25.49 ระดับเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 28.43 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 31.37 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 37.25 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 2.94 และระดับเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 13.73 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 32.35 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 37.25 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 16.67

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 และเปรียบเทียบระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two – way ANOVA) จากระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน เพื่อตอบสนองมติฐานงานวิจัย และดำเนินการวิเคราะห์การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons) โดยใช้วิธีของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference, LSD) เพื่อแสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชัน ซึ่งจำแนกตามระดับเมตาคอกนิชัน และจำแนกตามความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ภาพรวมความถี่และร้อยละของความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
สูง	28	27.45
ปานกลาง	42	41.16
ต่ำ	32	31.39

จากตารางที่ 4.5พบว่าความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งได้ 3 ระดับ คือ ระดับสูง จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 27.45 ระดับปานกลาง จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 41.16และระดับต่ำ จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 31.39

ผลการศึกษาคะแนนความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เทียบกับระดับเมตาคอกนิชัน จากแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน เพื่อหาปฏิสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ภาพรวมความถี่และร้อยละของคะแนนความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เทียบกับระดับเมตาคอกนิชัน จากแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน เพื่อหาปฏิสัมพันธ์

ระดับเมตาคอกนิชัน	ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์					
	สูง		ปานกลาง		ต่ำ	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
สูง	17	60.71	2	4.76	0	0
ค่อนข้างสูง	8	28.57	12	28.57	1	3.13
ค่อนข้างต่ำ	3	10.71	23	54.76	14	43.75
ต่ำ	0	0	5	11.90	17	53.13

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีระดับเมตาคอกนิชันสูง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 60.71 ระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 28.57 ระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างต่ำ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10.71ไม่มีระดับเมตาคอกนิชันต่ำ นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีระดับเมตาคอกนิชันสูง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.76 ระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 28.57 ระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างต่ำ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 54.76 ระดับเมตาคอกนิชันต่ำ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 11.90 นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13 ระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างต่ำ จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 43.75 ระดับเมตาคอกนิชันต่ำ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 53.13

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง(2 – WAY ANOVA)

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง 2 – WAY ANOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	206.705	2	103.353	1.712	.017
ระดับเมตาคognitionชั้น	1226.832	3	408.944	2.818	.043
ความสามารถในคณิตศาสตร์ * ระดับเมตาคognitionชั้น	129.385	4	32.346	1.090	.036
ความคลาดเคลื่อน	13353.035	92			
รวม	19979.343	101			

หมายเหตุ a. R Squared = .903 (Adjusted R Squared = .894)

สมมติฐานของการวิจัย

2.1 การทดสอบปฏิสัมพันธ์ของระดับเมตาคognitionชั้นที่มีต่อคะแนนเมตาคognitionชั้น

H_0 : คะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนทุกระดับเมตาคognitionชั้นไม่แตกต่างกัน

H_1 : คะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนทุกระดับเมตาคognitionชั้นแตกต่างกัน

จากตารางที่ 4.7พบว่า ได้ค่าสถิติทดสอบ $F = 2.818$ ค่า $p\text{-value} = .043$ ในที่นี้กำหนด $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_1 นั่นคือคะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนทุกระดับเมตาคognitionชั้นแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.2 การทดสอบปฏิสัมพันธ์ของความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อคะแนนเมตาคognitionชั้น

H_0 : คะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

H_1 : คะแนนเมตาคognitionชั้นเฉลี่ยของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกัน

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ได้ค่าสถิติทดสอบ $F = 1.712$ ค่า $p\text{-value} = .017$ ในที่นี้กำหนด $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_1 นั่นคือคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยของนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง ต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .05

2.3 การทดสอบปฏิสัมพันธ์ร่วมของระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน

H_0 : ระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน

H_1 : ระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ได้ค่าสถิติทดสอบ $F = 1.090$ ค่า $p\text{-value} = .036$ ในที่นี้กำหนด $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 หรือยอมรับ H_1 นั่นคือระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนเมตาคอกนิชันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชัน จำแนกตามระดับเมตาคอกนิชัน โดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons) ใช้วิธีของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference, LSD) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชัน จำแนกตามระดับเมตาคอกนิชัน

ระดับเมตาคอกนิชัน	\bar{X}	กลุ่มสูง	กลุ่มค่อนข้างสูง	กลุ่มค่อนข้างต่ำ	กลุ่มต่ำ
กลุ่มสูง	65	-	2.8446*	12.1184*	20.8230*
กลุ่มค่อนข้างสูง	55	-	-	9.2738*	17.9874*
กลุ่มค่อนข้างต่ำ	44	-	-	-	8.7045*
กลุ่มต่ำ	38	-	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.8 พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันสูง มีคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง ค่อนข้างต่ำและต่ำ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง มีคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างต่ำและต่ำ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างต่ำ มีคะแนน

เมตาคอกนิจันเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิจันต่ำ ที่ระดับนัยสำคัญ .05สรุปได้ว่าทุก ระดับเมตาคอกนิจันมีคะแนนเมตาคอกนิจันเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิจัน จำแนกตามความสามารถในการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparisons) ใช้วิธีของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference, LSD) ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิจัน จำแนกตาม ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ความสามารถในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์	\bar{X}	กลุ่มสูง	กลุ่มปานกลาง	กลุ่มต่ำ
กลุ่มสูง	59.89	-	12.8929*	21.2500*
กลุ่มปานกลาง	49.80	-	-	8.3571*
กลุ่มต่ำ	37.40	-	-	-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.9 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีคะแนน เมตาคอกนิจันเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง มีคะแนน เมตาคอกนิจันเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ระดับนัยสำคัญ .05สรุปได้ว่าทุกระดับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเมตาคอกนิจันเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

สรุปได้ว่า ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งได้ 3 ระดับ คือ ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 27.45 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 41.16 และระดับต่ำ คิด เป็นร้อยละ 31.39 ปฏิสัมพันธ์ของคะแนนความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับระดับเม ตาคอกนิจัน นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีระดับเมตาคอกนิจันสูง คิด เป็นร้อยละ 60.71 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 28.57 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 10.71 และไม่มีระดับต่ำ นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีระดับเมตาคอกนิจันสูง คิดเป็นร้อยละ 4.76 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 28.57 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 54.76 ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 11.90 นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ มี

ระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 3.13 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 43.75 ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 53.13 โดยการทดสอบปฏิสัมพันธ์ของคะแนนเมตาคอกนิชันที่ส่งผลกระทบต่อระดับเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 2.818$ และค่าความน่าจะเป็นของ $p\text{-value} = .043$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ คะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยของนักเรียนทุกระดับเมตาคอกนิชันแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปฏิสัมพันธ์ของความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 1.712$ และค่าความน่าจะเป็นของ $p\text{-value} = .017$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยของนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และปฏิสัมพันธ์ร่วมของระดับเมตาคอกนิชันกับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 1.090$ และค่าความน่าจะเป็นของค่า $p\text{-value} = .036$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือระดับเมตาคอกนิชันกับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลกระทบต่อคะแนนเมตาคอกนิชันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชัน ที่จำแนกตามระดับเมตาคอกนิชัน พบว่า ทุกระดับเมตาคอกนิชันมีคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 และความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชันที่จำแนกตามความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ทุกระดับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่างกันจะมีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4.2.3 ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนจากการตรวจแบบรายงานตนเอง แบบทดสอบเมตาคอกนิชัน เพื่อแบ่งระดับของเมตาคอกนิชันในแต่ละด้าน ซึ่งประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด จากนั้นวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหาแบบทดสอบเมตาคอกนิชันของนักเรียน แล้วทำการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนในองค์ประกอบเมตาคอกนิชันในแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาดังนี้

3.1 ผลการศึกษาแนวคิดของเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน เป็นกรณีศึกษา

3.2 ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.1 ผลการศึกษาแนวคิดของเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละองค์ประกอบเมตาคognition เป็นกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนในแต่ละองค์ประกอบเมตาคognition ซึ่งมี 3 องค์ประกอบคือ ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเองเกี่ยวกับการคิด และด้านการตระหนักต่อกระบวนการคิด รวมจำนวน 24 คน เพื่อยืนยันคำตอบของนักเรียน ผลการสัมภาษณ์ปรากฏดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 สรุปแนวคิดของเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละองค์ประกอบเมตาคognition เป็นกรณีศึกษา

องค์ประกอบเมตาคognition	ระดับเมตาคognition	ลักษณะเมตาคognition ที่พบ	ลักษณะเมตาคognition ที่นักเรียนขาด
ด้านความรู้	ระดับสูง	นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ แสดงวิธีทำได้อย่างละเอียดและถูกต้อง มีการสรุปตามโจทย์ต้องการ	-
	ระดับค่อนข้างสูง	นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง อาจจะมีในบางขั้นตอนแต่สามารถใช้ความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ แสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้ถึงแม้จะขาดในรายละเอียดบางประเด็นแต่ก็สามารถหาคำตอบของโจทย์	ความรอบคอบในการแก้ปัญหา เนื่องจากมีการแก้ปัญหาที่ขาดในบางขั้นตอน จนทำให้คำตอบที่ออกมาคลาดเคลื่อน
	ระดับค่อนข้างต่ำ	นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมช่วยในการแก้ปัญหาได้ บางส่วน แก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องตามขั้นตอน สามารถแสดงวิธีทำได้บางส่วนแต่ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ละเอียด	ความรอบคอบในการแก้ปัญหา เนื่องจากมีการแก้ปัญหาที่ขาดในบางขั้นตอน จนทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบได้ การแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอน

(ต่อ)

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

องค์ประกอบ เมตาคอกนิตินชั้น	ระดับ เมตาคอกนิตินชั้น	ลักษณะเมตาคอกนิตินที่พบ	ลักษณะเมตาคอกนิตินที่นักเรียนขาด
	ระดับต่ำ	นักเรียนไม่แสดงวิธีการหาคำตอบตามขั้นตอนที่ถูกต้อง โดยส่วนใหญ่ว่าง มีการใช้สัญลักษณ์ทางสถิติไม่เหมาะสม	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนไม่สามารถนำความรู้มาใช้ได้ - การแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอน - การวิเคราะห์โจทย์ในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
ด้านการควบคุม ตนเองใน การทำงาน	ระดับสูง	นักเรียนสามารถวางแผนกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา ถูกต้องสมบูรณ์ โดยแต่ขั้นตอนมีลำดับขั้นตอนที่ละเอียดรอบคอบและถูกต้อง มีการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สามารถตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้ปัญหาได้	-
	ระดับ ค่อนข้างสูง	นักเรียนสามารถวางแผนกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา ได้เกือบครบถ้วนสมบูรณ์ แต่ในบางขั้นตอนอาจมีลำดับขั้นตอนที่ไม่ครบถ้วน มีการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	<ul style="list-style-type: none"> - การทำงานให้ละเอียดครบถ้วน ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

(ต่อ)

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

องค์ประกอบ เมตาคอกนิจัน	ระดับ เมตาคอกนิจัน	ลักษณะเมตาคอกนิจันที่พบ	ลักษณะเมตาคอกนิจันที่นักเรียนขาด
	ระดับ ค่อนข้างต่ำ	นักเรียนสามารถวางแผนกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา แต่ไม่สามารถเขียนตามขั้นตอนที่กำหนด ลำดับขั้นตอนไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง ไม่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้เร็วและถูกต้อง ไม่สามารถตรวจสอบคำตอบได้	<ul style="list-style-type: none"> - การทำงานให้ละเอียดครบถ้วน ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ - ขาดการตรวจสอบคำตอบ - ขาดการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้
	ระดับต่ำ	นักเรียนไม่สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนได้ และไม่สามารถประเมินความคิดของตนเองได้	<ul style="list-style-type: none"> - การทำงานให้ละเอียดครบถ้วน ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ - ขาดการตรวจสอบคำตอบ - ขาดการวางแผนในการแก้ปัญหา และทำการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้
ด้านความ ตระหนักต่อ กระบวนการคิด	ระดับสูง	นักเรียนที่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้ สามารถแสดงเหตุผลที่สนับสนุนความคิดของตนเองได้อย่าง สมเหตุสมผลมีการตรวจสอบความคิดของตนเองทุกครั้งยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่นเป็นตรีวิธีการคิดใหม่ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเองเพื่อที่จะนำไปปรับใช้และพัฒนาวิธีการคิดของตนเอง	-

(ต่อ)

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

องค์ประกอบ เมตาคอนิชั่น	ระดับ เมตาคอนิชั่น	ลักษณะเมตาคอนิชั่นที่พบ	ลักษณะเมตาคอนิชั่นที่นักเรียนขาด
	ระดับ ค่อนข้างสูง	นักเรียนที่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้สามารถแสดงเหตุผลที่บางส่วนที่สมเหตุสมผล ยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่น และเปิดรับวิธีการคิดใหม่ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง	- ขาดการให้เหตุผลประกอบที่กระทำการคิดของตนเอง
	ระดับ ค่อนข้างต่ำ	นักเรียนที่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้ แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่สมเหตุสมผลของตนเองได้ แต่เปิดรับวิธีการคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง	- ขาดการให้เหตุผลประกอบที่กระทำการคิดของตนเอง
	ระดับต่ำ	นักเรียนที่ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้ ไม่ยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่นและไม่ยอมรับวิธีการใหม่ ๆ	- ขาดการให้เหตุผลประกอบที่กระทำการคิดของตนเอง - การยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น - การเปิดรับวิธีการใหม่ๆ ที่ดีกว่า

จากตารางที่ 4.10 พบว่า แนวคิดของเมตาคอกนิชันของนักเรียนด้านความรู้ ระดับสูงลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้องใช้ความรู้ที่เรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ แสดงวิธีทำได้อย่างละเอียดและถูกต้องใช้สัญลักษณ์ทางสถิติเหมาะสม ระดับค่อนข้างสูงลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนในบางขั้นตอนแต่สามารถใช้ความรู้เดิมช่วยในการแก้ปัญหาได้ แสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้ ถึงแม้จะขาดในรายละเอียดบางประเด็น มีการใช้สัญลักษณ์ทางสถิติเหมาะสม ลักษณะเมตาคอกนิชันที่นักเรียนขาดคือ ความรอบคอบในการแก้ปัญหา เนื่องจากมีการแก้ปัญหาที่ขาดในบางขั้นตอน จนทำให้คำตอบที่ออกมาคลาดเคลื่อน ระดับค่อนข้างต่ำลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างตามขั้นตอน สามารถแสดงวิธีทำได้บางส่วนแต่ไม่เป็นตามขั้นตอนที่ละเอียดใช้สัญลักษณ์ทางสถิติไม่เหมาะสม ลักษณะเมตาคอกนิชันที่นักเรียนขาดคือ ความรอบคอบในการแก้ปัญหา เนื่องจากมีการแก้ปัญหาที่ขาดในบางขั้นตอน จนทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบได้ ระดับต่ำลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนไม่แสดงวิธีในการหาคำตอบตามขั้นตอนที่ถูกต้อง โดยส่วนใหญ่ว่าง ใช้สัญลักษณ์ทางสถิติไม่เหมาะสม ลักษณะเมตาคอกนิชันที่นักเรียนขาดคือ การวิเคราะห์โจทย์ ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน ระดับค่อนข้างต่ำ ลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนสามารถวางแผนกำหนดขั้นตอนในการแก้ไข้ปัญหา แต่ไม่สามารถเขียนตามขั้นตอน ขั้นตอนไม่ชัดเจน ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ไม่สามารถตรวจสอบคำตอบได้ ลักษณะเมตาคอกนิชันที่นักเรียนขาดคือ ขาดการทำงานให้ละเอียดครบถ้วน ขาดการทำงานตามขั้นตอนที่วางไว้ ระดับต่ำลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ ไม่สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาได้ และไม่สามารถประเมินความคิดของตนเองได้ ด้านความตระหนักความสามารถ ระดับสูงลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนที่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้สามารถแสดงเหตุผลที่สนับสนุนความคิดของตนเอง ระดับค่อนข้างสูง ลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนที่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้สามารถแสดงเหตุผลที่บางส่วนที่สมเหตุสมผลยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่น และเปิดรับวิธีการคิดใหม่ๆที่ดีกว่า ระดับค่อนข้างต่ำ ลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนที่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้ แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่สมเหตุสมผลของตนเองได้ แต่เปิดรับวิธีการคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่า ลักษณะเมตาคอกนิชันที่นักเรียนขาดคือ ขาดการให้เหตุผลประกอบทักษะการคิดของตนเอง ระดับต่ำลักษณะเมตาคอกนิชันที่พบคือ นักเรียนที่ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้ ไม่ยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่นและไม่ยอมรับวิธีการใหม่ ๆ ลักษณะเมตาคอกนิชันที่นักเรียนขาดคือ ขาดการให้เหตุผลประกอบทักษะการคิดของตนเอง การยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น และการเปิดรับวิธีการใหม่ ๆ ที่ดีกว่า

3.2 ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ขอคำแนะนำจากผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ รายนามดังนี้ นางแก้วใจ กิ่งแก้ว นางสาวพัชนีย์ ไชยทองยศ นางสุพัตรา ภูหงษ์สูง นางพัทธวรรณ มูลเอก คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร การสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อหาแนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียน แสดงดังภาคผนวก จ จากผลการวิเคราะห์ สามารถสรุปปัญหาและแนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ได้ดังตารางที่ 4.11



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.11 สรุปปัญหาและแนวทางการพัฒนาเมตาตาคอนิชั่นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบเมตาตาคอนิชั่น

องค์ประกอบเมตาตาคอนิชั่น	ปัญหาที่พบ	แนวทางการพัฒนา
ด้านความรู้	<p>นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานที่เพียงพอ มีความสับสนในการนำความรู้พื้นฐานมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนขาดความรู้ที่ชัดเจน นักเรียนไม่รู้ว่าจะเลือกใช้ความรู้อะไรเพื่อหาคำตอบ ไม่แน่ใจในความรู้หรือมีความรู้พื้นฐานเลย</p>	<p>ครูควรทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่ทุกครั้ง เขียนความรู้เดิมที่จำเป็นไว้บนกระดานทุกครั้งและเชื่อมโยงเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน ใช้กิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีการช่วยเหลื่อกันภายในกลุ่ม สอนโดยการบูรณาการความรู้ในห้องเรียน กับชีวิตจริงโดยนำเอาข้อมูลในชีวิตประจำวัน ของผู้เรียนมาเป็นองค์ประกอบความรู้สถานการณ์ปัญหาที่นำเสนอให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ</p>
ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน	<p>นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน มีการแสดงวิธีการทำงานที่ไม่ชัดเจน ซึ่งอาจเกิดจากประสบการณ์หรือการฝึกฝนที่ไม่เพียงพอ นักเรียนจำขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำงานไม่ได้ เนื่องจากขาดความเข้าใจอย่างแท้จริงหรือเกิดจากความคาดคะเนของนักเรียน และนักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบหรือสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง</p>	<p>ครูควรมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ฝึกฝน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทบทวนความรู้แบบซ้ำ ๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่คงทน ครูต้องอธิบายถึงกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหาและให้นักเรียนฝึกคิดแยกเป็นขั้นตอนฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาตลอดจนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ฝึกให้นักเรียนได้แสดงออกด้วยวาจาและการเขียนคำตอบเป็นลายลักษณ์อักษร อธิบายถึงแนวคิดขั้นตอนในการแก้ปัญหาของตนเองให้ครูเข้าใจ ฝึกให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและการออกแบบการเรียนรู้รวมถึงประเมินผล</p>

(ต่อ)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

องค์ประกอบ เมตาคอนิชั่น	ปัญหาที่พบ	แนวทางการพัฒนา
ด้านความตระหนัก ต่อกระบวนการคิด	นักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงความเห็นหรือแสดงความคิดเห็นที่สมเหตุสมผลมาสนับสนุนความคิดของตนเอง ไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลในการยอมรับวิธีการอื่นที่ถูกต้องซึ่งแตกต่างจากวิธีคิดของตนเองไม่เข้าใจความผิดพลาดของการของตนเอง และไม่แก้ไขความผิดพลาดของตนเอง	ครูช่วยส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยชี้แนะเปรียบเทียบให้นักเรียนเห็นจุดที่เป็นสาเหตุที่จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ ฝึกให้นักเรียนรู้จักการประเมินตนเองเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด และอภิปรายเกี่ยวกับการกระบวนการคิดของแต่ละคน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม พูดคุย อภิปราย รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ควรที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากวิธีการเดิม

จากตารางที่ 4.11 พบว่าด้านความรู้ ปัญหาที่พบคือ นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานที่เพียงพอ มีความสับสนในการนำความรู้พื้นฐานมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา ไม่แน่ใจในความรู้หรือไม่มีความรู้พื้นฐานเลย แนวทางการพัฒนาคือ ครูควรทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่ทุกครั้ง เขียนความรู้เดิมที่จำเป็นไว้บนกระดานทุกครั้งและเชื่อมโยงเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน ใช้กิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม สอนโดยการบูรณาการความรู้ในห้องเรียน ควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน ปัญหาที่พบคือ นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน มีการแสดงวิธีการทำงานที่ไม่ชัดเจน นักเรียนจำขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำงานไม่ได้ และนักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบหรือสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง แนวทางการพัฒนาคือครูควรมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ฝึกฝน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทบทวนความรู้แบบซ้ำ ๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่คงทน และให้นักเรียนฝึกคิดแยกเป็นขั้นตอนฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาตลอดจนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่และการเขียนคำตอบเป็นลายลักษณ์อักษร อธิบายถึงแนวคิดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองให้ครูเข้าใจ ฝึกให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ปัญหาที่พบคือนักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็นที่ไม่สมเหตุสมผลมาสนับสนุนความคิดของตนเองไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลในการยอมรับวิธีการอื่นที่ถูกต้องซึ่งแตกต่างจากวิธีคิดของตนเองไม่ยอมรับว่าวิธีการของตนเองผิดพลาด และไม่แก้ไขความผิดพลาดของตนเองแนวทางการพัฒนาคือครูช่วยส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยชี้แนะเปรียบเทียบให้นักเรียนเห็นจุดที่เป็นสาเหตุที่จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ ฝึกให้นักเรียนรู้จักการประเมินตนเองเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด และอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการคิดของแต่ละคนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม พูดคุย อภิปราย รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ควรที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

สรุปได้ว่า แนวทางในการพัฒนาเมตาคognition ชั้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้านความรู้เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ไม่เพียงพอ มีความสับสนในการนำความรู้พื้นฐานมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนขาดความรู้ที่ชัดเจน นักเรียนไม่รู้ว่าจะเลือกใช้ความรู้อะไรเพื่อหาคำตอบ ไม่แน่ใจในความรู้หรือไม่มีความรู้พื้นฐานเลย แนวทางการพัฒนาคือ ครูควรทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่ทุกครั้ง เขียนความรู้เดิมที่จำเป็นไว้บนกระดานทุกครั้งและเชื่อมโยงเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน ใช้กิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม สอนโดยการบูรณาการความรู้ในห้องเรียน กับชีวิตจริงโดยนำเอาข้อมูลในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมาเป็นองค์ประกอบควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้และนำเสนอผลงาน ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน เนื่องจากนักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน มีการแสดงวิธีทำงานที่ไม่ชัดเจน ซึ่งอาจจะเกิดจากประสพการณ์หรือการฝึกฝนที่ไม่เพียงพอ นักเรียนจำขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำงานไม่ได้ เนื่องจากขาดความเข้าใจอย่าง

แท้จริง หรือเกิดจากการคาดเดาของนักเรียน และนักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบหรือสรุปคำตอบในการทำงานได้อย่างถูกต้อง แนวทางการพัฒนาคือ ครูควรต้องอธิบายถึงกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา ให้นักเรียนฝึกคิดแยกเป็นขั้นตอน และการเขียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นเป็นตอน ควรให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เพื่อหาแนวทางและวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา ตลอดจนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ควรส่งเสริมและฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนวางแผนออกแบบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยเหลือนักเรียนที่มีจุดบกพร่อง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด เนื่องจากนักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือแสดงความคิดเห็นที่ไม่สมเหตุสมผล ไม่ยอมรับวิธีการอื่นที่ถูกต้องซึ่งแตกต่างจากวิธีคิดของตนเอง ไม่ยอมรับว่าวิธีการของตนเองผิดพลาด และไม่แก้ไขความผิดพลาดของตนเอง แนวทางการพัฒนาคือ ครูช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยเหลือนักเรียนที่มีจุดบกพร่อง ฝึกให้นักเรียนรู้จักการประเมินตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด และอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการคิด ควรใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม พูดคุย อภิปราย รับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ควรที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากวิธีการเดิม

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร พบว่า นักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.39 คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.08 คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.71 และคะแนนระดับต่ำมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 28.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.50 เมื่อพิจารณา ระดับเมตาคอกนิชันตามองค์ประกอบเมตาคอกนิชันซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ด้านการควบคุมตนเองในการทำงานและด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด พบว่า ระดับเมตาคอกนิชันด้านความรู้ระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 3.92 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 45.10 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 25.49 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 25.49 ระดับเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 28.43 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 31.37 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 37.25 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 2.94 และระดับเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 13.73 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 32.35 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 37.25 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 16.67

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน พบว่า ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งได้ 3 ระดับ คือ ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 27.45 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 41.16 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 31.39 ปฏิสัมพันธ์ของคะแนนความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับระดับเมตาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีระดับเมตาคอกนิชันสูง คิดเป็นร้อยละ 60.71 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 28.57 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 10.71 และไม่มีระดับต่ำ นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีระดับเมตาคอกนิชันสูง คิดเป็นร้อยละ 4.76 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 28.57 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 54.76 ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 11.90 นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 3.13 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 43.75 ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 53.13 โดยการทดสอบปฏิสัมพันธ์ของคะแนนเมตาคอกนิชันที่ส่งผลต่อระดับเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 2.818$ และค่าความน่าจะเป็นของ $p\text{-value} = .043$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ คะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยของนักเรียนทุกระดับเมตาคอกนิชันแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ปฏิสัมพันธ์ของความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 1.712$ และค่าความน่าจะเป็นของ $p\text{-value} = .017$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยของนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และปฏิสัมพันธ์ร่วมของระดับเมตาคอกนิชันกับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 1.090$ และค่าความน่าจะเป็นของค่า $p\text{-value} = .036$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือระดับเมตาคอกนิชันกับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชัน ที่จำแนกตามระดับเมตาคอกนิชัน พบว่า ทุกระดับเมตาคอกนิชันมีคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชันที่จำแนกตามความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ทุกระดับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่างกันจะมีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.1.3 แนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้านความรู้เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ไม่เพียงพอ มีความสับสนในการนำความรู้พื้นฐานมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนขาดความรู้ที่ชัดเจน นักเรียนไม่รู้ว่าจะเลือกใช้ความรู้อะไรเพื่อหาคำตอบ ไม่แน่ใจในความรู้หรือไม่มีความรู้พื้นฐานเลย แนวทางการพัฒนาคือ ครูควรทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่ทุกครั้ง เขียนความรู้เดิมที่จำเป็นไว้บนกระดานทุกครั้งและเชื่อมโยงเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน ใช้กิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่มสอนโดยการบูรณาการความรู้ในห้องเรียน กับชีวิตจริงโดยนำเอาข้อมูลในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมา

เป็นองค์ประกอบควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้และนำเสนอผลงาน ด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน เนื่องจากนักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน มีการแสดงวิธีทำงานที่ไม่ชัดเจน ซึ่งอาจจะเกิดจากประสบการณ์หรือการฝึกฝนที่ไม่เพียงพอ นักเรียนจำขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำงานไม่ได้ เนื่องจากขาดความเข้าใจอย่างแท้จริง หรือเกิดจากการคาดเดาของนักเรียน และนักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบหรือสรุปคำตอบในการทำงานได้อย่างถูกต้อง แนวทางการพัฒนาคือ ครูควรต้องอธิบายถึงกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา ให้นักเรียนฝึกคิดแยกเป็นขั้นตอน และการเขียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นเป็นตอน ควรให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เพื่อหาแนวทางและวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา ตลอดจนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ควรส่งเสริมและฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนวางแผนออกแบบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยเหลือนักเรียนที่มีจุดบกพร่อง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด เนื่องจากนักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือแสดงความคิดเห็นที่ไม่สมเหตุสมผล ไม่ยอมรับวิธีการอื่นที่ถูกต้องซึ่งแตกต่างจากวิธีคิดของตนเอง ไม่ยอมรับว่าวิธีการของตนเองผิดพลาด และไม่แก้ไขความผิดพลาดของตนเอง แนวทางการพัฒนาคือ ครูช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยเหลือนักเรียนที่มีจุดบกพร่อง ฝึกให้นักเรียนรู้จักการประเมินตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด และอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการคิดของแต่ละคน ควรใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม พูดคุย อภิปราย รับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ควรที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากวิธีการเดิม

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร พบว่านักเรียนมีคะแนนในระดับสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.39 คะแนนในระดับค่อนข้างสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.08 คะแนนในระดับค่อนข้างต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.71 และคะแนนระดับต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.50 เมื่อพิจารณา ระดับเมตาคอกนิชันซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเองในการ

ทำงาน และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ระดับเมตาคอกนิชันด้านความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 45.10 รองลงมาคือระดับค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 25.49 และระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 3.92 ตามลำดับ จากการสัมภาษณ์และการสังเกตพบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันสูง จะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง ใช้ความรู้มาช่วยในการแก้ปัญหาได้ แสดงวิธีทำได้อย่างละเอียด นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง จะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้ถึงแม้จะขาดรายละเอียดบางประเด็นแต่ก็สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหานักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างต่ำ สามารถนำความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอน สามารถแสดงวิธีทำได้บางส่วนแต่ไม่เป็นตามขั้นตอนที่ละเอียดและถูกต้อง และนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่ำ จะไม่แสดงวิธีการหาคำตอบตามขั้นตอนที่ถูกต้อง โดยส่วนใหญ่ว่าง มีการใช้สัญลักษณ์ทางสถิติไม่เหมาะสมระดับเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 37.25 รองลงมาคือ ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 31.37 ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 28.43 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 2.94 ตามลำดับ จากการสัมภาษณ์และการสังเกต พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันสูงจะสามารถวางแผนกำหนดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาคือถูกต้องสมบูรณ์ โดยแต่ขั้นตอนมีลำดับขั้นตอนที่ละเอียดรอบคอบและถูกต้อง มีการเลือกใช้วิธีการแก้ไขปัญหที่เหมาะสม นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง จะสามารถวางแผนกำหนดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาคือได้เกือบครบถ้วนสมบูรณ์ แต่ในบางขั้นตอนอาจมีลำดับขั้นตอนที่ไม่ครบถ้วน นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างต่ำ จะสามารถวางแผนกำหนดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาคือแต่ไม่สามารถเขียนตามขั้นตอนที่กำหนด ลำดับขั้นตอนไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง และนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่ำ จะไม่สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนได้ และไม่สามารถประเมินความคิดของตนเองได้และระดับเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 37.25 รองลงมาคือ ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 32.35 ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 16.67 และระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 13.73 ตามลำดับ จากการสัมภาษณ์และการสังเกต พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันสูงจะสามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้สามารถแสดงเหตุผลที่สนับสนุนความคิดของตนเองได้อย่างสมเหตุสมผลมีการตรวจสอบความคิดของตนเองทุกครั้งยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่น เปิดรับวิธีการคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง จะสามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้สามารถแสดงเหตุผลที่สมเหตุสมผล ยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่น และเปิดรับวิธีการคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างต่ำ จะสามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้ แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่สมเหตุสมผลเปิดรับวิธีการคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง และนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชัน

ต่ำ จะไม่สามารถแสดงความคิดเห็นในกระบวนการคิดของตนเองได้ ไม่ยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของ
 คนอื่นและไม่ยอมรับวิธีการใหม่ ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก โรงเรียนยางตลาดวิทยาการ เป็นโรงเรียน
 มัธยมศึกษาประจำอำเภอ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เป็นโรงเรียนที่มุ่งเน้นการพัฒนา
 คุณภาพนักเรียนให้เป็นคนดี คนเก่ง ซึ่งทางโรงเรียนมีการกำหนดพันธกิจไว้ คือ พัฒนา ส่งเสริมและ
 สนับสนุนการจัดการศึกษา ให้ประชากรวันเรียนทุกคนได้รับการศึกษาอย่างมีคุณภาพโดยเน้นการพัฒนา
 ผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ มีคุณธรรมจริยธรรม มีความสามารถตามมาตรฐานการศึกษาขั้น
 พื้นฐาน และการพัฒนาสู่สากล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโรงเรียนยางตลาดวิทยาการเน้นในเรื่องคุณภาพของ
 ผู้เรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นดี เป็นคนเก่ง และยิ่งไปกว่านั้นในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับ
 สายชั้นจะแบ่งนักเรียนแบบละความสามารถ และในการจัดการเรียนการสอนหรือการทำงานของครูจะ
 เป็นการทำงานเป็นทีม แบบเพื่อนช่วยเพื่อน มีการแชร์ความรู้กันภายในกลุ่มร่วมกับครูผู้สอน ในการสอน
 ทุกครั้งจะใช้ภาษาหลักคือใช้ภาษากลางเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนมีความคุ้นชิน
 และตระหนักถึงการใช้อย่างยิ่งขึ้น จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ภาษาได้อย่างถูกต้องและ
 เหมาะสม นอกจากนี้โรงเรียนยางตลาดวิทยาการเป็นโรงเรียนที่เน้นทางด้านกีฬาาร่วมด้วย จึงทำ
 ให้ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเรียนรู้หรือฝึกคิดได้อย่างเต็มที่ แสดงให้เห็นว่านักเรียนโรงเรียนยางตลาด
 วิทยาการ มีระดับเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยด้านความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับ
 เมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง อาจเป็นเพราะนักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจ
 ในหลักการของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และนักเรียนขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์คณิตศาสตร์อย่าง
 ต่อเนื่อง ขาดความรอบคอบในการแก้ปัญหา เนื่องจากมีการแก้ปัญหที่ขาดในบางขั้นตอน จนทำให้
 คำตอบที่ออกมาคลาดเคลื่อนด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับเมตาคอกนิ
 ชันทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำอาจเป็นเพราะนักเรียนขาดการทำงานให้ละเอียดครบถ้วน
 ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ ขาดการตรวจสอบคำตอบ และขาดการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ด้านความ
 ตระหนักต่อกระบวนการคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ
 ค่อนข้างต่ำ อาจเป็นเพราะนักเรียนยังขาดการให้เหตุผลประกอบทักษะการคิดของตนเอง ซึ่งจะเห็นได้ว่า
 นักเรียนแต่ละคนมีระดับเมตาคอกนิชันที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับเมตาคอกนิชันอยู่ใน
 ระดับค่อนข้างต่ำแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถที่จะนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้บ้าง แต่
 ลืมวิธีการแก้ปัญหาในบางขั้นตอน รู้สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหา ไม่สามารถ
 ตระหนักต่อกระบวนการคิดของตนเองว่าต้องทำอะไร ไม่สามารถวางแผนเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมวงษ์ แปลง
 ประสพโชค, สมเดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภูอุดม (2551, น. 20 - 28) กล่าวว่า ปัญหาที่พบในการ
 เรียนคณิตศาสตร์คือ ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์แล้วเกิดการลืม ไม่เข้าใจไม่เห็นความสำคัญของ
 คณิตศาสตร์ มองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว ห่างไกลจากการดำเนินชีวิตไม่สามารถนำความรู้

คณิตศาสตร์ไปใช้ได้ รองลงมานักเรียนมีระดับเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับค่อนข้างสูง นักเรียนกลุ่มนี้จะสามารถนำความรู้มาแก้ปัญหาได้ มีทักษะการคิดรู้ว่าเมื่อได้ทราบโจทย์ต้องทำอะไร มีการวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้บางครั้งคำตอบที่ได้อาจจะผิดพลาดบ้างแต่วิธีการแสดงวิธีทำและขั้นตอนในการทำถูกต้องและสามารถตรวจสอบคำตอบได้ว่าที่นักเรียนทำนั้นถูกต้องหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับสัว์ฉน์ วิวัฒน์านนท์(2550, น. 3) พบว่านักเรียนทำข้อสอบอัตนัยด้วยการเขียนอธิบายไม่ได้ และความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ ประกอบกับการยกตัวอย่างประกอบที่เป็นเหตุเป็นผลต่าง ๆ และการเขียนข้อความยาว ๆ ไม่ได้เช่นกัน และยังพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในทางลบ จึงสะท้อนให้เห็นว่าเป็นปัญหามาจากการจัดการเรียนการสอนที่เป็นการสอนเนื้อหาวิชา และการท่องจำมากกว่าการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรียบเรียง และการเขียนข้อความ ทำให้นักเรียนเก่งในการทำข้อสอบแบบใช้ความจำมากกว่าการวิเคราะห์ ส่งผลต่อการเขียนข้อความเพื่อแสดงเหตุผลประกอบ เนื่องจากไม่ได้เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ สอดคล้องกับ Costa (2009, p. 2) กล่าวว่าการคิดแบบเมตาคอกนิชัน คือความสามารถที่จะรู้ว่า เรารู้อะไร และไม่รู้อะไร เป็นความสามารถที่จะวางแผนเป็นขั้นตอนสำหรับผลิตสิ่งที่ตนต้องการเป็นความรู้สึกตัวว่ากำลังทำอะไรอยู่ ชั้นใดระหว่างการแก้ปัญหา สามารถสะท้อนผลการคิดและการประเมินผลการคิดของตนได้ และ Garofalo and Lester (1985, p. 28) อธิบายว่าผู้เรียนที่มีเมตาคอกนิชันจะมีการวางแผนและกำกับควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง จึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น ดังนั้นการที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตนเองและสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปทางที่ตนต้องการ จะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบความสำเร็จตามที่ต้องการ และสอดคล้องกับวรารวรรณ จันทรวงศ์ และกิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2557, น. 44) กล่าวถึง การศึกษาเรื่องเมตาคอกนิชันมีความสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหลายสิ่งหลายอย่าง ตั้งแต่การรับรู้ การเรียนรู้และการแปลความหมาย การเข้าใจถึงระดับความสามารถของตนเอง รวมทั้งกลยุทธ์ทางการเรียน ลักษณะการเรียนรู้ของตน รู้ว่าความสามารถอะไรควรมาก่อนหลัง ที่สำคัญคือได้รู้จักตนเองคิดอย่างไร และใช้ความรู้ความคิดเข้าไปประยุกต์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างไร เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นส่วนที่อธิบายถึงความสำเร็จและความล้มเหลวของตนถึงระดับความสามารถในการควบคุมตนเองรวมถึงการวางแผน การกำกับควบคุม ดำเนินงาน วางระเบียบการทำงานและการเรียนรู้ของตนเอง เมตาคอกนิชันจึงมีความสำคัญสำหรับการจัดระบบความคิดอย่างมีประสิทธิภาพสามารถกำกับควบคุมตนเอง รวมถึงการวางแผน การควบคุมดำเนินงาน วางระเบียบการทำงานและการเรียนรู้ของตนเอง

5.2.2 ผลการเปรียบเทียบระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันพบว่า ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งได้ 3 ระดับ คือ ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 27.45 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 41.16 และระดับต่ำคิดเป็นร้อยละ 31.39 ปฏิสัมพันธ์ของคะแนนความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับระดับเมตาคอก

นิชัน นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีระดับเมตาคอกนิชันสูง คิดเป็นร้อยละ 60.71 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 28.57 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 10.71 และไม่มีระดับต่ำ นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีระดับเมตาคอกนิชันสูง คิดเป็นร้อยละ 4.76 ระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 28.57 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 54.76 ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 11.90 นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ มีระดับเมตาคอกนิชันค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 3.13 ระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 43.75 ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 53.13 โดยการทดสอบปฏิสัมพันธ์ของคะแนนเมตาคอกนิชันที่ส่งผลต่อระดับเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 2.818$ และค่าความน่าจะเป็นของ $p\text{-value} = .043$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ คะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยของนักเรียนทุกระดับเมตาคอกนิชันแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปฏิสัมพันธ์ของความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 1.712$ และค่าความน่าจะเป็นของ $p\text{-value} = .017$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยของนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และปฏิสัมพันธ์ร่วมของระดับเมตาคอกนิชันกับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน ได้ค่า $F = 1.090$ และค่าความน่าจะเป็นของค่า $p\text{-value} = .036$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $\alpha = .05$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือระดับเมตาคอกนิชันกับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชัน ที่จำแนกตามระดับเมตาคอกนิชัน พบว่า ทุกระดับเมตาคอกนิชันมีคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 และความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนเมตาคอกนิชันที่จำแนกตามความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ทุกระดับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่างกันจะมีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นนักเรียนที่มีทักษะในด้านเนื้อหา การจัดการกับโจทย์ปัญหาได้ สามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา จะส่งผลให้คะแนนที่ได้จากการแก้ปัญหาสูงด้วย และสำหรับนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่างกัน ก็จะส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชันต่างกัน โดยนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันสูงคือนักเรียนที่สามารถมีทักษะและกระบวนการเป็นของตนเอง โดยอาจมาประสบการณ์หรือความรู้ที่เรียนมา โดยนักเรียนที่มีต่อระดับเมตาคอกนิชันจะช่วยให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดเป็นขั้นตอน วางแผนในการแก้ปัญหาได้ กำกับหรือตรวจสอบคำตอบของตนเอง ทำให้นักเรียนมีคะแนนสอบที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของทิสนา แคมมณี และคณะ (2544, น. 105 – 110) ที่กล่าวว่า การใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน โดยเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ วางแผน กำกับและตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิด ซึ่งเป็นการคิดที่ต้องดำเนินไปตามลำดับขั้นตอนที่จะช่วยให้การคิดนั้นประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับงานวิจัยของวินิจัยไชยพันธ์ (2550, น. 5) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนมีพื้นฐานทางการคิดต่ำและ

นักเรียนส่วนมากไม่สามารถประเมินการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองได้ จึงทำให้มีคะแนนทางการเรียนต่ำไป ด้วย คะแนนเมตาคอกนิชันเฉลี่ยของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญต่อคะแนนเมตาคอกนิชัน นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จะมีคะแนนเมตาคอกนิชันสูงด้วย เนื่องมาจากนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันจะมีคะแนนเมตาคอกนิชันต่างกัน โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จะมีคะแนนเมตาคอกนิชันสูงด้วยเนื่องจากนักเรียนมีทักษะความรู้พื้นฐานเบื้องต้น มีทักษะการคิดที่ดี รู้จักวางแผนแก้ปัญหาส่งผลให้คะแนนเมตาคอกนิชันดีไปด้วย นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นสมรรถนะของแต่ละบุคคลที่สามารถคำนวณได้อย่างคล่องแคล่วโดยอาศัยความรู้พื้นฐานเบื้องต้น สามารถคิดแบบเป็นเหตุเป็นผลสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ทักษะหรือกระบวนการต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 22) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดทำให้มนุษย์มีความคิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน ตลอดจนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนเมตาคอกนิชันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงจะสามารถควบคุมกระบวนการคิด การวางแผน การจัดระบบความคิด การตรวจสอบการคิดของตนเอง ประเมินตนเอง หลังทำกิจกรรมนั้น ๆ ได้ และถ้าผู้เรียนมีระดับเมตาคอกนิชันสูงก็จะสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองว่า สิ่งที่ทำเองได้กระทำไปนั้นถูกต้องหรือไม่ ผิดพลาดอย่างไร ถ้าไม่ถูกต้องก็สามารถตรวจสอบได้ว่าเกิดจากอะไร จะปรับปรุง แก้ไขอย่างไร จึงจะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถที่จะพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่เรียนรู้ได้ดี จำได้ถาวร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนุจรินทร์ รื่นรัมย์ และหล้า ภวภูตานนท์ (2554, น. 8) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนที่เก่งนั้นเป็นกลุ่มที่ได้รับการพัฒนาเมตาคอกนิชันเป็นอย่างดี เป็นผู้เรียนที่สามารถปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลใหม่ได้ฉับไวและเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถควบคุมกำกับตนเองจนสามารถเข้าใจได้ สอดคล้องกับงานวิจัยด้านทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันของจุง ขำพงศ์ (2555, น. 10) พบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง เป็นกลุ่มที่ได้รับการพัฒนาเมตาคอกนิชัน ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลใหม่ได้อย่างฉับไวและเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมได้อย่างดี สามารถกำกับตนเองจนเข้าใจได้ ถ้าผู้เรียนได้รับการสอนโดยใช้เมตาคอกนิชันจะสามารถพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้ดีจำได้ถาวร มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาส่งผลต่อคะแนนให้สูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hoi Kwan Ning (2016, pp. 373-377) พบว่า ผู้ที่มีระดับ เมตาคอกนิชันต่ำลง การใช้กลยุทธ์การเรียนรู้เชิงลึกน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญและมีประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ต่ำกว่า อย่างมีนัยสำคัญเทียบ กับคู่ที่มีเมตาคอกนิชันสูงกว่า และ Ratebi (2013, p. 12) พบว่า นักศึกษาใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหา

(Problem-solving strategy) มากที่สุดและใช้ความรู้ส่วนบุคคล (person-knowledge strategy) น้อยที่สุดและพบว่าผู้ฟังที่มีความสามารถทางการฟังในระดับสูง ใช้กลยุทธ์เมตาคอกนิชันในการฟังสูงกว่าผู้ฟังในกลุ่มต่ำ

5.2.3 แนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้านความรู้ เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ไม่เพียงพอ มีความสับสนในการนำความรู้พื้นฐานมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนขาดความรู้ที่ชัดเจน นักเรียนไม่รู้อาจจะเลือกใช้ความรู้อะไรเพื่อหาคำตอบ ไม่แน่ใจในความรู้หรือไม่มีความรู้พื้นฐานเลย แนวทางการพัฒนาคือ ครูควรทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่ทุกครั้ง เขียนความรู้เดิมที่จำเป็นไว้บนกระดานทุกครั้งและเชื่อมโยงเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน ใช้กิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนได้มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม โดยการบูรณาการความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริงโดยนำเอาข้อมูลในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมาเป็นองค์ประกอบควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้และนำเสนอผลงาน ทั้งนี้เนื่องมาจากการทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนเรื่องใหม่จะทำให้ นักเรียนสามารถจดจำเรื่องเดิม ๆ ได้ และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเรื่องใหม่ ๆ และการจัดการเรียนแบบกลุ่มจะช่วยให้ นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีการช่วยกันภายในกลุ่ม เนื่องจากการจัดเรียนรู้ในลักษณะนี้ จะเป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้นั้นจะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ใช่การท่องจำ โดยการใช้กิจกรรมกลุ่มซึ่งครูควรแบ่งกลุ่มตามระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อให้ นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการช่วยเหลือกันและกันซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, น. 145 -158) ที่กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการเรียนแบบร่วมมือเกี่ยวข้องกับการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ลงมือปฏิบัติจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น นอกจากนี้ครูควรออกแบบกิจกรรมโดยการนำข้อมูลในชีวิตประจำวันออกผู้เรียนมาเป็นองค์ประกอบและเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ ควรให้นักเรียนฝึกทบทวนแบบซ้ำ ๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่คงทน ให้นักเรียนได้เกิดทักษะและกระบวนการเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัย (สิโรตน์ บุญเลิศ, 2555, น. 12) ได้กล่าวถึงแนวทางหนึ่งในการสอนเพื่อพัฒนาการคิดคือ การสอนเกี่ยวกับการคิด เป็นการสอนที่เน้นการใช้ทักษะการสอนการคิดเน้นที่เนื้อหาสาระการสอนโดยการช่วยเหลือให้ผู้เรียนได้รู้และเข้าใจกระบวนการคิดของตนเอง เพื่อให้เกิดทักษะการคิดที่เรียกว่า เมตาคอกนิชัน จะเห็นได้ว่าเมตาคอกนิชันมีความสำคัญทางด้านความคิด ช่วยให้มีการคิดที่คงทน ซึ่งสอดคล้องกับ (ทิศนา แคมมณี, 2545, น. 68) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบปกตินักเรียนแต่ละคนต้องรับผิดชอบตนเอง หากนักเรียนจับกลุ่มอยู่กับพวกที่เรียนอ่อนเหมือนกัน เมื่อเรียนไม่เข้าใจ นักเรียนจะไม่สามารถช่วยเหลือกันได้ นักเรียนบางคนไม่กล้ามาถามอาจารย์ ทำให้ทำแบบฝึกหัดไม่ได้ เกิดความท้อแท้ เปื่อหน่ายในการ

เรียนรู้ จึงทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียน ต้องเพิกถอนการเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กระทำรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน เป็นผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Johnson, Johnson and Holubec(1994, pp. 13-14, p. 101) กล่าวว่าในขณะที่เรียนผู้สอนจัดให้นักเรียนที่เก่งนั่งคู่กับนักเรียนที่อ่อน นักเรียนที่เรียนเก่งจะสามารถเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้เร็ว เมื่อเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ ไม่เข้าใจเขาสามารถอธิบายให้เพื่อนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ทันที หลังจากเลิกเรียนแล้วนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันต้องไปทำการบ้านที่ผู้สอนมอบหมายให้ด้วยกันนักเรียนที่เก่ง และปานกลางจะช่วยเหลือเป็นที่เลี้ยงให้นักเรียนที่อ่อน ทำให้สมาชิกในกลุ่มเกิดความสนิทสนมกัน นักเรียนที่อ่อนกล้าที่จะซักถามเพื่อนในกลุ่มด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น และด้วยวัยที่ใกล้เคียงกันทำให้สามารถคุยกันได้ดี เกิดบรรยากาศที่ดีทางการเรียน จึงมีส่วนช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สำหรับด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน เนื่องจากนักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน มีการแสดงวิธีทำงานที่ไม่ชัดเจน ซึ่งอาจจะเกิดจากประสบการณ์หรือการฝึกฝนที่ไม่เพียงพอ นักเรียนจำขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำงานไม่ได้ เนื่องจากขาดความเข้าใจอย่างแท้จริงหรือเกิดจากการขาดความสนใจของนักเรียน และนักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบหรือสรุปคำตอบในการทำงานได้อย่างถูกต้อง แนวทางการพัฒนาคือครูควรต้องอธิบายถึงกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา ให้นักเรียนฝึกคิดแยกเป็นขั้นตอน และการเขียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นเป็นตอนควรให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เพื่อหาแนวทางและวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา ตลอดจนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ควรส่งเสริมและฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาด้วยตนเองครูช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยเหลือนักเรียนที่มีจุดบกพร่อง ทั้งนี้เนื่องมาจากด้านการควบคุมตนเองในการทำงาน ครูควรที่จะอธิบายถึงกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา ให้นักเรียนฝึกคิดแยกเป็นขั้นตอน และการเขียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นเป็นตอนควรให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 363) ให้ความหมายว่าเมตาคognition คือความรู้หรือการตระหนักรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง โดยบุคคลสามารถควบคุมกระบวนการคิด การวางแผนการจัดระบบความคิด การตรวจสอบการคิดของตนเองและประเมินตนเองหลังทำกิจกรรมนั้นๆได้ ครูควรให้อิสระทางการคิดแก่นักเรียน ให้นักเรียนฝึกคิดแยกเป็นขั้นตอนเริ่มจากให้นักเรียนแยกโจทย์หรือตีความโจทย์ว่าในโจทย์แต่ละข้อ เขากำหนดอะไรมา และให้ทำอะไร แล้วค่อยดำเนินการทำ ทั้งนี้เนื่องมาจากในการแก้ปัญหาควรฝึกให้นักเรียนรู้การกำกับควบคุมตนเองในการวางแผนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าก่อนทำอะไรคือสิ่งที่โจทย์ โจทย์ต้องการทราบอะไรหาวิธีในการแก้ปัญหา เสร็จแล้วทำการแก้ปัญหาเพื่อที่จะปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวูล์ฟอล์ค (Wool folk, 2010, pp. 292 -

294) ที่กล่าวว่า การกำกับตนเองเป็นความสามารถที่บุคคลรู้ว่าจะทำงานนั้นอย่างไร และเมื่อไร เพื่อให้งานเกิดความสำเร็จสมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อนักเรียนฝึกฝน ทำให้นักเรียนมีการกำกับตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแอนเดอร์สัน (Anderson, 2002, p. 8) ซึ่งให้เห็นว่าเมตาคอกนิชันมีประโยชน์และช่วยจุดประกายความคิดให้กับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง และประสบความสำเร็จในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่กำลังประสบกับปัญหาในการเรียนรู้อาจจะเห็นได้ว่าเมตาคอกนิชันเป็นทักษะสำคัญที่ครูผู้สอนควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ปัญญาด้านอื่นๆครูควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดของตนโดยให้ผู้เรียนค่อย ๆ ฝึกไปที่ละน้อย ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลาย มีอิสระ จากนั้นผู้เรียนก็จะสามารถเชื่อมโยงและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในการพัฒนาเมตาคอกนิชัน จำเป็นต้องอาศัยการคิดที่เป็นขั้นตอนหรือกระบวนการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถใช้กำกับ จัดการ วางแผนและตรวจสอบกิจกรรมทางปัญญาหรือกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองได้อันจะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้และงานที่ทำตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากถ้านักเรียนได้ฝึกปฏิบัติไปเรื่อย ๆ จะทำให้เกิดความชำนาญจนเกิดเป็นความรู้คงทน นักเรียนสามารถวางแผนในการทำงานได้เอง และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด เนื่องจากนักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน มีการแสดงวิธีทำงานที่ไม่ชัดเจนซึ่งอาจจะเกิดจากประสบการณ์หรือการฝึกฝนที่ไม่เพียงพอ นักเรียนจำขั้นตอนบางขั้นตอนในการทำงานไม่ได้ เนื่องจากขาดความเข้าใจอย่างแท้จริง หรือเกิดจากการคาดเดาของนักเรียน และนักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบหรือสรุปคำตอบในการทำงานได้อย่างถูกต้อง แนวทางการพัฒนาคือครูช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยเหลือนักเรียนที่มีจุดบกพร่องฝึกให้นักเรียนรู้จักการประเมินตนเองเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด และอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการคิดของแต่ละคนควรใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม พูดคุย อภิปราย รับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ควรที่จะหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลายหลาย และควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากวิธีการเดิม ทั้งนี้เนื่องมาจากการตระหนักต่อกระบวนการคิดของตนเอง จะเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ว่าตนเองสามารถที่จะตรวจสอบถึงความคิด และแสดงความคิดเห็นที่สมเหตุสมผล ครูควรที่จะช่วยนักเรียนตรวจสอบความคิดเห็นของตนเอง ให้นักเรียนค่อย ๆ ฝึกฝน จนเกิดเป็นความรู้ที่คงทน ฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลในการแก้ปัญหา มีการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับเอมอร์ สุมามาลย์(2549, น. 77) กล่าวว่า ครูผู้สอนสามารถที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ได้ โดยการปรับวิธีเรียนเปลี่ยนวิธีการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้รับการพัฒนาทางการคิดมากที่สุด ซึ่งอาจจะจัดในรูปการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด การใช้คำถามที่ท้าทายและนภเนตร ธรรมบวร(2544, น. 66) กล่าวว่า คำถามที่ผู้สอนควรใช้ควรเป็นคำถามปลายเปิด

คำถามปลายเปิดจะช่วยส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา การเปรียบเทียบและทางเลือกคำถามที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหานั้นจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้องอย่างหลากหลาย ไม่ใช่มีเพียงคำตอบเดียว ทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนมีความคิดที่เปิดกว้าง สามารถคิดได้หลายทาง สอดคล้องกับไมตรีอินทร์ประสิทธิ์(2545, น. 38) ได้ดำเนินโครงการวิจัยเรื่อง การปฏิรูปการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยในระยะแรกพบว่า ปัญหาปลายเปิดสามารถส่งเสริมกระบวนการทางคณิตศาสตร์และทำให้เกิดการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโรงเรียนได้จริงโดยสามารถวิเคราะห์ให้เห็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสอดคล้องกับปรีชา เนาว์เย็นผล(2543, น. 29) ที่กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดมีศักยภาพสูงในการส่งเสริมการคิดซึ่งนักเรียนจะ ค้นหาคำตอบด้วยความสนใจ และในขณะเดียวกันจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์จากการสำรวจศึกษา ได้ดีขึ้นและSchoenfeld (1999, p. 12) กล่าวว่า การแก้ปัญหาปลายเปิดต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ในการหาคำตอบและให้ความสำคัญกับกระบวนการของการแก้ปัญหามากกว่ามุ่งเน้นไปที่คำตอบ เพียงอย่างเดียว นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดของตนเองอย่างอิสระแต่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนและพิสูจน์แนวคิดและคำตอบของตนเอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ครูสามารถนำปัญหาเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันที่พบในชั้นเรียนและแนวทางในการพัฒนาเมตาคอกนิชันไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อที่จะพัฒนาเมตาคอกนิชันให้สูงขึ้น

5.3.1.2 ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนเป็นแนวทางให้ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาได้นำไปพัฒนาและส่งเสริมความสามารถทางการเรียนในคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่ส่งผลต่อเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์และอาจสามารถนำมาพัฒนาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

5.3.2.2 ควรศึกษาเนื้อหาที่จะทำแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน ควรใช้เนื้อหาเพียงเรื่องเดียว

5.3.2.3 ควรศึกษาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นอื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมในทุกระดับชั้น

บรรณานุกรม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม.

- แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
- กมลทิพย์ ศรีหาเศษ. (2547). การวิจัยประเมินผลโครงการจัดการศึกษาตามแนวคิดความเป็นหุ้นส่วน ระหว่างภาครัฐและเอกชน : กรณีศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครุคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: คิวมีเดีย.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2550). *สถิติสำหรับงานวิจัย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จรุง ขำพงศ์. (2555). *ผลการใช้กลวิธีเมตาคognitionชั้นที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554). *ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognitionชั้นที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ความตระหนักในการรู้คิดและการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัชวาลย์ เรื่องประพันธ์. (2554). *สถิติพื้นฐานพร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม MinitabSPSSและ SAS*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัยวัฒน์ สิทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตพอร์เรชั่น.
- ทงเกียรติ พลไชยา. (2556). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
- ทิตนา แคมมณี. (2552). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณีและคณะ. (2553). *การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- นิภา เมธาวีชัย. (2543). *วิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

- นุจรินทร์ รื่นรมย์, และเหล่า ภวภูตานนท์. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยมโดยใช้วิธี
สอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต).
ขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2555). การวัดและประเมินผลการศึกษา, ทฤษฎีและการประยุกต์.
กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยทางการวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีตาบริสุทธ์. (2551). การเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์. (พิมพ์ครั้งที่ 9).
กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์
- ปิยธิดา เนื่องชุมพลและสันติ วิจักขณาลัญณ์. (2550). การศึกษาทักษะการคิดและผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน.
วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา ปีที่ 4 ฉบับที่ 4. ขอนแก่น:
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2544). จิตวิทยาบริหารงานบุคคล. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ : ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ:
วิทยาลัยการฝึกหัดครูมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. (1956).
- ไพศาล วรคำ. (2554). การวิจัยทางการศึกษา Educational Research. มหาสารคาม: ดั๊กศิลา
การพิมพ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2547). การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.
นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). การวัดผลและสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- เยาวพัตร์ โมราราชภูร์. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตา
คอกนิชัน เรื่องจำนวนบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 1,000 ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน. 18, 103 – 112.
- รวิวรรณ ชินะตระกูล. (2542). การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ที.พี. พรินท์.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2539). สถิติวิทยาทางการวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น

- รารวรรณ จันทรวงศ์ และกิ่งฟ้า สิ้นธุวงศ์. (2557). *การคิดและการคิดเกี่ยวกับการรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา
- วัฒนา พัชรวานิช. (2540). *จิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็ก*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วิชัย พาณิชยสว. (2546). *การศึกษาศามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้แบบฝึกหัดเสริมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *การวัดประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)*. กรุงเทพฯ: เซเว่นพรี้นติ้งกรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วี. พรี้น(1991) จำกัด.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2561) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (O-NET) ของโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร. สืบค้นจาก : <http://www.niets.or.th/th/>.
- สังวรรณ ภัตกระโทก. (2559). *หลักการวิเคราะห์หัตถิพลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบพหุระดับและการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการแบบพหุระดับ: วิธีการของ Mu then*. *วิธีวิทยาการวิจัย*, 15(1), 85-104.
- สิโรตน์ บุญเลิศ. (2555). *ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับกลวิธีการสะท้อนเมตาคognition ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต).สงขลา. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุรศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์. (2545). *ทฤษฎีทางการทดสอบ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- สุกัญญา แยมกสิบและจักรกฤษณ์ สมพงษ์. (2557). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STADร่วมกับกลวิธีเมตาคognition เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2*. มหาวิทยาลัยนเรศวร

- สมนึกภัททิยธนี. (2551).*การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กอสนินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553).*การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กอสนินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ. (2545).*กิจกรรมส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ:สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ. (2551). *ผลสำรวจสาเหตุ นักเรียนไทยอ่อนคณิตศาสตร์และ
แนวทางแก้ไข*. วารสารคณิตศาสตร์, 599 – 601, 20 – 28.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *แนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตาม
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เสาวลักษณ์ บุญจันทร์. (2015). *ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กฎของไซน์และโคไซน์ ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตา
คอกนิชัน*. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต).ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อรัญ ชูยกระเดื่อง. (2557). *สถิติสำหรับกรวิจัย*. มหาสารคาม:มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2552).*คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยประเทศไทย
จำกัด
- อรนุช ศรีสะอาด. (2546). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม:
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อรนุช ศรีสะอาดและคณะ. (2550).*การวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กอสนินธุ์:
ประสานการพิมพ์.
- Baker, Linda.;& Brown, Ann L. (1980). *Metacognitive Skilll and Reading Technical
Report No. 188. Urbana Ill: Center for the study of Reading*
- Baker, Linda.;& Brown, Ann L. (1984).*Cognitive Monitoring in Reading*. Newark:
Delaware International Reading Association.
- Beyer, B.K. (1987).*Practical Strategies for the Teaching of Thinking*. Boston: Allyn
and Bacon.
- Brown, James W. and others. (1973). *A.V.Instruction Technology Media and
Methods*. 4th. New York : McGraw – Hill Book Company.
- Cross, D. R., & Paris, S. G. (1988). *Developmental and instructional analyses of
children’s metacognition and reading comprehension*. Journal of
Educational Psychology, 80(2), 131-142.

- Costa, A. L. and Kallick, B. (2009). *Leading and Learning with Habits of Mind: 16 Characteristics for Success*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Davidson, J. E., Deuser, R., & Sternberg, R. J. (1994). *The Role of Metacognition in Problem Solving in J. Metcalfe, and A.P. Shimamura, in Metacognition*. p. 207-226. Massachusetts : The MIT Press.
- Flavell, John H. (1985). *Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive- Development Inquiry*. American Psychologist. 34(10): 103-104.
- Farzad Radmehr and Michael Drake. (2018). *An assessment-based model for exploring the solving of mathematical problems: Utilizing revised bloom's taxonomy and facets of metacognition*. Department of Educational Psychology, Hashemite University, Zarqa 13115, Jordan.
- Garner, R., & Alexander, P. A. (1989). *Metacognition: Answered and Unanswered Questions*. Education Psychologist, 24(2), 143-158.
- Hoi Kwan Ning. (2016). *Examining heterogeneity in student metacognition: A factor mixture analysis*. London, united Kingdom.
- Ratebi, (2013). *The Use of Metacognitive Strategies in Listening Comprehension by Iranian University Students Majoring in English: a Comparison between High and Low Proficient Listeners*. Cambridge University.
- Schoenfeld, A.H, (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics*. Macmillan, Editors: Grouws, D.A., pp.334-370.
- Swanson, H. L. (1990). *Influence of Metacognition Knowledge and Aptitude on Problem Solving*, *Journal of Education Psychology*. 82(2), 306-314
- YingjieJiang, LinMa, and LiangGaoa. (2016). *Assessing teachers' metacognition in teaching: The Teacher Metacognition Inventory*. Gunadarma University, Depok West Java, Indonesia.
- Yimer, A. (2004). *Metacognitive and cognitive functioning of college students during mathematical problem solving*. U.S.A.: Department of Mathematics, Illinois State University.

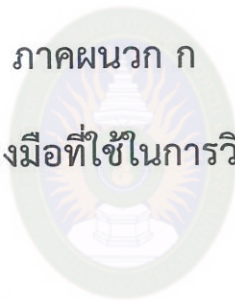


ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

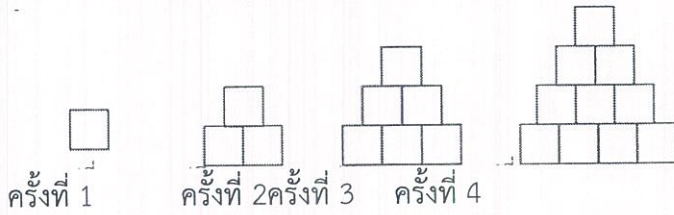
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบเมตาคognition

สถานการณ์ที่ 1 กำหนดรูปแบบรูปสี่เหลี่ยมคี่ต่างๆ ดังภาพ



จากแบบรูป มีผู้เสนอความสัมพันธ์ของแบบรูปสี่เหลี่ยมคี่ครั้งที่ n ดังนี้

คนที่ 1 คือ $2n-1$ คนที่ 2 คือ n^2 คนที่ 3 คือ $n+(n-1)+(n-2)+(n-3)+(n-4)+\dots+(3)+(2)+(1)$

คำถาม

(1) นักเรียนคิดว่าความน่าจะเป็นของรูปครั้งที่ 7 มี \square จำนวนกี่รูป จงอธิบายและแสดงวิธีการคิดของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

(2) จากสถานการณ์มีผู้เสนอความสัมพันธ์รูปสี่เหลี่ยมคี่ครั้งที่ n ทั้งหมด 3 คน คำตอบของใครถูกต้อง และให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดของคนนี้นักเรียนเลือก ว่ามีวิธีการคิดเป็นอย่างไร ให้ทำเครื่องหมาย \times ลงในช่อง \square คนที่นักเรียนเลือกให้ถูกต้อง

คนที่ 1 คือ $2n-1$

คนที่ 2 คือ n^2

คนที่ 3 คือ $n+(n-1)+(n-2)+(n-3)+(n-4)+\dots+(3)+(2)+(1)$

มีวิธีการคิดมาได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 กำหนดให้ $3(x-6) \leq 2(x+2)$

คำถาม

(1) จงหาคำตอบของอสมการ $3(x-6) \leq 2(x+2)$ อย่างละเอียด

.....

.....

.....

(2) ครูเฉลยคำตอบในข้อ (1) ถ้าคำตอบที่นักเรียนได้ไม่ตรงกับคำตอบของครูที่เฉลย นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 กำหนดให้ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$

คำถาม

(1) จงหาคำตอบของอสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

(2) ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ พร้อมทั้งแสดงวิธีการตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4 มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน

คำถาม

(1) จากข้อมูล ถ้ามีนสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้งเท่ากับ 79” นักเรียนคิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่ จงแสดงวิธีหาคำตอบ

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(2) ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....
.....
.....
.....
.....
.....



สถานการณ์ที่ 5 ถ้าเพื่อนของนักเรียนบอกว่าเขามีวิธีในการหาคำตอบแต่ละข้อที่ดีกว่านักเรียน นักเรียนจะอย่างไร

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคognition

แบบรายงานตนเอง

ชื่อผู้เรียน.....ชั้น.....ห้อง.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความถี่ของพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้ปฏิบัติตามข้อความที่ระบุไว้

ข้อความ	ความถี่ของการปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง/ เกือบทุก ครั้ง	บ่อยครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
1. ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้งก่อนส่งเพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องครบถ้วน				
2. ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อที่จะทบทวนความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
3. ในขณะที่ฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนแสดงลำดับการคิดก่อนที่จะแสดงวิธีการคิด				
4. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะแบ่งข้อความจากโจทย์ออกเป็นส่วนๆ				
5. ฉันอ่านเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปเรื่อยๆ โดยไม่เน้นคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
6. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันอ่านโจทย์ให้เข้าใจแล้วเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะกลับมาทำภายหลัง				
7. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะตั้งคำถามเตือนตนเองอยู่เสมอว่าดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามเป้าหมายที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่				
8. ฉันจะจดบันทึกสิ่งที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป				
9. ถ้าฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสร็จแล้วแต่ไม่ถูกต้อง ฉันจะรู้สึกเฉยๆ เพราะรอให้ครูหรือเพื่อน				

ข้อความ	ความถี่ของการปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง/ เกือบทุก ครั้ง	บ่อยครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
เฉลยแล้วค่อยส่งใหม่				
10. หากฉันทำแบบฝึกหัดแล้วข้อใดผิด ฉันจะเข้าไปทำข้ออื่น แล้วรอให้ครูเฉลยในข้อที่ฉันทำผิดนั้น				
11. ฉันจะทบทวนบทเรียนทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนสอบ				
12. ฉันจะหาแบบฝึกหัดมาทำเพิ่มเติมเพื่อเตรียมตัวในการเรียนเรื่องใหม่ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ				
13. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉันพยายามคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายวิธี				
14. ฉันสามารถจดจำข้อมูลต่างๆได้ดี				
15. ฉันขอให้คนอื่นช่วย เมื่อไม่เข้าใจเรื่องที่เรียน				
16. ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามคิดหาตัวอย่างที่เป็นของตนเองเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น				
17. ฉันอ่านข้อความและพยายามทำความเข้าใจโจทย์ที่กำหนดให้มากกว่า 1 ครั้ง				
18. ฉันตั้งความหวังว่าจะเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้เกรดดีขึ้น และจะให้รางวัลกับตนเอง				
19. เมื่อฉันทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะเข้าไปปรึกษาคุณครูทันที ไม่ปล่อยให้ค้างคา				
20. ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมา มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้				

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

คำถามที่ 1 : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 : นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้หรือไม่

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

คำถามที่ 4 : นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าคำตอบนั้นถูก

.....

.....

.....

คำถามที่ 5 : ถ้าคำตอบที่นักเรียนได้ไม่ตรงกับคำตอบของครูที่เฉลยหรือเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

คำถามที่ 6 : เพื่อนของนักเรียนบอกว่าเขามีวิธีในการหาคำตอบแต่ละข้อที่ดีกว่านักเรียน นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์แนวทางพัฒนาเมตาคognition

เรื่อง การศึกษาระดับเมตาคognitionของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

ชื่อผู้วิจัย นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.รามนรี นนทภา

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....

หน่วยงาน.....

วัน/เดือน/ปี ที่สัมภาษณ์.....

เริ่มการสัมภาษณ์เวลา.....น. จบการสัมภาษณ์เวลา.....น.

แนวประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์

1. ท่านคิดว่าการที่จะให้นักเรียนมีระดับเมตาคognitionที่สูงขึ้นนั้น ครูควรทำอย่างไร

.....

.....

.....

2. ท่านมีแนวทางการพัฒนาเมตาคognitionในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร

.....

.....

.....

3. ในการจัดการเรียนการสอน ท่านพบเจอปัญหาเมตาคognitionด้านความรู้อย่างไร และท่านมีแนวทางการพัฒนาเมตาคognitionด้านความรู้ให้สูงขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. ในการจัดการเรียนการสอน ท่านพบเจอปัญหาเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอย่างไร และท่านมีแนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองให้สูงขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

5. ในการจัดการเรียนการสอน ท่านพบเจอปัญหาเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดอย่างไร และท่านมีแนวทางการพัฒนาเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดให้สูงขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....



ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี
กมลรัตน์ พลเยี่ยม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เฉลยแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน

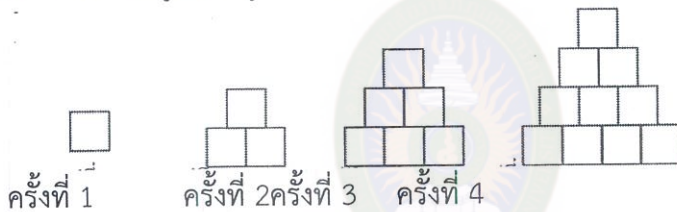
แบบทดสอบเมตาคอกนิชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับนี้เป็นแบบอัตนัยทั้งหมด 3 หน้า จำนวน 5 สถานการณ์
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับนี้ 50 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ และเขียนวิธีคิดลงในข้อสอบ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบหรือวิธีคิด ไม่ต้องลบคำตอบหรือวิธีคิดเดิมออก แต่ให้ขีดเส้นทับคำตอบหรือวิธีคิดเดิม แล้วจึงเขียนคำตอบหรือวิธีคิดใหม่

สถานการณ์ที่ 1 กำหนดรูปแบบรูปสี่เหลี่ยมคี่เหลี่ยมต่างๆ ดังภาพ



จากแบบรูป มีผู้เสนอความสัมพันธ์ของแบบรูปสี่เหลี่ยมคี่เหลี่ยมครั้งที่ n ดังนี้

คนที่ 1 คือ $2n-1$ คนที่ 2 คือ n^2 คนที่ 3 คือ $n+(n-1)+(n-2)+(n-3)+(n-4)+\dots+(3)+(2)+(1)$

คำถาม

(1) นักเรียนคิดว่าความน่าจะเป็นของรูปครั้งที่ 7 มี \square จำนวนกี่รูป จงอธิบายและแสดงวิธีการคิดของนักเรียน

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคอกนิชันในองค์ประกอบต่อไปนี้

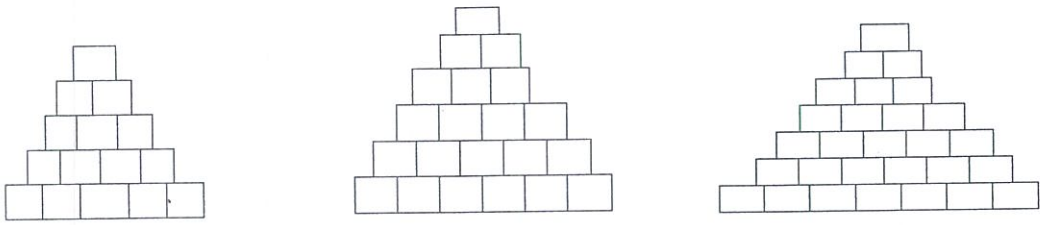
1. ความรู้ - ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ .

- ความรู้ในวิธีการ

- ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ .

2. การควบคุมตนเอง - การวางแผน

3. การควบคุมตนเอง - การกำกับควบคุม

แนวคิด

ครั้งที่ 5 ครั้งที่ 6

ครั้งที่ 7

ใช้เทคนิคการวาดรูปโดยจากการสังเกตจะเห็นว่าฐานของแบบรูปตัวอย่างมีจำนวน \square เท่ากับจำนวนครั้งและชั้นถัดขึ้นมาลดลงทีละ 1 ดังนั้นจึงใช้การวาดรูปแสดงการหา \square จะได้ว่าความน่าจะเป็นของรูปครั้งที่ 7 มี \square จำนวน 28 รูป

(2) จากสถานการณ์มีผู้เสนอความสัมพันธ์รูปสี่เหลี่ยมครั้งที่ n ทั้งหมด 3 คน คำตอบของใครถูกต้อง และให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดของคนที่นักเรียนเลือก ว่ามีวิธีการคิดเป็นอย่างไร ให้ทำเครื่องหมาย \times ลงในช่อง \square คนที่นักเรียนเลือกให้ถูกต้อง

คนที่ 1 คือ $2n-1$

คนที่ 2 คือ n^2

คนที่ 3 คือ $n+(n-1)+(n-2)+(n-3)+(n-4)+\dots+(3)+(2)+(1)$

มีวิธีการคิดมาได้อย่างไร

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคognitionชั้นในองค์ประกอบต่อไปนี้ _____)

1. ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ – ความรู้เกี่ยวกับงานที่ทำ

- ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ _____

2. การควบคุมตนเอง – การวางแผน _____

- การกำกับควบคุม _____

- การประเมิน) _____

แนวคิด

คนที่ 1 คือ $2n-1$

คนที่ 2 คือ n^2

คนที่ 3 คือ $n+(n-1)+(n-2)+(n-3)+(n-4)+\dots+(3)+(2)+(1)$

เลือกคนที่ 3 โดยมีวิธีคิดดังนี้

ครั้งที่ 1 ได้ 1 รูป

ครั้งที่ 2 ได้ 3 รูป

ครั้งที่ 3 ได้ 6 รูป

ครั้งที่ 4 ได้ 10 รูป

ดังนั้นครั้งที่ n ได้ $n+(n-1)+(n-2)+(n-3)+(n-4)+\dots+(3)+(2)+(1)$

สถานการณ์ที่ 2 กำหนดให้ $3(x-6) \leq 2(x+2)$

คำถาม

(1) จงหาคำตอบของอสมการ $3(x-6) \leq 2(x+2)$ อย่างละเอียด

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคอนิชั่นในองค์ประกอบต่อไปนี้ .

1. ความรู้ – ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ .

- ความรู้ในวิธีการ .

- ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ .

2. การควบคุมตนเอง – การวางแผน .

- การกำกับควบคุม)

แนวคิด ใช้ความรู้ในเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาช่วยในการหาคำตอบ

$$\begin{aligned} 3(x-6) &\leq 2(x+2) \\ 3x-18 &\leq 2x+4 \\ 3x-2x &\leq 4+18 \\ x &\leq 22 \end{aligned}$$

ดังนั้น $x \leq 22$

ตอบ คำตอบของอสมการ คือ จำนวนจริงที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 22

(2) (ครูเฉลยคำตอบในข้อ (1)) ถ้าคำตอบที่นักเรียนได้ไม่ตรงกับคำตอบของครูที่เฉลย

นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคอนิชั่นในองค์ประกอบความตระหนักต่อ .

กระบวนการคิด – การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง .

- การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด)

แนวคิด

ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ตรงกับคำตอบของครูที่เฉลย จะทำการตรวจสอบอีกครั้ง เพราะต้องการความแน่ชัดในคำตอบ และต้องการที่จะตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาของตนเอง เนื่องจากในบางขั้นตอนที่แก้โจทย์ปัญหาที่ได้ทำการแก้โจทย์ปัญหาอาจจะมีข้อบกพร่องหรืออาจเกิดในขั้นตอนการย้ายข้างอสมการ เพื่อความถูกต้องจำเป็นต้องตรวจสอบอีกครั้ง

สถานการณ์ที่ 3 กำหนดให้ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$

คำถาม

(1) จงหาคำตอบของอสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคognitionชั้นในองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ความรู้ - ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ

- ความรู้เกี่ยวกับลักษณะงานที่ทำ

- ความรู้ในวิธีการ

2. การควบคุมตนเอง - การวางแผน

- การกำกับควบคุม)

แนวคิด เปลี่ยนจากอสมการเครื่องหมาย \neq เป็นสมการ

จาก $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ เปลี่ยนเป็น

$3(3x-2) = 8(x+1)$ จากนั้นทำการแก้สมการ

$3(3x-2) = 8(x+1)$

$$9x - 6 = 8x + 8$$

$$9x - 8x = 8 + 6$$

$$x = 14$$

ดังนั้น 14 เป็นคำตอบของสมการ $3(3x-2) = 8(x+1)$

นั่นคือ คำตอบของอสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ คือจำนวนจริงทุกจำนวนยกเว้น 14

ตอบ คำตอบของอสมการ คือ จำนวนจริงทุกจำนวนยกเว้น 14

(2) ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ พร้อมทั้งแสดงวิธีการตรวจสอบ

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคognitionชั้นในองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ความรู้ - ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ

2. การควบคุมตนเอง - การวางแผน

- การประเมิน

3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด - การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง).

แนวคิด

จะทำการตรวจคำตอบโดยการนำค่า $x = 14$ ที่ได้ไปแทนในสมการ $3(3x-2) = 8(x+1)$ จะได้

$$3(3x-2) = 8(x+1)$$

$$3[3(14)-2] = 8(14+1)$$

$$126-2 = 8(15)$$

$$120 = 120$$

จะเห็นว่า $120 = 120$ สมการเป็นจริง

ดังนั้น สมเหตุสมผล

สถานการณ์ที่ 4 มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน

คำถาม

(1) จากข้อมูล ถ้ามีนสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้งเท่ากับ 79” นักเรียนคิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่ จงแสดงวิธีหาคำตอบ

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคognitionชั้นในองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ความรู้ - ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ

- ความรู้ในวิธีการ

- ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ

2. การควบคุมตนเอง - การวางแผน

- การกำกับควบคุม)

แนวคิดจากการสอบ 9 ครั้ง ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน

จะได้ว่า คะแนนรวมในการสอบ 9 ครั้ง เท่ากับ

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

$$80 = \frac{\sum x}{9}$$

$$\sum x = (80)(9)$$

$$\sum x = 720$$

ดังนั้น คะแนนรวมในการสอบ 9 ครั้ง เท่ากับ 720 คะแนน

และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน

จะได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ในการสอบ 10 ครั้ง เป็น

$$\bar{x} = \frac{720 + 70}{10}$$

$$\bar{x} = \frac{790}{10}$$

$$\bar{x} = 79$$

ดังนั้น “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้งเท่ากับ 79” เป็นจริง ข้อสรุปถูกต้อง

(2) ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคognitionชั้นในองค์ประกอบความตระหนักรู้ต่อ

กระบวนการคิด - การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง

- การยอมรับว่าความคิดว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด)

แนวคิด

กรณีที่ 1 จะตรวจสอบอีกครั้ง เพราะว่าจะได้เพิ่มความมั่นใจในคำตอบ และได้ตรวจสอบวิธีการของตนเอง

กรณีที่ 2 ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เพราะมั่นใจว่าวิธีการที่ใช้และคำตอบที่ได้ถูกต้องแล้ว

สถานการณ์ที่ 5 ถ้าเพื่อนของนักเรียนบอกว่าเขามีวิธีในการหาคำตอบแต่ละข้อที่ดีกว่านักเรียน นักเรียนจะอย่างไร

(คำถามข้อนี้วัดเมตาคognitionชั้นในองค์ประกอบความตระหนักรู้ต่อ

กระบวนการคิด - การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง

- การยอมรับความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้อง)

แนวคิด

กรณีที่ 1 ยอมรับฟังวิธีการในการหาคำตอบของเพื่อน เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบที่รวดเร็วและดีขึ้น และเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการหาคำตอบของตนเอง

กรณีที่ 2 มั่นใจในวิธีการหาคำตอบของตนเองว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดแล้ว

แบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคอกนิชัน

เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อความเชิงบวก

ปฏิบัติทุกครั้ง / เกือบทุกครั้ง	ให้น้ำหนักคะแนน	4	คะแนน
ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ให้น้ำหนักคะแนน	3	คะแนน
ปฏิบัติบางครั้ง	ให้น้ำหนักคะแนน	2	คะแนน
ปฏิบัติไม่เคย / นาน ๆ ครั้ง	ให้น้ำหนักคะแนน	1	คะแนน

ข้อความเชิงลบ

ปฏิบัติไม่เคย / นาน ๆ ครั้ง	ให้น้ำหนักคะแนน	4	คะแนน
ปฏิบัติบางครั้ง	ให้น้ำหนักคะแนน	3	คะแนน
ปฏิบัติบ่อยครั้ง	ให้น้ำหนักคะแนน	2	คะแนน
ปฏิบัติทุกครั้ง / เกือบทุกครั้ง	ให้น้ำหนักคะแนน	1	คะแนน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคognition

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความถี่ของพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้ปฏิบัติตามข้อความที่ระบุไว้

จำนวน 20 ข้อ 20 นาที

ข้อความ	ความถี่ของการปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง/ เกือบทุก ครั้ง	บ่อยครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
1. ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้งก่อนส่งเพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องครบถ้วน	4	3	2	1
2. ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อที่จะทบทวนความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4	3	2	1
3. ในขณะที่ฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนแสดงลำดับการคิดก่อนที่จะแสดงวิธีการคิดคำนวณจริงลงไป	4	3	2	1
4. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะแบ่งข้อความจากโจทย์ออกเป็นส่วนๆ เช่น ส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ และส่วนที่โจทย์กำหนดให้	4	3	2	1
5. ฉันอ่านเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปเรื่อยๆ โดยไม่เน้นคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1	2	3	4
6. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันอ่านโจทย์ให้เข้าใจแล้วเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะกลับมาทำภายหลัง	4	3	2	1
7. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะตั้งคำถามเตือนตนเองอยู่เสมอว่าดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามเป้าหมายที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่	4	3	2	1
8. ฉันจะจดบันทึกสิ่งที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป	4	3	2	1

ข้อความ	ความถี่ของการปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง/ เกือบทุก ครั้ง	บ่อยครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
9. ถ้าฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสร็จแล้วแต่ไม่ถูกต้อง ฉันจะรู้สึกเฉยๆ เพราะรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยแล้วค่อยส่งใหม่	1	2	3	4
10. หากฉันทำแบบฝึกหัดแล้วข้อใดผิด ฉันจะเข้าไปทำข้ออื่น แล้วรอให้ครูเฉลยในข้อที่ฉันทำผิดนั้น	1	2	3	4
11. ฉันจะทบทวนบทเรียนทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนสอบ	4	3	2	1
12. ฉันจะหาแบบฝึกหัดมาทำเพิ่มเติมเพื่อเตรียมตัวในการเรียนเรื่องใหม่ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ	4	3	2	1
13. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉันพยายามคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายวิธี	4	3	2	1
14. ฉันสามารถจดจำข้อมูลต่างๆได้ดี	4	3	2	1
15. ฉันขอให้คนอื่นช่วย เมื่อไม่เข้าใจเรื่องที่เรียน	4	3	2	1
16. ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามคิดหาตัวอย่างที่เป็นของตนเองเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น	4	3	2	1
17. ฉันอ่านข้อความและพยายามทำความเข้าใจโจทย์ที่กำหนดให้มากกว่า 1 ครั้ง	4	3	2	1
18. ฉันตั้งความหวังว่าจะเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้เกรดดีขึ้น และจะให้รางวัลกับตนเอง	4	3	2	1
19. เมื่อฉันทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะเข้าไปปรึกษาคุณครูทันที ไม่ปล่อยให้ค้างคา	4	3	2	1
20. ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมา มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้	4	3	2	1

ภาคผนวก ข
การหาคุณภาพเครื่องมือ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. แบบรายงานตนเอง

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบรายงานตนเอง

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

จากตารางที่ ข.1 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบรายงานตนเอง ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ 23 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.67–1.00 ซึ่งทุกข้อผ่านเกณฑ์ แสดงว่า ข้อสอบทุกข้อนำไปใช้ได้

ตารางที่ ข.2 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบรายงานตนเอง

แบบรายงานตนเอง					
ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล
1	0.26	ไม่เลือก	13	0.68	เลือก
2	0.65	เลือก	14	0.69	เลือก
3	0.62	เลือก	15	0.45	เลือก
4	0.66	เลือก	16	0.57	เลือก
5	0.43	เลือก	17	0.91	เลือก
6	0.57	เลือก	18	0.58	เลือก
7	0.44	เลือก	19	0.65	เลือก
8	0.59	เลือก	20	0.38	ไม่เลือก
9	0.61	เลือก	21	0.58	เลือก
10	0.61	เลือก	22	0.64	เลือก
11	0.65	เลือก	23	0.40	ไม่เลือก
12	0.49	เลือก			
ช่วงความเชื่อมั่นเท่ากับ				.89	

จากตารางที่ ข.2 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบรายงานตนเอง ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ 23 ข้อ มีค่าระหว่าง 0.26–0.91 ซึ่งทุกข้อผ่านเกณฑ์ แสดงว่าข้อสอบทุกข้อนำไปใช้ได้ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกข้อคำถาม จำนวน 20ข้อ มากำหนดเป็นแบบรายงานตนเอง ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบรายงานตนเองนี้ เท่ากับ .89

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	0	+1	+1	2	0.67
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	0	+1	+1	2	0.67
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1

จากตารางที่ ข.3 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบทดสอบเมตาคอกนิชันที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ 11 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.67–1.00 ซึ่งทุกข้อผ่านเกณฑ์ แสดงว่า ข้อสอบทุกข้อนำไปใช้ได้

ตารางที่ ข.4 ค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
เมตาคอกนิชัน

แบบทดสอบเมตาคอกนิชัน			
ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล
1	0.58	0.54	เลือก
2	0.51	0.49	เลือก
3	0.63	0.39	เลือก
4	0.58	0.33	ไม่เลือก
5	0.57	0.49	เลือก
6	0.58	0.55	เลือก
7	0.60	0.44	เลือก
8	0.56	0.51	เลือก
9	0.64	0.33	ไม่เลือก
10	0.58	0.54	เลือก
11	0.55	0.52	เลือก
ช่วงความเชื่อมั่นเท่ากับ		.92	

จากตารางที่ ข.4พบว่า ค่าความยากง่ายของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.51-0.64 ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 11 ข้ออยู่ในช่วง 0.2-0.8 นั่นคือ ข้อสอบทั้งหมดสามารถนำไปใช้ได้และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน มีค่าระหว่าง 0.33-0.54 ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 11 ข้ออยู่ในช่วง 0.2-1.00 นั่นคือ ข้อสอบทั้งหมดสามารถนำไปใช้ได้ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบ จำนวน 9 ข้อ มากำหนดเป็นแบบทดสอบเมตาคอกนิชัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเมตาคอกนิชันนี้ เท่ากับ .92

ภาคผนวก ค

ผลคะแนนนักเรียนรายบุคคล



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คะแนน T ปกติ (Normalized T- Score)

ผู้วิจัยได้นำเสนอคะแนนความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในรูปของคะแนน T ปกติ
ดังนี้

ตารางที่ ค.1เกณฑ์ปกติของความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
94	68	80	56	63	42
92	67	79	55	62	41
91	66	78	54	61	40
90	65	76	53	60	39
89	64	75	52	59	38
88	63	74	51	58	37
87	62	73	50	56	36
86	61	72	49	55	35
85	61	71	48	54	34
84	60	69	47	53	33
83	59	67	45	48	29
83	58	65	43	46	27
81	57	64	43	44	25

จากตารางที่ ค.1ความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีคะแนนดิบตั้งแต่ 44 ถึง
94 และมีคะแนน T ปกติตั้งแต่ T_{25} ถึง T_{68}

ตารางที่ ค.2 เกณฑ์ปกติของคะแนนเมตาคอกนิจัน

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
49	69	37	58	24	45
48	68	36	57	23	44
47	67	35	56	22	43
46	66	33	54	21	42
45	65	31	52	20	41
44	64	30	51	19	40
43	63	29	50	18	39
42	62	28	49	17	38
40	60	27	48	16	37
39	60	26	47	15	36
38	59	25	46	14	36

จากตารางที่ ค.2 คะแนนเมตาคอกนิจันมีคะแนนดิบตั้งแต่ 14 ถึง 49 และมีคะแนน T ปกติตั้งแต่ T_{36} ถึง T_{69}

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ Two-way ANOVA

ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ Two-way ANOVA

ข้อตกลงเบื้องต้น ข้อที่ 1

- ตั้งสมมติฐาน H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ
 H_1 : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ
- ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$

Tests of Normality

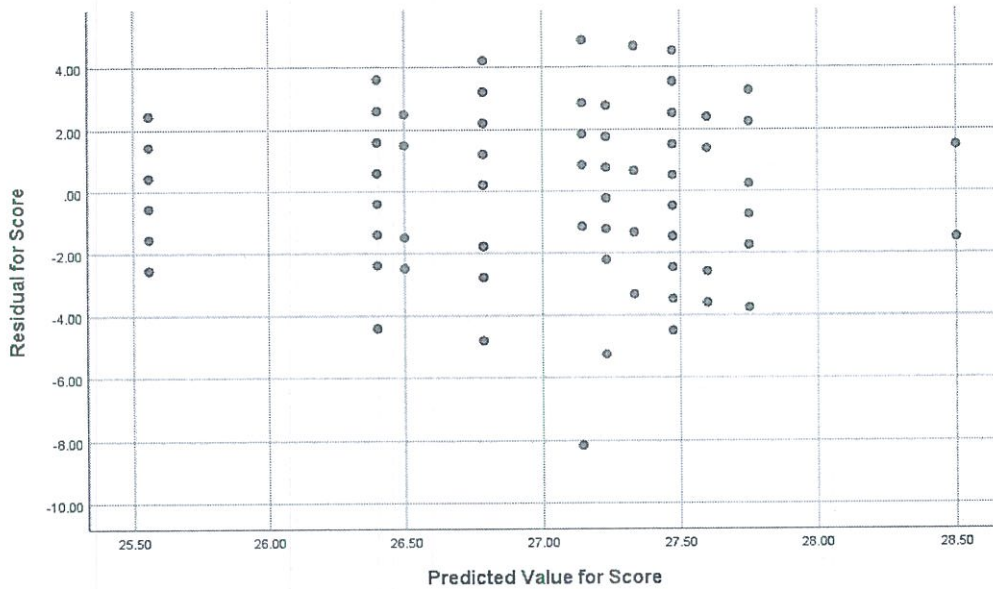
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Residual for score	.071	102	.200*	.981	102	.151

*. This is a lower bound of the true significance. a. Lilliefors Significance Correction

เนื่องจากค่า Sig. = 0.200 ของ Kolmogorov-Smirnov ซึ่งมากกว่า $\alpha = .05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ข้อตกลงเบื้องต้น ข้อที่ 2

- ตั้งสมมติฐาน H_0 : ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน
 H_1 : ความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระต่อกัน
- ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$



จากรูป จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่พล็อตไม่มีรูปแบบหนึ่งเป็นจุดที่เกิดขึ้นอย่าง สุ่ม ๆ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ข้อตกลงเบื้องต้น ข้อที่ 3

1. ตั้งสมมติฐาน H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0
 H_1 : ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากับ 0
2. ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Residual for Score	.000	101	1.000	.00000	-.4841	.4841

เนื่องจากค่า Sig. = 1.00 ของสถิติทดสอบ t ซึ่งมากกว่า $\alpha = .05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ข้อตกลงเบื้องต้น ข้อที่ 4

1. ตั้งสมมติฐาน H_0 : ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่
 H_1 : ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่
2. ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

Levene's Test of equality of Error Variances (a)

Dependent Variable : คะแนนเมตาคอกนิจัน

F	df1	df2	Sig.
.596	10	91	.813

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable

เนื่องจากค่า Sig. = 0.813 ของสถิติทดสอบ Levene's test ซึ่งมากกว่า $\alpha = .05$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

บทสัมภาษณ์นักเรียนและผู้ทรงคุณวุฒิ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทสัมภาษณ์เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันของนักเรียน ที่ผู้วิจัยใช้เป็นกรณีศึกษา

1. การสัมภาษณ์นักเรียน แบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน ด้านความรู้

1.1 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับสูง จากผล

การทำแบบทดสอบเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่อยู่ในด้านความรู้อยู่ในระดับสูง พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันความรู้ในระดับสูงจะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้

ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับสูง

โจทย์ มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน จากข้อมูลถ้ามีนสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 10 ครั้งแล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้งเท่ากับ 79” นักเรียนคิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่จงแสดงวิธีหาคำตอบ

สถานการณ์ที่ 4 มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน

คำถาม:

(1) จากข้อมูล ถ้ามีนสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้งเท่ากับ 79” นักเรียนคิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่ จงแสดงวิธีหาคำตอบ

.....
คณิตศาสตร์	80 คะแนน จะได้ $\bar{x} = 80$	แสดงว่า $n = 10$ และ $\bar{x} = 79$
X แทน คะแนนสอบ	จากการสอบ 9 ครั้ง แสดงว่า $n = 9$	ที่ผู้สรุปว่า ค่าเฉลี่ยในการสอบทั้ง 10 ครั้ง
h แทน จำนวนครั้งที่สอบ	จึงสรุปว่า $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ แทนในสมการ	เท่ากับ 79
$\sum x$ แทน คะแนนรวมวิชาคณิตศาสตร์	$80 = \frac{\sum x}{9}$	ดังนั้นผลรวมของการสอบ 10 ครั้ง เท่ากับ
	$\sum x = 80 \times 9$	$720 + 70 = 790$ คะแนน
	$\sum x = 720$ คะแนน	ทุก $\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{790}{10} = 79$
	แสดงว่า.....คะแนนรวมในการสอบ 9 ครั้งได้ 720 คะแนน	ดังนั้นค่าเฉลี่ยในการสอบ 10 ครั้งเท่ากับ 79
		สรุปได้ว่า ข้อสรุปถูกต้อง *

ภาพที่ จ.1 แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับสูง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้ในระดับสูง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง มีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง แสดงวิธีทำและอธิบายถึงรายละเอียดในการแสดงวิธีทำได้อย่างละเอียดและถูกต้อง มีการสรุปตามที่โจทย์ต้องการทราบ นอกจากนี้การใช้สัญลักษณ์ทางสถิติเหมาะสม

1.2 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูงจากผล การทำแบบทดสอบเมตาคอนิชันของนักเรียนที่อยู่ในด้านความรู้ระดับค่อนข้างสูง พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอนิชันค่อนข้างสูงจะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง อาจจะสามารถใน บางขั้นตอนแต่สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้

ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง โจทย์ มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน จากข้อมูลถ้ามีสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวน ทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้งเท่ากับ 79” นักเรียน คิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่ จงแสดงวิธีหาคำตอบ

สถานการณ์ที่ 4 มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน

คำถาม

(1) จากข้อมูล ถ้ามีสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้ง เท่ากับ 79” นักเรียนคิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่ จงแสดงวิธีหาคำตอบ

$X = \frac{\sum X}{N}$	เพื่อหาค่า 10 จาก 70
$80 = \frac{\sum X}{9}$	$\bar{X} = \frac{790 + 70}{10}$
$\sum X = 40 \times 9$	$\bar{X} = \frac{790}{10}$
$= 720$	$\bar{X} = 79$

ภาพที่ จ.2 แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับ ค่อนข้างสูง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่าง ถูกต้องแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้ถึงแม้จะขาดในรายละเอียดบางประเด็นแต่ก็สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ นอกจากนี้การใช้สัญลักษณ์ทางสถิติเหมาะสม

1.3 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ จากผล การทำแบบทดสอบเมตาคอนิชันของนักเรียนที่อยู่ในด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอนิชันค่อนข้างต่ำจะสามารถความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการ แก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอน นอกจากนี้การใช้ สัญลักษณ์ทางสถิติไม่เหมาะสม

ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคognitionชั้นด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
 โจทย์ มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง
 และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน จากข้อมูลถ้ามีนสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวน
 ทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้งเท่ากับ 79” นักเรียน
 คิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่จงแสดงวิธีหาคำตอบ

สถานการณ์ที่ 4 มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70
 คะแนน
 คำถาม

(1) จากข้อมูล ถ้ามีนสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้ง
 เท่ากับ 79” นักเรียนคิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่ จงแสดงวิธีหาคำตอบ

วิธีทำ

คะแนนสอบ	80	สอบ	9 ครั้ง
	70		1 ครั้ง

$$80(9) + 70(1) = X$$

$$720 + 70 = 790$$

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{790}{10}$$

$$= 79$$

ภาพที่ จ.3 แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคognitionชั้นด้านความรู้ที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคognitionชั้นด้านความรู้ที่อยู่ในระดับ
 ค่อนข้างต่ำ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ นำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน สามารถ
 แสดงวิธีทำได้บางส่วนแต่ไม่เป็นตามขั้นตอนที่ละเอียดและถูกต้อง ไม่มีการสรุปตามที่โจทย์
 ต้องการทราบ นอกจากนี้การใช้สัญลักษณ์ทางสถิติไม่เหมาะสมและยังขาดรายละเอียดในบาง
 ประเด็น

1.4 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคognitionชั้นด้านความรู้ที่อยู่ในระดับต่ำ จากผลการทำ
 แบบทดสอบเมตาคognitionชั้นของนักเรียนที่อยู่ในด้านความรู้ระดับต่ำพบว่า ไม่สามารถแสดงวิธีทำ
 ได้ โดยส่วนใหญ่ว่าง นอกจากนี้การใช้สัญลักษณ์ทางสถิติไม่เหมาะสม

ตัวอย่าง งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคognitionชั้นด้านความรู้ที่อยู่ในระดับต่ำ

โจทย์ มีนสอบได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง
 และในการสอบครั้งที่ 10 สอบได้ 70 คะแนน จากข้อมูลถ้ามีนสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวน
 ทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้งเท่ากับ 79” นักเรียน
 คิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่จงแสดงวิธีหาคำตอบ

<p>สถานการณ์ที่ 4 มีนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 80 คะแนน จากการทดสอบ 9 ครั้ง และในการสอบครั้งที่ 10 สกานได้ 70 คะแนน</p> <p>คำถาม</p> <p>(1) จากข้อมูล ถ้ามีสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วมีผู้สรุปว่า "ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในการสอบทั้ง 10 ครั้ง เท่ากับ 79" นักเรียนคิดว่าข้อสรุปถูกต้องหรือไม่ จงแสดงวิธีหาคำตอบ</p> <p style="text-align: center;">$10 \div 0.9 = 11.11$</p> <p style="text-align: center;">ตอบ 1.</p>

ภาพที่ จ.4 แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับต่ำ

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้ที่อยู่ในระดับต่ำ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ไม่สามารถแสดงวิธีทำได้ โดยส่วนใหญ่ว่าง นอกจากนี้การใช้สัญลักษณ์ทางสถิติไม่เหมาะสม ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

2. การสัมภาษณ์นักเรียนแบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน ด้านการควบคุมตนเอง

2.1 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูง

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูงจะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ตัวอย่าง งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูง

โจทย์ จงหาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

สถานการณ์ที่ 3 กำหนดให้ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$

คำถาม

(1) จงหาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

$3(3x-2) \neq 8(x+1)$, เปลี่ยนสมการเป็นสมการ

$3(3x-2) = 8(x+1)$

$9x - 6 = 8x + 8$, ใช้สมบัติการแจกแจง

$9x - 8x = 6 + 8$

$x = 14$

ดังนั้น $x \neq 14$

ตอบ คำตอบของสมการคือ จำนวนจริงทุกจำนวนยกเว้น 14

ภาพที่ จ.5 แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคognitionชั้นด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคognitionชั้นด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูง พบว่า นักเรียนสามารถวางแผนในการแก้ไขปัญหาถูกต้องสมบูรณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยแต่ขั้นตอนมีลำดับขั้นตอนที่ละเอียดรอบคอบและถูกต้อง มีการเลือกใช้วิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม เช่นจากงานเขียนจะเห็นว่านักเรียนได้เริ่มแก้ปัญหาจากการเปลี่ยนสมการให้เป็นสมการ ขั้นตอนต่อไปนักเรียนใช้สมบัติการแจกแจง แล้วทำการแก้สมการจนได้คำตอบสมการออกมา แต่โจทย์ถามหาคำตอบของสมการ นักเรียนก็เลยสรุปคำตอบของสมการออกมา ซึ่งถือว่านักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและละเอียดรอบคอบ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย: เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร

ฟาง: จากโจทย์ข้อนี้คะให้หาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ โดยโจทย์ได้กำหนดสมการมาให้แล้วให้หาคำตอบของสมการอย่างละเอียด

ผู้วิจัย: แล้วนักเรียนมีวิธีหาคำตอบหรือไม่ อย่างไร

ฟาง: หนูคิดว่าในการหาคำตอบโดยนำเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นมาช่วยในการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนแรกหนูจะเปลี่ยนจากสมการเครื่องหมายไม่เท่ากับให้เป็นสมการก่อนเสร็จแล้วจะทำการแก้สมการตามขั้นตอนที่ได้เรียนมา โดยการการแจกแจงแต่ละวงเล็บทั้งสองข้างก่อนเสร็จแล้วจะใช้สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน เป้าหมายคือเพื่อให้อีกฝั่งเหลือตัวแปรและอีกฝั่งเป็นตัวเลข เมื่อใช้สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันแล้ว และการหารทั้งสองข้างของสมการด้วยจำนวนที่เท่ากัน ก็จะได้คำตอบของสมการออกมา แต่โจทย์ต้องการทราบคำตอบของสมการ แสดงคำตอบที่ได้คือจำนวนจริงทุกจำนวนที่ไม่เท่ากับคำตอบของสมการข้างต้น

ผู้วิจัย: ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าคำตอบนั้นถูกต้อง

ฟาง: เนื่องจากได้ตรวจคำตอบโดยการนำคำตอบของสมการที่ได้มาไปแทนค่าย้อนกลับเพื่อเช็คคำตอบว่าเมื่อแทนค่า x ลงไปในสมการแล้ว คำตอบที่ออกมา นั้นค่าทั้งสองข้างเท่ากันหรือไม่

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ให้และอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สามารถกำหนดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาถูกต้องสมบูรณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยแต่ขั้นตอนมีลำดับขั้นตอนที่ละเอียดรอบคอบและถูกต้อง มีการเลือกใช้วิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

2.2 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านควบคุมตนเองอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันด้านควบคุมตนเองค่อนข้างสูง จะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถใช้ประสบการณ์และความรู้เดิมที่เคยเรียนมาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ตัวอย่าง งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

โจทย์ จงหาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

สถานการณ์ที่ 3 กำหนดให้ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$

คำถาม

(1) จงหาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

$$3(3x-2) = 8(x+1)$$

$$9x-6 = 8x+8$$

$$9x-8x = 8-6$$

$$1x = 2-1$$

$$x = 1$$

ตอบ $x \neq 1$

ภาพที่ ๖.๖ งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองระดับอยู่ในค่อนข้างสูง

ผลการวิเคราะห์การงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับค่อนข้างสูง พบว่า นักเรียนสามารถวางแผนในการแก้ไขปัญหาถูกต้อง แต่ในบางขั้นตอนอาจไม่ครบถ้วน จนทำให้คำตอบคลาดเคลื่อน มีการเลือกใช้วิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม เช่นจากงานเขียนจะเห็นว่านักเรียนได้เริ่มแก้ปัญหาจากการเปลี่ยนสมการให้เป็น

สมการ ขั้นตอนต่อไปนักเรียนใช้สมบัติการแจกแจง แล้วแก้สมการจนได้คำตอบสมการออกมา แต่จากการแจกแจงจะเห็นว่าเกิดความผิดพลาดตรงเครื่องหมาย ส่งผลให้คำตอบที่ได้ออกมานั้นมีความคลาดเคลื่อน จะเห็นได้ว่า การวางแผนในการแก้ปัญหาที่มีความถูกต้อง ถึงแม้จะผิดพลาดในบางขั้นตอน

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย: เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร

ริยา: จากโจทย์ข้อนี้เราจะให้หาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ โดย โจทย์ได้กำหนดตอบสมการมาให้แล้วให้หาคำตอบของสมการ

ผู้วิจัย: แล้วนักเรียนมีวิธีหาคำตอบหรือไม่ อย่างไร

ริยา: หนูคิดว่าในการหาคำตอบโดยนำเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นมาช่วยในการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนแรกหนูจะเปลี่ยนจากสมการเครื่องหมายไม่เท่ากับให้เป็นสมการก่อนเสร็จแล้วจะทำการแก้สมการตามขั้นตอนที่ได้เรียนมา โดยการแจกแจงแต่ละวงเล็บทั้งสองข้างก่อนเสร็จแล้วทำการแก้ปัญหาโดยการย้ายข้างสมการเพื่อให้อีกฝั่งเหลือตัวแปร และอีกฝั่งเป็นตัวเลข เมื่อใช้การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันและการหารทั้งสองข้างของสมการด้วยจำนวนที่เท่ากัน ก็จะได้คำตอบของสมการออกมา

ผู้วิจัย: ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าคำตอบนั้นถูกต้อง

ริยา: เนื่องจากได้ตรวจคำตอบโดยการนำคำตอบของสมการที่ได้มาไปแทนค่าย้อนกลับในสมการตั้งต้นเพื่อเช็คคำตอบว่าเมื่อแทนค่า \times ลงไปในสมการแล้ว คำตอบที่ออกมานั้นค่าทั้งสองข้างเท่ากันหรือไม่

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ให้และอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สามารถกำหนดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาได้เกือบครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ในบางขั้นตอนอาจมีลำดับขั้นตอนที่ไม่ครบถ้วน มีการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

2.3 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านควบคุมตนเองอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันด้านควบคุมตนเองค่อนข้างต่ำ จะไม่สามารถการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยที่นักเรียนทราบว่าโจทย์ให้หาอะไร แต่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหานั้นได้อย่างถูกต้อง สามารถนำความรู้ที่เคยเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน

ตัวอย่าง งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับเมตาคogniชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ระดับค่อนข้างต่ำ

โจทย์ จงหาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

สถานการณ์ที่ 3 กำหนดให้ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$

คำถาม

(1) จงหาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

$$3(3x-2) \neq 8(x+1)$$

$$9x - 6 \neq 8x + 8$$

$$9x - 8x \neq 6 + 8$$

$$x \neq 14$$

$$x \neq 14$$

ภาพที่ ๖.7 งานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคogniชันด้านการควบคุมตนเองระดับอยู่ในค่อนข้างต่ำ

ผลการวิเคราะห์การงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคogniชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ พบว่า นักเรียนสามารถวางแผนในการแก้ไขปัญหาได้บางส่วน แต่ในบางขั้นตอนไม่ครบถ้วน จนทำให้การวางแผนผิดพลาด เช่นจากงานเขียนจะเห็นว่านักเรียนได้เริ่มแก้ปัญหาโดยแก้สมการเลย ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง แต่ในระหว่างที่ทำมีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่เรียนมาไม่ว่าจะเป็นการแจกแจง ซึ่งนักเรียนใช้สมบัติการแจกแจงได้ถูกต้อง แล้วแก้สมการจนได้คำตอบสมการออกมา ถึงแม้คำตอบจะถูกตั้งแต่ขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง เพราะการแก้สมการต้องเปลี่ยนสมการให้เป็นสมการ จากนั้นค่อยแก้ปัญหาตามขั้นตอน

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย: เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร

ตะวัน: จากโจทย์ข้อนี้ให้หาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ โดยโจทย์ได้กำหนดสมการมาให้ โดยที่ให้หาค่าของ x

ผู้วิจัย: แล้วนักเรียนมีวิธีหาคำตอบหรือไม่ อย่างไร

ตะวัน: ผมคิดว่าเราต้องหาค่า x ในสมการว่ามีค่าเป็นเท่าไร จากนั้นเริ่มจากการคูณกระจายแต่ละข้างสมการก่อน เสร็จแล้วทำการย้ายข้างสมการเพื่อให้ได้ ค่า x ผมคิดว่าต้องประมาณนี้ แต่ผมไม่รู้จะเขียนเป็นขั้นตอนที่ถูกต้องอย่างไรครับ

ผู้วิจัย: ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าคำตอบนั้นถูกต้อง

ตะวัน: ผมไม่แน่ใจครับว่าคำตอบนั้นถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้ในการหาค่า \times ผมคาดว่าน่าจะลองเอาไปแทนค่าในอสมการ แต่ผมลำดับขั้นตอนไม่ได้ว่าต้องเขียนในแบบไหน

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ให้และอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบนำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ได้บางส่วนสามารถกำหนดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา แต่ไม่สามารถเขียนตามขั้นตอนที่กำหนด ลำดับขั้นตอนไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้สำเร็จและถูกต้อง นอกจากนี้ไม่สามารถตรวจสอบผลที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

2.4 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านควบคุมตนเองอยู่ในระดับต่ำ

จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันด้านควบคุมตนเองอยู่ในระดับต่ำจะไม่สามารถการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นักเรียนทราบว่าโจทย์ให้หาอะไร แต่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหานั้นได้ ไม่สามารถนำความรู้ที่เคยเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ตัวอย่าง งานเขียนประกอบการสัมภาษณ์ของนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับต่ำ

โจทย์ จงหาคำตอบของอสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

สถานการณ์ที่ 3 กำหนดให้ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$

คำถาม

(1) จงหาคำตอบของอสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ อย่างละเอียด

$$\begin{array}{r} 3x-2 \\ 3x-2 \\ \hline =1 \end{array}$$

ภาพที่ 4.8 แสดงงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับต่ำ

ผลการวิเคราะห์การงานเขียนของนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับต่ำ พบว่า นักเรียนสามารถไม่สามารถวางแผนการแก้ไขปัญหาถูกต้อง จากงานเขียนจะเห็นว่านักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ไขปัญหาถูกต้องโดยนักเรียนได้เขียนตัวเลขซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย: เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร

สายฟ้า : ข้อนี้ให้หาคำตอบของสมการ $3(3x-2) \neq 8(x+1)$ ไข่ม้อย

ผู้วิจัย: แล้วนักเรียนมีวิธีหาคำตอบหรือไม่ อย่างไร

สายฟ้า : ผมไม่รู้ครับ ผมจำวิธีการหาคำตอบที่เรียนไม่ได้ครับ

ผู้วิจัย: ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าคำตอบนั้นถูกต้อง

สายฟ้า: ผมไม่รู้ครับ ผมคาดเดาคำตอบครับ

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ให้และอะไรคือสิ่งที่โจทย์ถาม แต่ไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ไม่สามารถควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง เช่น ไม่สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนได้ นอกจากนี้ การเขียนแสดงวิธีทำยังขาดการอธิบายคำตอบ และไม่สามารถประเมินความคิดของตนเองได้

3. การสัมภาษณ์นักเรียนแบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบเมตาคognition ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด

3.1 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคognition ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับสูง

ผู้วิจัย: ถ้านักเรียนได้คำตอบไม่ตรงกับที่ครูเฉลย นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองหรือไม่ เพราะเหตุใด

ดาว : ตรวจสอบอีกครั้งค่ะ เพราะว่าต้องการตรวจสอบว่าในขั้นตอนการแก้ปัญหามีส่วนใหญ่ที่ทำให้ผิดพลาดบ้าง โดยการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาของตนเองที่ได้ทำมาในแต่ละขั้นอย่างละเอียด เพื่อความถูกต้องและเพิ่มความมั่นใจในงานของตนเอง แต่ถ้าทำแล้วยังได้คำตอบไม่ตรงกับที่ครูเฉลยก็จะขอคำแนะนำจากคุณครูเพื่อให้รู้ว่าส่วนไหนคือข้อผิดพลาดของตนเองค่ะ

ผู้วิจัย: ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

ดาว : ตรวจสอบอีกครั้งค่ะ เพราะว่าต้องการเช็คความมั่นใจและหาเหตุผลมาอธิบายให้เพื่อนฟังว่าคำตอบของตนเองถูกหรือผิด โดยหนูจะตรวจสอบตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายอย่างละเอียด เพื่อยืนยันในคำตอบของตัวเองค่ะ

ผู้วิจัย: ถ้าเพื่อนบอกว่ามีวิธีที่ดีกว่า นักเรียนจะอย่างไร

ดาว: หนูคิดว่าหนูจะรับฟังวิธีการของเพื่อนก่อนค่ะ เพราะว่าขั้นตอนของเพื่อนสามารถหาคำตอบได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าค่ะ และทำให้หนูได้รู้วิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลายขึ้น และสามารถที่จะนำไปปรับใช้กับวิธีการของตนเอง ถ้าวิธีการของเพื่อนดีกว่าจริง หนูก็จะนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาค่ะ เพื่อนระยะเวลาในการแก้ปัญหาค่ะ

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่พบว่านักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นไปในทางเดียวกันคือ ในการแก้โจทย์ปัญหาจะมีการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาทุกครั้ง เพื่อความถูกต้องและส่งเสริมความมั่นใจของตนเอง ไม่ว่าสิ่งที่คุณเรียนได้ทำมา จะถูกต้องแล้วหรือยังไม่ถูกต้องก็ตาม นักเรียนจะตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อที่จะให้คำตอบและวิธีการทำถูกต้องที่สุด นอกจากนี้ ถ้ามีคนเสนอวิธีการหาคำตอบใหม่ ๆ ที่ดีกว่าวิธีการของนักเรียน นักเรียนพร้อมที่จะเรียนรู้และรับฟังวิธีการนั้น ๆ เพื่อที่จะนำไปปรับใช้และพัฒนาวิธีการคิดของตนเอง

3.2 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาดอกนินชั้นด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ผู้วิจัย: ถ้านักเรียนได้คำตอบไม่ตรงกับที่ครูเฉลย นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตาล : ตรวจสอบอีกครั้งค่ะ เพราะถ้าได้คำตอบไม่ตรงกับที่ครูเฉลยแสดงว่าหนูทำผิด อาจจะผิดที่ขั้นตอนหรือไม่ก็ตรงคำตอบ หนูอาจจำคำนวณผิดก็ได้ จะตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาอีกครั้ง จะได้ว่าผิดตรงไหนจะได้แก้ไขได้ถูกต้อง

ผู้วิจัย: ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตาล : ตรวจสอบค่ะ เพราะว่าอยากรู้ว่าผิดจริงรึป่าว เพื่อเช็ควิธีการทำและคำตอบด้วยค่ะ

ผู้วิจัย: ถ้าเพื่อนบอกว่ามีวิธีที่ดีกว่า นักเรียนจะอย่างไร

ตาล: หนูคิดว่า หนูจะสอบถามวิธีการจากเพื่อนค่ะ ว่าเขาทำอย่างไร เสร็จแล้วหนูจะมาลองทำตามวิธีเพื่อนดูค่ะ แต่หนูจะยังคงใช้วิธีการของหนูค่ะเพราะมั่นใจในวิธีการของตนเองค่ะ

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นที่มีเหตุผลมาสนับสนุนความคิดของตนเองได้บางส่วน มีการตรวจสอบคำตอบของตนเองทุกครั้ง เพื่อความมั่นใจในคำตอบ ยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่น นอกจากนี้ยังเปิดรับวิธีการคิดใหม่ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง

3.3 การสัมภาษณ์นักเรียนเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดระดับ
ค่อนข้างต่ำ

ผู้วิจัย: ถ้านักเรียนได้คำตอบไม่ตรงกับที่ครูเฉลย นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบ
ของตนเองหรือไม่ เพราะเหตุใด

กัน : ตรวจสอบครับ เพราะคำตอบผมไม่ตรงกับคุณครูแสดงว่าคำตอบผมผิด
แต่ผมค่อยตรวจสอบทีหลังครับ ทำข้ออื่นก่อน

ผู้วิจัย: ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบ
ของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

กัน : ไม่ตรวจสอบครับ เพราะเพื่อนทำมาอาจจะไม่ถูกเหมือนกัน ทางที่ดี
ให้ครูตรวจสอบให้ เราถึงจะรู้ว่าถูกหรือไม่ถูกครับ

ผู้วิจัย: ถ้าเพื่อนบอกว่ามีวิธีที่ดีกว่า นักเรียนจะอย่างไร

กัน: ผมคิดว่าผมจะขอคำปรึกษาจากเพื่อน ให้เพื่อนสอนและอธิบายให้ฟัง

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นที่ไม่
สามารถถึงอธิบายในยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่น ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเหตุผลใน
การตัดสินใจ ทำมายถึงเป็นเช่นนั้น บอกได้เพียงจะทำหรือไม่ทำ แต่ไม่มีเหตุผลที่รองรับแล้ว
สมเหตุผลผลเท่าที่ควร แต่ก็ยังเปิดรับวิธีการคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง

3.4 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการ
คิดอยู่ในระดับต่ำ

ผู้วิจัย: ถ้านักเรียนได้คำตอบไม่ตรงกับที่ครูเฉลย นักเรียนจะตรวจสอบ
คำตอบของตนเองหรือไม่ เพราะเหตุใด

อรรณ : ไม่ตรวจสอบ เพราะไม่เข้าใจ

ผู้วิจัย: ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบ
คำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

อรรณ : ไม่ตรวจสอบ เพราะผิดอยู่แล้ว

ผู้วิจัย: ถ้าเพื่อนบอกว่ามีวิธีที่ดีกว่า นักเรียนจะอย่างไร

อรรณ: ไม่รู้ครับ

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงความคิดเห็น
หรือแสดงความคิดเห็นที่ไม่มีเหตุผลมาสนับสนุนความคิดของตนเอง ไม่ยอมรับความคิดเห็นที่
ถูกต้องของคนอื่น นอกจากนี้ยังไม่เปิดรับวิธีการคิดใหม่ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง

บทสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาเมตาคognitionชั้นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ รายละเอียดของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่านมีดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 กล่าวถึง การที่จะให้นักเรียนมีเมตาคognitionชั้นที่ดีขึ้น ครูควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนทำงานโดยมีการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ครูควรพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของตน โดยจัดการเรียนการสอนอย่างหลากหลายวิธีการ ให้นักเรียนเข้าใจง่าย หลากหลาย บูรณาการความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง และให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม พูดคุยอภิปราย การทำงานกลุ่ม การเสริมแรง รับฟังความคิดเห็นของนักเรียน และกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความคิด ครูต้องให้นักเรียนฝึกทำ ฝึกเขียน และฝึกอธิบายเป็นประจำจนเกิดเป็นนิสัย ว่าทำไมถึงทำแบบนี้ ผลลัพธ์ตรงนี้มาได้อย่างไร ครูควรสอนฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ ครูควรทบทวนความรู้เดิมทุกครั้งและเขียนความรู้เดิมที่จำเป็นที่จะใช้ไว้บนกระดานทุกครั้ง ดังนั้น ครูควรจะเชื่อมโยงความรู้เดิมให้กับนักเรียนทุกครั้งเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน ครูผู้สอนควรต้องอธิบายถึงกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา โดยยกตัวอย่างการคิดให้ผู้เรียนเห็นจริง ในสถานการณ์ตัวอย่าง หลังจากนั้น ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและอภิปรายเกี่ยวกับวิธีคิดหรือกระบวนการคิดของแต่ละคน ครูผู้สอนควรสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีเรียนรู้เรียนรู้กระบวนการคิด เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเรียนรู้การควบคุมการคิดของตน

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 กล่าวถึง การที่จะให้นักเรียนมีระดับเมตาคognitionชั้นที่สูงขึ้นนั้น ครูควรจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบจัดกลุ่มโดยแบ่งตามระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อให้นักเรียนได้มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม โดยครูมีการจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง สอนให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย ทำให้เกิดความสามารถและทักษะการคิดเป็นนิสัยโดยการนำเอาข้อมูลในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมาเป็นองค์ประกอบและเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา ให้นักเรียนรู้จักวางแผนแก้โจทย์ปัญหาในชีวิตจริง จัดให้นักเรียนสร้างสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองและนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active learning ควรใช้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้ นอกจากนี้ควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ครูควรมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ฝึกฝน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทบทวนความรู้แบบซ้ำ ๆ บ่อย ๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่คงทน มีการจัดการและวางแผนการตรวจสอบที่มีขั้นตอนชัดเจน

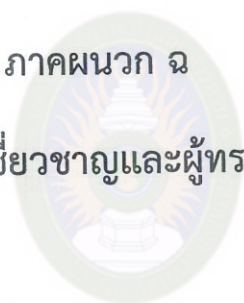
เป็นระบบ และมีการใช้สื่อการเรียนที่หลากหลาย ฝึกให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมและการออกแบบการเรียนรู้รวมถึงการวัดและประเมินผล

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3 กล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานทางความคิดของทุกรายวิชา ครูควรส่งเสริมและฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนวางแผนออกแบบการแก้ปัญหาด้วยตนเองสร้างองค์ความรู้และนำเสนอผลงาน อภิปรายร่วมกัน ครูช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง แนะนำวิธีการที่ถูกต้อง และแนวคิดที่ละเอียดรอบคอบ สำหรับการที่จะให้นักเรียนมีระดับเมตาคอกนิชันที่สูงขึ้นนั้น ครูควรมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา การแสดงความคิดเห็น ฝึกให้นักเรียนได้แสดงออกด้วยวาจาและการเขียนคำตอบเป็นลายลักษณ์อักษร ครูช่วยตรวจสอบความถูกต้องอย่างใกล้ชิด ส่งเสริมนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และช่วยเหลือนักเรียนที่มีจุดบกพร่องทางความคิดให้สามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้น

ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 4 กล่าวว่า ในการที่จะพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนให้สูงขึ้นนั้น ครูจะต้องมีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่านักเรียนคิดอย่างไร โดยครูกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถาม โดยครูให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และเมื่อนักเรียนทำการแก้โจทย์คณิตศาสตร์นั้น ครูจะใช้คำถามเพื่อสอบถามแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาว่า “นักเรียนมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหานี้อย่างไรและทำไมต้องหาคำตอบด้วยวิธีนี้” นักเรียนสามารถที่จะได้อธิบายถึงแนวคิดและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองให้ครูเข้าใจ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ครูสอบถาม กรณีที่นักเรียนสามารถตอบโจทย์คณิตศาสตร์ได้ ครูควรใช้คำถามเพื่อทดสอบถึงความมั่นใจในคำตอบของนักเรียน โดยครูสอบถามว่า นักเรียนรู้อย่างไรว่าสิ่งที่คิดนั้นถูกต้อง ถ้านักเรียนสามารถหาเหตุผลมาอธิบายวิธีคิดของตนได้ว่าเป็นอย่างไร แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการตระหนักถึงความรู้ของตนเอง รู้ว่าตนเองมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงไรและมีวิธีการเรียนหรือการฝึกทำโจทย์ได้อย่างไร นอกจากนี้ครูควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดของตนโดยให้ผู้เรียนค่อย ๆ ฝึกไปที่ละน้อย ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลาย มีอิสระ จากนั้นผู้เรียนก็จะสามารถเชื่อมโยงและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในการพัฒนาเมตาคอกนิชันจำเป็นต้องอาศัยการคิดที่เป็นขั้นตอนหรือกระบวนการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถใช้กำกับ จัดการวางแผนและตรวจสอบกิจกรรมทางปัญญาหรือกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองได้อันจะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้และงานที่ทำตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ฉ

รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร. อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์ | ปร.ด.(คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ตำแหน่งอาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัย
ราชภัฏมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญด้านเมตาคอกนิชัน |
| 2. อาจารย์ ดร. นิตยา จันทะคุณ | ปร.ด.(สถิติศาสตร์ประยุกต์)
ตำแหน่งอาจารย์สาขาวิชาสถิติศาสตร์
ประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติ การวัดและประเมินผล |
| 3. คุณक्रमะลิวัลย์ ศรีบานชื่น | กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร
ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ |

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. คุณครูพชนีัย ไชยทองยศ | กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเมตาคอกนิชัน |
| 2. คุณครูแก้วใจ กิ่งแก้ว | กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเมตาคอกนิชัน |
| 3. คุณครูสุพัตรา ภูหงษ์สูง | กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเมตาคอกนิชัน |

4.คุณครูพัตรวรรณ มูลเอก

ค.บ. (คณิตศาสตร์)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเมตาคอกนิชัน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 ที่ คศ. ๖๐๐๖๖/๒๕๖๓ วันที่ ๑๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓
 เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
 เรียน อาจารย์ ดร.อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์

ด้วย นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม รหัสประจำตัว ๖๑๕๐๑๐๕๑๐๑๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาระดับเมตาคอกนิจ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเมตาคอกนิจ์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ คศ. ๖๐๐๖๒/ ๒๕๖๓

วันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.เนตยา จันตะคุณ

ด้วย นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาระดับเมตาคอกนิจันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเมตาคอกนิจัน
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ว่าที่ร้อยโท

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา จันทุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ ยว ๐๖๑๙.๐๒/๖๑๕๓๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน คุณक्रमะลิวัลย์ ศรีบานชื่น

ด้วย นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๘๐๑๐๕๑๐๑๐๒ นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาระดับเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเมตาคognition
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอบคุณล่วงหน้า ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๙๓๑ - ๓๒๐๖



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/๒๕๖๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๙๐๐๐

๓๐ เมษายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน นางสาวพัชณีย์ ไชยทองยศ

ด้วย นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๓๐๕๓๐๓๐๒ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาระดับเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบด้านเมตาคognition
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญญาชัย จันทร์ชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๕๓๗๓ - ๓๒๐๖



ที่ อว ๐๖๓๔๗.๐๑๒/๒๕๖๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๙๐๐๐

๓๐ เมษายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน นางแก้วใจ กิ่งแก้ว

ด้วย นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม รหัสประจำตัว ๖๓๘๐๓๐๕๓๐๓๐๒ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาระดับเมตาออกซิเจนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบด้านเมตาออกซิเจน
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่นๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๓ - ๓๒๐๒



ที่ กว ๐๖๑๙.๐๒/๖๒๕๖๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๓๐ เมษายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
เรียน นางสาวศุภิตรา ภูหงษ์สูง

ด้วย นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๒ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบด้านเมตาคอกนิชัน
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่นๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภัยภูษิต จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๑ - ๓๒๐๖



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/๒๕๖๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓๐ เมษายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน นางพัทธวรรณ มูลเอก

ด้วย นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๑๑๐๒ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาระดับเมตาคognitionชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบด้านเมตาคognitionชั้น
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่นๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทร์ชุม)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๑ - ๓๒๐๖

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวกมลรัตน์ พลเยี่ยม
วัน เดือน ปี เกิด 13 กุมภาพันธ์ 2538
ที่อยู่ปัจจุบัน 116 หมู่ 5 ตำบลโคกสูง อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด
45110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2560 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2563 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY