

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

นางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2569

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

นางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2569

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง : การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ผู้วิจัย : นางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง
ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา
ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาระดับเมตาคอกนิชัน และ 3) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/5 จำนวน 41 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง จำนวน 10 แผน แบบรายงานตนเอง จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง จำนวน 6 ข้อ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียน และการบรรยายเชิงวิเคราะห์

ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย และขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา ซึ่งมีประสิทธิภาพ 76.19/79.82 สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนด 2) ระดับเมตาคอกนิชัน แบ่งเป็นระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ โดยนักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 34.15 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.22 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 14.63 เมื่อจำแนกตามองค์ประกอบ พบว่า ด้านความรู้ ส่วนใหญ่อยู่ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 48.78 ด้านการควบคุมตนเอง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 43.90 และ 48.78 ตามลำดับ และ 3) ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีระดับเฉลี่ย 3.87 จาก 5 ระดับ โดยนักเรียนร้อยละ 44.71 มีความสามารถในระดับ 4 รองลงมาคือร้อยละ 34.15 อยู่ในระดับ 3 และร้อยละ 21.14 อยู่ในระดับ 5 และไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในระดับ 0-2

คำสำคัญ: ระดับเมตาคอกนิชัน, ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์, ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Development of Learning Activities Using Mathematical Modeling from Real-Life Situations to Promote Metacognition of Prathomsuksa 3 Students
Author : Miss Kanwara Pragosantang
Degree : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat Mahasarakham University
Advisor : Assistant Professor Dr.Ramnaree Nontapa
Year : 2026

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop learning activities using mathematical modeling from real-life situations on the topic of Money and Income-Expense Records for Prathomsuksa 3 students to meet the efficiency criteria of 70/70, 2) to study students' metacognition levels and 3) to study their mathematical modeling abilities. The sample consisted of 41 Prathomsuksa 3/5 students, selected through cluster sampling. Research instruments included 10 lesson plans based on mathematical modeling from real-life situations, a self-report questionnaire consisting of 20 items, a mathematical modeling ability test consisting of 3 subjective items and a semi-structured interview form consisting of 6 items. Data were analyzed using percentages, means, standard deviations, written task analysis and analytical description.

The results revealed that 1) the learning activities consisted of 4 steps: exploring and understanding the problem situation, applying mathematical knowledge or processes, comparing and verifying with real data and interpreting the meaning and describing or explaining the answer to the problem, which had an efficiency of 76.19/79.82, higher than the established 70/70 criteria, 2) metacognition levels were categorized into high, moderate, and low. Students with a high level accounted for 34.15%, while those with moderate and low levels accounted for 51.22% and 14.63%, respectively. When classified by components, it was found that the majority of the students were at a high level in the aspect of metacognitive knowledge, accounting for 48.78%. In terms of self-regulation and awareness of the thinking process, the majority were at a moderate level, accounting for 43.90% and 48.78%, respectively and 3) the average score for mathematical modeling ability was 3.87 out of 5. Specifically, 44.71% of the students demonstrated ability at Level 4, followed by 34.15% at Level 3 and 21.14% at Level 5, with no students at Levels 0 to 2.

Keywords: Metacognition levels, Mathematical Modeling, Mathematical Modeling ability from real-life situations

_____Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและการชี้แนะจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเอื้อเฟื้อและความตั้งใจของท่านในการช่วยเหลือให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานจนเสร็จสิ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีคุณภาพและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส คุณครูวัลลภา แก้วนะรา และคุณครูมยุรีย์ สีเฉลียว ผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าในการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้จริง

ขอกราบขอบพระคุณ นายสมยศ พรเพ็ง ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม และคณะครูสายชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบและแบบสอบถามอย่างเต็มที่ ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง ขอบพระคุณครูและอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่เบื้องต้นจนถึงปัจจุบัน ขอบคุณเพื่อน สาขาคณิตศาสตรศึกษาทุกคน ที่มีส่วนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ให้คำปรึกษาช่วยเหลือกันและกัน จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 5
1.3 ขอบเขตการวิจัย 5
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 9
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 9
2.2 การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 17
2.3 ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 25
2.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 35
2.5 สถานการณ์ในชีวิตจริง 38
2.6 เมตาคอกนิชัน 42
2.7 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 52
2.8 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ 64
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 72
2.10 กรอบแนวคิดการวิจัย 83
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 84
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 84
3.2 แบบแผนการวิจัย 86
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 86
3.4 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย 86

หัวเรื่อง **หน้า**

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 97
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 98
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 102
บทที่ 4 ผลการวิจัย 107
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 107
4.2 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 107
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 108
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 130
5.1 สรุป 130
5.2 อภิปรายผล 131
5.3 ข้อเสนอแนะ 135
บรรณานุกรม 137
ภาคผนวก 147
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 148
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือ 180
ภาคผนวก ค บทสัมภาษณ์นักเรียน 187
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 194
ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย 197
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์ 199
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 204
ประวัติผู้วิจัย 205

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 13101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 14
2.2 เกณฑ์การให้คะแนนในกระบวนการสร้างตัวแบบ Leong, K. E. 27
2.3 เกณฑ์การให้คะแนนในกระบวนการสร้างตัวแบบ Anhalt, C. O. and Cortez, R. 28
2.4 พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนในกระบวนการสร้างตัวแบบ Anhalt, C. O. and Cortez, R. 29
2.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. 31
2.6 ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีเมตาคอกนิชัน 51
2.7 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก 68
3.1 แบบแผนการวิจัย (One Group Posttest Only Design) 86
3.2 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย 87
3.3 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง 89
3.4 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบรายงานตนเอง 92
3.5 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย 95
3.6 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง 96
3.7 เกณฑ์การให้คะแนนและการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยเมตาคอกนิชันจากแบบรายงานตนเอง 99
3.8 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความรู้ของผู้เรียน 99
3.9 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองในการทำงานของผู้เรียน 99
3.10 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดของผู้เรียน 100
3.11 เกณฑ์การแปลความหมายระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 101
3.12 เกณฑ์การประเมินผลแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. (2013) 102

ตารางที่ **หน้า**

4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง นำเสนอโดยใช้ คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 110

4.2 ภาพรวมระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนจากแบบรายงานตนเอง จำแนกเป็นรายข้อ 111

4.3 ภาพรวมความถี่และร้อยละระดับเมตาคอกนิชัน จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน 113

4.4 ภาพรวมความถี่และร้อยละระดับเมตาคอกนิชัน จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 114

4.5 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 115

4.6 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 119

4.7 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 123

4.8 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 127

4.9 ภาพรวมความถี่ระดับเมตาคอกนิชัน จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันและระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 128

ข.1 ค่าเฉลี่ย ในการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน 181

ข.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย 184

ข.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : D), ค่าความยาก (item difficulty index : p) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability : α) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย 184

ตารางที่ **หน้า**

ข.4 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบรายงานตนเอง 185
ข.5 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : D) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability : α)
ของแบบรายงานตนเอง 186

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Swetz, F. and Hartzler, J. S. 19
2.2 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Stillman, G., et al. 19
2.3 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Blum, W. and Leiß, D. 20
2.4 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Anhalt, C. O. and Cortez, R. 21
2.5 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Dindyal, J. 23
2.6 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Schukajlow, S., et al. 24
2.7 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24
2.8 กรอบแนวคิดการวิจัย 83
3.1 ขั้นตอนการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 85
4.1 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่ 1 116
4.2 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 116
4.3 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 117
4.4 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 118
4.5 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่ 2 119
4.6 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 120
4.7 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 121
4.8 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 122
4.9 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่ 3 123
4.10 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 124
4.11 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 125

ภาพที่ **หน้า**

4.12 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 ระดับความสามารถ
ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 126
4.13 ภาพรวมความถี่ระดับเมตาคอกนิชัน จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน
และระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์..... 129

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 29) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ไม่ควรมุ่งเน้นเพียงการคิดคำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ แต่ต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความสามารถในการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับบริบทในชีวิตจริง สิ่งเหล่านี้จะช่วยสร้างพื้นฐานที่มั่นคงให้ผู้เรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจโลก อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาที่เผชิญในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ตั้งแต่พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เรื่องตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ไว้ในกลุ่มสาระพีชคณิต ว่านักเรียนสามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองคณิตศาสตร์แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ในปัจจุบันแม้จะได้มีการจัดให้นักเรียนได้เรียนเรื่องเกี่ยวกับแบบรูปและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เช่น รูปเรขาคณิต กราฟ สมการหรืออสมการ ในทุกช่วงชั้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน เพื่อจะเป็นความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันก็ตาม แต่ในระดับโรงเรียนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้นไป ยังไม่มีการให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันโดยเริ่มจากการกำหนดสถานการณ์จริง สำรวจ ทำความเข้าใจกับปัญหา และกระบวนการอื่น ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2555, น. 291)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น แต่จากการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมาพบว่า การจัดการเรียนรู้ของประเทศไทยในปัจจุบัน ยังมีช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างเป้าหมายของหลักสูตรกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน ดังเห็นได้จากผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนจากผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนระดับชาติ (National Testing: NT) บ่งชี้ให้เห็นคะแนนเฉลี่ยความสามารถพื้นฐานในด้านคำนวณ (Numeracy) และด้านเหตุผล (Reasoning Ability) ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านคำนวณ และด้านเหตุผลในช่วงปีการศึกษา 2566-2568 ยังมีความผันผวน โดยในปีการศึกษา 2566 และ 2567 มีคะแนนเฉลี่ย 52.97 และ 54.41 ตามลำดับ แต่ในปีการศึกษา 2568 ลดลงต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 47.52 รวมไปถึงผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนระดับชาติ (National Testing: NT) โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 57.35 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าระดับประเทศ แต่เมื่อพิจารณาเนื้อหา เรื่องการแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน ซึ่งเป็นหนึ่งในเนื้อหาที่นักเรียนถูกประเมินในการทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากเนื้อหาบางส่วนเป็นเนื้อหาใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน หรือมีการคำนวณที่ซับซ้อน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2569)

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น แนวทางหนึ่งที่เป็นที่สนใจในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริงได้นั้น คือการนำการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนใช้คณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจ อธิบาย หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง (Lesh, R. and Doerr, H. M., 2003, p. 10) กระบวนการนี้ไม่ได้เริ่มต้นจากโจทย์คณิตศาสตร์ที่กำหนดมาให้ แต่เริ่มต้นจากสถานการณ์จริงที่มีความซับซ้อน และอาจไม่มีคำตอบที่ตายตัว ผู้เรียนจะต้องผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การตั้งสมมติฐาน เพื่อทำให้ปัญหาง่ายลง การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสุดท้ายคือการตีความผลลัพธ์ที่ได้กลับไปสู่บริบทของสถานการณ์จริง พร้อมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ (Blum, W. and Niss M., 1991, p. 39) ในปัจจุบันได้มีการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาใช้กันอย่างแพร่หลายในด้านต่าง ๆ เช่น ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์สุขภาพ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ ตัวแบบเหล่านี้ปรับเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์ และโดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อาจทำให้เรามองเห็นวิธีการแก้ปัญหาหรือเห็นคำตอบที่ช่วยให้เราสามารถตัดสินใจหาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นนั้นได้ ดังนั้นประโยชน์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คืออาจช่วย

แก้ปัญหา ช่วยในการตัดสินใจ หรือช่วยทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ล่วงหน้า ทำให้เราสามารถตัดสินใจหาทางเลือกที่ดีที่สุดในสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ในทำนองเดียวกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2555, น. 274) และสอดคล้องกับ Kaur, B. and Dindyal, J (2010, p. 3-4) กล่าวว่า การนำกระบวนการนี้มาใช้ในชั้นเรียนระดับประถมศึกษา จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และสามารถใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการหาทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญได้

ด้วยเหตุนี้ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนดังกล่าวจึงไม่สามารถอาศัยเพียงทักษะการคำนวณ แต่จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการทางปัญญาขั้นสูงที่เรียกว่า เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หรือการคิดเกี่ยวกับการคิด (Thinking about thinking) เข้ามากำกับดูแล ซึ่งหมายถึงความสามารถของบุคคลในการตระหนักรู้ และควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง (Flavell, J. H., 1979, p. 906) เมตาคอกนิชันประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Knowledge) คือ ความรู้ที่บุคคลมีเกี่ยวกับตนเองในฐานะผู้เรียน รู้เกี่ยวกับลักษณะของงาน และรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ และการกำกับควบคุมเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Regulation) คือ กระบวนการที่บุคคลใช้ในการวางแผน (Planning) การตรวจสอบและติดตามผล (Monitoring) และการประเมิน (Evaluating) ซึ่งเมตาคอกนิชันสามารถพัฒนาและเรียนรู้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ครูผู้สอนควรสอนให้ผู้เรียน เรียนรู้กระบวนการคิด เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และเรียนรู้การควบคุมการคิดของตน แม้แต่ในบางสถานการณ์ที่บุคคลหรือผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เมตาคอกนิชันก็สามารถช่วยได้และทำให้สามารถควบคุมเหตุการณ์นั้น ๆ ได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลวิธีการควบคุมการคิดสามารถช่วยให้กระบวนการคิดแก้ปัญหาประสบความสำเร็จได้ และผู้เรียนที่ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ มักเป็นผู้ที่ตระหนักรู้เกี่ยวกับการรู้คิดของตนเอง โดยสามารถวางแผน จัดการควบคุม และประเมินกระบวนการคิด กระบวนการทางปัญญา และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545, น. 160-161) และหากผู้สอนสามารถประเมินเมตาคอกนิชันในตัวผู้เรียน จะทำให้ทราบว่าผู้เรียนมีความตระหนักในกระบวนการคิดของตนเองมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน เพื่อปรับวิธีการจัดการกับความคิด และพัฒนาความสามารถของผู้เรียน เนื่องจากเมตาคอกนิชันเป็นวิธีการคิดที่มีระบบอยู่ในสมองของมนุษย์ จึงไม่สามารถวัดได้โดยตรง ต้องอาศัยการกระตุ้นจากภายนอก เพื่อให้ผู้เรียนแสดงวิธีการคิด และพฤติกรรมโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ และการใช้แบบทดสอบ เป็นต้น การแปลความหมายคะแนนจากข้อสอบที่ใช้วัดเมตาคอกนิชันจะพิจารณาจากคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น ถ้าผู้เรียนได้คะแนนน้อยในองค์ประกอบของความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ จะสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนยังขาดเมตาคอกนิชันในองค์ประกอบนั้น (นันทฉัตร วงษ์ปัญญา, 2555, น. 15-17) สอดคล้องกับแนวคิดของ Schoenfeld, A. H. (1992,

pp. 354-355) ชี้ให้เห็นว่า ความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับฐานความรู้เพียงอย่างเดียว แต่หัวใจสำคัญคือความสามารถด้านเมตาคอกนิชันในการควบคุมกำกับตนเอง (Self-regulation) ดังนั้น การประเมินเมตาคอกนิชันจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตรวจสอบ ปรับปรุง และจัดการกับกระบวนการคิดของตนเองในระหว่างการแก้ปัญหา ซึ่งการพัฒนาทักษะดังกล่าวจะนำไปสู่ความสามารถในการจัดการกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่ซับซ้อนได้ สำหรับโรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ผู้วิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคย มักพบพฤติกรรมการมุ่งเน้นนำตัวเลขมาคิดคำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์อย่างรวดเร็ว โดยขาดการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจบริบทของปัญหาอย่างรอบด้าน นักเรียนส่วนใหญ่ขาดการวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และมักละเลยการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ สภาพการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีความจำเป็นที่ต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาเมตาคอกนิชัน เพื่อให้สามารถตระหนักรู้ วางแผน ควบคุมกำกับ และประเมินกระบวนการคิดของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการเชื่อมโยงระหว่างโลกแห่งความเป็นจริง และโลกทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เริ่มต้นเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน ผ่านการทำความเข้าใจ การลดทอนความซับซ้อน การแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการหาคำตอบ ตลอดจนการแปลความหมายผลลัพธ์นั้นกลับคืนสู่บริบทของชีวิตจริง

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาเลือกใช้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ซึ่งเป็นเนื้อหาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสอดคล้องและใกล้ชิดกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และการนำสถานการณ์ทางการเงินที่นักเรียนคุ้นเคย มาเป็นบริบทเริ่มต้นในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความหมาย และตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดวิเคราะห์ และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ ควบคู่ไปกับความรู้ การกำกับตนเอง และการประเมินกระบวนการคิดของตนเอง อันนำไปสู่การเลือกใช้กลวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงนอกจากนี้ ผลการศึกษาดังกล่าวยังเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.2 เพื่อศึกษาระดับเมตาคอกนิชัน โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.2.3 เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 241 คน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 41 คน ซึ่งเป็นนักเรียนมีลักษณะคละความสามารถในการเรียนรู้ ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.3.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

1.3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับเมตาคอกนิชัน และความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการตระหนักรู้ ควบคุม และประเมินกระบวนการคิดของตนเอง โดยบุคคลสามารถเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมกับตนเองในการจัดการความคิด เพื่อให้การเรียนรู้หรือการทำงานบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

ความรู้ หมายถึง การที่ผู้เรียนรู้จักเนื้อหา วิธีการ และสามารถเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาได้

การควบคุมตนเอง หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถวางแผน กำกับ และประเมินการเรียนรู้ของตนเองให้บรรลุเป้าหมาย

ความตระหนักต่อกระบวนการคิด หมายถึง การที่ผู้เรียนรู้จักพิจารณาเหตุผล อธิบายความคิดของตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และแก้ไขข้อผิดพลาดได้

1.4.2 ระดับเมตาคอกนิชัน (Level of Metacognition) หมายถึง ระดับความสามารถทางการคิดที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเอง โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ประกอบไปด้วย ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ

1.4.3 การประเมินเมตาคอกนิชัน หมายถึง การวัดและประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม โดยพิจารณาจากคะแนนแบบรายงานตนเอง แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

1.4.4 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) หมายถึง กระบวนการที่นำคณิตศาสตร์มาใช้ในการอธิบายสถานการณ์ ปรากฏการณ์ หรือปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง โดยแปลงสิ่งที่ซับซ้อนในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้น ด้วยเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เช่น สมการ อสมการ กราฟ รูปเรขาคณิต ข่ายงาน หรือแผนภาพต้นไม้

1.4.5 การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการกำหนดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ขึ้นมา ผ่านการสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสร้างและกำหนดตัวแบบ แล้วนำตัวแบบที่เราสร้างขึ้นมาเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย แล้วนำมาอธิบายคำตอบของปัญหา หลังจากนั้นจะสร้างและกำหนดตัวแบบใหม่หรือปรับปรุงตัวแบบให้ดียิ่งขึ้น

1.4.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และนำไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนได้เลือกมาจากปัญหาในชีวิตจริงที่ใกล้เคียงกับปัญหาชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งนักเรียนต้องระบุได้ว่าโจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนวิเคราะห์ วางแผนและแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง และแปลความหมายออกมาเป็นคำตอบของสถานการณ์ โดยครูคอยตรวจสอบและให้คำแนะนำ และขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา นักเรียนร่วมกันอธิบายความหมายของคำตอบ นำเสนอวิธีการหาคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบเพื่อปรับปรุงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.4.7 ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling Ability) หมายถึง ความสามารถในการระบุ วิเคราะห์ และแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างมีระบบและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมเพื่อสร้างตัวแบบที่สามารถแก้ปัญหา ตีความ และนำผลลัพธ์กลับไปอธิบายหรือสนับสนุนการตัดสินใจในสถานการณ์เดิมได้อย่างถูกต้อง โดยประเมินความสามารถของนักเรียนในกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลังจากที่นักเรียนได้เข้าร่วมการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ครบทุกกิจกรรมเป็นรายบุคคล โดยแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ประกอบด้วย ระดับ 0 ถึง ระดับ 5

1.4.8 สถานการณ์ในชีวิตจริง (Real-life situations) หมายถึง การนำปัญหาหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง หรือมีลักษณะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ แก้ปัญหา และสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถอธิบายและนำไปใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้

1.4.9 คะแนนกิจกรรม หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการลงมือปฏิบัติทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

1.4.10 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งเป็นประสิทธิภาพกระบวนการและประสิทธิภาพผลลัพธ์ตามเกณฑ์ 70/70

70 ตัวแรก (E_1) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคนจากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 70

70 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 70

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นักเรียนได้รับการพัฒนาและส่งเสริมให้มีระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ อธิบาย และแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

1.5.2 เป็นแนวทางการสร้างวินัยทางการเงินพื้นฐานให้แก่นักเรียน ผ่านการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเงิน และการจัดทำบัญชีรายรับรายจ่ายในสถานการณ์จริง ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตประจำวัน

1.5.3 ทำให้ผู้สอนได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิด และให้ความช่วยเหลือนักเรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคลได้

1.5.4 เป็นสารสนเทศและแนวทางสำหรับสถานศึกษา ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องในการนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับบริบทชีวิตจริงของนักเรียน

1.5.5 เป็นองค์ความรู้และข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้ที่สนใจ ในการนำไปศึกษาต่อยอดเพื่อพัฒนาและส่งเสริมเมตาคอกนิชันควบคู่กับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
5. สถานการณ์ในชีวิตจริง
6. เมตาคอกนิชัน
7. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
10. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จัดทำขึ้นเพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เป็นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การยกระดับคุณภาพการศึกษา และการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 โลกในศตวรรษที่ 21 และทัดเทียมกับนานาชาติ ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขัน และดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลก ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 7) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 11)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น มีรายละเอียด ดังนี้

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบท

ทางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลือกขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 12)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สรุปได้ว่า สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ในหลักสูตรกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกรอบแนวทางในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน ช่วยพัฒนาทั้งความรู้ ทักษะ กระบวนการคิด และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้จริงในชีวิตประจำวัน และเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

2.1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 13)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

2.1.5 คุณภาพของผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 14)

2.1.5.1 อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 0 มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.5.2 มีความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่ไม่เกิน 1 มีทักษะการบวก การลบเศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากันและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.5.3 คาดคะเนและวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เลือกใช้เครื่องมือและหน่วยที่เหมาะสม บอกเวลา บอกจำนวนเงิน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.5.4 จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย เขียนรูปหลายเหลี่ยม วงกลม และวงรีโดยใช้แบบของรูประบุรูปเรขาคณิตที่มีแกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.5.5 อ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ ตารางทางเดียว และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สรุปได้ว่า เมื่อผู้เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยคุณภาพตามเกณฑ์ เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และวางแผนพัฒนาผู้เรียนได้ตรงเป้าหมายที่วางไว้

คำอธิบายรายวิชา ค13101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 100 ชั่วโมง กล่าวไว้ดังนี้

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้

การใช้จำนวนแสดงปริมาณที่ได้จากการนับ การอ่านและการเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน 100,000 หลัก ค่าของเลขโดดในแต่ละหลัก และการเขียนตัวเลขแสดงจำนวนในรูปกระจาย การเปรียบเทียบและการเรียงลำดับจำนวน การบวก การลบ การคูณ การหารสั้น การหารยาว และการบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ และโจทย์ปัญหา การใช้เศษส่วนแสดงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ที่ตัวเศษน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน การอ่านและการเขียนเศษส่วนการเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วน การบวก การลบเศษส่วน และโจทย์ปัญหา แบบรูปของจำนวน ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงทีละเท่า ๆ กัน

การใช้เงินแสดงจำนวนเงิน บอกจำนวนเงินเขียนแสดงจำนวนเงินแบบใช้จุด เปรียบเทียบจำนวนเงินและการแลกเงิน การอ่านและเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย และโจทย์ปัญหา

การบอกเวลาเป็นนาฬิกาและนาที การอ่านเวลา การเขียนบอกเวลาโดยใช้มหัพภาค (.) หรือทวิภาค (:) การบอกระยะเวลา การเปรียบเทียบระยะเวลา การอ่านและการเขียนบันทึกกิจกรรมที่ระบุเวลา และโจทย์ปัญหา

การวัดความยาว การเลือกเครื่องวัดความยาวที่เหมาะสม การคาดคะเนความยาวเป็นเมตรและเป็นเซนติเมตร การเปรียบเทียบความยาว และโจทย์ปัญหา การวัดน้ำหนัก การเลือกใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม การคาดคะเนน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและเป็นขีด การเปรียบเทียบน้ำหนัก และโจทย์ปัญหา การวัดปริมาตรและความจุ การเลือกเครื่องตวงที่เหมาะสม การคาดคะเนปริมาตรและความจุเป็นลิตร การเปรียบเทียบปริมาตรและความจุ และโจทย์ปัญหา

การจำแนกรูปที่มีแกนสมมาตรและรูปที่ไม่มีแกนสมมาตร ระบุรูปเรขาคณิตสองมิติที่มีแกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร

การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล การอ่านและการเขียนแผนภูมิรูปภาพ การอ่านและการเขียนตารางทางเดียว การใช้แผนภูมิรูปภาพและตารางทางเดียวในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

การจัดประสบการณ์หรือการสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยปฏิบัติจริงทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ และทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณและเชื่อมั่นในตนเอง

รหัสตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.3/1, ป.3/2, ป.3/3, ป.3/4, ป.3/5, ป.3/6, ป.3/7, ป.3/8, ป.3/9, ป.3/10, ป.3/11

ค 1.2 ป.3/1

ค 2.1 ป.3/1, ป.3/2, ป.3/3, ป.3/4, ป.3/5, ป.3/6, ป.3/7, ป.3/8, ป.3/9, ป.3/10, ป.3/11, ป.3/12 , ป.3/13

ค 2.2 ป.3/1

ค 3.1 ป.3/1, ป.3/2

รวมทั้งหมด 28 ตัวชี้วัด ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค13101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
8	การหาร - การหาผลหารและเศษที่ตัวตั้งสองหลัก ตัวหารและผลหารหนึ่งหลักโดยการหารยาว - การหาผลหารและเศษที่ตัวตั้งสองหลัก ตัวหารหนึ่งหลัก และผลหารสองหลักโดยการหารยาว - การหาผลหารและเศษที่ตัวตั้งสามหลัก และตัวหารหนึ่งหลักโดยการหารยาว - การหาผลหารและเศษที่ตัวตั้งสี่หลัก และตัวหารหนึ่งหลักโดยการหารยาว - การหาผลหารและเศษที่ตัวตั้งไม่เกินสี่หลักและตัวหารหนึ่งหลักโดยการหารสั้น - การหาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการหาร - โจทย์ปัญหาการหาร - การสร้างโจทย์ปัญหาการหาร	17
9	การวัดความยาว - การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร - การวัดความยาวเป็นเมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร - การเลือกเครื่องวัดความยาวที่เหมาะสม - การคาดคะเนความยาวเป็นเมตรและเซนติเมตร - ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว - การเปรียบเทียบความยาว	20

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	- การบวกและการลบเกี่ยวกับความยาว - การคูณและการหารเกี่ยวกับความยาว - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว	
10	การวัดน้ำหนัก - การวัดน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและขีด กิโลกรัมและกรัม - การเลือกเครื่องชั่งที่เหมาะสม - การคาดคะเนน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและเป็นขีด - ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนัก - การเปรียบเทียบน้ำหนัก - การบวกและการลบเกี่ยวกับน้ำหนัก - การคูณและการหารเกี่ยวกับน้ำหนัก - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนัก	18
11	การวัดปริมาตร - การวัดปริมาตรและความจุเป็นมิลลิลิตร - การวัดปริมาตรและความจุเป็นลิตรและมิลลิลิตร - การเลือกเครื่องตวงที่เหมาะสม - การคาดคะเนปริมาตรและความจุเป็นลิตร - ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตร - การเปรียบเทียบปริมาตรและความจุ - การบวกและการลบเกี่ยวกับปริมาตรและความจุ - การคูณและการหารเกี่ยวกับปริมาตรและความจุ - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุ	19
12	เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย - ธนบัตรและเงินเหรียญ - การบอกจำนวนเงินเป็นบาทและสตางค์ - การเขียนแสดงจำนวนเงินแบบใช้จุด - การเปรียบเทียบจำนวนเงิน - การแลกเงิน - การบวกและการลบจำนวนเงิน	10

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	- การคูณและการหารจำนวนเงิน - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน - การอ่านและการเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย	
13	การบวก ลบ คูณ หารระคน - การหาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หารระคน - การพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หารระคน - สถานการณ์การบวก การลบ การคูณ และการหาร 2 ขั้นตอน - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ และการหาร 2 ขั้นตอน - การสร้างโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน	16
รวม		100

จากตารางที่ 2.1 พบว่า โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 13101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การหาร จำนวน 17 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การวัดความยาว จำนวน 20 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การวัดน้ำหนัก จำนวน 18 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง การวัดปริมาตร จำนวน 19 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย จำนวน 10 ชั่วโมง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารระคน จำนวน 16 ชั่วโมง รวมจำนวนเวลาเรียนทั้งสิ้น 100 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ข้างต้นประกอบด้วยความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 คำอธิบายรายวิชา และการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เป็นกรอบและทิศทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพ ด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ซึ่งอยู่ในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

และนำไปใช้ มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้โดยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2.2 การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นำคณิตศาสตร์มาใช้ทำความเข้าใจ อธิบาย หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง (Lesh, R. and Doerr, H. M., 2003, p. 10) โดยเฉพาะในระดับชั้นประถมศึกษา กระบวนการนี้จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความเชื่อมโยงอย่างเป็นรูปธรรม และสามารถใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจหาทางเลือกที่ดีที่สุดเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาได้ (Kaur, B. and Dindyal, J., 2010, pp. 3-4) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Hodgson, T. (1995, p. 351) ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำเสนอสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแบบเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องเป็นนิพจน์เชิงสัญลักษณ์หรือสมการเสมอไป แต่ยังสามารถเป็นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบภาพได้

Cheng, A. K. (2001, p. 64) ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมหรือความเรียบง่ายมากขึ้นจากปัญหาเดิมในโลกแห่งความจริงที่ซับซ้อน และถูกแปลงมาเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นสามารถหาคำตอบได้โดยการใช้เทคนิคและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถตีความกลับไปสู่การแก้ปัญหาในโลกแห่งความจริงได้

Lesh, R. and Doerr, H. M. (2003, p. 325) ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการสร้างคำตอบสำหรับปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง โดยแปลงปัญหาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่ตีความคำตอบทางคณิตศาสตร์เหล่านั้นโดยเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

Common Core State Standards Initiative (CCSSI) (2010, p. 72) ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไว้ว่า เป็นกระบวนการในการเลือกและใช้คณิตศาสตร์และสถิติอย่างเหมาะสมเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ดังกล่าวได้ดีขึ้นและเพื่อใช้ในการปรับปรุงการตัดสินใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 271) ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ไว้ว่า เป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้อธิบายลักษณะบางอย่างของสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา ซึ่งอาจกล่าวง่าย ๆ ว่าเป็นสื่อที่ใช้อธิบายสมมติฐานต่าง ๆ และผลที่ปรากฏในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาในรูปแบบของคณิตศาสตร์ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีหลากหลาย เช่น สมการ อสมการ กราฟ รูปเรขาคณิต ข่ายงาน และแผนภาพต้นไม้ การนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาใช้ เป็นการนำคณิตศาสตร์มาช่วยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา ทั้งนี้เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเกิดสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจนำไปสู่การหาทางเลือกที่เหมาะสมในการหาคำตอบสำหรับแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษานั้น

ประสาน มืดภา (2556, น. 8) ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริงหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้ในห้องเรียน ซึ่งรูปแบบของการแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบนั้นจะอยู่ในรูปสัญลักษณ์ ฟังก์ชัน สมการ นิพจน์ กราฟ ตาราง สถานการณ์จำลอง หรือข้อความที่อธิบายสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ

สรุปได้ว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่นำคณิตศาสตร์มาใช้ในการอธิบายสถานการณ์ ปรากฏการณ์ หรือปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง โดยแปลงสิ่งที่ซับซ้อนในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้นด้วยเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เช่น สมการ อสมการ กราฟ รูปเรขาคณิต ข่ายงาน หรือแผนภาพต้นไม้

2.2.2 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Swetz, F. and Hartzler, J. S. (1991, p. 3) กล่าวว่า กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

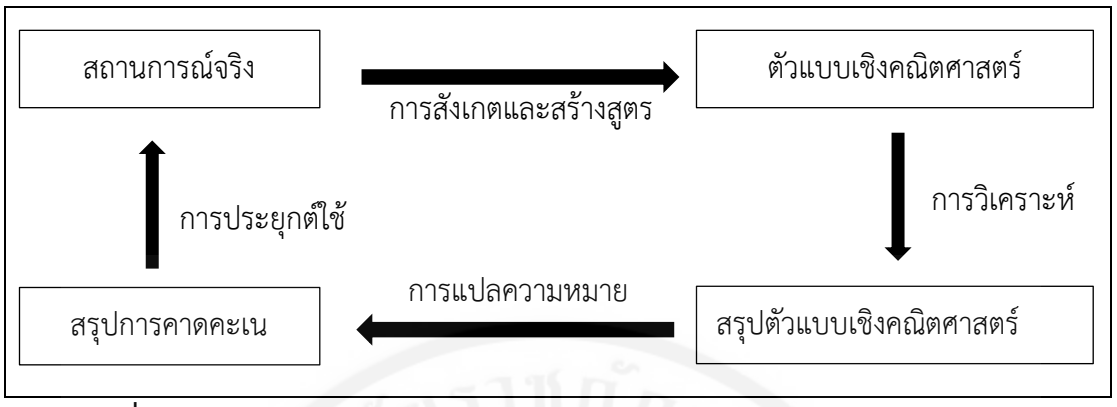
1. การสังเกตปรากฏการณ์และการกำหนดขอบเขตของปัญหาที่จะเกิดขึ้น

2. การคาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบ และการตีความทางคณิตศาสตร์เพื่อทำให้เกิดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับปรากฏการณ์นั้น

3. การใช้การวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม มาประยุกต์ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

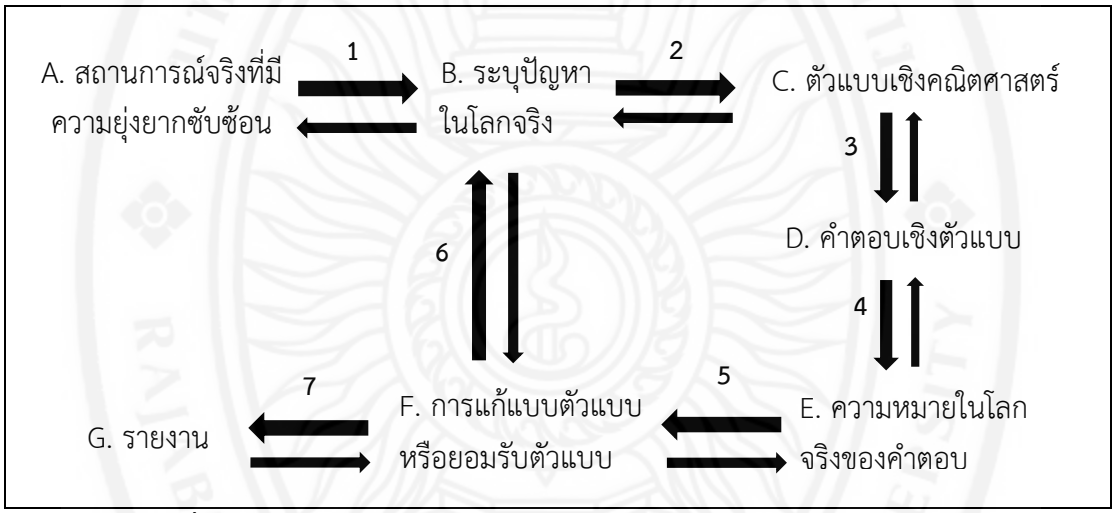
4. การสรุปและการตีความผลของปรากฏการณ์โดยการเรียนรู้และการเขียนข้อสรุป

ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Swetz, F. and Hartzler, J. S.

Stillman, G., et al. (2010, pp. 308-309) ได้เสนอกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 2.2



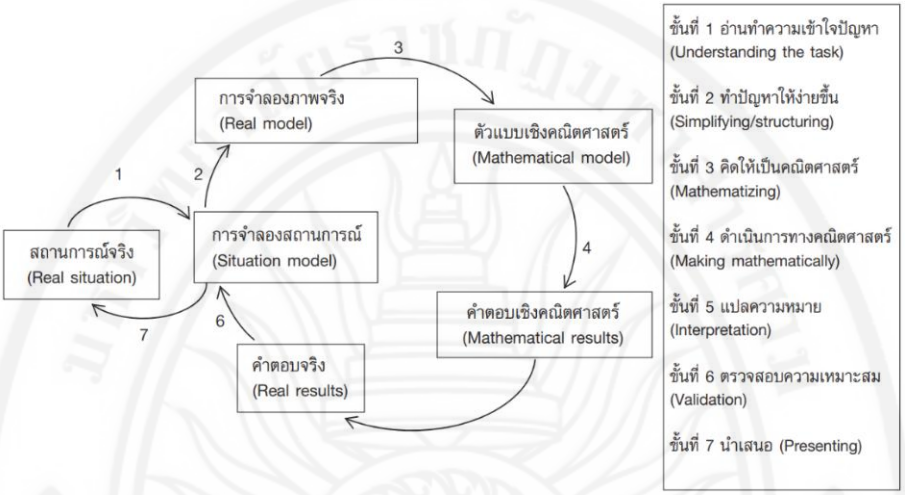
ภาพที่ 2.2 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Stillman, G., et al.

กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Stillman, G., et al. ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. การเข้าใจ การจัดโครงสร้าง การทำให้ง่าย หรือตีความบริบท
2. การสมมติ การกำหนดสูตร หรือคำนวณทางคณิตศาสตร์
3. ดำเนินการทางคณิตศาสตร์
4. การแปลความหมายทางคณิตศาสตร์
5. การเปรียบเทียบ วิจารณ์ หรือตรวจสอบความเหมาะสม
6. การสื่อสาร หรือพิสูจน์
7. การทบทวนกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอน A-G คือ ขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีสัญลักษณ์ลูกศรขนาดใหญ่แสดงถึงการผ่านระหว่างแต่ละขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด อธิบายโดยทำตามลูกศรขนาดใหญ่เหล่านี้ตามเข็มนาฬิกา และจะสิ้นสุดลงด้วยการรายงานผลลัพธ์ของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ส่วนลูกศรขนาดเล็ก (ในทิศทางกลับกัน) เน้นย้ำว่ากระบวนการนี้ไม่ได้เป็นแบบเส้นตรงหรือทิศทางเดียว

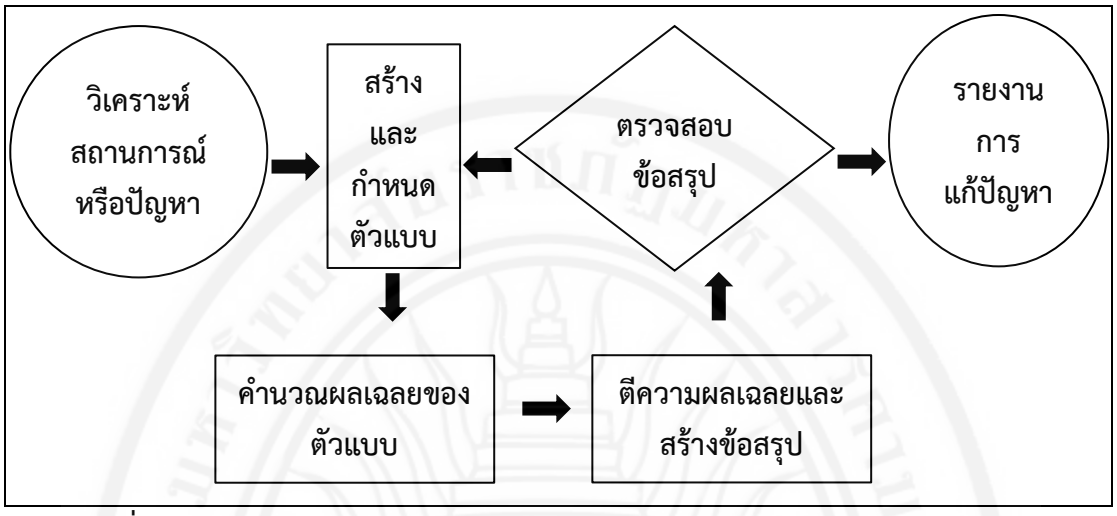
Blum, W. and Leiß, D. (2007, p. 225) กล่าวว่า กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มี 7 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ปรับปรุงจาก How do students and teachers deal with modelling problems?, Mathematical modelling (ICTMA12): Education, engineering and economics โดย Blum, W. and Leiß, D.

กระบวนการเริ่มจากการให้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และอ่านทำความเข้าใจปัญหาตามกระบวนการในขั้นที่ 1 โดยพิจารณาสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นรวมถึงข้อคำถามของปัญหาโดยละเอียดต่อมาในขั้นที่ 2 ทำปัญหาให้ง่ายขึ้น เป็นขั้นที่มีการกำหนดเงื่อนไขและขอบเขตของสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา (การจำลองสถานการณ์) และนำสิ่งที่จำลองได้มานำเสนอข้อมูลให้เห็นภาพจริงชัดเจนมากขึ้น (การจำลองภาพจริง) จากนั้นขั้นที่ 3 คิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่ต้องจัดการข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 4 ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่ดำเนินการหาคำตอบเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ต่อมาขั้นที่ 5 แปลความหมาย เป็นขั้นที่ต้องนำคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปแปลความให้มีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริง (คำตอบจริง) ขั้นที่ 6 ตรวจสอบความเหมาะสม เป็นขั้นที่มีการตรวจสอบความเหมาะสมของคำตอบที่ได้เมื่อเทียบกับเงื่อนไข และขอบเขตของสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา และขั้นที่ 7 นำเสนอ เป็นขั้นที่นำเสนอคำตอบที่ได้มาเพื่ออธิบายสถานการณ์จริงที่กำหนดไว้

Anhalt, C. O. and Cortez, R. (2015, p. 448) กล่าวว่า กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน มีองค์ประกอบการสร้างตัวแบบตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Anhalt, C. O. and Cortez, R.

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Anhalt, C. O. and Cortez, R. (2015, p. 448) เป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา

1.1 ระบุปัญหาที่เกิดจากบริบทภายนอก (ส่วนใหญ่มักมาจากบริบทชีวิตประจำวัน) ที่ต้องการหาคำตอบหรือสถานการณ์ที่ต้องการเข้าใจและอธิบาย

1.2 ทำการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมหากมีความจำเป็น

1.3 ทำให้สถานการณ์หรือปัญหานั้นมีความสมเหตุสมผลและเข้าใจคำถาม

ขั้นที่ 2 สร้างและกำหนดตัวแบบ

2.1 ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ทั้งหมด

2.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่จำเป็น

2.3 แปลงข้อมูลที่ให้ในสถานการณ์รวมกับข้อตกลงเบื้องต้นไปเป็นปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ที่หาคำตอบได้

2.4 ใช้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 คำนวณผลเฉลยของตัวแบบ

3.1 หาผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ในตัวแบบ

3.2 วิเคราะห์และทำการดำเนินการในตัวแบบ

3.3 ตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ตีความผลเฉลยและสร้างข้อสรุป

4.1 ตีความผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์ตามสถานการณ์เดิม

4.2 สร้างข้อสรุปซึ่งผลเฉลยบ่งบอกเกี่ยวกับสถานการณ์เดิม

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบข้อสรุปสะท้อนว่าคำตอบเชิงคณิตศาสตร์สมเหตุสมผลหรือไม่เมื่อเทียบกับสถานการณ์เดิม (เช่น ค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่สมเหตุสมผลตามความเป็นจริง)

5.1 ถ้าข้อสรุปเหมาะสมสอดคล้องพิจารณาว่ามีความถูกต้อง ให้รายงานผลเฉลย ถ้าไม่สอดคล้องเหมาะสมหรือต้องมีการปรับปรุงให้กลับไปดำเนินการตั้งแต่ขั้นที่ 2 อีกครั้ง (สร้างและกำหนดตัวแบบ)

ขั้นที่ 6 สร้างและกำหนดตัวแบบใหม่หรือปรับปรุง

6.1 ปรับแก้ข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งทำตามสิ่งที่เรารู้เกี่ยวกับผลเฉลยแรกและแปลงไปเป็นปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ใหม่หรือปรับปรุงปัญหาเดิมที่สามารถหาคำตอบได้

6.2 ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องอาจแตกต่างจากครั้งแรกที่เราดำเนินการ

6.3 ดำเนินการขั้นต่าง ๆ ได้แก่ คำนวณ ตีความ และตรวจสอบ อีกครั้ง

ขั้นที่ 7 รายงานการแก้ปัญหา คือ การนำเสนอข้อสรุปและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อสรุปร่วมกัน

Dindyal, J. (2010, p. 101) กล่าวว่า กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

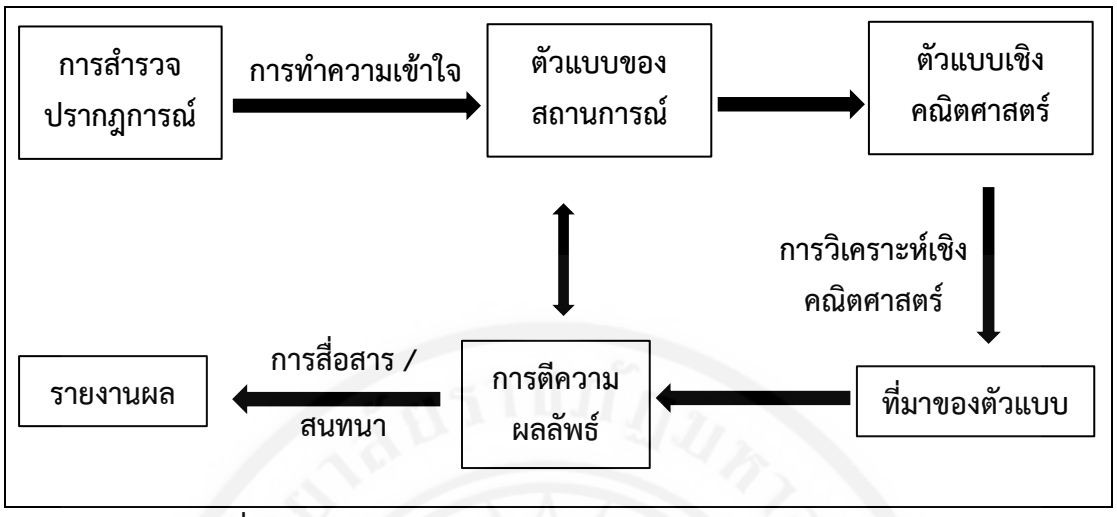
3. การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแยกแยะสถานการณ์ได้

4. การตีความผลที่ได้จากการคำนวณของสถานการณ์จริง จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

5. การประเมินว่า ผลจากการตีความ มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์เริ่มต้น

6. การอภิปรายหรือสนทนาเกี่ยวกับผลที่ได้จากการตีความ

ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Dindyal, J.

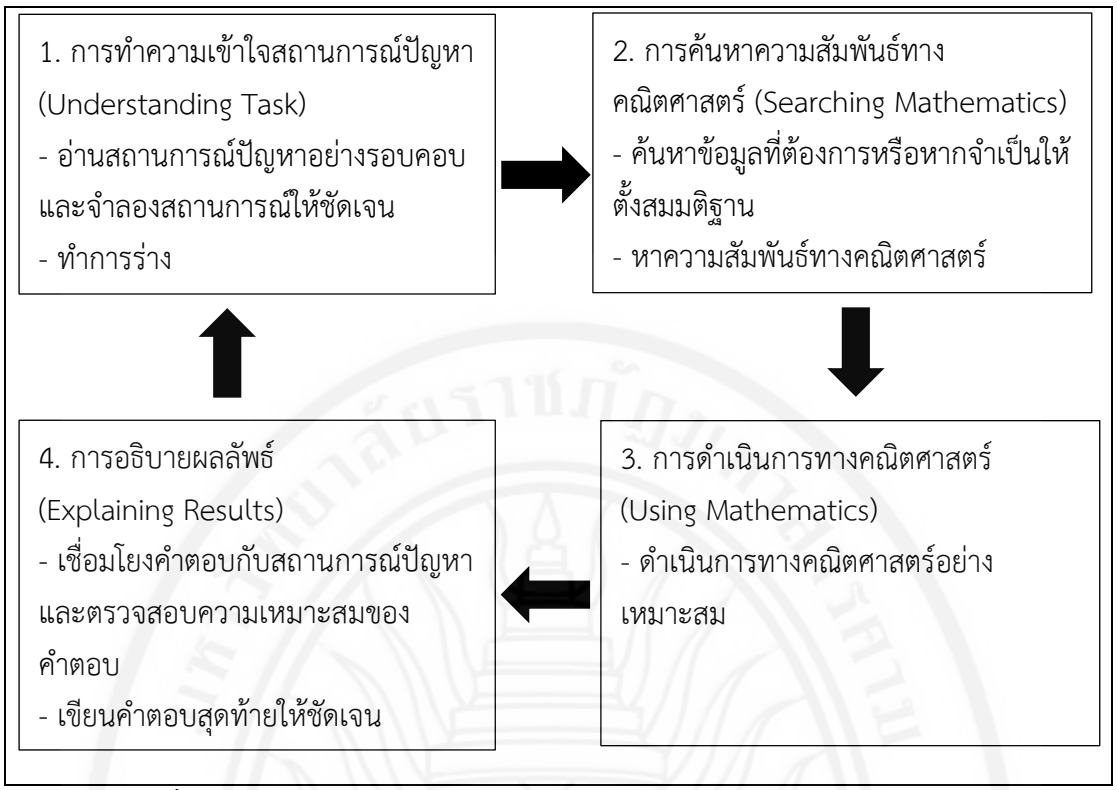
Schukajlow, S., et al. (2015, p. 1244) กล่าวว่า กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา (Understanding Task) ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่มีบริบทใกล้เคียงกับชีวิตจริง โดยการเขียนหรือร่างออกมาได้อย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 การค้นหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (Searching Mathematics) หาความสัมพันธ์ของปัญหาโดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม คิดวิเคราะห์ วางแผนว่าจะมีวิธีดำเนินการอย่างไรในการแก้ปัญหา พร้อมแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

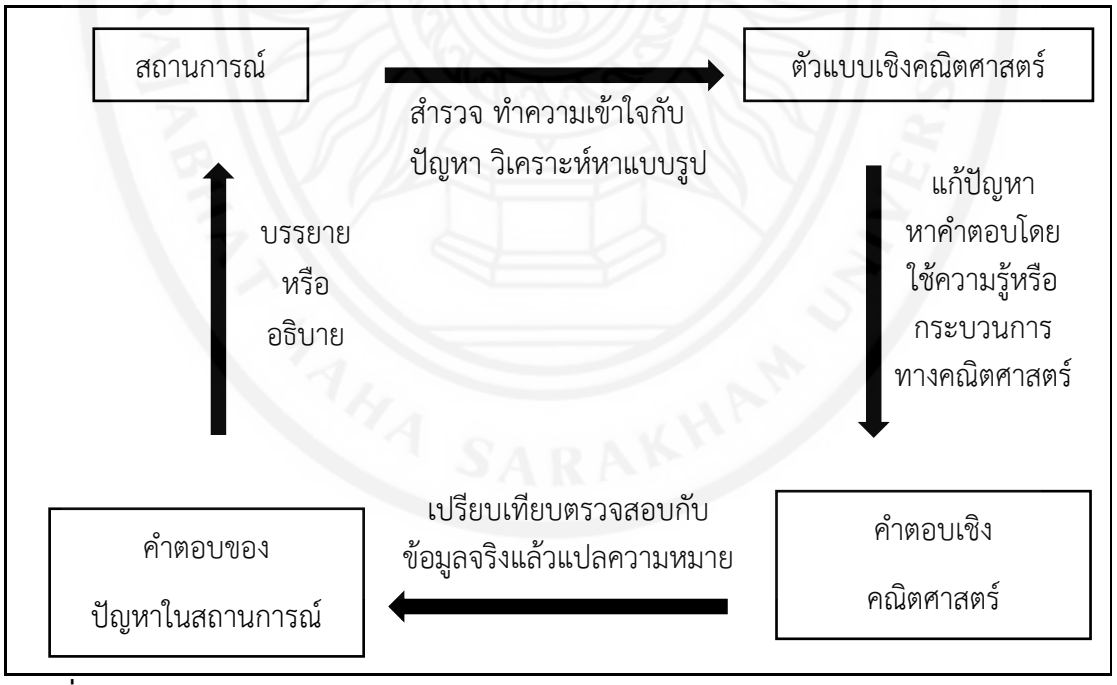
ขั้นที่ 3 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Using Mathematics) ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 การอธิบายผลลัพธ์ (Explaining Results) ตีความหมายของคำตอบที่ได้จากค่าทางคณิตศาสตร์ มาเป็นค่าคำตอบของสถานการณ์ พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ หากคำตอบยังไม่สมเหตุสมผลให้กลับไปพิจารณาขั้นที่ 1 อีกครั้ง ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Schukajlow, S., et al.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2555, น. 288) ได้แสดงกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากแผนภาพข้างต้น เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เราจะเริ่มสำรวจทำความเข้าใจกับปัญหา รวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หาแบบรูปที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและตัวปัญหา ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมากำหนดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่แทนแบบรูปเหล่านั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จนได้คำตอบเชิงคณิตศาสตร์หลังจากนั้นพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยเปรียบเทียบ ตรวจสอบกับข้อมูลจริง แล้วแปลความหมายออกมาเป็นคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ จนสุดท้ายบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหาในสถานการณ์นั้น

จากการศึกษากระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ อันประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย และขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีความชัดเจน สอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2.3 ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

การประเมินผลการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2555, น. 291) ดังนั้น ในฐานะผู้สอน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมและประเมินความสามารถดังกล่าวตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ผ่านการจัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์และแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อเติมเต็มช่องว่างของการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้มีนักการศึกษาให้ความหมายเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Blum, W. et al. (2007, pp. 3-32) ได้ให้ความหมาย ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการระบุคำถาม ตัวแปร ความสัมพันธ์ หรือสมมติฐานที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง จากนั้นแปลงสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ และสามารถตีความพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น โดยเชื่อมโยงกลับไปยังสถานการณ์เดิม ตลอดจนสามารถวิเคราะห์หรือ

เปรียบเทียบตัวแบบที่มีอยู่ โดยพิจารณาสมมติฐานที่ถูกใช้ ตรวจสอบคุณสมบัติ และขอบเขตของตัวแบบนั้นได้อย่างเหมาะสม

Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. (2013, p. 1072) ได้ให้ความหมาย ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ ทักษะและความสามารถในการดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างตัวแบบได้อย่างถูกต้องและตรงตามเป้าหมาย รวมถึงความเต็มใจที่จะนำไปสู่การปฏิบัติ

สุรสาล ผาสุข (2546, น. 5-6) ได้ให้ความหมาย ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรม การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง นักเรียนสามารถระบุประเด็นของปัญหาที่ต้องการศึกษาได้ถูกต้อง รวมถึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่าประเด็นปัญหามีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปร ตัวแปรใดเป็นตัวแปรที่สำคัญหรือตรงประเด็นที่ต้องการศึกษา และตัวแปรเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2. การเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้จากหลาย ๆ ทาง เช่น มโนมติ สมบัติและกราฟของฟังก์ชันที่เกี่ยวข้อง ความรู้ทางสถิติ ตลอดจนความรู้เกี่ยวกับการจัดการเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ในการแทนประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาด้วยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งอยู่ในรูปของกราฟหรือฟังก์ชันเชิงเส้น ควอดราติก และเอกซ์โพเนนเชียล

3. การหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์หาข้อสรุปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้

4. การทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถทดสอบว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เหมาะสมกับประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาหรือไม่ ในกรณีที่พบว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่เหมาะสม นักเรียนสามารถขัดเกลา หรือหาตัวแบบที่เหมาะสมกว่าได้หรือไม่

5. การเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริง นักเรียนสามารถแปลความหมายจากข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ ไปสู่ประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาได้ตรงประเด็นหรือไม่ รวมไปถึงความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนหรือชี้แจงการแปลความหมายนั้น

สรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระบุ วิเคราะห์ และแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างมีระบบและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม เพื่อสร้างตัวแบบที่สามารถแก้ปัญหา ตีความและนำผลลัพธ์กลับไปอธิบายหรือสนับสนุนการตัดสินใจในสถานการณ์เดิมได้อย่างถูกต้อง

การประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษากำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Leong, K. E. (2013, pp. 3-4) ได้พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เกณฑ์การให้คะแนนนี้ มีค่าอัลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.72 แสดงให้เห็นว่าเกณฑ์มีความเชื่อมั่นได้ผ่านการตรวจสอบเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญหลายคนในสาขานี้ เพื่อความถูกต้องของเนื้อหาและยอมรับรายการในเกณฑ์การให้คะแนน สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับแต่ละขั้นตอน ระดับคะแนนมี 5 ระดับ ตั้งแต่ 0 ถึง 4 ดังนี้ 0 หมายถึง ไม่ทำ 1 หมายถึง ต่ำกว่าเกณฑ์ 2 หมายถึง ปานกลาง 3 หมายถึง ดี 4 หมายถึง ยอดเยี่ยม กระบวนการสร้างตัวแบบจะให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก และขึ้นอยู่กับความสำคัญของกระบวนการแต่ละขั้นตอน จะได้คะแนน 0-4 น้ำหนักรวมเท่ากับ 12 ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนในกระบวนการสร้างตัวแบบ Leong, K. E.

กระบวนการสร้างตัวแบบ	น้ำหนักคะแนน
การกำหนดตัวแปร 1. ระบุตัวแปรในรูปแบบ 2. แก้ปัญหาอย่างชัดเจน 3. กำหนดคุณลักษณะที่สำคัญ	1
การกำหนดตัวแบบ 1. สร้างตัวแบบ 2. ระบุข้อสมมติฐานทั้งหมดอย่างชัดเจน 3. อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	3
การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ 1. การใช้คณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3. ดำเนินการเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	2
ตรวจสอบข้อสรุป 1. ทบทวนรูปแบบตามปัญหา 2. ตีความผลเฉลยตามตัวแบบที่แก้ไขแล้ว 3. ปรับปรุงรูปแบบ	2
การรายงานข้อสรุป 1. สรุปผล 2. เหตุผลเกี่ยวกับสมมติฐาน	1

Anhalt, C. O. and Cortez, R. (2015, p. 448) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนในกระบวนการสร้างตัวแบบ Anhalt, C. O. and Cortez, R.

องค์ประกอบของการสร้างตัวแบบ	คำอธิบายสิ่งที่ต้องดำเนินการสำหรับแต่ละองค์ประกอบของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ระดับการให้คะแนน
ขั้นที่ 1	A1 ระบุปัญหาที่ได้จากสถานการณ์ A2 ทำการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมหากมีความจำเป็น A3 ทำให้สถานการณ์หรือปัญหานั้นมีความสมเหตุสมผลและเข้าใจคำถาม	3 ชำนาญดำเนินการอย่างสมบูรณ์
ขั้นที่ 2	B1 ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ทั้งหมด B2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่จำเป็น B3 แปลงข้อมูลที่ให้ในสถานการณ์รวมกับข้อตกลงเบื้องต้นไปเป็นปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ที่หาคำตอบได้ (สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้) B4 ใช้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่กำหนดให้	2 พัฒนาดำเนินการบางส่วนแต่ไม่สมบูรณ์
ขั้นที่ 3	C1 หาผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ที่ระบุไว้ในตัวแบบ C2 วิเคราะห์และทำการดำเนินการในตัวแบบ C3 ตรวจสอบความถูกต้อง	
ขั้นที่ 4	D1 ตีความผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์ตามสถานการณ์ D2 สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสถานการณ์	
ขั้นที่ 5	E1 สะท้อนว่าคำตอบเชิงคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล (เช่น ค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่สมเหตุสมผลตามความเป็นจริง) E2 ถ้าข้อสรุปเหมาะสมสอดคล้องพิจารณาว่ามีความถูกต้อง รายงานผลเฉลย ถ้าไม่สอดคล้องเหมาะสมหรือต้องมีการปรับปรุงให้กลับไปดำเนินการตั้งแต่ขั้นที่ 2 อีกครั้ง (สร้างและกำหนดตัวแบบ)	1 ปรับปรุงดำเนินการเพียงเล็กน้อยหรือแทบจะไม่ดำเนินการ
ขั้นที่ 6	F1 ปรับแก้ข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งทำตามสิ่งที่เรารู้เกี่ยวกับผลเฉลยแรก และแปลงไปเป็นปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ใหม่หรือปรับปรุงปัญหาเดิมที่สามารถหาคำตอบได้	

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

องค์ประกอบของการสร้างตัวแบบ	คำอธิบายสิ่งที่ต้องดำเนินการสำหรับแต่ละองค์ประกอบของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ระดับการให้คะแนน
	F2 ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องอาจแตกต่างจากครั้งแรกที่เราดำเนินการ F3 ดำเนินการขั้นต่าง ๆ ได้แก่ คำนวณ ตีความ และตรวจสอบอีกครั้ง	
รายงานผลเฉลย	แบ่งปันข้อสรุปและเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังพวกเขา	

นอกจากนี้ Anhalt, C. O. and Cortez, R. (2015, p. 452) ได้พัฒนารูปแบบเกณฑ์การประเมินที่มีเกณฑ์ชัดเจน สำหรับใช้ในการประเมินปัญหาการสร้างตัวแบบ โดยพิจารณาครอบคลุมทั้งกระบวนการสร้างตัวแบบ ตัวแบบที่นักเรียนสร้างขึ้น วิธีการแก้ปัญหาและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับกระบวนการของนักเรียนในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ รูปแบบเกณฑ์การประเมินนี้มีประโยชน์ต่อครูในการประเมินกระบวนการทำงานของนักเรียน ที่นำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่มีคุณภาพในระหว่างที่นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการของการสร้างแบบตัวแบบ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมความคุ้นเคยของผู้เรียนกับขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนในกระบวนการสร้างตัวแบบ Anhalt, C. O. and Cortez, R.

ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพ	ระดับการให้คะแนน					
	5	4	3	2	1	0
การอธิบาย	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจและให้คำอธิบายอย่างครบถ้วน มีการให้เหตุผลและคำอธิบาย	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจพื้นฐานและให้คำอธิบายเล็กน้อย	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแต่มีช่องว่างบางคำอธิบาย	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเล็กน้อย มีช่องว่างในการคิดน้อยหรือไม่มีคำอธิบาย	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจบางส่วนและไม่มีคำอธิบาย	ไม่แสดงหลักฐานความเข้าใจ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	ระดับการให้คะแนน					
ประสิทธิภาพ	5	4	3	2	1	0
	แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในแนวคิด					
การเชื่อมโยง	แสดงแนวคิดที่เชื่อมโยงกัน มีการใช้มากกว่าหนึ่งแนวคิด และแสดงความเข้าใจถึงความเชื่อมโยงของแนวคิดเหล่านั้น	แสดงแนวคิดที่เชื่อมโยงกัน	แสดงแนวคิดที่เชื่อมโยงกัน บางส่วนมีจุดขาดหายไปหรือไม่ชัดเจน	แสดงแนวคิดที่ไม่เชื่อมโยงกัน	แสดงแนวคิดที่ไม่เชื่อมโยงกัน	
ผลงาน	งานสมบูรณ์ รวมถึงสมมติฐานและวิธีการแก้ปัญหา	งานสมบูรณ์	งานไม่สมบูรณ์แต่มีข้อมูลที่สำคัญ	งานไม่สมบูรณ์ขาดข้อมูลสำคัญบางอย่าง	งานไม่สมบูรณ์ขาดข้อมูลสำคัญ	ไม่แสดงหลักฐานการทำงาน
การให้เหตุผล	แสดงหลักฐานของความรอบคอบและการให้เหตุผล	แสดงหลักฐานการให้เหตุผล	แสดงหลักฐานของการให้เหตุผลบางส่วน	แสดงการให้เหตุผลเพียงเล็กน้อย	แสดงหลักฐานของการให้เหตุผลที่ไม่ถูกต้อง	

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพ	ระดับการให้คะแนน					
	5	4	3	2	1	0
ความรู้รวบยอด	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและใช้แนวคิดหลากหลายได้เหมาะสมกับปัญหาที่กำหนด	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง	
การคำนวณ	แสดงการคำนวณถูกต้อง (อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย)	แสดงการคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย	แสดงข้อผิดพลาดที่เป็นผลมาจากการคำนวณ	แสดงข้อผิดพลาดที่สำคัญจากการคำนวณ	แสดงข้อผิดพลาดที่สำคัญจากการคำนวณ	

Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. (2013, p. 1073) ได้กำหนดเกณฑ์ประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K.

กรอบการประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ระดับความสมารถ
นักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์และไม่สามารถร่างหรือเขียนสิ่งใดเกี่ยวกับปัญหาที่ให้	0
นักเรียนเข้าใจสถานการณ์จริงที่ให้แต่ไม่สามารถเห็นโครงสร้างและลดความซับซ้อนของสถานการณ์ได้หรือไม่สามารถหาความเชื่อมโยงกับแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้	1

(ต่อ)

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

กรอบการประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ระดับความสมารถ
หลังจากการทำการสืบค้นเกี่ยวกับสถานการณ์จริงที่ให้ นักเรียนค้นพบตัวแบบจริงผ่านการสร้างโครงสร้างและการลดความซับซ้อน แต่ไม่สามารถแปลงไปสู่ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้	2
นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้ และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถทำอะไรกับโจทย์คณิตศาสตร์นี้ได้	3
นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้ และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์จนได้ผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้อธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิม	4
นักเรียนดำเนินการทุกขั้นตอนตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ว่าสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้	5

สุรสาล ผาสุข (2546, น. 23-30) กล่าวว่า การประเมินที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะประเมิน ในขั้นตอนต่าง ๆ 5 ขั้น ดังนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง
2. การเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. การหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. การทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
5. การเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ไปสถานการณ์จริง

โดยได้กำหนดเกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment)

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ระดับ 4 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์จริงได้อย่างชัดเจน โดยสามารถระบุประเด็นปัญหา ตัวแปรสำคัญและความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างตัวแปรได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

ระดับ 3 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์จริงได้ โดยสามารถระบุประเด็นปัญหา ตัวแปรสำคัญและความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างตัวแปรได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน 2 ใน 3

ระดับ 2 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์จริงได้บ้าง โดยสามารถระบุประเด็นปัญหา ตัวแปรสำคัญและความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างตัวแปรได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน 1 ใน 3

ระดับ 1 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถทำความเข้าใจสถานการณ์จริงได้ โดยระบุประเด็นปัญหา ตัวแปรสำคัญและความสัมพันธ์เบื้องต้นของตัวแปรไม่ถูกต้อง

ระดับ 0 นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

2. การเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ระดับ 4 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถเขียนแผนภาพกระจายหรือกราฟเส้นหรือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปของฟังก์ชันที่เหมาะสมกับข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

ระดับ 3 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยสามารถเขียนแผนภาพกระจายหรือกราฟเส้น หรือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในรูปของฟังก์ชันที่เหมาะสมกับข้อมูลได้ถูกต้อง แต่ขาดความครบถ้วนหรือมีข้อบกพร่องในบางประการ

ระดับ 2 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้บ้าง โดยสามารถเขียนแผนภาพกระจายหรือกราฟเส้นได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปของฟังก์ชันที่เหมาะสมกับข้อมูลได้

ระดับ 1 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยเขียนแผนภาพกระจายหรือกราฟเส้นหรือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปของฟังก์ชันที่เหมาะสมกับข้อมูลได้ไม่ถูกต้อง

ระดับ 0 นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

3. การหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ระดับ 4 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยสามารถหาผลลัพธ์จากกราฟหรือจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปของฟังก์ชันหรือจากประเด็นปัญหาได้ถูกต้องและสมบูรณ์ครบถ้วนทุกประเด็น

ระดับ 3 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยสามารถหาผลลัพธ์จากกราฟหรือจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปของฟังก์ชันหรือจากประเด็นปัญหาได้ถูกต้องทุกประเด็น แต่ยังขาดความสมบูรณ์ครบถ้วนหรือมีข้อบกพร่องในบางประการ

ระดับ 2 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้บ้าง โดยสามารถหาผลลัพธ์จากกราฟหรือจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปของฟังก์ชันหรือจากประเด็นปัญหาได้ถูกต้องบางประเด็น

ระดับ 1 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยหาผลลัพธ์จากกราฟหรือจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปของฟังก์ชันหรือจากประเด็นปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

ระดับ 0 นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

4. การทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ระดับ 4 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยสามารถทำการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ สรุปผลของการทดสอบและปรับปรุงหรือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ใหม่ (ถ้าจำเป็น) ได้อย่างถูกต้อง

ระดับ 3 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยสามารถทำการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบได้ถูกต้อง แต่การสรุปผลของการทดสอบยังไม่สมบูรณ์และไม่สามารถขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ (ถ้าจำเป็น)

ระดับ 2 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้บ้าง โดยสามารถทำการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบได้ แต่มีข้อบกพร่อง ในการทดสอบบางประการหรือไม่สามารถสรุปผลของการทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ (ถ้าจำเป็น)

ระดับ 1 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยทำการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ สรุปผลของการทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง

ระดับ 0 นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

5. การเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ไปสถานการณ์จริง

ระดับ 4 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถอธิบายหรือแปลความหมายจากผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ครบถ้วนทุกประเด็น

ระดับ 3 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้ โดยสามารถอธิบายหรือแปลความหมายจากผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้ถูกต้องทุกประเด็นแต่ยังขาดความสมบูรณ์ครบถ้วนในบางประการ

ระดับ 2 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้บ้าง โดยสามารถอธิบายหรือแปลความหมายจากผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้ถูกต้องทุกประเด็น

ระดับ 1 นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้ โดยอธิบายหรือแปลความหมายจากผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้ไม่ถูกต้อง

ระดับ 0 นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

สรุปได้ว่า จากรูปแบบและเกณฑ์การประเมินผลการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. เนื่องจากเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษา

2.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ นอกจากการสอดแทรกกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนานักเรียนในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในทุก ๆ เนื้อหาที่เหมาะสมแล้ว ครูจะต้องตระหนักและคำนึงถึงการฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการคิดที่ต้องมีการศึกษาเรียนรู้ พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการปลูกฝังคุณลักษณะที่ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น ความขยันหมั่นเพียร ความรับผิดชอบ การตรงต่อเวลา การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความอดทน ความละเอียดรอบคอบและการทำงานอย่างเป็นระบบมีแบบแผน อีกทั้งครูจะต้องสร้างเจตคติต่อคณิตศาสตร์ในทางบวกให้กับนักเรียนด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555, น. 57)

2.4.1 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

Swetz, F and Hartzler, J. S. (1991) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ครูจะต้องศึกษาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้มากกว่าวิชาที่สอน
2. ครูควรเลือกกิจกรรมตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์
3. ครูควรเลือกเรื่องการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากบทความที่มีคุณภาพ
4. ครูควรตรวจสอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เลือกว่าเป็นกิจกรรมที่สนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน
5. ครูควรเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หนึ่งหรือสองกิจกรรมสำหรับสถานการณ์การสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช
6. วิธีการของปัญหานั้นเหมาะสมหรือไม่
7. ครูควรศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนจะชอบหรือไม่

8. ครูจะต้องตรวจสอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นั้นมีเทคนิคแนวคิดที่ได้รับการยอมรับ

9. ครูจะต้องหากิจกรรมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่นที่เหมาะสมหรือสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นมาด้วยตัวของครูเอง

Galton et al. (1999, pp. 4-5) กล่าวถึงบทบาทของครู ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ว่าครูมีบทบาทดังนี้

1. ครูควรพยายามเข้าไปมีส่วนร่วมกับนักเรียนทุกคนในการอภิปราย

2. ครูควรพยายามให้นักเรียนทุกคนคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จริงที่กำลังศึกษาอยู่

3. ครูควรดูแลให้มีการอภิปรายอยู่เสมอ ถ้าการอภิปรายดำเนินไปช้า นักเรียนจะเริ่มท้อใจและเกิดความเบื่อหน่าย

4. ครูควรจัดเตรียมความช่วยเหลือ (ถามคำถาม ให้คำแนะนำ ให้การพูดเป็นนัย แต่ต้องไม่มากเกินจำเป็น) เมื่อจำเป็น

5. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นที่จะหาผลลัพธ์และส่งเสริมให้มีการอภิปราย

6. ครูควรจัดการกับผลลัพธ์ด้วยความระมัดระวัง อย่ารีบร้อนที่จะพูดว่า “ใช่ถูกต้องแล้ว” หรือ “ไม่ใช่มันผิด” แต่ครูควรพูดในทำนองต่อไปนี้

“เธอสามารถทำได้ถูกต้อง”

“อาจจะถูกต้อง”

“มีใครเห็นด้วยกับ ___บ้าง”

“มีใครได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างไปจากนี้บ้าง”

“___พูดว่า เธอเห็นด้วยหรือไม่”

“มีทางไหนบ้างที่เราสามารถตรวจสอบผลลัพธ์นี้ได้”

7. ครูควรยอมรับข้อสรุปหลาย ๆ อย่างโดยให้มีข้อสรุปที่ถูกต้องรวมอยู่ด้วย จากนั้นจึงให้นักเรียนอธิบายข้อสรุปของตน

8. ถ้ามีนักเรียนบางคนเสนอข้อสรุปที่ถูกต้องก่อนคนอื่น ๆ และยังมีเวลาซึ่งนักเรียนคนอื่นยังคิดอยู่ ครูอาจใช้คำพูด “ขอบใจ ___ เธออาจทำถูก แต่ครูขอให้เธอคอยสักครู่ ให้คนอื่นได้มีโอกาสคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จริงที่กำลังศึกษาอยู่บ้าง”

9. ครูควรให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะรักษาความเงียบเพราะความเงียบจะเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง สำหรับครูในการที่จะให้ข้อสรุปที่ถูกต้องสำหรับสถานการณ์จริง

Chan, C.M.E. (2009, p. 37) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า ครูผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ไปสู่การเป็น

ผู้เอื้ออำนวยความสะดวกและสนับสนุนผู้เรียน แนะนำกิจกรรมที่ตื่นเต้นและกระตุ้นให้ผู้เรียนหาคำตอบ ใช้คำพูดเพื่อให้ผู้เรียนคุ้นเคย

Blum, W. (2011, p. 23) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า ความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนนั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพของการสอน โดยหัวใจสำคัญคือครูจะต้องรักษาสมดุลอย่างต่อเนื่องระหว่างการชี้แนะจากครูให้น้อยที่สุดและการปล่อยให้นักเรียนมีอิสระในการคิดให้มากที่สุด ครูจะไม่บอกวิธีทำหรือให้คำตอบกับนักเรียนโดยตรง แต่จะทำหน้าที่กระตุ้นความคิดโดยใช้การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนคิด และตรวจสอบการทำงานด้วยตนเอง

Borba M. C. (2011, p. 34) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นความเป็นอิสระของผู้เรียน โดยควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อ หรือสถานการณ์ปัญหาที่ตนเองสนใจมาศึกษาและสร้างเป็นตัวแบบ นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรขยายมุมมองในการจัดการเรียนรู้ให้กว้างขึ้นโดยการพิจารณาถึงการนำเทคโนโลยี เข้ามาบูรณาการร่วมกับกิจกรรมการสร้างตัวแบบในชั้นเรียน

Burkhardt, H. (2011, p. 513) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า การนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เข้ามาใช้ในชั้นเรียนถือเป็นความท้าทายสำหรับครูผู้สอน เนื่องจากทักษะที่จำเป็นสำหรับการสอนสร้างตัวแบบนั้นมักจะอยู่นอกเหนือขอบเขตความเชี่ยวชาญทางวิชาชีพที่คุ้นเคย ตลอดจนแตกต่างไปจากรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามปกติ ดังนั้น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ ครูจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนบทบาทและมุมมองของตนเองในหลายมิติ ได้แก่

1. การเปลี่ยนมุมมองต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยครูผู้สอนควรปรับเปลี่ยนจากการมองคณิตศาสตร์ว่าเป็นเพียงชุดของเนื้อหาที่ต้องเรียนรู้แยกส่วนกัน ไปสู่การตระหนักถึงความเชื่อมโยงของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้อย่างยืดหยุ่นเพื่อการแก้ปัญหาและทำความเข้าใจบริบทของโลกแห่งความเป็นจริง

2. การเน้นย้ำกระบวนการให้เหตุผล โดยครูผู้สอนควรปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการใช้โจทย์ปัญหาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์สั้น ๆ ไปสู่การมอบหมายภาระงานที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดที่ซับซ้อนและต่อเนื่อง โดยเปลี่ยนจุดเน้นมาให้ความสำคัญกับกระบวนการให้เหตุผลของผู้เรียนมากกว่าการพิจารณาเพียงความถูกต้องของคำตอบสุดท้าย

3. การส่งเสริมการกำกับตนเองและความรับผิดชอบของผู้เรียน โดยครูผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมชั้นเรียน มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงบทบาทเชิงรุก เช่น การอธิบายและให้เหตุผลถึงสมมติฐานในการแก้ปัญหาของตน ตลอดจนการประเมินและวิพากษ์กระบวนการคิดของผู้อื่น

4. การเป็นผู้วินิจฉัยและให้คำปรึกษา โดยปรับเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้หรือผู้ตัดสินความถูกผิด มาสู่การทำหน้าที่เป็นผู้วินิจฉัยและผู้ให้คำปรึกษา

Ferr, R. B. (2013, p. 27) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า การวินิจฉัยปัญหาของผู้เรียนในขณะที่สร้างตัวแบบ จะเกิดขึ้นก่อนที่ครูจะเข้ามามีบทบาทหรือหลังจากให้ข้อเสนอแนะ แต่การวินิจฉัยนั้นจะทำได้ก็ต่อเมื่อครูมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาและความรู้ด้านการสอนที่เพียงพอ ดังนั้น ครูจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการสร้างตัวแบบอย่างลึกซึ้ง และเข้าใจเกี่ยวกับงานจากการสร้างตัวแบบที่มอบหมายให้นักเรียนอย่างชัดเจน

สรุปได้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้ออกแบบ และเอื้ออำนวยกระบวนการเรียนรู้ ที่ใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยครูต้องศึกษาทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาพอสังเขป เลือกกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และความเหมาะสมของบริบทผู้เรียน สนับสนุนให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง กระตุ้นการคิด การอภิปราย และการตรวจสอบผลลัพธ์โดยไม่ชี้นำคำตอบ นอกจากนี้ ต้องวินิจฉัยปัญหาของผู้เรียน ให้ข้อเสนอแนะอย่างเหมาะสม ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดกว้างต่อความคิดหลากหลาย

2.5 สถานการณ์ในชีวิตจริง

การนำสถานการณ์ในชีวิตจริง มาเป็นจุดเริ่มต้นในการจัดการเรียนรู้จะช่วยลดช่องว่างระหว่างทฤษฎีในห้องเรียนกับโลกแห่งความเป็นจริง (Blum, W. and Niss M., 1991, p. 39) และการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง ไม่เพียงแต่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านบริบทที่คุ้นเคยเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการตีความ ทดลอง สื่อสาร และมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถมีทางออกและคำตอบได้หลากหลายวิธี (Gross, F. E. et al., 1993, p. 17) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 ความหมายของสถานการณ์ในชีวิตจริง

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงความหมายของ สถานการณ์ในชีวิตจริง ไว้ดังนี้

de Lange, J. (2003, p. 80) ได้กล่าวว่า สถานการณ์จริง หมายถึง สิ่งที่ผู้เรียนคุ้นเคยและสัมพันธ์ใกล้ชิด การเชื่อมโยง เนื้อหากับสถานการณ์ในชีวิตจริงช่วยให้นักเรียนนำเนื้อหาไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อช่วยให้ นักเรียนตัดสินใจในการเลือกซื้อเลือกปฏิบัติได้

สุรสาล ผาสุข (2546, น. 11) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงความเป็นจริงของโลกกับคณิตศาสตร์ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบที่หลากหลายแตกต่างกัน เช่น สัญลักษณ์ ฟังก์ชันสูตร สมการ นิพจน์ กราฟ ตารางสถานการณ์จำลอง และการทดลอง เป็นต้น

อนันตนิจ โพธิ์ถาวร (2547, น. 14) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยการประยุกต์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปสู่ปัญหาในโลกจริง ซึ่งสามารถนำความรู้ความเข้าใจทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริง และเป็นการเรียนรู้ โครงสร้างของคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่เป็นจริง

สุภัคตรา เพียงสูงเนิน (2549, น. 9) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง คือการประยุกต์ใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่พบเห็นได้ในสถานการณ์ความเป็นจริง จากนั้นใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบที่จะสามารถอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจริงนั้นได้

ศันสนีย์ เณรเทียน (2560, น. 242) ได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาในชีวิตจริงที่ต้องมีการจำลองสถานการณ์ปัญหาให้สามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์และสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เช่น สมการ อสมการ ฟังก์ชัน ตัวแปร กราฟ ในการแก้ปัญหา และนำคำตอบที่ได้จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปปรับให้เหมาะสมกับปัญหาในชีวิตจริง

สรุปได้ว่า สถานการณ์ในชีวิตจริง หมายถึง การนำปัญหาหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง หรือมีลักษณะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ แก้ปัญหา และสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถอธิบายและนำไปใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้

2.5.2 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

ได้มีนักการศึกษาเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ดังนี้

Patton, J. R. (1997, p. 186) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงควรมีลักษณะ ดังนี้

1. กิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ต้องมีความสัมพันธ์กับความต้องการของนักเรียนทั้งปัจจุบันและอนาคต
2. ต้องนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล
4. บูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยการเชื่อมโยงกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชาอื่น ๆ
5. ใช้ชั้นเรียนให้เป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้
6. ให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

Steen, L. A. (2001, p. 3) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ดังนี้

1. เนื้อหาคณิตศาสตร์ควรจะนำเสนอในบริบทที่เป็นเหตุเป็นผลกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. การประยุกต์ระหว่างสาขาวิชาควรแสดงความสำคัญของคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์ในชีวิตจริง และให้นักเรียนเข้าใจว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญกับวิชาอื่น ๆ และกับอาชีพในอนาคต

3. ทุกเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ควรส่งเสริมการคิดเพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นพบและตรวจสอบความเข้าใจที่ชัดเจนของวิชาคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ ในโรงเรียน

4. สร้างความเข้าใจทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการให้เหตุผลในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการเตรียมนักเรียนในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย

5. ฝึกให้นักเรียนเรียนรู้การถามคำถาม และความจัดเจนในการ อธิบายเพื่อเป็นการพัฒนาการให้เหตุผล

6. ทักษะทางคณิตศาสตร์ควรจะเชื่อมโยงกับทิศทางการอ่านการเขียน ที่เสริมความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนในแต่ละวิชา

Pugalee, D. V. et al. (2003, p. 303) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ดังนี้

1. เป็นกิจกรรมเน้นการคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ควรสนับสนุนความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย ให้นักเรียนฝึกการคิดทางคณิตศาสตร์จากรูปธรรมไปสู่ความเป็นนามธรรม ซึ่งกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนเน้นการคิดและการให้เหตุผล ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล การสำรวจ การสืบสอบ การตีความ การให้เหตุผล แบบจำลอง การออกแบบ การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การเสนอความคิดเห็น และการตรวจสอบคำตอบ

2. เน้นการจัดกิจกรรมที่เป็นสังคมคณิตศาสตร์ (Discourse) เป็นการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่มีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการทำกิจกรรม การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ใช้วัตถุ เครื่องมือและเทคโนโลยี ใช้แนวทางการคิดที่เป็นลักษณะพิเศษ ส่งเสริมคุณค่าทางคณิตศาสตร์ เน้นความรู้สึกและความเชื่อทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมที่เน้นความสามารถของแต่ละบุคคลหรือการจัดกิจกรรมกลุ่มเล็ก

3. เน้นการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (Mathematical tools) การจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติตามสภาพจริง ครูจะต้องให้นักเรียนได้สำรวจและนำเสนอประสบการณ์ในบริบทของโลกจริง ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เช่น สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ตาราง การวาดภาพ เครื่องคิดเลขคอมพิวเตอร์ และสื่อการเรียนรู้

4. เน้นกิจกรรมที่สะท้อนเจตคติหรือพื้นฐานความรู้เดิม (Attitude and Disposition) เน้นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เผยความเชื่อ เจตคติ อารมณ์ และคุณค่าทางคณิตศาสตร์ การร่วมกิจกรรม และความกระตือรือร้นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรม ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

สรุปได้ว่า แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้เข้ากับศาสตร์อื่นและสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยเปลี่ยนชั้นเรียนให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีและสัญลักษณ์ในการแก้ปัญหา ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการคิด แก้ปัญหา การสื่อสาร และการให้เหตุผล ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และมุ่งเน้นการเสริมสร้างเจตคติเชิงบวกเพื่อให้ผู้เรียนนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในอนาคตได้

2.5.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ดังนี้

Gross, F. E. et al. (1993, p. 17) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ได้ดังนี้

1. ประสบการณ์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของโลกจริงช่วยให้นักเรียนตีความ ทดลอง สื่อสาร และมองว่าปัญหาที่ซับซ้อนจากสถานการณ์ในชีวิตจริงมีหลายคำตอบ

2. ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดในระดับสูง และมีทักษะการสื่อสาร

3. การเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริงทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล และจำทักษะทางคณิตศาสตร์ได้

Albert, L. R. and Antos, J. (2000, p. 530) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ช่วยพัฒนาความมั่นใจของนักเรียนและพัฒนามโนทัศน์และความคิด เป็นการเพิ่มความตระหนักของส่วนประกอบทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง นักเรียนมองเห็นประโยชน์ของการทำกิจกรรมโดยผ่านประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการสะท้อนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่าระดับของความเข้าใจ

Kyle, Cintyre, and Moore (2001, p. 86) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นการให้นักเรียนได้ทำงานที่มีความหมายและแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง นักเรียนมีความสนุกสนานในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Berry (2002, p. 15) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ว่าทำให้นักเรียนรู้ว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งมีค่าช่วยให้นักเรียนประยุกต์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันสู่ทักษะมโนทัศน์พื้นฐานและมโนทัศน์ระดับสูง

Akapame, R. (2022, pp. 1-9) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ว่าช่วยเพิ่มแรงจูงใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน พร้อมทั้งช่วยสร้างความมั่นใจและทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง มีประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน ทั้งการส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง การสร้างมโนทัศน์ และการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นแรงจูงใจ สร้างความมั่นใจ และเสริมสร้างเจตคติเชิงบวก ทำให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 เมตาคอกนิชัน

การที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นประโยชน์ในทางที่ต้องการ ซึ่งการรู้ในลักษณะนี้เรียกว่า เมตาคอกนิชัน เป็นการรู้คิดรู้เหตุผลของผู้เรียน (พรรณี ช. เจนจิต, 2545, น. 223) โดยหน้าที่หลักสองประการของเมตาคอกนิชัน ซึ่งได้แก่ การตรวจสอบ และการควบคุม ซึ่งประการแรกแสดงออกผ่านการตระหนักรู้ ที่บุคคลมีต่อกระบวนการทางปัญญาของตน ในขณะที่ประการหลัง แสดงออกผ่านความสามารถของบุคคลในการควบคุมความคิดของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่แปลกใหม่ หรือเมื่อกระบวนการคิดเกิดความล้มเหลว (Efklides, 2008, p. 278) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน

ได้มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษากล่าวถึงความหมายของเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

Flavell, J. H. (1979, p. 906) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชัน ว่าหมายถึงความสามารถทางการคิดที่บุคคลสามารถรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง เป็นการรู้ของบุคคลว่าตนเองรู้อะไร คิดอย่างไร และคิดถึงการบรรลุเป้าหมายว่าจะทำได้อย่างไร

Schoenfeld, A. H. (1992, p. 334) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นการตระหนักรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง และรวมไปถึงการควบคุมตนเองระหว่างการแก้ปัญหา (Problem Solving)

Livingston, J. A. (2003, p. 3) ได้กล่าวไว้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การคิดขั้นสูง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการทางความคิดที่ได้เผชิญในภาระงานที่ดำเนินไปของกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การวางแผนว่าจะมีวิธีการดำเนินการกับภาระงานในการเรียนรู้ที่กำหนดให้อย่างไร การติดตามความเข้าใจ และการประเมินความก้าวหน้าเกี่ยวกับความสมบูรณ์ของภาระงาน สิ่งเหล่านี้เกี่ยวข้องกับเมตาคอกนิชันตามธรรมชาติ เนื่องจากเมตาคอกนิชันแสดงบทบาทเชิงวิเคราะห์ในการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จ การศึกษากิจกรรมและพัฒนาการด้านเมตาคอกนิชันจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อกำหนดว่าเราจะหาวิธีสอนให้นักเรียนสามารถใช้ทรัพยากรทางความคิดของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านการควบคุมโดยใช้เมตาคอกนิชัน

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2544, น. 155) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชัน หมายถึง การควบคุมและประเมินความคิดของตนเอง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการพัฒนาเพื่อควบคุม กำกับกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิด มีความตระหนักในงานและสามารถใช้ยุทธวิธีทำงานจนสำเร็จสมบูรณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 213) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่าง ๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นันทฉัตร วงษ์ปัญญา (2555, น. 14) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน การกำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่าง ๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พาสนา จุลรัตน์ (2556, น. 5-6) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การที่บุคคลตระหนักรู้เกี่ยวกับความรู้กระบวนการคิดและความสามารถของตนเองและใช้ความรู้ความเข้าใจดังกล่าวในการจัดการการควบคุมกระบวนการคิดและการทำงานของตนโดยรู้จักเลือกใช้กลวิธีต่าง ๆ ที่เหมาะสมอันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ

สรุปได้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง โดยครอบคลุมทั้งการตระหนักรู้ในความสามารถและขอบเขตความรู้ของตน และการกำกับกระบวนการทางปัญญาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ประกอบด้วยความสามารถในการวางแผนการทำงาน การติดตามความก้าวหน้าและตรวจสอบความเข้าใจของตนเองระหว่างปฏิบัติงาน รวมถึงการประเมินผลการเรียนรู้และความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อปรับปรุงและเลือกใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

ได้มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา กล่าวถึงองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

Flavell, J. H. (1979, pp. 906-911) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบหลักของเมตาคอกนิชัน 2 ส่วน คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน (Metacognitive knowledge) หมายถึง ความรู้หรือความเชื่อทั้งหมดเกี่ยวกับปัจจัยหรือตัวแปรที่กระทำหรือมีปฏิสัมพันธ์กันในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการและผลลัพธ์ของการทำงานทางความคิด แบ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญ 3 ประเภท ดังนี้

1.1 ด้านบุคคล (Person variables) หมายถึง ความรู้หรือความเชื่อที่บุคคลสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะของตนเองและผู้อื่น เป็นความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของตัวบุคคล ยกตัวอย่างเช่น การที่เรามีความรู้เกี่ยวกับตนเองในฐานะผู้เรียน โดยรู้ว่าตนมีความสามารถในการเรียนรู้อยู่ในระดับใด รู้ว่าตนมีรูปแบบในการเรียนรู้เป็นแบบใด และรู้ว่าบุคคลอื่นมีความแตกต่างจากตนเองอย่างไร

1.2 ด้านงาน (Task variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับงานที่ต้องเรียนรู้ อาจมีมากหรือน้อย คุ้นเคยหรือไม่คุ้นเคย

1.3 ด้านยุทธวิธี (Strategy variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงความรู้เกี่ยวกับเงื่อนไขในการนำยุทธวิธีเหล่านั้นไปใช้ว่าควรใช้ เมื่อใด ที่ไหน และอย่างไร เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายทางการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิผล

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Experiences) หมายถึง ประสบการณ์ทางความคิดหรือความรู้สึกที่มีต่อการใช้ปัญญาในการแก้ปัญหาของบุคคล และสามารถควบคุมได้ ยกตัวอย่างเช่น ขณะที่ผู้เรียนพยายามแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและพบกับอุปสรรค นำไปสู่การวางแผนหรือปรับกลยุทธ์การเรียนรู้ อาจเกิดการนึกย้อนถึงประสบการณ์เดิมที่เคยแก้ปัญหาคล้ายกันได้สำเร็จ ซึ่งเป็นการดึงเอาความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการควบคุมหรือวางแผนการคิดในสถานการณ์ปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเป้าหมายของงาน และสามารถส่งผลกระทบต่อความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันได้หลายประการ ดังนี้

2.1 สามารถนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายใหม่ หรือการปรับเปลี่ยนและยกเลิกเป้าหมายเดิม

2.2 สามารถส่งผลต่อฐานความรู้เมตาคอกนิชันของบุคคล โดยอาจเป็นการเพิ่มเติม ลบออก หรือปรับเปลี่ยนความรู้เดิม

2.3 สามารถกระตุ้นให้เกิดการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทั้งด้านการคิดและเมตาคอกนิชัน

Baker, L. and Brown, A. L. (1980, pp. 2-3) แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. การตระหนักรู้ (Awareness) คือ การตระหนักรู้ถึงทักษะ ยุทธวิธี และแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะต้องทำอย่างไร กล่าวคือเป็นเรื่องของการที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดและความสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ รวมไปถึงการแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้นั้น หรือมีวิธีการจำ การวางขอบข่าย การจดบันทึก และความสามารถในการสะท้อนการคิดของตนเองออกมาในขณะที่อ่านเรื่องราว หรือในการคิดแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีแผน

เพราะจะทำให้รู้ว่างานนั้นจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างที่จะทำให้งานนั้นเกิดประสิทธิภาพ และทำให้สถานการณ์นั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การควบคุมตนเอง (Self-regulation) เป็นความสามารถในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมไปถึงพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ การประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผนในขั้นตอนการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้ การตัดสินใจในการใช้เวลาและความสามารถที่มีอยู่ และการเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นเพื่อให้แก้ไขปัญหาได้

Cross, D.R. and Paris, S.G. (1988, p. 131) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของเมตาคอกนิชันแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านการประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้ด้านกระบวนการคิด (Self-appraised of one's knowledge about cognition) ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้ ความสามารถและทักษะการคิดของตนเอง รวมไปถึงอารมณ์ ความรู้สึก และแรงจูงใจ เช่น ความพยายามและความคาดหวังในความสำเร็จ

2. องค์ประกอบด้านการจัดการเกี่ยวกับความคิดตนเอง (Self-management of one's thinking) ประกอบไปด้วย

2.1 การวางแผน (Planning) เป็นการเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

2.2 การกำกับ (Regulation) เป็นการติดตามและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองระหว่างการทำกิจกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

2.3 การประเมิน (Evaluation) เป็นการวิเคราะห์ลักษณะของงาน และความสามารถของตนที่ส่งผลต่อความเข้าใจ

Wells, A. (2012, pp. 9-11) กล่าวถึง องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. ความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน หมายถึง ความเชื่อและทฤษฎีที่บุคคลมีเกี่ยวกับการรับรู้ของตนเอง สามารถแบ่งได้เป็น

1.1 ความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันที่สามารถแสดงออกได้อย่างชัดเจน (Explicit metacognitive knowledge) คือ สิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับจิตใต้สำนึก และแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

1.2 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ไม่สามารถแสดงออกได้อย่างชัดเจน (Implicit metacognitive knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตใต้สำนึกแต่ไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน หมายถึง การประเมินความหมายของเหตุการณ์ทางจิตใจที่เฉพาะเจาะจง เช่น ความคิด ความรู้สึกเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง (metacognitive feelings) และเป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์

3. ยุทธวิธีการควบคุมเมตาคอกนิชัน หมายถึง การตอบสนองของผู้เรียนในการควบคุมกิจกรรมของระบบการคิดของตนเอง กลยุทธ์เหล่านี้อาจทำหน้าที่เพื่อเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของกลยุทธ์การคิด และอาจมุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมกระบวนการเฝ้าระวังตรวจสอบความคิดของตน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 214) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันมี 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้ เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้กระบวนการคิดของตนเองในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ใน 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ เป็นความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานที่ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ทั้งในเรื่องความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ และความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ดังนี้

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ เป็นการรู้ว่างานนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใดในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์และนิยาม เช่น ถ้าผู้เรียนต้องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องรู้ว่าโจทย์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีความรู้ความสามารถในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมากน้อยเพียงใด เช่น ผู้เรียนรู้จุดอ่อนและจุดแข็งของตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร และมีความรู้ในระดับใด เพื่อที่จะได้หาวิธีการที่เหมาะสมในการเรียนรู้ของตนเอง

1.2 ความรู้ในวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เช่น ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ผู้เรียนต้องรู้ว่ามีวิธีการหรือกระบวนการแก้ปัญหาแบบใดบ้าง เพื่อให้สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหานี้ได้

1.3 ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะของวิธีการที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าวิธีการหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่มีอยู่ วิธีการใดเป็นวิธีที่ใช้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ง่ายต่อการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ และเหมาะสมที่สุดกับโจทย์ปัญหา

2. การควบคุมตนเอง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการควบคุมตนเองให้เรียนรู้หรือปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งประกอบด้วยการควบคุมตนเองใน 3 ด้าน ดังนี้

2.1 การวางแผน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องมีขั้นตอนใดบ้างเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

2.2 การกำกับควบคุม เป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการ และขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เช่น ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าวิธีการที่เลือกใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับการแก้ปัญหาในเรื่องนั้นหรือไม่

2.3 การประเมิน เป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้ เช่น ผู้เรียนต้องตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลกับโจทย์ปัญหาหรือไม่

3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้ปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ให้ผู้อื่นฟังได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการอธิบายเหตุผลใน 3 ด้าน ดังนี้

3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผล เพื่อสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองคิดนั้นถูกต้อง หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานสำเร็จ

3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับความคิดเห็นหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตนเอง

3.3 การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานผิดพลาด

จากการศึกษาองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้เลือกใช้องค์ประกอบเมตาคอกนิชันของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ การควบคุมตนเอง และความตระหนักต่อกระบวนการคิด ซึ่งเหมาะสมกับการพัฒนาขั้นพื้นฐานผู้เรียนเกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน

2.6.3 การประเมินเมตาคอกนิชัน

ได้มีนักวิชาการและองค์กรทางการศึกษากล่าวถึงวิธีการประเมินเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

Garner, R. and Alexander, P. A. (1989, pp. 147-148) ได้เสนอวิธีการประเมินเมตาคอกนิชันไว้หลายวิธี ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview techniques) เป็นการกระทำย้อนหลังถึงกระบวนการคิดที่ได้กระทำไปแล้ว โดยผู้ถูกสัมภาษณ์อาจไม่ได้มีการเตรียมลำดับความคิดล่วงหน้า ซึ่งจะพบว่าหากสัมภาษณ์เด็กที่อายุมากกว่าจะมีความรู้ในเมตาคอกนิชันสูงกว่าเด็กที่อายุน้อยกว่า แต่ก็ไม่ได้เป็นสิ่งที่กำหนดได้ว่าเด็กที่อายุมากกว่าจะใช้การคิดเชิงเมตาคอกนิชันได้มากกว่าเด็กที่อายุน้อยกว่า ทำให้เห็นปัญหาของการใช้วิธีการสัมภาษณ์ คือ บางครั้งการสัมภาษณ์เป็นการกระทำหลังจากกิจกรรมการคิด ถ้าทิ้งระยะห่างเกินไปจะทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ไม่สามารถจดจำรายละเอียดต่าง ๆ ได้ครบถ้วน หรืออาจจำได้น้อยกว่าความเป็นจริง และบางครั้งคำถามที่ใช้เป็นคำถามที่ชี้แนะให้แก่ผู้ตอบ ทำให้เกิดการตอบตามสมมติฐานการวิจัยนั้น ก็คือผู้ถูกสัมภาษณ์อาจรายงานกระบวนการคิดที่ตนไม่ได้คิดก็ได้ รวมถึงในกรณีเด็กเล็กก็อาจมีปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความแตกต่างในการใช้ภาษาระหว่างเด็กและผู้ใหญ่

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

2.1 รายงานเป็นคำพูดโดยตรง (Direct verbalization) เป็นการรายงานข้อความที่มีรหัสถ้อยคำอยู่ในความจำระยะสั้นแล้วผู้แก้ปัญหาจะรายงานออกมาตามที่คิดได้เลย ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 แบบคือ

2.1.1 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดในขณะกำลังทำงานหรือกำลังแก้ปัญหา (Concurrent protocol) โดยใช้การบันทึกเสียงการรายงานไว้แล้วถอดเทปออกมาใส่รหัสข้อความที่พูด จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์

2.1.2 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว (Retrospective protocol) เป็นการลดปัญหาการรบกวนสมาธิในขณะทำงานซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในการดำเนินการในแบบที่ 1 และเป็นการให้ผู้แก้ปัญหาได้รวบรวมความคิดรวบยอดเกี่ยวกับงานที่ทำหรือปัญหาที่แก้ แต่สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการดำเนินการแบบที่ 2 นี้ คือ การรายงานความคิดที่อาจจะไม่มีในการแก้ปัญหา

2.2 การบันทึกรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้น (Recording the content of short term memory) ข้อความที่จะรายงานนั้นยังไม่มีการใส่รหัสไว้ในความจำระยะสั้น นั่นคือก่อนการรายงาน ผู้แก้ปัญหาต้องใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลเป็นรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้นของตนเองก่อนแล้วจึงค่อยรายงานออกมา ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการรายงานความคิดโดยไม่พูดออกมาได้อย่างรวดเร็วเหมือนในลักษณะที่ 1 แต่จะใช้ได้กับกระบวนการคิดขั้นที่สูงกว่าการคิดโดยทั่วไป

2.3 การอธิบาย (Explanation) เป็นการรายงานด้วยถ้อยคำที่ใช้กระบวนการขั้นที่สูงขึ้นไปกว่าในลักษณะที่ 2 ซึ่งเกิดจากการถามให้ผู้แก้ปัญหาได้อธิบายความคิดของเขา ส่งผลให้ต้องใช้ทั้งความคิดและการสังเคราะห์เพื่อการอธิบายและใช้เวลาในการอธิบายความคิดที่เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

Baker, L. and Cerro, L.C. (2000, pp. 103-105) ได้เสนอวิธีการประเมินเมตาคอกนิชันไว้ดังนี้

1. การรายงานด้วยถ้อยคำ (Verbal Reports)

2. แนวทางการตรวจจับข้อผิดพลาด (Error Detection Approaches)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 218-220) กล่าวว่า การประเมินเมตาคอกนิชันของผู้เรียน พิจารณาได้จากพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกซึ่งจะมีวิธีการประเมินที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย 4 วิธี ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview Technique) เป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ให้สัมภาษณ์ โดยทั่วไปจำแนกการสัมภาษณ์เป็น 2 รูปแบบดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดประเด็นและคำถามที่จะใช้ในการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามเดียวกัน และมีลำดับคำถามในการสัมภาษณ์เหมือนกัน การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ช่วยให้ผู้สัมภาษณ์ถามในประเด็นที่ต้องการโดยไม่ออกนอกเรื่อง ไม่เกินขอบเขตที่กำหนดไว้ และข้อมูลที่ได้จากผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคนสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

1.2 การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดเพียงประเด็นหลักที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ไม่มีการกำหนดคำถามในการสัมภาษณ์ที่แน่นอนตายตัว หรือมีการกำหนดคำถามไว้เพียงบางส่วน การสัมภาษณ์จะมีความยืดหยุ่น ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการถาม นอกจากนี้ผู้สัมภาษณ์สามารถปรับเปลี่ยนคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคนได้

ในการประเมินเมตาคอกนิชันของผู้เรียนโดยใช้การสัมภาษณ์จะต้องใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนพูดทบทวนความคิดในสิ่งที่ได้กระทำหลังจากการทำงาน และไม่ควรกระทำภายหลังการทำงานเป็นเวลานานเกินไป เนื่องจากผู้เรียนอาจจำรายละเอียดต่าง ๆ ได้ไม่ครบหรือจำผิดพลาด หรืออาจตอบได้น้อยกว่าความเป็นจริง ในกรณีที่เป็นการสัมภาษณ์เด็กเล็กอาจพบปัญหาเกี่ยวกับความคล่องแคล่วของการใช้ภาษา หรือความแตกต่างในการใช้ภาษาระหว่างเด็กและผู้ใหญ่ รวมทั้งความสามารถในการอภิปรายกระบวนการคิดเพื่อสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจ

2. การคิดแบบออกเสียง (Think aloud procedure) เป็นวิธีที่ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายให้ทำงาน และให้คิดแบบออกเสียงหรือรายงานทุกสิ่งที่คิดในขณะที่ทำงาน ซึ่งจะถูกบันทึกเสียงไว้สำหรับการวิเคราะห์ และในระหว่างการทำงานของผู้เรียนจะต้องมีการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นการแสดงออกทางกาย เช่น การขมวดคิ้ว การพยักหน้า เพื่อนำมาใช้ประกอบการ

วิเคราะห์เมตาคอกนิชันของผู้เรียน ในการคิดแบบออกเสียงนี้ ต้องระวังไม่ให้มีการรบกวนผู้เรียนขณะคิด และควรจัดให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแบบออกเสียงจนคล่องแคล่ว และสามารถทำเองได้ก่อนเก็บข้อมูลจริง โดยข้อมูลที่ได้จากการคิดแบบออกเสียงต้องได้รับการวิเคราะห์และตีความ และมีการจัดประเภทแยกแยะสิ่งที่สำคัญและไม่สำคัญออกจากกันได้ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือกระบวนการคิดที่พูดออกมาอาจเป็นกระบวนการคิดที่ด้อยประสิทธิภาพกว่ากระบวนการคิดที่ผู้เรียนคิดตามธรรมชาติ เนื่องจากการให้ผู้เรียนพูดในขณะที่คิด อาจขัดจังหวะการคิดของผู้เรียน

3. การใช้แบบรายงานตนเอง (Self-report) เป็นวิธีถามเพื่อให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามโดยการเขียนตอบตามความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระหรือมีตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกตอบ การประเมินเมตาคอกนิชันโดยวิธีนี้สามารถทำได้ในระหว่างทำงานหรือเมื่อสิ้นสุดการทำงาน การสร้างแบบรายงานตนเองที่ดีต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่า ต้องการประเมินสิ่งใด และต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบที่ต้องการวัด ข้อความที่ใช้ในคำถามต้องเป็นภาษาที่ดีและเข้าใจง่าย และควรมีทั้งข้อความทางบวกและทางลบ เพื่อให้สามารถประเมินผู้เรียนได้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

4. การใช้แบบทดสอบ (Test) แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ผู้สอนคุ้นเคยมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ จะทำให้รู้ว่าผู้เรียนมีเมตาคอกนิชันมากน้อยเพียงใด ซึ่งแบบทดสอบหนึ่งชุดจะประกอบด้วยข้อสอบจำนวนหลายข้อ เพื่อให้วัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการมากที่สุด

ซึ่งจากการประเมินเมตาคอกนิชันของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอมานั้น ถ้าต้องการให้ผลการประเมินมีความแม่นยำ ควรใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมิน แต่ละครั้ง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการเปรียบเทียบและสามารถสรุปผลได้ใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด ในการเลือกใช้อาจต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของแต่ละวิธี เช่น วิธีการสัมภาษณ์และการคิดแบบออกเสียงจะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนอย่างละเอียด แต่อาจต้องใช้เวลามากจึงจะเหมาะสำหรับการประเมินกลุ่มผู้เรียนที่มีจำนวนน้อย ส่วนในกรณีที่ต้องการประเมินกับกลุ่มผู้เรียนจำนวนมาก ควรเลือกวิธีการใช้แบบรายงานตนเองหรือการใช้แบบทดสอบ เนื่องจากวิธีการทั้งสองนี้สามารถใช้ประเมินผู้เรียนจำนวนหลายคนในเวลาเดียวกันได้

การประเมินเมตาคอกนิชันของผู้เรียน พิจารณาได้จากพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีเมตาคอกนิชัน

องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน	ลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน
1. ความรู้	
1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่างานนั้นเกี่ยวข้องกับความรู้ในด้านใดบ้างและอธิบายได้ว่าตนเองมีความสามารถในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานหรือไม่
1.2 ความรู้ในวิธีการ	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่ามีวิธีการหรือกระบวนการใดบ้างสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ
1.3 ความรู้ที่ใช้ตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการ	- ผู้เรียนอธิบายเหตุผลได้ว่าทำไมจึงเลือกใช้วิธีการหรือกระบวนการนี้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน
2. การควบคุมตนเอง	
2.1 การวางแผน	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่าวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานคืออะไร และมีขั้นตอนในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานอย่างไร
2.2 การกำกับควบคุม	- ผู้เรียนอธิบายได้ว่าวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานมีความเหมาะสมและความถูกต้องอย่างไร
2.3 การประเมิน	- ผู้เรียนอธิบายได้ถึงวิธีการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน โดยเป็นวิธีที่มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทำงาน
3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด	
3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง	- ผู้เรียนอธิบายถึงเหตุผลที่สนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองนั้นคิดถูกต้อง
3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง	- ผู้เรียนอธิบายเหตุผลในการยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของตนเอง
3.3 การยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด	- ผู้เรียนอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

สรุปได้ว่า จากการศึกษาการประเมินเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้เลือกใช้การประเมินเมตาคอกนิชันของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พิจารณาจากพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีเมตาคอกนิชัน

2.7 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบ (Test) และแบบสัมภาษณ์ (Interview) ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาเมตาคอกนิชันและการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.7.1 ความหมายของแบบทดสอบ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบ ไว้ดังนี้

Linn, R. L. and Gronlund, N. E. (1995, p. 5) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่าเป็นการประเมินประเภทหนึ่ง ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วยชุดคำถามที่จัดทำขึ้นภายในระยะเวลาที่กำหนดภายใต้เงื่อนไขที่เทียบเคียงได้สำหรับนักเรียนทุกคน

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542, น. 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ ว่าเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

อรนุช ศรีสะอาด (2546, น. 49) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ ว่าเป็นชุดคำถามหรือชุดงานใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้

สมนึก ภัททิยธณี (2551, น. 2) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ ว่าเป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธพิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการแต่ควรใช้ควบคู่ไปกับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

ไพศาล วรคำ (2569, น. 239) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบ ว่าเป็นชุดของคำถามที่ใช้วัดค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดคำถามหรือชุดงานที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบเพื่อกระตุ้นหรือชักนำให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการตอบสนองออกมาซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของการเขียน การพูด หรือการปฏิบัติ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด มีความเป็นมาตรฐานและมีเกณฑ์การให้คะแนนที่แน่นอนเหมาะสม โดยมุ่งเน้นให้สามารถใช้เปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป หรือของบุคคลเดียวในช่วงเวลาเดียวกันหรือต่างเวลากัน

2.7.2 ประเภทของแบบทดสอบ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบ ไว้ดังนี้

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

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด นิยมแบ่งกันมากซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดความถนัด และแบบทดสอบบุคคล-สังคม มีรายละเอียดดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดี มีมาตรฐาน คือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบและมาตรฐานในการแปลความหมายคะแนน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน แบบวัดความถนัดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะอย่าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่วัดบุคลิกภาพและการปรับตัว ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่วัดยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความไม่ตายตัวในตัวบุคคลและสังคมแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

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 แบบทดสอบที่มีคำถามให้และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้แต่ละข้อจะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

2.2 แบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้น ๆ 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 ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการสอบ คัดเลือก การวัดความถนัดทางการเรียน การแนะแนว

4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบใช้ความเร็ว หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบมาก ๆ ข้อ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ บางที่เรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

4.2 แบบใช้เวลา หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถในเรื่องที่กำหนดว่ามีอยู่มากและดีเพียงใด 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 ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดความถนัด

5.3 แบบสอบปากเปล่า 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 แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกันกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียน ว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใดเพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐานแบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ

2. แบ่งตามลักษณะของการตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

2.2 แบบทดสอบข้อเขียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบ

2.3 แบบทดสอบปากเปล่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การพูดโต้ตอบแทนการเขียน

3. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ 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 การสอบทีละหลาย ๆ คนเป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบเป็นจำนวนมาก ๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้

5. แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

5.1 แบบทดสอบทางภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของสังคมนั้น ๆ เป็นหลัก

5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สัญลักษณ์ รูปภาพ ตัวเลขแทนภาษา

6. แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบประจำบทหรือหน่วยการเรียน

6.2 แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่านมาทุกบท ทุกตอนทุกภาคเรียน จึงมักทดสอบปลายภาคหรือปลายปี และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินผลการเรียน

7. แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

7.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่เฉพาะคำถาม นักเรียนต้องคิดหาคำตอบเอง

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

ไพศาล วรคำ (2569, น. 239-243) 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 ประเภทของแบบทดสอบสามารถแบ่งออกได้หลายลักษณะตามเกณฑ์ที่ใช้แบ่งโดยเกณฑ์ที่ใช้แบ่งหลัก ๆ ได้แก่ ตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด ตามลักษณะของคำตอบ ตามจุดมุ่งหมายในการใช้ ตามลักษณะการสร้าง ตามเกณฑ์การให้คะแนน ตามรูปแบบการดำเนินการ และตามลักษณะการตอบสนอง ในการวิจัยนี้เพื่อวัดการคิดเกี่ยวกับเงินและบันทึกรายรับรายจ่าย จะเป็นแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบเป็นรายบุคคล แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

2.7.3 ความหมายของการสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษาและสถาบันการศึกษากล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ ไว้ดังนี้

วัฒนา พัชราวานิช (2540, น. 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้นทำให้ ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มีการปิดบังอำพราง และยังช่วยให้ นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 218) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์

รัตนะ บัวสนธ์ (2556, น. 104) กล่าวว่า การสัมภาษณ์ ประกอบด้วยบุคคล 2 บุคคล โดยคนหนึ่งจะเป็นผู้สัมภาษณ์ (Interviewer) หรือตั้งคำถามซักถามกับอีกบุคคลหนึ่งซึ่งเป็นผู้ถูกสัมภาษณ์ (Interviewee) ที่เป็นฝ่ายตอบคำถามแสดงความคิดเห็นตอบสนองคำถามที่ได้รับ

พรรณี ลีกิจวัฒนะ (2558, น. 179) กล่าวว่า การสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์หรือผู้ถาม เป็นฝ่ายซักถามโดยการพูด ผู้ให้สัมภาษณ์หรือผู้ตอบก็ตอบโดยการพูด แล้วผู้สัมภาษณ์เป็นฝ่ายบันทึกคำตอบ

สุภัททา ปิณฑะแพทย์ (2564, น. 1) กล่าวว่า การสัมภาษณ์ เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยเชิงคุณภาพที่ใช้วิธีการสนทนาอย่างมีจุดมุ่งหมายระหว่างบุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้สัมภาษณ์ และผู้ให้ข้อมูล ฐานะผู้ให้สัมภาษณ์ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาจากความรู้และประสบการณ์ตรงของบุคคลที่ให้สัมภาษณ์

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง การสื่อสารแบบพบหน้าเพื่อรวบรวมข้อมูล ความคิดเห็น หรือประสบการณ์จากผู้ให้สัมภาษณ์อย่างมีจุดมุ่งหมาย โดยอาศัยการสนทนา ซักถามในบรรยากาศที่เป็นกันเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ลึกซึ้งและตรงตามวัตถุประสงค์

2.7.4 ประเภทของการสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ ไว้ดังนี้

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

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบฟอร์มของข้อคำถามที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อคำถามเหมือนกันทุกข้อ คำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อคำถามเป็นอย่างดี ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้นสิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ ระหว่างการสนทนาผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้ข้อมูลสามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึกนึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ ค่านิยม ทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิต และอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้วจึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ

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

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

บุญชม ศรีสะอาด (2556, น. 90) กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกันอย่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่สรุปได้ง่าย และลดเวลาในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะสัมภาษณ์ได้ในการสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความสามารถและความชำนาญในการสัมภาษณ์มาก

ไพศาล วรคำ (2569, น. 218-220) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือ มีการเตรียมคำถามไว้ในแบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนด เหมาะสำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มีความชำนาญในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือแบบปลายเปิดจะมีเฉพาะหัวข้อหรือแนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างหรือบางครั้งนิยมเรียกว่าการสัมภาษณ์แบบชี้นำ เป็นประเภทที่อยู่ตรงกลางระหว่างการสัมภาษณ์สองประเภทข้างต้น คืออยู่ระหว่างการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง โดยการสัมภาษณ์

สองประเภทแรกดูเหมือนจะเป็นการสุดขั้วสุดโต่งไปสองทาง และแต่ละประเภทก็มีจุดแข็งและจุดอ่อนทั้งสิ้น การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างดูหยาบและแข็งกระด้าง ขณะเดียวกันการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ยืดหยุ่นและเปิดกว้างมากต้องอาศัยนักวิจัยหรือผู้สัมภาษณ์ที่มีประสบการณ์ความชำนาญพอสมควร

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดคำถามไว้อย่างชัดเจนเหมือนกันทุกครั้ง 2) การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการสนทนาอย่างอิสระ ไม่มีแบบคำถามตายตัว ผู้สัมภาษณ์สามารถปรับเปลี่ยนคำถามได้ตามสถานการณ์ 3) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีหัวข้อคำถามหลักไว้ล่วงหน้า แต่สามารถปรับเปลี่ยน ถามเพิ่ม หรือขยายความได้ตามสถานการณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์และลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2.7.5 การสัมภาษณ์เชิงลึก

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก ไว้ดังนี้

Boyce, C. and Neale, P. (2006, p. 3) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก หมายถึง การสัมภาษณ์อย่างเข้มกับรายบุคคลผู้ให้สัมภาษณ์จำนวนน้อย เพื่อสำรวจมุมมองของผู้ให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิด แผนงาน สถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

Patton, M. Q. (2002, p. 278) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเข้าถึงมุมมอง ประสบการณ์ ความรู้สึก และความคิดของบุคคลในสิ่งที่ผู้วิจัยไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง โดยอาศัยการตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้อธิบาย และสะท้อนเรื่องราวผ่านคำพูดและกรอบความคิดของตนเองอย่างละเอียดและเป็นอิสระ

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2545, น. 119-120) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถาม และลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า เป็นพูดคุยสนทนาตามธรรมชาติ

รวีวรรณ ชินตระกูล (2547, น. 117-119) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

กมลทิพย์ ศรีหาเศษ (2550, น. 57-59) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป เช่น การสัมภาษณ์เจาะลึก การสัมภาษณ์ลุ่มลึก การสัมภาษณ์แนวลึก เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช้แบบสอบถาม จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึก และต้องอาศัย

ความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งการสัมภาษณ์เชิงลึกมักจะศึกษาในประชากรกลุ่มเล็ก ๆ เช่น ผู้บริหาร นักการเมือง ผู้นำทางวิชาการ ผู้นำท้องถิ่น ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นต้น โดยที่การสัมภาษณ์เชิงลึกนั้นมิได้มุ่งหวังว่าจะให้เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียว แต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ให้คำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญของเรื่องและสถานการณ์ ตลอดจนความเชื่อ ความหมาย ต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งในแง่มุมต่าง ๆ

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก หมายถึง การสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดคำถามหรือลำดับแน่นอนล่วงหน้า มีลักษณะเป็นการพูดคุยอย่างเป็นธรรมชาติ มุ่งค้นหาเหตุผล ความคิด ความรู้สึก และความหมายที่ลึกซึ้งจากผู้ให้สัมภาษณ์ โดยเน้นความจริงใจและการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

2.7.6 การสร้างแบบสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการสร้างแบบสัมภาษณ์ ไว้ดังนี้

รวีวรรณ ชินตระกูล (2547, น. 119-122) ได้กล่าวว่า ในการดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์มีประเด็นที่สำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์ หลักในการสัมภาษณ์คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ การสร้างแบบสัมภาษณ์ และการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์แบบสัมภาษณ์โดยทั่วไป จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1.1 ส่วนแรก เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ เช่น ชื่อโครงการวิจัย วัน เดือน ปี ที่สัมภาษณ์ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ฯลฯ ในส่วนนี้ผู้สัมภาษณ์ควรกรอกไว้ล่วงหน้า

1.2 ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่ใช้บันทึกรายละเอียดส่วนตัวของผู้ให้การสัมภาษณ์ เช่น เพศ อายุ อาชีพ ศาสนา สถานภาพสมรส จำนวนบุตร ฯลฯ

1.3 ส่วนที่สาม เป็นส่วนที่เป็นข้อคำถามและที่จะเป็นคำตอบตามจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์

2. หลักในการสัมภาษณ์เพื่อให้การรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ดำเนินไปได้อย่างดี ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เที่ยงตรง ควรมีหลักดังนี้

2.1 การเตรียมตัวก่อนไปสัมภาษณ์

2.1.1 ผู้สัมภาษณ์ต้องเข้าใจจุดประสงค์ของการวิจัยอย่างแจ่มชัด

2.1.2 ทำการนัดแนะเวลาและสถานที่สัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างที่จะไปสัมภาษณ์ กรณีที่จะไปสัมภาษณ์กับประชาชนในหมู่บ้าน ควรทำหนังสือขออนุญาตไปยังฝ่ายปกครอง เช่น นายอำเภอ กำนัน ไว้ล่วงหน้า อาจนัดสัมภาษณ์รวมกันที่วัดหรือไปสัมภาษณ์ตามบ้านของกลุ่ม

ตัวอย่าง ซึ่งจะต้องศึกษาแผนที่หมู่บ้านและกำหนดเขตสัมภาษณ์ของแต่ละคนให้ชัดเจน จะได้ไม่สัมภาษณ์ซ้ำซ้อนกัน ในกรณีสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ผู้วิจัยเข้าไปคลุกคลีอยู่ในบ้านอยู่แล้วและจะพบปะพูดคุยกันตามโอกาสที่เหมาะสม จึงไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามข้อนี้

2.1.3 กรณีสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างจะต้องเตรียมแบบสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า

2.1.4 ทำการซักซ้อมการสัมภาษณ์รวมทั้งวิธีบันทึกข้อมูลไว้ล่วงหน้า ให้คล่องแคล่วไม่ประหม่าหรือเก้อเขิน ถ้าเป็นไปได้ควรท่องจำคำถามต่าง ๆ ไว้ ซึ่งจะช่วยให้ดำเนินการ สัมภาษณ์ไปได้อย่างราบรื่น

3. การเริ่มต้น

3.1 ก่อนเริ่มสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ควรแนะนำตนเอง บอกจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์ให้ผู้ที่จะให้สัมภาษณ์เข้าใจ

3.2 สร้างความคุ้นเคย ความเป็นมิตร โดยสนทนาในเรื่องที่คาดว่าผู้ให้สัมภาษณ์จะสนใจ โดยใช้เวลาเล็กน้อย

4. การดำเนินการสัมภาษณ์

4.1 ผู้สัมภาษณ์ต้องมีกิริยาสุภาพเรียบร้อย ยิ้มแย้มแจ่มใส

4.2 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่แปลได้หลายทาง มีความเหมาะสม

4.3 ใช้คำถามที่สามารถตอบได้ทันที

4.4 สัมภาษณ์ทีละคำถาม

4.5 ผู้สัมภาษณ์ต้องมีพื้นความรู้อย่างดีในเรื่องที่จะสัมภาษณ์

4.6 ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจคำถามตั้งคำถามใหม่หรืออธิบายให้เข้าใจ

4.7 การจดบันทึกคำตอบควรทำอย่างรวดเร็ว

4.8 ไม่เร่งรัดหรือคาดคั้นคำตอบจากผู้ให้สัมภาษณ์

4.9 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการชี้แนะคำตอบ

4.10 ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือพูดในลักษณะที่เป็นการสั่งสอนผู้ให้สัมภาษณ์

4.11 กล่าวแสดงความขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ หลังสัมภาษณ์เสร็จแล้ว

5. คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดีคุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรมี ดังนี้

5.1 มีบุคลิกภาพที่ดี ผู้สัมภาษณ์ควรมีกิริยามารยาทสุภาพ เรียบร้อยนิ่มนวล แจ่มใส ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศการสัมภาษณ์เป็นไปด้วยดี โน้มน้าวให้ผู้สัมภาษณ์อยากให้ความร่วมมืออย่างจริงใจ

5.2 มีมนุษยสัมพันธ์ดี ผู้สัมภาษณ์ควรเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์ดีสามารถติดต่อสื่อสารกับคนอื่นได้อย่างคล่องแคล่ว

5.3 มีไหวพริบดี ผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรรับรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์

5.4 เป็นคนช่างสังเกต ในการสัมภาษณ์ถ้าผู้สัมภาษณ์เป็นคนช่างสังเกตจะช่วยให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์และเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ซึ่งช่วยในการและนำมาประกอบการแปลความหมายข้อมูล

5.5 มีความซื่อสัตย์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความซื่อสัตย์ต่อข้อมูล ไม่ทำการบิดเบือน แปลความ ตีความหรือสรุป ขัดแย้งไปจากข้อความจริงที่ตนได้รับ

5.6 มีความรับผิดชอบในการสัมภาษณ์ ทำการสัมภาษณ์ด้วยความสนใจใคร่รู้ มีความตั้งใจให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เที่ยงตรง

5.7 มีความอดทน ในการสัมภาษณ์บุคคลอื่น บางครั้งต้องเดินทางไปสัมภาษณ์คนที่ไม่รู้จักและอยู่ห่างไกล ใช้เวลาสัมภาษณ์นานผู้ให้สัมภาษณ์บางคนอาจมีกริยาอาการหรือบุคลิกภาพที่ไม่ค่อยเหมาะสมในสายตาของผู้สัมภาษณ์การแต่งกายไม่สะอาด ฯลฯ ซึ่งผู้สัมภาษณ์จะต้องใช้ความอดทนมีความเห็นอกเห็นใจคนอื่น

6. ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ มีดังนี้

6.1 ข้อดีของการสัมภาษณ์

6.1.1 เป็นเทคนิคที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยเด็กถึงวัยชรา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้หรือมีปัญหาในการอ่านและเขียน

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 การสัมภาษณ์แต่ละครั้ง จะต้องใช้เวลาในการเดินทางไปกลับในการสัมภาษณ์แต่ละคน ดังนั้นจึงต้องใช้ความพยายาม และค่าใช้จ่ายสูง

6.2.2 ผู้ให้สัมภาษณ์อาจตอบไม่ตรงกับข้อความจริงของตน

6.2.3 คุณภาพข้อมูลที่ได้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้สัมภาษณ์

7. การสร้างแบบสัมภาษณ์มีขั้นตอนน้อยกว่าประเภทอื่น ๆ เพราะมักเป็นคำถามกว้าง ๆ ให้ผู้ตอบตอบโดยอิสระและได้ข้อมูลที่เป็นความจริงมากที่สุด ซึ่งมี 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ

7.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการ ตัวแปร หรือประเด็นสำคัญที่ต้องการทราบ

7.2 สร้างข้อคำถามให้สัมพันธ์กับประเด็นหรือคำสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูล โดยยึดหลัก ดังนี้

7.2.1 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการชักนำให้เกิดคำตอบที่ต้องการ

7.2.2 ไม่ใช้คำถามที่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกต่อต้าน หรือทำให้เกิดอคติในการตอบข้อมูล

7.2.3 ไม่ใช้คำถามที่เป็นความขัดแย้งค่านิยมของสังคม เพราะผู้ตอบจะตอบตามค่านิยม ทำให้ไม่ได้รับความจริง

7.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบคำถามไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

7.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความตรงทดลองใช้กับผู้ที่มีลักษณะใกล้เคียง

8. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์จะดู 2 ประเด็นหลัก ๆ ดังนี้

8.1 ความตรง ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

8.1.1 ความครบถ้วนของคำถาม

8.1.2 ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ถาม

8.2 ความเที่ยง เพื่อดูความสอดคล้องของคำตอบได้

สรุปได้ว่า ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เพื่อศึกษาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์เป็นการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้า แต่สามารถที่จะปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความชัดเจนในคำตอบได้ เพื่อความชัดเจนในการศึกษาเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.8 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ เป็นกระบวนการตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.8.1 ความเที่ยงตรง

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง (Validity) หรือความตรง (Validity) ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134-135) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้น มีสิ่งที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผล มิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ

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

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ (Specific to Some Particular Use) ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิตอาจมีความเที่ยงตรงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำ ในการวัดเหตุผลเชิง ตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดี่ยว (Unitary Concept) หมายความว่า ความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่ง หลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรง คือเนื้อหา เกณฑ์ที่กำหนดและโครงการ

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

ไพศาล วรคำ (2569, 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 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอาศัยกระบวนการตรวจสอบ

โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอิสระจากกัน ช่วยพิจารณาตัวอย่างเนื้อเรื่องในเครื่องมือวัดว่ามีขอบเขตที่ครอบคลุม และเป็นตัวแทนมวลเนื้อเรื่องที่ต้องการวัดเพียงใด การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ พิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือตัวชี้วัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถามนั้น พิจารณาจากเสียงส่วนใหญ่ของผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสอดคล้อง หรือดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 ก็จะถือว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

สูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนนดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269)

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

และหาค่าดัชนีความสอดคล้องได้จาก

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

R แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) เป็นความสอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (criterion) ที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้ เกณฑ์ภายนอกนี้อาจเป็นคะแนนจากการวัดอื่น หรือวิธีการอื่น ๆ ที่วัดสภาพปัจจุบันหรือสภาพในอนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ หรือความเที่ยงตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขต หรือครบตามคุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะ (trait) มักจะมีโครงสร้างขององค์ประกอบในเชิงทฤษฎี บางทีจึงถูกเรียกว่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีจึงนิยมใช้กับเครื่องมือวัด

ตัวแปร คุณลักษณะ หรือตัวแปรแฝงที่มีการนิยามเชิงทฤษฎี เช่น เชาวน์ปัญญา เจตคติ ความเชื่อ ค่านิยม เชาวน์อารมณ์ เป็นต้น โดยคุณลักษณะเหล่านี้สังเกตโดยตรงไม่ได้ จะสังเกตได้เฉพาะผลที่เกิดขึ้นเท่านั้น การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี เช่น วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มรู้ชัด (Comparing the scores of known groups) วิธีการเปรียบเทียบคะแนนจากการทดลอง (Comparing the scores from an experiment) วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นต้น

สรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือวัดในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือโครงสร้าง (Construct Validity)

2.8.2 ความยากและค่าอำนาจจำแนก

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความยากและค่าอำนาจจำแนก 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 ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่ง กับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวกกล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

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

ได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 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

ส่วนเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวลวงนั้นควรมีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป

ไพศาล วรคำ (2569, น. 298-311) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่าง จะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมาก แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยากสูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 เนื่องจากข้อสอบที่ยากเกินไป ($p < 0.20$) หรือง่ายเกินไป ($p > 0.80$) จะไม่สามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้สอบได้ ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้น ต้อง พิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของ ข้อสอบ แต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่า การหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียน และดัชนีความยากหลังเรียน โดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้าง เนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่มเท่า ๆ กัน คือกลุ่มสูงหรือ

กลุ่มต่ำจากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตร ของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers, 1970) ดังนี้

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

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัย ก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย 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 การหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม และการหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial

2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ คือ ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน (Brennan's Index : B-Index) และดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index : S)

3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย ในกรณีของข้อสอบอัตนัย ค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย สามารถหาได้จากสูตรวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers, 1970) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2\text{-}3)$$

เมื่อ D แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

สรุปได้ว่า ความยากของข้อสอบ เป็นคุณสมบัติของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ส่วนค่าอำนาจจำแนก เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นต้องตรวจสอบคุณภาพรายข้อได้ โดยทั่วไปข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 และค่าอำนาจจำแนกที่ดีต้องมีค่าเป็นบวกและมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.8.3 ความเชื่อมั่น

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเชื่อมั่น ดังนี้

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2543, น. 170) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดไม่ว่าจะวัดกี่ครั้ง หรือวัดในสภาพการณ์ที่แตกต่างกันจะได้รับผลการวัดคงเดิม

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

ไพศาล วรคำ (2569, น. 278-298) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบวัดจึงเป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดที่คงที่ ในการวัดคุณลักษณะหนึ่งของบุคคลหนึ่ง เมื่อคุณลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตาม ในอีกมุมหนึ่งแบบวัดที่มีความเชื่อมั่นแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ความเชื่อมั่นจึงมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (error variance) กล่าวคือ ถ้าแบบวัดมีความเชื่อมั่นสูง ความคลาดเคลื่อนของการวัด (error of measurement) จะต่ำ การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเริ่มพัฒนามาจากนิยาม คือ เป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้น มักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ

เมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ

1. การวัดความคงที่ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนาน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

การหาค่าความเชื่อมั่นมีหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach 's Alpha Coefficient Method) ครอนบาคได้เสนอสูตรสำหรับประมาณค่าความเชื่อมั่นตามแนวคิดแบ่งแบบสอบออกเป็น k ส่วน สำหรับใช้ในกรณีที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทั่วไป สามารถใช้ได้ทั้งแบบสอบที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 ให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือกำหนดคะแนนแบบมาตรประมาณค่า (rating scale) หรือแม้แต่ข้อสอบอัตนัย ซึ่งเป็นที่รู้จักดีในชื่อสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach' s Coefficient)

มีสูตรดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right] \qquad (2\text{-}4)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

k แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากเครื่องมือวัดชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง หากนำเครื่องมือนั้นไปใช้วัดซ้ำในสภาพแวดล้อมหรือกับกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายกัน จะได้ผลที่ใกล้เคียงกันทุกครั้ง แสดงว่าเครื่องมือนั้นมีความเชื่อมั่นสูง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และเมตาคอกนิชัน ทั้งในและต่างประเทศ พบว่ามีนักวิจัยได้ทำการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.9.1 งานวิจัยในประเทศ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านทำการศึกษาเกี่ยวกับ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เบญจมาศ ธรรมศุภินทร์ (2556, น. 98-99) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านดอนกอย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 จำนวน 11 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.36/76.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 70/70 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี เมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมีค่าเท่ากับร้อยละ 74.55 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือสูงกว่าร้อยละ 70

ศิรัชชรินทร์ ยศสวรินทร์ (2559, น. 87) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 24 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมดังกล่าว ยังช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะ และพฤติกรรมได้อย่างรอบด้าน ทั้งการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง การปรับเปลี่ยนสถานการณ์ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตรีการใช้ตัวแบบในการแก้ปัญหา และการแปลความหมายคำตอบทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์จริงได้อย่างถูกต้องและอธิบายได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ชนันธร เข็มสุข (2560, น. 92) ได้ศึกษาการออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการทดลอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุณฑริกวิทยาคาร จำนวน 32 คน โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงนอกเวลาเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดได้ สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปอธิบายสถานการณ์ได้ ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 21.87 ในระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 56.26 และในระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 21.87 และ

มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ภัคภร ใสแจ่ม (2560, น. 104) ได้ศึกษาการออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยวิธีการใช้โจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสิริธร จำนวน 29 คน ซึ่งนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยวิธีการใช้โจทย์ปัญหา มีความรู้สึกยากและไม่มั่นใจในตนเองว่าจะทำได้หรือไม่ แต่ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มาสร้างตัวแบบจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถนำกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไปแก้ปัญหาสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้

สลิลดา ลิ้มเจริญ (2560, น. 125) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/11 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งในภาพรวม และพิจารณาเป็นรายด้านประกอบไปด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผน การดำเนินการ และการตรวจสอบ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ นักเรียนยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกัน

ธัชพล พลรัตน์ (2562, น. 474-475) ได้ศึกษาสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์จริง เรื่องการประยุกต์ของแคลคูลัส ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 34 คน และครูคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า แม้นักเรียนและครูจะมีความเชื่อเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในระดับมาก แต่นักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในสถานการณ์จริง และมโนทัศน์ทางพีชคณิต ทำให้ไม่สามารถปรับเปลี่ยนสถานการณ์หรือเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบและแปลความหมายได้อย่างถูกต้อง ในขณะเดียวกันครูผู้สอนยังมีความเข้าใจ

คลาดเคลื่อน มีประสบการณ์น้อย และไม่ได้จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง

หทัยภัทร สุขสว่าง (2562, น. 74) ได้ศึกษาการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนามสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 35 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพ 80.51/76.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่กำหนดไว้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผลความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ที่ 0.7101 (คิดเป็นร้อยละ 71.01) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการดังกล่าวยังช่วยให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น โดยมีคะแนนเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไพรินทร์ ชุมคำน้อย (2563, น. 93-94) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม จำนวน 22 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง จำนวนเต็ม มีคะแนนเฉลี่ย 3.79 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน มีนักเรียนร้อยละ 36.36 สามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 มีนักเรียนร้อยละ 50 สามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 และมีนักเรียนร้อยละ 13.64 สามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 5 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 0 ถึง 2 และนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลรัตน์ พลเยี่ยม (2563, น. 115) ได้ศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 102 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนระดับเมตาคอกนิชันโดยรวมอยู่ในระดับสูง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า ระดับเมตาคอกนิชันและความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อคะแนนเมตาคอกนิชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่างกัน ก็จะมีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันด้วย ผู้วิจัยจึงเสนอแนะแนวทางพัฒนา โดยให้ครูผู้สอนทบทวนความรู้เดิม เชื่อมโยงการสอน

กับสถานการณ์ในชีวิตจริง และฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนรวมถึงรู้จักตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง

น้ำฝน ปานเนาว์ (2563, น. 102-103) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหารายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 11 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 11 คน มีความสามารถในการแก้ปัญหา หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้น โดยพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน และการประเมินเมื่อสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้

ปัญจวิชญ์ ทองสุข (2564, น. 151) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาร่วมกับคำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนบ้านสวนจั่น (อนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 49 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาร่วมกับคำถามระดับสูงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาร่วมกับคำถามระดับสูงอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.71 และ .82 ตามลำดับ

เบญจรัตน์ ขวัญคง และ วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2565, น. 285) ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 44 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามารถช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

ดีที่สุด รองลงมาคือการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการตีความประเมินผลลัพธ์ตามลำดับ การจัดการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงความรู้เพื่อระบุประเด็นปัญหา ตลอดจนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้อย่างเหมาะสม

อรอุมา ก้านเพ็ชร (2565, น. 80-81) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างตัวแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนชุมชนโคกสารวิทยา จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวน 30 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ในระดับดี มี คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.55 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และผลการประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จาก 8 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.40 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน และผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.73 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.33 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06

จิรวรรณ เหมือนเหลา (2565, น. 92-93) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 31 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า จากงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และเมตาคอกนิชัน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเมตาคอกนิชันมีผลอย่างชัดเจนต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน โดยเฉพาะในด้านการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทาง

เมตาคอกนิชันมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า กระบวนการคิดเกี่ยวกับการคิด (thinking about thinking) ที่เป็นหัวใจของเมตาคอกนิชันนั้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการค้นพบว่า นักเรียนที่มีระดับเมตาคอกนิชันสูง มักสามารถควบคุม วางแผน ตรวจสอบ และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ดีกว่ากลุ่มที่มีระดับเมตาคอกนิชันต่ำ และการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้ทั้งจากการใช้กิจกรรมทดลอง การใช้โจทย์ปัญหา และการเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยนักเรียนแสดงให้เห็นถึงการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และอธิบายสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมในระดับมาก

2.9.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านทำการศึกษาเกี่ยวกับ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Lyn d. English (2006, p. 303) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผ่านกิจกรรมการสร้างคู่มือแนะนำผู้บริโภค โดยการพัฒนามโนทัศน์ในระดับพื้นที่ (local conceptual development) และกระบวนการทำให้เป็นคณิตศาสตร์ (mathematization) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการแก้ปัญหาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริง (การจัดทำคู่มือแนะนำมันฝรั่งทอดกรอบที่ดีที่สุด) โดยเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยระยะยาว 3 ปี ซึ่งเน้นการใช้ปัญหาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ผ่านการนิยามตัวแปร การเลือกและจัดหมวดหมู่ปัจจัย การแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพและปริมาณ และการพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซ้ำอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการสะท้อนคิดต่อตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ซึ่งสะท้อนถึงทักษะเมตาคอกนิชันที่เกิดจากการมีส่วนร่วมเชิงลึกกับบริบทจริง

Chan C.M.E. (2009, p. 36) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนห้องเรียนคณิตศาสตร์ ในประเทศสิงคโปร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง จำนวน 2 กลุ่ม (กลุ่มละ 5 คน) ผลการวิจัยพบว่า แม้จะเป็นการร่วมกิจกรรมครั้งแรก แต่นักเรียนสามารถผ่านขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์รายละเอียดของปัญหา เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปร สร้างแนวคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตลอดจนประเมินและอธิบายเหตุผลสนับสนุนตัวแบบของตนเองได้อย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้ การทำงานร่วมกันในกลุ่มและ

การตั้งคำถามชี้แนะจากครูผู้สอน ยังมีส่วนสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของตนเอง และสามารถปรับปรุงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด

Ozsoy, G. and Ataman, A. (2009, p. 68) ได้ศึกษาผลของการฝึกอบรมกลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในประเทศตุรกี จำนวน 47 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเวลา 9 สัปดาห์ นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านความรู้และทักษะเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มดังกล่าวยังมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน สรุปได้ว่าการชี้แนะและฝึกให้นักเรียนรู้จักประเมินตนเอง รวมถึงตั้งคำถามกับกระบวนการคิดของตนเองระหว่างการทำงานเป็นแนวทางที่ช่วยยกระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Kaiser, G and Schwarz, B. (2010, p. 51) ได้ศึกษาปัญหาการสร้างตัวแบบตามสภาพจริงในคณิตศาสตร์ การเรียนรู้จากตัวอย่างและประสบการณ์ตรง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูง จำนวน 350 คน จาก 19 โรงเรียน ซึ่งเข้าร่วมกิจกรรมสัปดาห์การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตามสภาพจริงที่ซับซ้อนและเปิดกว้างได้โดยไม่รู้สึกว่าเกินความสามารถ แม้ในระหว่างการทำงานนักเรียนจะเผชิญกับความไม่มั่นใจหรือความสับสน นอกจากนี้ นักเรียนประเมินตนเองว่ามีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้นในหลายด้าน ทั้งการเข้าใจวิธีประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง การพัฒนาทักษะกระบวนการทำงานแบบกลุ่ม และการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ สนับสนุนให้มีการนำปัญหาการสร้างตัวแบบตามสภาพจริงเข้าไปบูรณาการในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ปกติ เพื่อช่วยให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

Efklides, A. and Vlachopoulos, S. P. (2012, p. 227) ได้ศึกษาการวัดความรู้ด้านเมตาคอกนิชันเกี่ยวกับตนเอง งาน และกลยุทธ์ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 311 คน และนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 214 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ (Metacognitive Knowledge in Mathematics Questionnaire : MKMQ) ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถจำแนกองค์ประกอบได้ 7 ด้าน ซึ่งครอบคลุมทั้งความรู้เกี่ยวกับตนเอง ระดับความยากง่ายของงาน และการเลือกใช้กลวิธี นอกจากนี้ยังพบว่าความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ตนเอง โดยมีข้อค้นพบที่น่าสนใจคือ นักเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษา มักประเมินความยากของปัญหาคณิตศาสตร์จากความรู้สึกขณะลงมือทำ และกลวิธีที่ใช้แก้ปัญหาเป็นหลัก ในขณะที่นักศึกษามหาวิทยาลัยจะใช้ประสบการณ์และการรับรู้ความสามารถเดิมของตนเองมาประเมินความยาก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันมีผลต่อการประเมินและกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันตามช่วงวัย

Erdoğan, F. and Şengül, S. (2017, p. 263) ได้ศึกษาผลของวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เสริมด้วยกลยุทธ์เมตาคอกนิชัน ต่อทักษะเมตาคอกนิชันของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 101 คน โดยกลุ่มทดลองแรกใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เสริมด้วยกลยุทธ์เมตาคอกนิชัน กลุ่มทดลองที่สองใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือเพียงอย่างเดียว และกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่าระดับทักษะเมตาคอกนิชันของกลุ่มทดลองแรกสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และระดับทักษะเมตาคอกนิชันของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้นักศึกษาในกลุ่มทดลองแรกมีทักษะการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด และทักษะการวางแผนที่ดีขึ้น และนักศึกษาในกลุ่มทดลองที่ 2 ได้ฝึกถามคำถามแบบสลับกันในแบบฝึกหัดคู่ และทักษะการทำงานกลุ่มดีขึ้น

Yilmaz, Olpak, et al. (2017, p. 1) ได้ศึกษาผลของการสนับสนุนเมตาคอกนิชันผ่านตัวแทนการสอนที่มีต่อทักษะการกำกับตนเอง โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 102 คน ที่จัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสนับสนุนทางเมตาคอกนิชันผ่านตัวแทนการสอน (Pedagogical Agent) มีทักษะการกำกับตนเองโดยรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 โดยการสนับสนุนนี้ช่วยพัฒนาทักษะการกำกับตนเองของนักศึกษาได้ดีขึ้นในทุกองค์ประกอบย่อย ได้แก่ การคิดล่วงหน้า การควบคุมตนเอง การสังเกตตนเอง และการสะท้อนคิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ตัวแทนการสอนช่วยตั้งคำถามกระตุ้น ทำให้นักศึกษาสามารถวางแผนก่อนเริ่มเรียน ติดตามควบคุมกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน และประเมินสะท้อนความเข้าใจของตนเองเมื่อจบบทเรียนในสภาพแวดล้อมออนไลน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Duong Huu Tong, et al. (2019, p. 18) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 46 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา Phan Thanh Giang ประเทศเวียดนาม ผลการวิจัยพบว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ และมักประสบปัญหาในการแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริง ให้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีบทโคไซน์และไซน์ผ่านกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 7 ขั้นตอนร่วมกับการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีความก้าวหน้าและพัฒนาความสามารถด้านการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยสามารถเชื่อมโยงข้อมูล ใช้ภาษา

ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายสถานการณ์ และแก้ปัญหาได้ถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังช่วยสร้างแรงจูงใจที่ถูกต้องในการเรียน และทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อีกด้วย

Santoso, F. E., et al. (2019, p. 919) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมปลายในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเอกชน Madrasah Aliyah Al - Asy'ariyah Medan Krio จำนวน 32 คน ซึ่งพบการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาระดับสูง จะแสดงความตระหนักรู้ในความสามารถของตนเอง รู้ว่าตนเองกำลังทำอะไร และสามารถเลือกกลยุทธ์หรือทักษะพิเศษในการแก้ปัญหาได้ นักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง จะตระหนักถึงจุดอ่อนของตนเองและเริ่มตระหนักว่าต้องใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาใด โดยอธิบายได้ว่าทำไมจึงเลือกขั้นตอนนั้น และนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ จะตระหนักถึงความสามารถของตนเองน้อยลงและนำกลยุทธ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยปราศจากความตระหนักรู้และที่มาที่ไปในการตอบคำถาม

Hartmann, L. M., et al. (2021, p. 1) ได้ศึกษาความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยการสร้างโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนในประเทศเยอรมนี จำนวน 82 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถตั้งปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง และสามารถใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ อย่างไรก็ตาม นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะตั้งเป็นโจทย์ปัญหาทั่วไป มากกว่าจะตั้งปัญหาเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ต้องอาศัยการตั้งสมมติฐานข้อมูลเพิ่มเติม นอกจากนี้ เมื่อนักเรียนต้องแก้ปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น ยังคงพบความยากลำบากในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนบางคนละเลยการตั้งสมมติฐาน หรือตั้งสมมติฐานแล้วแต่ไม่สามารถนำไปบูรณาการในวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ทำให้แก้ปัญหาไม่สำเร็จ ผู้วิจัยจึงเสนอแนะว่าควรมีการชี้แนะและสอนวิธีการตั้งปัญหาเพิ่มเติมให้กับนักเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

Güner, P. and Erbay, H. N. (2021, p. 715) ได้ศึกษากลยุทธ์การรู้คิดเมตาคอกนิชันที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นใช้ในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศตุรกี จำนวน 37 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า กลยุทธ์การรู้คิดเมตาคอกนิชันส่งผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยนักเรียนที่มีกลยุทธ์การรู้คิดเมตาคอกนิชันสูงจะสามารถทำความเข้าใจปัญหา เลือกใช้กลวิธีสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเหตุผลเชิงตรรกะมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ในทางกลับกัน นักเรียน

ที่มีกลยุทธ์การรู้คิดเมตาคอกนิชันต่ำมักพบความยากลำบากในการทำความเข้าใจโจทย์ การเลือกกลวิธีที่เหมาะสม และการหาคำตอบ นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า แม้นักเรียนจะเชื่อว่าตนเองได้ตรวจสอบวิธีทำแล้ว แต่ในความเป็นจริงพฤติกรรมการทบทวน การค้นหา และการแก้ไขข้อผิดพลาดในกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับต่ำ

Boz-Yaman, B (2022, p. 164) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และกระบวนการประเมินการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของครูฝึกสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นครูฝึกสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 57 คน โดยจัดกิจกรรม 5 สัปดาห์ เก็บข้อมูลประกอบด้วยแบบทดสอบการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบสอบถามเกี่ยวกับความหมายของการสร้างตัวแบบ และกิจกรรมการสร้างตัวแบบเชิงกระบวนการ (model-eliciting activities) ผลการวิจัยพบว่า แม้ผู้เข้าร่วมจะมีพัฒนาการด้านความรู้เกี่ยวกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แต่ยังพบอุปสรรค ในการตีความผลลัพธ์ของการสร้างตัวแบบ และการนำไปปรับใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง สะท้อนถึงความจำเป็นในการส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงระหว่างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับบริบทจริง เพื่อให้การสอนการสร้างตัวแบบมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Wood, C. R. (2022, pp. 4-5) ได้ศึกษาผลกระทบของเมตาคอกนิชัน และการกำกับตนเองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันทางคณิตศาสตร์ (Metacognitive Knowledge in Mathematics Questionnaire : MKMQ) ก่อน ระหว่าง และหลังการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ในลักษณะโจทย์สัญลักษณ์ และใช้แบบสอบถามกลยุทธ์การกำกับตนเอง (Self-Regulation Strategy Inventory – Self Report: SRSI-SR) เพื่อวัดการกำกับตนเอง ก่อนให้นักเรียนทำแบบทดสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า หากมีการสอนอย่างชัดเจนในด้านความรู้เมตาคอกนิชันและกลยุทธ์การเรียนรู้แบบมีการกำกับตนเอง ควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยตรง นักเรียนจะสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งสะท้อนถึงความสำคัญของการบูรณาการมิติทางความคิดระดับสูงในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

Karabiyik , Ü (2025, p. 81) ได้ศึกษาทักษะการตั้งโจทย์ปัญหาและการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายภายใต้บริบทของการศึกษาแบบ STEM และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 24 คน จากโรงเรียนเอกชนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่อยู่ภายใต้สังกัดกระทรวงศึกษาธิการแห่งสาธารณรัฐตุรกี จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางและเป็นบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทักษะการตั้งโจทย์ปัญหาและทักษะการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผลจากการวิเคราะห์

การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายระบุว่า คะแนนจากกิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหาสามารถใช้ทำนายคะแนนจากคำถามเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างคะแนนวิชาคณิตศาสตร์จากการสอบของนักเรียนกับทักษะการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่างกันแสดงผลการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในระดับที่ใกล้เคียงกัน

สรุปได้ว่า จากงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และเมตาคอกนิชัน พบว่า เมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และการเรียนรู้ด้วยตนเองในระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งนักเรียนที่มีทักษะเมตาคอกนิชันในระดับสูงจะสามารถเข้าใจปัญหา เลือกใช้กลยุทธ์ได้เหมาะสม มีการประเมินตนเอง และปรับวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่นักเรียนที่มีทักษะต่ำมักขาดการตระหนักรู้ในการแก้ปัญหา และประสบความยากลำบากในการเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสม ในขณะเดียวกันการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง แสดงให้เห็นว่าการใช้สถานการณ์สมมติหรือสถานการณ์จริงสามารถทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเข้าใจคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเชื่อมโยงกับอาชีพ หรือบริบทในชีวิตประจำวัน

2.10 กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยนำแนวคิดกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 288) มาเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชันและส่งเสริมความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. (2013, p. 1073) ได้ตามกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 2.8 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

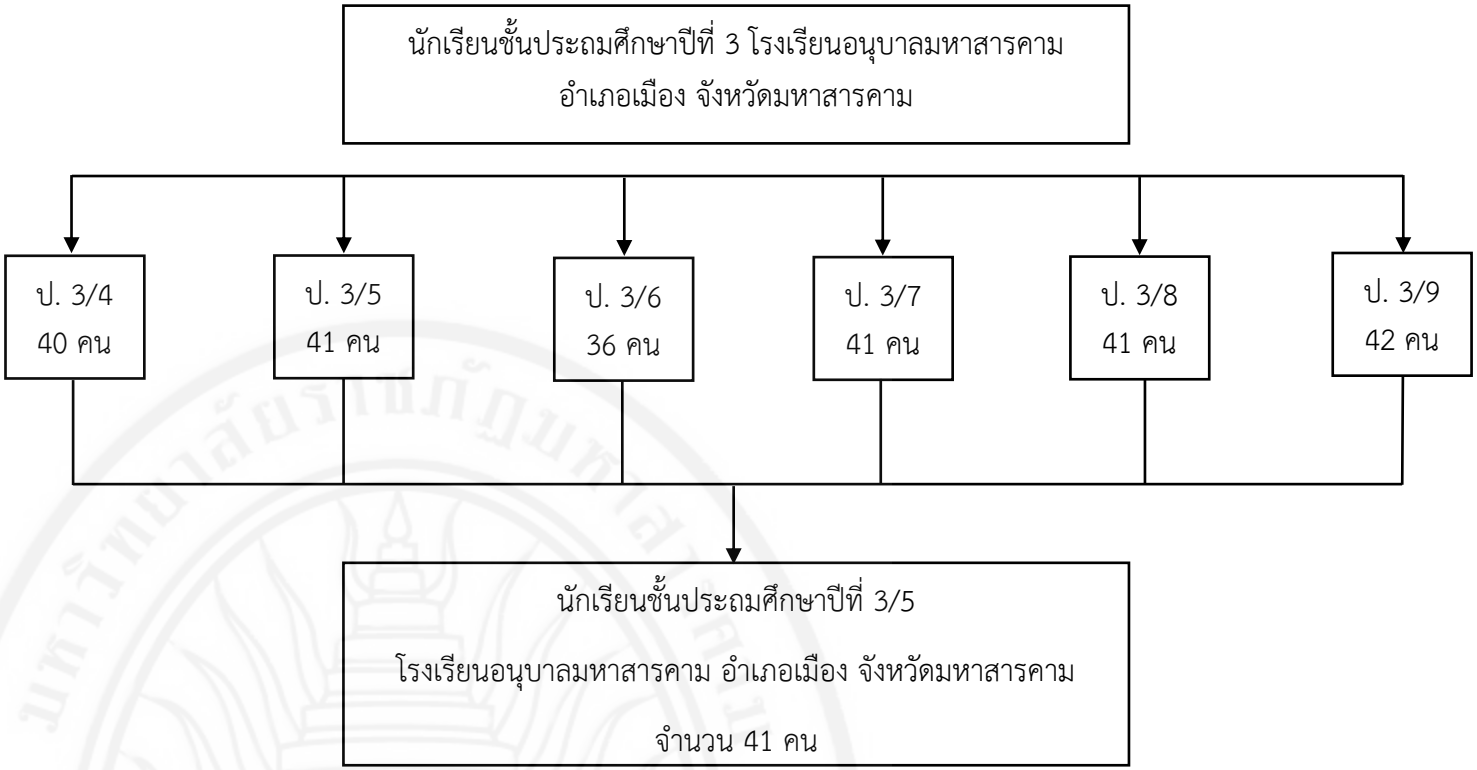
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 241 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 41 คน ซึ่งเป็นนักเรียนมีลักษณะคละความสามารถในการเรียนรู้ ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม มีรายละเอียด ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบก่อนทดลอง (Pre experimental designs) โดยมีแบบการวิจัยที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 142) มีแบบแผนการวิจัย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัย (One Group Posttest Only Design)

การสุ่ม	กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
-	E	-	X	O

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experiment Group)

O หมายถึง การสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

X หมายถึง มีการให้สิ่งทดลอง (Treatment)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง

3.3.2 แบบรายงานตนเอง จำนวน 20 ข้อ

3.3.3 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

3.3.4 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จำนวน 6 ข้อ

3.4 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย จำนวน 10 แผน ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ และเนื้อหาเรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำมาสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง จากหนังสือ ตำรา เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างแนวทางการจัดการเรียนการสอน

3.4.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 แผน โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย และขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา จำนวน 10 แผน ใช้เวลาแผนละ 1 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน	1
2	ระบบเงินตราและการเขียนแสดงจำนวนเงินแบบใช้จุด	1
3	การแลกเงิน และการเปรียบเทียบค่าของเงิน	1
4	การประยุกต์ใช้การหาผลบวกเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง	1
5	การประยุกต์ใช้การหาผลลบเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง	1
6	การประยุกต์ใช้การหาผลคูณเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง	1
7	การประยุกต์ใช้การหาผลหารเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง	1
8	การประยุกต์ใช้สถานการณ์ปัญหา 2 ขั้นตอนเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง	1
9	การอ่านบันทึกรายรับรายจ่าย	1
10	การเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย	1

จากตารางที่ 3.2 พบว่า เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย มีเนื้อหาดังนี้ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน ระบบเงินตราและ

การเขียนแสดงจำนวนเงินแบบใช้จุด การแลกเงิน และการเปรียบเทียบค่าของเงิน การประยุกต์ใช้การหาผลบวกเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง การประยุกต์ใช้การหาผลลบเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง การประยุกต์ใช้การหาผลคูณเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง การประยุกต์ใช้การหาผลหารเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง การประยุกต์ใช้สถานการณ์ปัญหา 2 ขั้นตอนเกี่ยวกับเงินจากสถานการณ์ในชีวิตจริง การอ่านบันทึกรายรับรายจ่าย และการเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย มีจำนวนชั่วโมงทั้งหมด 10 ชั่วโมง

3.4.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส ตำแหน่ง อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

2) คุณครูวัลลภา แก้วนะรา ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) หัวหน้าสายชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

3) คุณครูมยุรีย์ สีเฉลียว ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ (ค.ศ.3) หัวหน้าสายชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้

เพื่อประเมินความคิดเห็น ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมในด้านคณิตศาสตร์ เนื้อหาการวัดและการประเมินผล และนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. ให้ผู้วิจัยตรวจสอบเครื่องมือการวัดและประเมินผลให้ครบถ้วนตามจุดประสงค์ครบทุกข้อ	1. ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบเครื่องมือการวัดและประเมินผลครบถ้วนตามจุดประสงค์ครบทุกข้อ
2. ให้ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริงไปใช้ได้ แต่ผู้วิจัยต้องจัดกิจกรรมตามแผนการเรียนรู้ ให้ครบทุกกิจกรรม และใช้เวลาไม่เกินชั่วโมงเรียนที่กำหนด รวมถึงจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนให้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน	2. ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริงไปใช้ และดำเนินการสอนโดยใช้เวลาไม่เกินชั่วโมงเรียนที่กำหนด รวมถึงจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนให้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา 1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ “ต้นกล้ามีเงิน 100 บาท ซื้อสมุดวาดเขียน 40 บาท ต้นกล้าเหลือเงินกี่บาท” โดยใช้สื่อของจริงหรือสื่อจำลอง ประกอบการอธิบาย พร้อมตั้งคำถามเชื่อมโยงประสบการณ์ว่า “นักเรียนเคยเจอเหตุการณ์แบบนี้ในชีวิตประจำวันหรือไม่” 5. จากนั้นนักเรียนแต่ละคนอ่านทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหาที่ได้รับ และครูตั้งคำถามกระตุ้นแล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม	ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา 1) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ “ต้นกล้ามีเงิน 100 บาท ซื้อสมุดวาดเขียน 40 บาท ต้นกล้าเหลือเงินกี่บาท” โดยใช้สื่อของจริงประกอบการอธิบาย พร้อมตั้งคำถามเชื่อมโยงประสบการณ์ว่า “นักเรียนเคยเจอเหตุการณ์แบบนี้ในชีวิตประจำวันหรือไม่” 5) จากนั้นนักเรียนแต่ละคนอ่านทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหาที่ได้รับ โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม
ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3. นักเรียนช่วยกันคิดวิเคราะห์/วางแผนว่าจะมีวิธีดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนระบุเหตุผลที่ว่า “เพราะอะไรจึงเลือกใช้วิธีการนี้ และวิธีนี้แก้ปัญหาได้ดีที่สุดหรือไม่”	ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3) นักเรียนช่วยกันคิดวิเคราะห์/วางแผนว่าจะมีวิธีดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร พร้อมกระตุ้นให้นักเรียนระบุเหตุผลว่า “เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วิธีการนี้ และวิธีนี้ช่วยแก้ปัญหาได้ดีที่สุดหรือไม่”

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย 2. นักเรียนทำการตรวจสอบคำตอบย้อนกลับและอภิปรายประเมินความสมเหตุสมผลว่า ตัวเลขที่คำนวณได้มีความสอดคล้องกับหลักความเป็นจริงในสถานการณ์หรือไม่	ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย 2) นักเรียนทำการตรวจสอบคำตอบย้อนกลับและอภิปรายความสมเหตุสมผลว่าตัวเลขที่คำนวณได้ มีความสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือไม่
ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา 4. นักเรียนช่วยกันพิจารณาและตรวจสอบ โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เช่น “หากพบว่าเพื่อนมีวิธีการคิดหรือการวาดตัวแบบที่เข้าใจง่ายกว่า เราจะเอามาปรับปรุงงานของเราได้อย่างไร” เพื่อสร้างและกำหนดตัวแบบใหม่หรือปรับปรุงตัวแบบให้ดีขึ้นและบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นที่ 4 การปรับปรุงตัวแบบ	ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา 4) นักเรียนช่วยกันพิจารณาและตรวจสอบ โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เช่น “หากพบว่าเพื่อนมีวิธีการคิดหรือการวาดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เข้าใจง่ายกว่า เราจะนำมาปรับปรุงงานของเราได้อย่างไร” เพื่อสร้างและกำหนดตัวแบบใหม่หรือปรับปรุงตัวแบบให้ดีขึ้นและบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นที่ 4 การปรับปรุงตัวแบบ
สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ 1. สื่อการสอน Canva	สื่อ/การเรียนรู้ 1) สื่อการสอน Canva เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน

3.4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้พร้อมกับประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยกำหนดระดับคะแนนความเหมาะสมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 121) ดังนี้

คะแนน 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77

ทั้งหมด 10 แผนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่ายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

3.4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 แบบรายงานตนเอง

แบบรายงานตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพ ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบรายงานตนเองจากหนังสือ บทความ รายงานการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.4.2.2 สร้างแบบรายงานตนเองให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.4.2.3 นำแบบรายงานตนเองที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม จากนั้นนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบรายงานตนเอง พร้อมทั้งตรวจสอบด้านเมตาคอกนิชัน สถิติ การวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบรายงานตนเอง

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. ขอให้พิจารณาการสร้างแบบรายงานตนเองโดยใช้ภาษาที่เป็นทางการและชัดเจนในทุกข้อ	1. ผู้วิจัยได้พิจารณาการสร้างแบบรายงานตนเองโดยใช้ภาษาที่เป็นทางการและชัดเจนในทุกข้อ
2. ขอให้ปรับปรุงแก้ไขข้อความให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและครอบคลุมกับองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันทุกด้าน	2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อความให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และครอบคลุมกับองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันทุกด้าน
3. ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้งก่อนส่งเพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องครบถ้วน	3. ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้งก่อนส่งงานเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องและครบถ้วน
4. ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อที่จะทบทวนความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4. ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อทบทวนความเข้าใจในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. ในขณะที่ฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนแสดงลำดับการคิดก่อนที่จะแสดงวิธีการคิดคำนวณจริงลงไป	5. ในขณะที่ฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดก่อนที่จะลงมือคำนวณ
6. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะแบ่งข้อความจากโจทย์ออกเป็นส่วน ๆ เช่น ส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ และส่วนที่โจทย์กำหนดให้	6. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะวิเคราะห์โจทย์ปัญหาโดยแบ่งเป็นส่วนที่โจทย์ต้องการทราบและส่วนที่โจทย์กำหนดให้
7. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันอ่านโจทย์ให้เข้าใจแล้วเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะกลับมาทำภายหลัง	7. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะทำความเข้าใจโจทย์ และเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะเก็บไว้พิจารณาภายหลัง
8. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะตั้งคำถามเตือนตนเองอยู่เสมอว่าดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามเป้าหมายที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่	8. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะคอยกำกับตนเองอยู่เสมอว่า ได้ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องตามเป้าหมายที่โจทย์ต้องการหรือไม่
9. ฉันจะจดบันทึกสิ่งที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป	9. ฉันจะจดบันทึกประเด็นที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป

(ต่อ)

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
10. ถ้าฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสร็จแล้วแต่ไม่ถูกต้อง ฉันจะรู้สึกเฉย ๆ เพราะรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยแล้วค่อยส่งใหม่	10. หากฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ฉันจะละทิ้งปัญหานั้นไว้ เพื่อรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยคำตอบ
11. หากฉันทำแบบฝึกหัดแล้วข้อใดผิด ฉันจะข้ามไปทำข้ออื่น แล้วรอให้ครูเฉลยในข้อที่ฉันทำผิดนั้น	11. หากฉันทำแบบฝึกหัดข้อใดผิดพลาด ฉันจะข้ามไปทำข้ออื่น และรอจดบันทึกคำตอบที่ถูกต้องจากครูผู้สอน
12. ฉันจะทบทวนบทเรียนทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนสอบ	12. ฉันทบทวนบทเรียนทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนการทดสอบ
13. ฉันจะหาแบบฝึกหัดมาทำเพิ่มเติมเพื่อเตรียมตัวในการเรียนเรื่องใหม่ ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ	13. ฉันศึกษาแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนเรื่องใหม่ ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ
14. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉันพยายามคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายวิธี	14. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันพยายามคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ
15. ฉันสามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ได้ดี	15. ฉันสามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ที่เรียนไปแล้วได้เป็นอย่างดี
16. ฉันขอให้คนอื่นช่วย เมื่อไม่เข้าใจเรื่องที่เรียน	16. ฉันจะขอคำปรึกษาจากครูหรือเพื่อน เมื่อพบเนื้อหาบทเรียนที่ไม่เข้าใจ
17. ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามคิดหาตัวอย่างที่เป็นของฉันเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น	17. ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามยกตัวอย่างที่เป็นของตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น
18. ฉันอ่านข้อความและพยายามทำความเข้าใจโจทย์ที่กำหนดให้มากกว่า 1 ครั้ง	18. ฉันอ่านและพยายามทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้อย่างถี่ถ้วนมากกว่า 1 ครั้ง
19. ฉันตั้งความหวังว่าจะเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้เกรดดีขึ้น และจะให้รางวัลกับตนเอง	19. ฉันตั้งเป้าหมายการเรียนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น และให้รางวัลตนเองเมื่อประสบความสำเร็จ
20. เมื่อฉันทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะเข้าไปปรึกษาครูทันที ไม่ปล่อยให้ค้างคา	20. เมื่อพบข้อสงสัยหรือทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะรีบขอคำปรึกษาจากครูทันที เพื่อหาแนวทางแก้ไข
21. ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมา มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้	21. ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ได้อย่างเหมาะสม

3.4.2.4 นำผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item–Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

3.4.2.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1 จำนวน 14 ข้อ และเท่ากับ 0.67 จำนวน 6 ข้อ ซึ่งใช้ได้ทั้งหมด 20 ข้อ

3.4.2.6 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นรายข้อของแบบรายงานตนเอง ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์สแบบอิงกลุ่ม (ไพศาล วรคำ, 2569 น. 308) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20-1.00 จึงถือว่าแบบทดสอบใช้ได้ ปรากฏว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.42-0.59 ซึ่งทุกข้อผ่านเกณฑ์ แสดงว่าคำถามทุกข้อนำไปใช้ได้

3.4.2.7 นำแบบรายงานตนเอง มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (α) โดยใช้วิธีการของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไปถือว่าแบบทดสอบใช้ได้ ปรากฏว่าแบบรายงานตนเองมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.88

3.4.2.8 นำแบบรายงานตนเองไปดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาค้นคว้าหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.4.3.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

3.4.3.3 ศึกษาหลักการวิธีการสร้างและการหาคุณภาพแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

3.4.3.4 นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

3.4.3.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. ขอให้พิจารณาการออกแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต้องให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันทั้ง 3 ด้าน	1. ผู้วิจัยได้พิจารณาการออกแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต้องให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันทั้ง 3 ด้าน
2. ขอให้ดำเนินการปรับแก้โดยเพิ่มความซับซ้อนของตัวเลข เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงเมตาคอกนิชัน	2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้โดยเพิ่มความซับซ้อนของตัวเลข เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงเมตาคอกนิชัน
สถานการณ์ที่ 1 แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23 บาท ซื้อ 7 ชิ้น แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร	สถานการณ์ที่ 1 แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อ 7 ชิ้น แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร
สถานการณ์ที่ 2 ใบบัวมีเงินอยู่ 500 บาท ซื้อตุ๊กตาหมีราคา 240 บาท และซื้อสมุดระบายสีราคา 40 บาท ใบบัวจะได้รับเงินทอนกี่บาท	สถานการณ์ที่ 2 ใบบัวมีเงินอยู่ 500 บาท ซื้อตุ๊กตาหมีราคา 245.50 บาท และซื้อสมุดระบายสีราคา 55.50 บาท ใบบัวจะได้รับเงินทอนกี่บาท

3.4.3.6 นำผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับเงินและบันทึกรายรับรายจ่ายกับมาตรฐาน และตัวชี้วัดเป็นรายข้อ (Item–Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.4.3.7 นำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความคิดเห็น แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.4.3.8 นำผลการประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1 ทั้งหมดจำนวน 3 ข้อ ซึ่งใช้ได้ทุกข้อ

3.4.3.9 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความยาก อยู่ในช่วง 0.40-0.59 และค่าอำนาจจำแนกจากการวิเคราะห์รายข้อตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์สแบบอิงกลุ่มอยู่ในช่วง 0.50-0.53 และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20-1.00 ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบใช้ได้ทุกข้อ

3.4.3.10 นำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (α) โดยใช้วิธีการของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

3.4.4 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.4.1 ศึกษาหลักการวิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.4.4.2 กำหนดประเด็นหลักและประเด็นย่อยของการสัมภาษณ์พร้อมทั้งกำหนดกรอบของคำถามในแต่ละประเด็นสำหรับการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพื่อจะได้ทราบถึงเมตาคอกนิชัน

3.4.4.3 สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.4.4.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.4.4.5 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ปรับแก้ตามที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความชัดเจนของภาษาและความครอบคลุมของข้อความ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. พิจารณาแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินความเข้าใจในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง	1. ผู้วิจัยได้พิจารณาแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

(ต่อ)

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
2. ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างโดยคำนึงถึงแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ และควรมีความชัดเจนในแต่ละด้านของเมตาคอกนิชัน	2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างโดยคำนึงถึงแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ และมีความชัดเจนในแต่ละด้านของเมตาคอกนิชัน
คำถามที่ 1 : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์เสร็จแล้วนักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์บอกอะไร	คำถามที่ 1 : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ถามอะไร และโจทย์บอกอะไร
คำถามที่ 2 : นักเรียนได้คิดวางแผนแก้ไขปัญหาหรือไม่	คำถามที่ 2 : นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้หรือไม่
คำถามที่ 3 : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบหรือไม่อย่างไร	คำถามที่ 3 : นักเรียนเลือกใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และนักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นอีกหรือไม่อย่างไร
คำถามที่ 4 : นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าคำตอบนั้นถูก	คำถามที่ 4 : นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบอย่างไรว่าคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลและเป็นไปได้จริง

3.4.4.6 จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์นักเรียน

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ขอหนังสือจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

3.5.2 ดำเนินการใช้แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น จำนวน 10 แผน กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/5

3.5.3 หลังเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หลังเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และแบบรายงานตนเอง เพื่อประเมินระดับเมตาคอกนิชัน

3.5.4 ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อหาแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง การตรวจแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

3.6.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ของการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ตามเกณฑ์ 70/70 โดยการหาร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมดที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาร้อยละของค่าเฉลี่ย ในการทดสอบด้วยแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2)

3.6.2 วิเคราะห์ข้อมูลของระดับเมตาคอกนิชัน โดยวิเคราะห์แบบรายงานตนเองโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำเสนอด้วยการวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description)

3.6.2.1 เกณฑ์การให้คะแนน และการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยเมตาคอกนิชันจากแบบรายงานตนเอง ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนน และการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยเมตาคอกนิชัน จากแบบรายงานตนเอง

ความถี่ของการปฏิบัติ	ข้อความเชิงบวก (คะแนน)	ข้อความเชิงลบ (คะแนน)	ช่วงของค่าเฉลี่ย
ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	4	1	3.50-4.00
บ่อยครั้ง	3	2	2.50-3.49
บางครั้ง	2	3	1.50-2.49
ไม่เคย/นาน ๆ ครั้ง	1	4	1.00-1.49

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดและประเมินคณิตศาสตร์ (น. 223-224), โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชัน.

3.6.2.2 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความรู้ของผู้เรียน ด้านการควบคุมตนเองของผู้เรียน ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดของผู้เรียน และการแปลความหมายระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3.8-3.11 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความรู้ของผู้เรียน

ระดับคะแนน	ด้านความรู้
2	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้
1	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
0	ไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองของผู้เรียน

ระดับคะแนน	การวางแผน	การควบคุม	การประเมิน
3	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง	คำตอบถูกต้องมีการแสดงวิธีหาคำตอบตามขั้นตอน	แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างละเอียดครบถ้วน
2	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง	คำตอบไม่ถูกต้องมีร่องรอยของการแก้ไขคำตอบ	การตรวจสอบคำตอบได้บางขั้นตอน มีร่องรอยการตรวจสอบ
1	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนไม่ครบถ้วน	คำตอบไม่ถูกต้องมีร่องรอยการแก้ไขวิธีการหาคำตอบบางส่วน	วิธีการตรวจสอบไม่ถูกต้องแต่มีร่องรอยการตรวจสอบ

(ต่อ)

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ระดับคะแนน	การวางแผน	การควบคุม	การประเมิน
0	ไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้	คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องและไม่มีร่องรอยของการหาคำตอบ	ไม่สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดของผู้เรียน

ระดับคะแนน	การสนับสนุนความคิดที่ถูกต้องของตนเอง
2	กรณีที่ 1 ตอบว่าตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงเหตุผลถึงการมีความตระหนักต่อกระบวนการคิด เช่น แสดงวิธีการตรวจสอบได้ถูกต้องชัดเจนหรือตรวจสอบอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในคำตอบของตนเอง กรณีที่ 2 ตอบว่าไม่ตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงถึงเหตุผลที่สมเหตุสมผลในการสนับสนุนความคิดหรือวิธีการของตนเอง เช่น ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เพราะมั่นใจในคำตอบของตนเอง (แต่คำตอบของนักเรียนต้องถูกต้อง จึงจะถือว่านักเรียนคนนี้มีความตระหนักต่อกระบวนการคิด นั่นคือการไม่ตรวจสอบอีกครั้งต้องสอดคล้องกับความมั่นใจของคำตอบที่นักเรียนได้)
1	แสดงความคิดเห็นบางส่วน แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่สอดคล้องกับข้อคำถามที่สนับสนุนความคิดที่ถูกต้องของตนเอง
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม
ระดับคะแนน	การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง
2	ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งวิธีการนั้นแตกต่างจากวิธีการของตนเอง เช่น ยอมรับฟังวิธีการในการหาคำตอบด้วยวิธีการอื่น ถึงแม้ว่าวิธีการของตนเองจะถูกต้องแล้ว แต่ก็ยอมรับฟังวิธีการอื่นของคนอื่นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการในการหาคำตอบของตนเองให้ดีขึ้นไป
1	ไม่ยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้องเพราะมั่นใจในวิธีการของตนเองว่าเป็นวิธีคิดที่ดีที่สุดแล้ว
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม

(ต่อ)

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

ระดับคะแนน	การยอมรับความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด
2	<u>กรณีที่ 1</u> ตอบว่าตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงเหตุผลถึงการมีความตระหนักต่อกระบวนการคิด เช่น การอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด เพื่อตรวจสอบวิธีการของตนเองว่ามีความผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น <u>กรณีที่ 2</u> ตอบว่าไม่ตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงถึงเหตุผลที่สมเหตุสมผลในการสนับสนุนความคิดหรือวิธีการของตนเอง เช่น ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เพราะมั่นใจในวิธีการของตนเอง (แต่วิธีการและคำตอบของนักเรียนต้องถูกต้อง จึงจะถือว่านักเรียนคนนี้มีความตระหนักต่อกระบวนการคิด นั่นคือการไม่ตรวจสอบอีกครั้งต้องสอดคล้องกับความมั่นใจของคำตอบที่นักเรียนได้)
1	ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เนื่องจากมั่นใจในวิธีการของตนเองถึงแม้วิธีการของตนเองจะผิดพลาด ไม่ยอมรับในความผิดพลาดของวิธีการคิดตนเอง และไม่แก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม

ตารางที่ 3.11 เกณฑ์การแปลความหมายระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

คะแนนเมตาคอกนิชัน	ความหมายของระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน
8-11	สูง
4-7	ปานกลาง
0-3	ต่ำ

จากตารางที่ 3.11 พบว่า เกณฑ์การแปลความหมายระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พิจารณาจากภาพรวมคะแนนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเอง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด โดยสามารถจำแนกระดับความสามารถออกเป็น 3 ระดับดังนี้ 1) ระดับสูง มีคะแนนระหว่าง 8-11 คะแนน 2) ระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 4-7 คะแนน และ 3) ระดับต่ำ มีคะแนนระหว่าง 0-3 คะแนน

3.6.3 วิเคราะห์ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์

(Analysis Description) ซึ่งการวัดความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนด้วยข้อสอบท้ายบทเรียนจำนวน 3 ข้อ ได้ใช้เกณฑ์การประเมินของ Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. (2013) ซึ่งเกณฑ์การตรวจให้คะแนนมี 6 ระดับ ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์การประเมินผลแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. (2013)

ระดับความสามารถ	เกณฑ์การพิจารณา
0	นักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์และไม่สามารถร่างหรือเขียนสิ่งใดเกี่ยวกับปัญหาที่ให้
1	นักเรียนเข้าใจสถานการณ์จริงที่ให้แต่ไม่สามารถเห็นโครงสร้างและลดความซับซ้อนของสถานการณ์ได้หรือไม่สามารถหาความเชื่อมโยงกับแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้
2	หลังจากการทำการสืบค้นเกี่ยวกับสถานการณ์จริงที่ให้ นักเรียนค้นพบตัวแบบจริงผ่านการสร้างโครงสร้างและการลดความซับซ้อน แต่ไม่สามารถแปลงไปสู่ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้
3	นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถทำอะไรกับโจทย์คณิตศาสตร์นี้ได้
4	นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์จนได้ผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้อธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิม
5	นักเรียนดำเนินการทุกขั้นตอน ตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ว่าสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.7.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 321-325)

3.7.1.1 ร้อยละ (Percentage)

$$P = \frac{f}{n} \times 100 \quad (3\text{-}1)$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน คะแนนที่ได้

n แทน คะแนนทั้งหมด

3.7.1.2 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \quad (3\text{-}2)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}} \quad (3\text{-}3)$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้คือ แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์กิจกรรม ซึ่งมีสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

3.7.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) ของข้อสอบ โดยหาดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269)

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \tag{3-4}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.7.2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามารถหาได้จากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์สแบบอิงกลุ่ม (Whitney & Sabers, 1970) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 299) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - 2n(X_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})} \tag{3-5}$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.7.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามารถหาได้จากสูตรวิทนีย์และซาเบอร์สแบบอิงกลุ่ม (Whitney & Sabers, 1970) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 308) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3\text{-}6)$$

เมื่อ D แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.7.2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคแบบอิงกลุ่ม (Cronbach's α - Coefficient) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 288)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right] \quad (3\text{-}7)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

k แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ

วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 70/70 โดยการหาร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมด ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาร้อยละของค่าเฉลี่ยในการทดสอบด้วยแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2) (เผชิญ กิจระการ, 2544, น. 46-51) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{n}}{A} \times 100 \qquad (3\text{-}8)$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ แทน คะแนนของใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดรวมกัน

A แทน คะแนนเต็มของใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดรวมกัน

n แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

$$E_2 = \frac{\frac{\sum x}{n}}{B} \times 100 \qquad (3\text{-}9)$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum x$ แทน คะแนนของแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ระบุสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)
E_1	แทน	ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด ที่ได้จากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 70
E_2	แทน	ร้อยละของค่าเฉลี่ย ในการสอบด้วยแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 70

4.2 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

4.2.2 ผลการศึกษาระดับเมตาคอกนิชัน โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

4.2.3 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 การศึกษาระดับเมตาคอกนิชัน และการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาจากคะแนนระหว่างเรียน ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด และคะแนนหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความสามารถ ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 มีรายละเอียด ดังนี้

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ในขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2555, น. 288) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนได้เลือกมาจากปัญหาในชีวิตจริง ที่ใกล้เคียงกับปัญหาชีวิตประจำวันของนักเรียนซึ่ง นักเรียนต้องระบุได้ว่าโจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนวิเคราะห์ วางแผน และแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ เปรียบเทียบกับข้อมูลจริง และแปลความหมายออกมาเป็นคำตอบของสถานการณ์ โดยครูคอยตรวจสอบและให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา นักเรียนร่วมกันอธิบายความหมายของคำตอบ นำเสนอวิธีการหาคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบเพื่อปรับปรุงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากนั้นศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง จำนวน 10 แผน แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมกับแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับวัตถุประสงค์ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยกำหนดระดับคะแนนความเหมาะสมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็น 5 ระดับ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมในด้านหลักสูตรและการสอน วิจัยและเครื่องมือ คณิตศาสตร์ และเนื้อหา และนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ผลประเมินการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความคล้อง (IOC) พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

การศึกษาผลการเรียนรู้ของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ (E_1/E_2) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1/E_2) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง นำเสนอโดยใช้ คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

	E_1		รวม (100)	แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (33) E_2
	ใบกิจกรรม (90)	แบบฝึกหัด (10)		
$\bar{x}$	69.02	7.17	76.19	26.34
S.D.	2.48	2.26	4.09	2.30
ร้อยละ	76.69	71.70	76.19	79.82
(E_1 / E_2) เท่ากับ 76.19/79.82				

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด เท่ากับ 69.02 และ 7.17 คิดเป็นร้อยละ 76.69 และ 71.70 ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.79 นั่นคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง มีประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 76.19 และนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เท่ากับ 26.34 คิดเป็นร้อยละ 79.82 นั่นคือ ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 79.82 ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง จึงมีประสิทธิภาพ 76.19/79.82 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สรุปได้ว่า ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่า ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 76.19/79.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้ โดยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 76.19 และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 79.82 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนจากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดคิดเป็นร้อยละ 76.19 และคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 79.82 กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย และขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องเงิน และบันทึกรายรับรายจ่ายเพิ่มขึ้น สามารถแปลงปัญหาในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการหาคำตอบ และสามารถแปลความหมายผลลัพธ์ที่เป็นตัวเลขกลับไปใช้อธิบายสถานการณ์จริงได้

อย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้ นักเรียนรู้จักวางแผนการทำงานเป็นลำดับขั้นตอน มีการควบคุมกำกับตนเองในระหว่างการแก้ปัญหา และรู้จักประเมินตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบด้วยตนเองตลอดจนอภิปรายให้เหตุผลและยอมรับข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

4.3.2 ผลการศึกษาระดับเมตาคอกนิชัน โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม จากการตรวจแบบรายงานตนเอง โดยพิจารณาเป็นรายข้อของค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตรวจแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามองค์ประกอบรายด้านของเมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบไปด้วย ด้านความรู้ด้านการควบคุมตนเอง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด เพื่อจำแนกระดับเมตาคอกนิชันในแต่ละด้าน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

คะแนนภาพรวมระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการทำแบบรายงานตนเองพิจารณาเป็นรายข้อ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ภาพรวมระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนจากแบบรายงานตนเอง จำแนกเป็นรายข้อ

รายการ	$\overline{X}$	$S.D.$	แปลความหมาย
1. ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้ง ก่อนส่งงานเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องและครบถ้วน	2.61	1.02	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
2. ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อทบทวนความเข้าใจในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.88	1.05	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
3. ในขณะที่ฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดก่อนที่จะลงมือคำนวณ	3.12	0.95	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
4. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะวิเคราะห์โจทย์ปัญหาโดยแบ่งเป็นส่วนที่โจทย์ต้องการทราบและส่วนที่โจทย์กำหนดให้	2.61	0.54	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
5. ฉันอ่านเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปเรื่อย ๆ โดยไม่เน้นคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.05	1.02	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
6. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะทำความเข้าใจโจทย์ และเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะเก็บไว้พิจารณาภายหลัง	2.76	0.66	ปฏิบัติบ่อยครั้ง

(ต่อ)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการ	$\overline{X}$	$S.D.$	แปลความหมาย
7. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะคอยกำกับตนเองอยู่เสมอว่า ได้ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องตามเป้าหมายที่โจทย์ต้องการหรือไม่	3.17	0.83	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
8. ฉันจะจดบันทึกประเด็นที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป	3.14	0.88	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
9. หากฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ฉันจะละทิ้งปัญหานั้นไว้ เพื่อรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยคำตอบ	2.71	0.87	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
10. หากฉันทำแบบฝึกหัดข้อใดผิดพลาด ฉันจะข้ามไปทำข้ออื่นและรอจดบันทึกคำตอบที่ถูกต้องจากครูผู้สอน	2.59	1.28	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
11. ฉันทบทวนบทเรียนทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนการทดสอบ	3.07	0.91	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
12. ฉันศึกษาแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนเรื่องใหม่ ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ	2.98	0.91	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
13. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันพยายามคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ	2.61	0.99	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
14. ฉันสามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ที่เรียนไปแล้วได้เป็นอย่างดี	3.05	0.99	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
15. ฉันจะขอคำปรึกษาจากครูหรือเพื่อน เมื่อพบเนื้อหาบทเรียนที่ไม่เข้าใจ	3.15	0.82	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
16. ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามยกตัวอย่างที่เป็นของตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น	2.49	0.60	ปฏิบัติบางครั้ง
17. ฉันอ่านและพยายามทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้อย่างถี่ถ้วนมากกว่า 1 ครั้ง	3.02	0.99	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
18. ฉันตั้งเป้าหมายการเรียนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น และให้รางวัลตนเองเมื่อประสบความสำเร็จ	3.10	0.80	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
19. เมื่อพบข้อสงสัยหรือทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะรีบขอคำปรึกษาจากครูทันที เพื่อหาแนวทางแก้ไข	2.68	0.82	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
20. ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมา ประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ได้อย่างเหมาะสม	2.73	0.50	ปฏิบัติบ่อยครั้ง
รวมเฉลี่ย	2.86	0.60	ปฏิบัติบ่อยครั้ง

จากตารางที่ 4.2 พบว่า แบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมจากแบบรายงานตนเอง นักเรียนมีการปฏิบัติบ่อยครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.86 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.60 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะคอยกำกับตนเองอยู่เสมอว่า ได้ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ตามเป้าหมายที่โจทย์ต้องการหรือไม่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.83 และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามยกตัวอย่างที่เป็นของตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.49 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60

คะแนนภาพรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน โดยประกอบไปด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเอง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ภาพรวมความถี่และร้อยละระดับเมตาคอกนิชัน จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน	ระดับเมตาคอกนิชัน	ความถี่	ร้อยละ
ด้านความรู้	สูง	20	48.78
	ปานกลาง	15	36.59
	ต่ำ	6	14.63
ด้านการควบคุมตนเอง	สูง	14	34.15
	ปานกลาง	18	43.90
	ต่ำ	9	21.95
ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด	สูง	14	34.15
	ปานกลาง	20	48.78
	ต่ำ	7	17.07

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบ่งตามระดับเมตาคอกนิชันได้ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ด้านความรู้ ได้แก่ระดับสูง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 48.78 ระดับปานกลาง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 36.59 ระดับต่ำ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 14.63 ด้านการควบคุมตนเอง ได้แก่ระดับสูง จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 34.15 ระดับปานกลาง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 43.90 ระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 21.95 และด้านความตระหนัก

ต่อกระบวนการคิด ได้แก่ระดับสูง จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 34.15 ระดับปานกลาง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 48.78 และระดับต่ำ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.07

คะแนนภาพรวมของระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ภาพรวมความถี่และร้อยละระดับเมตาคอกนิชัน จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ระดับเมตาคอกนิชัน	ความถี่	ร้อยละ
สูง	14	34.15
ปานกลาง	21	51.22
ต่ำ	6	14.63

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ภาพรวมความถี่และร้อยละระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบ่งระดับเมตาคอกนิชันได้ 3 ระดับ คือ ระดับเมตาคอกนิชันสูง จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 34.15 ระดับเมตาคอกนิชันปานกลาง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 51.22 และระดับเมตาคอกนิชันต่ำ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 14.63

สรุปได้ว่า ผลการศึกษาระดับเมตาคอกนิชัน โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 34.15 นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.22 และนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 14.63 เมื่อพิจารณาระดับเมตาคอกนิชันตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเอง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ระดับเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 48.78 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 36.59 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 14.63 ระดับเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 34.15 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 43.90 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 21.95 และระดับเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 34.15 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 48.78 และระดับต่ำคิดเป็นร้อยละ 17.07

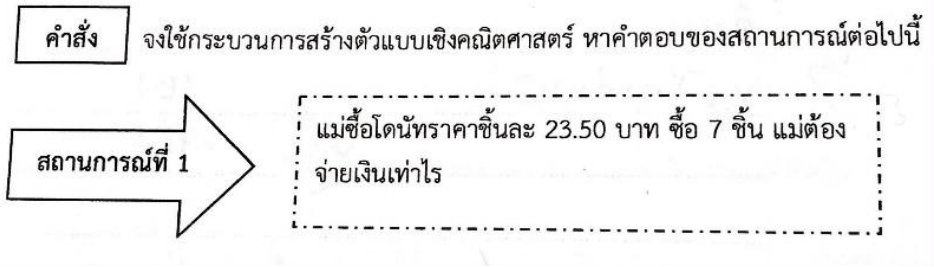
4.3.3 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

การศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จะพิจารณาจากผลทดสอบจากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการสิ้นสุดการสอน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ข้อ ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 4.5, 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.5 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1

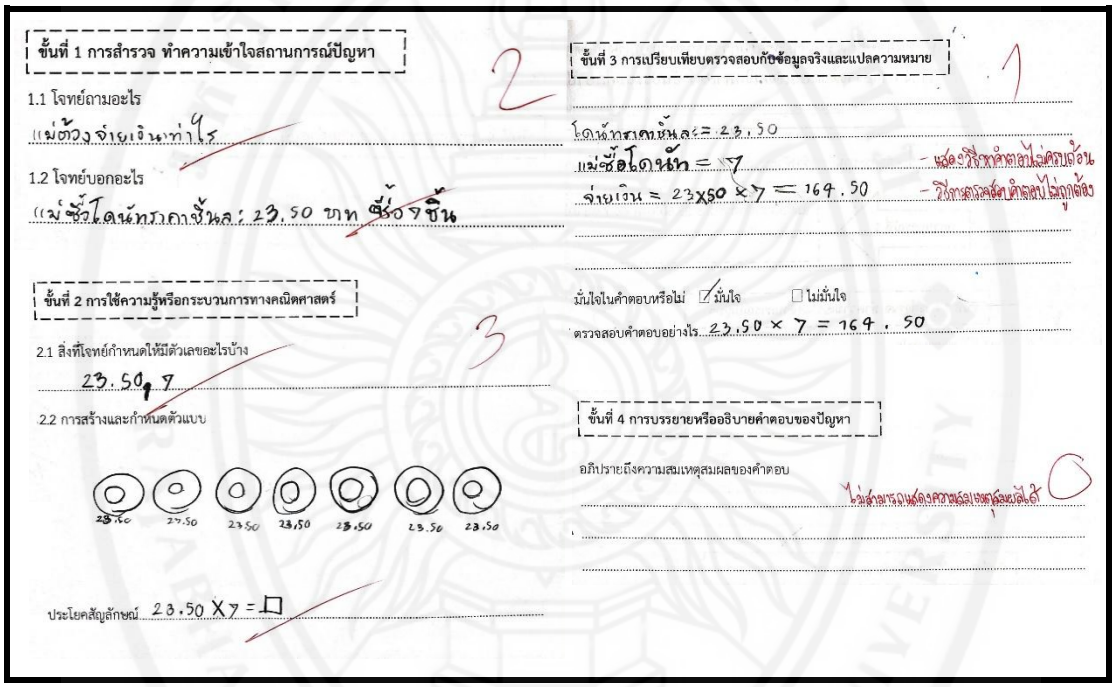
ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	0	1	2	3	4	5
จำนวนนักเรียน (คน)	-	-	-	16	20	5
ร้อยละของจำนวนนักเรียน	-	-	-	39.02	48.78	12.20
เฉลี่ย	3.73					

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 มีระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เฉลี่ย 3.73 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 48.78 รองลงมาเป็นนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 39.02 และนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 12.20 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 0 – 2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00



ภาพที่ 4.1 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่ 1

ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 ของสถานการณ์ที่ 1 ดังภาพที่ 4.2

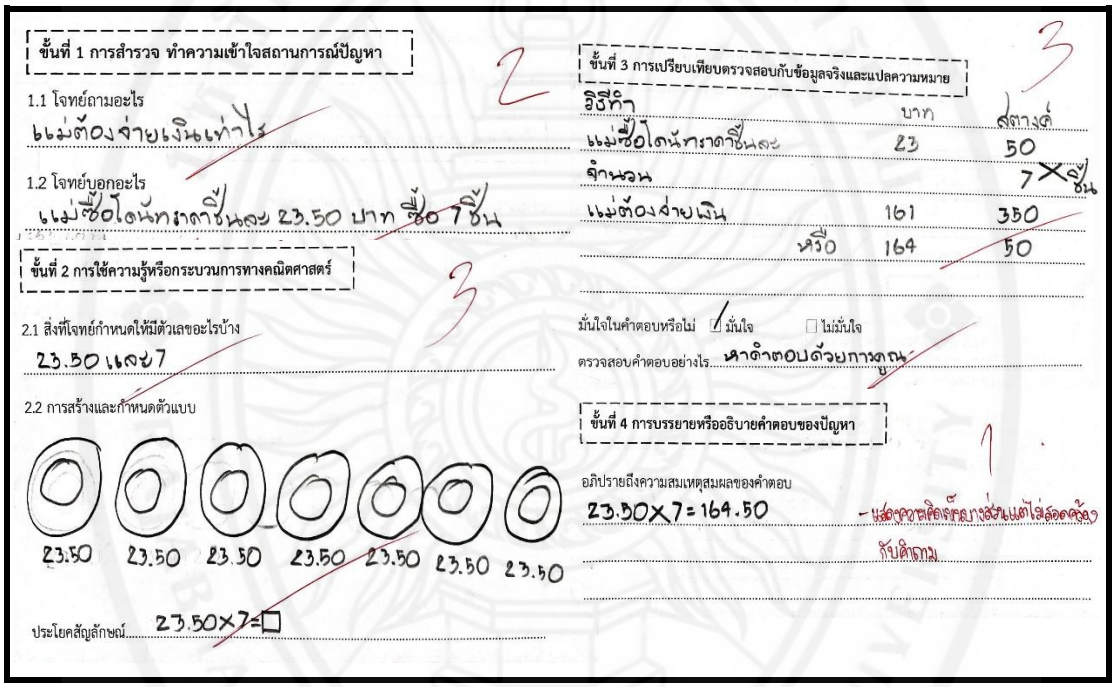


ภาพที่ 4.2 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3

จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 ที่แสดงดังภาพที่ 4.2 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ และสามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ แต่การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 นักเรียนไม่สามารถทำได้ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน ร่องรอยงานเขียนนี้สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนยังมีข้อจำกัดในองค์ประกอบ

ด้านการควบคุมตนเอง เนื่องจากนักเรียนขาดการวางแผนในการดำเนินการคำนวณ ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน และไม่สามารถประเมินหรือตรวจสอบวิธีการหาคำตอบของตนเองได้ นอกจากนี้ยังขาดองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถอภิปรายความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง เพื่อนำไปสู่การหาผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ ดังนั้น ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 3 คือ นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้ และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ แต่ไม่สามารถทำอะไรกับโจทย์คณิตศาสตร์นี้ได้

ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 ของสถานการณ์ที่ 1 ดังภาพที่ 4.3

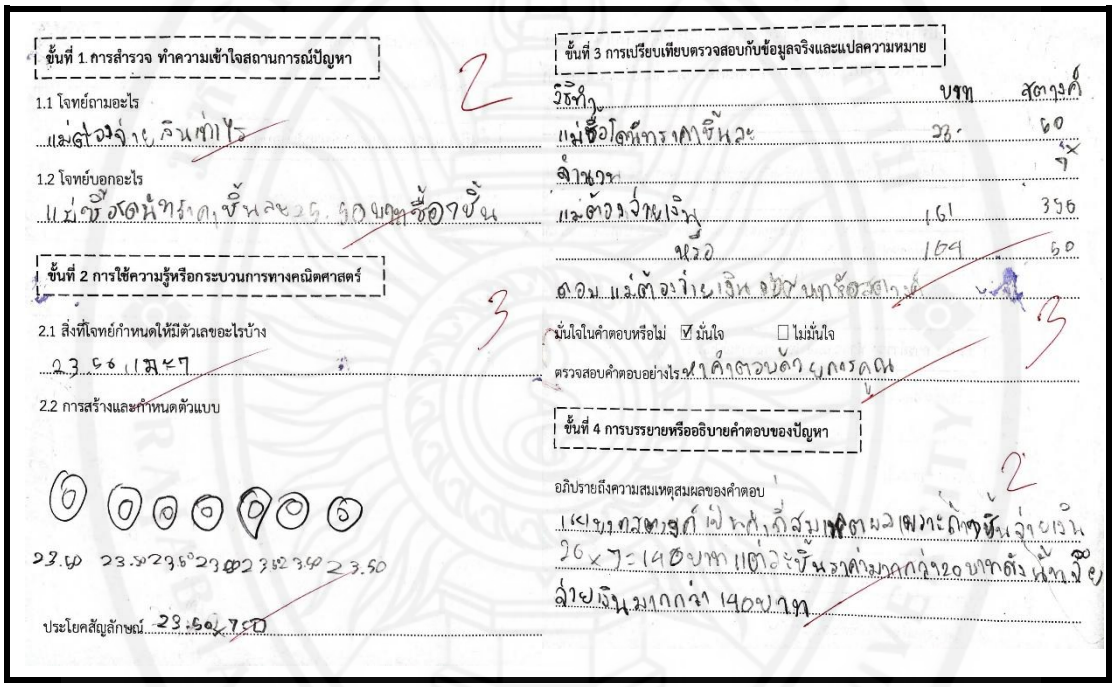


ภาพที่ 4.3 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4

จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 ที่แสดงดังภาพที่ 4.3 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ สามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ และสามารถเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 ได้ แต่การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหาในขั้นที่ 4 นักเรียนไม่สามารถทำได้ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน ร่องรอยงานเขียนนี้สะท้อนให้เห็นว่า

นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการควบคุมตนเอง ที่สามารถดำเนินการหาคำตอบได้สำเร็จ แต่ยังมีข้อจำกัดในองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถตีความอภิปรายความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลสนับสนุนผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ เพื่อเชื่อมโยงและอธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิมในชีวิตจริงได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 4 คือ นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้ และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์จนได้ผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้อธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิม

ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 ของสถานการณ์ที่ 1 ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5

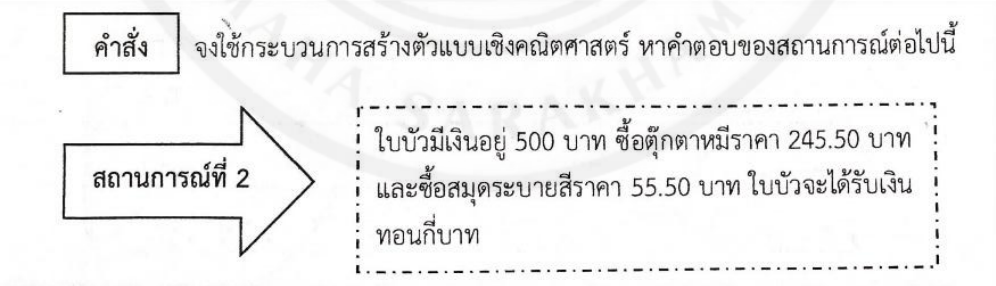
จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 ที่แสดงดังภาพที่ 4.4 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ สามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ สามารถเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 ได้ และสามารถบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหาในขั้นที่ 4 ได้สำเร็จ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีเมตาคอกนิชันอยู่ใน

ระดับสูงอย่างครบถ้วน โดยแสดงออกถึงองค์ประกอบ ด้านการควบคุมตนเอง ผ่านการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีการตรวจสอบคำตอบอย่างชัดเจน และแสดงออกถึงองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ผ่านความสามารถในการตีความหมาย และให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของตนเองได้อย่างสมเหตุสมผล และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์จริง ดังนั้น ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 5 คือ นักเรียนดำเนินการทุกขั้นตอน ตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และตรวจสอบผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ว่าสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้

ตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2

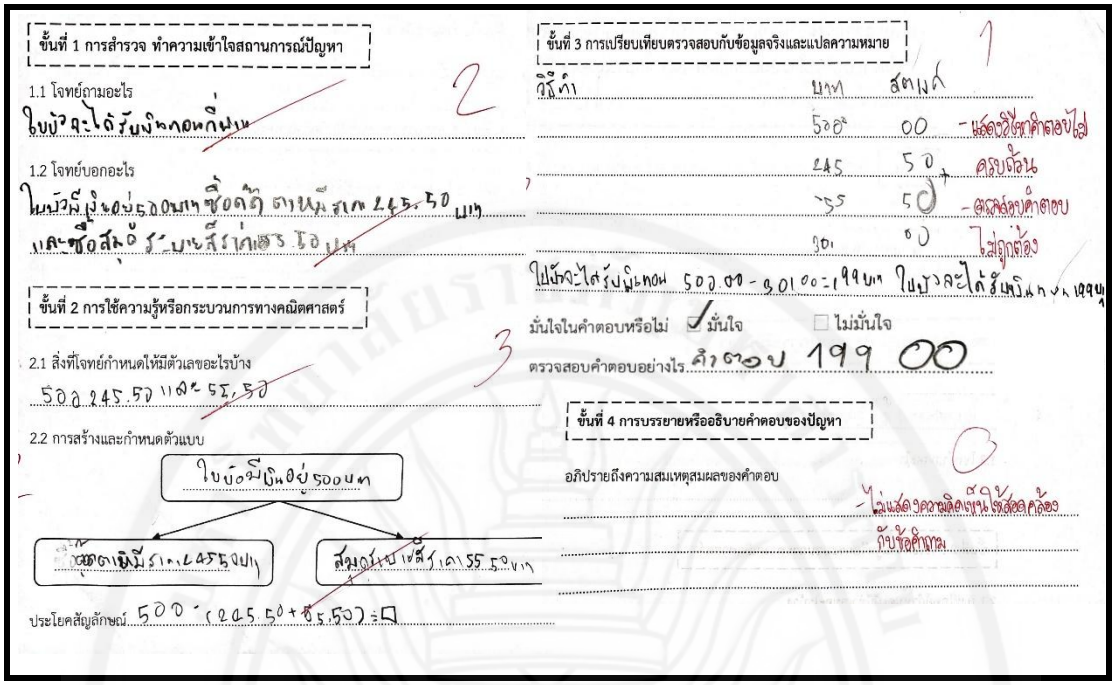
ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	0	1	2	3	4	5
จำนวนนักเรียน (คน)	-	-	-	12	19	10
ร้อยละของจำนวนนักเรียน	-	-	-	29.27	46.34	24.39
เฉลี่ย	3.95					

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 มีระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เฉลี่ย 3.95 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 46.34 รองลงมาเป็นนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 29.27 และนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 24.39 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 0 – 2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00



ภาพที่ 4.5 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่ 2

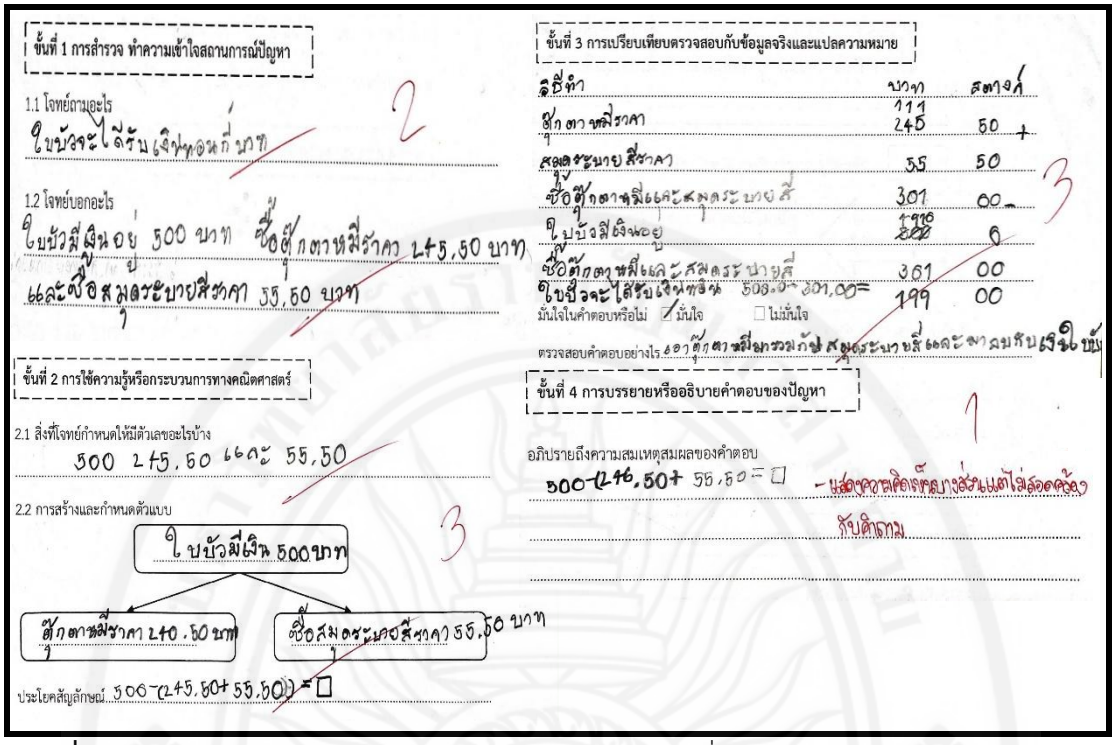
ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 ของสถานการณ์ที่ 2 ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3

จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 ที่แสดงดังภาพที่ 4.6 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ และสามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ แต่การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 นักเรียนไม่สามารถทำได้ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน ร่องรอยงานเขียนนี้สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนยังมีข้อจำกัดในองค์ประกอบด้านการควบคุมตนเอง เนื่องจากนักเรียนขาดการวางแผนเพื่อดำเนินการคำนวณ ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน และไม่สามารถประเมินหรือตรวจสอบวิธีการหาคำตอบของตนเองได้ นอกจากนี้ยังขาดองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถอภิปรายความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองเพื่อนำไปสู่การหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องได้ ดังนั้น ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 3 คือ นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้ และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ แต่ไม่สามารถทำอะไรกับโจทย์คณิตศาสตร์นี้ได้

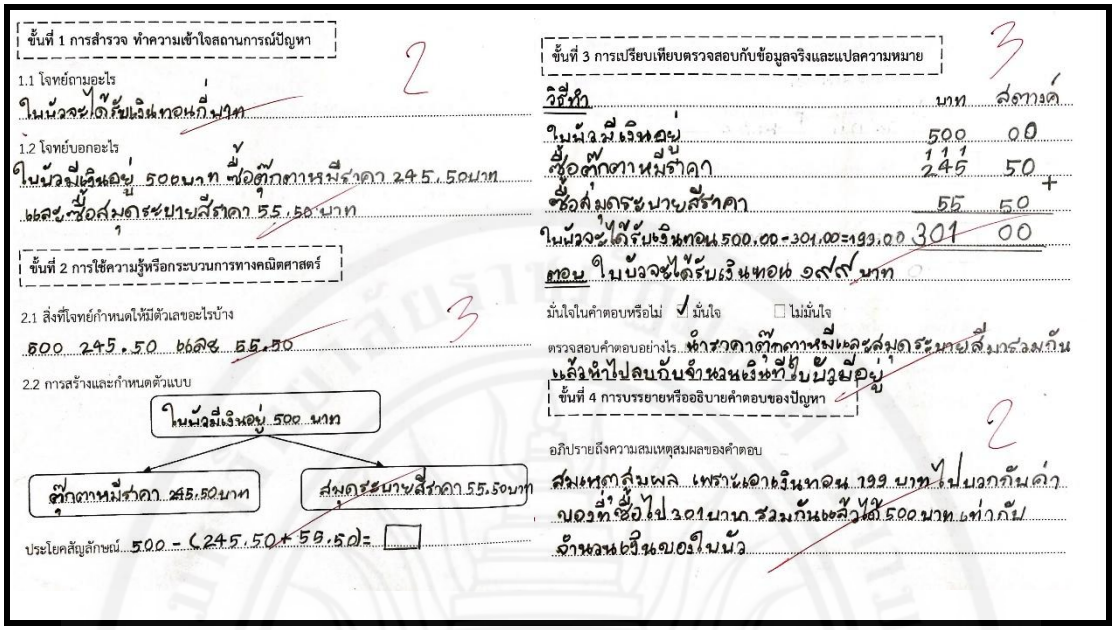
ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 ของสถานการณ์ที่ 2 ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4

จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 ที่แสดงดังภาพที่ 4.7 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ สามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ สามารถเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 ได้ แต่การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหาในขั้นที่ 4 นักเรียนไม่สามารถทำได้ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน ร่องรอยงานเขียนนี้สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการในองค์ประกอบ ด้านการควบคุมตนเอง โดยสามารถวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีข้อจำกัดในองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถตีความ อภิปรายความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลสนับสนุนผลลัพธ์ที่เป็นตัวเลข เพื่อเชื่อมโยงและอธิบายกลับไปสู่บริบทของสถานการณ์จริงได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 4 คือ นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์จนได้ผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้อธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิม

ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 ของสถานการณ์ที่ 2 ดังภาพที่ 4.8



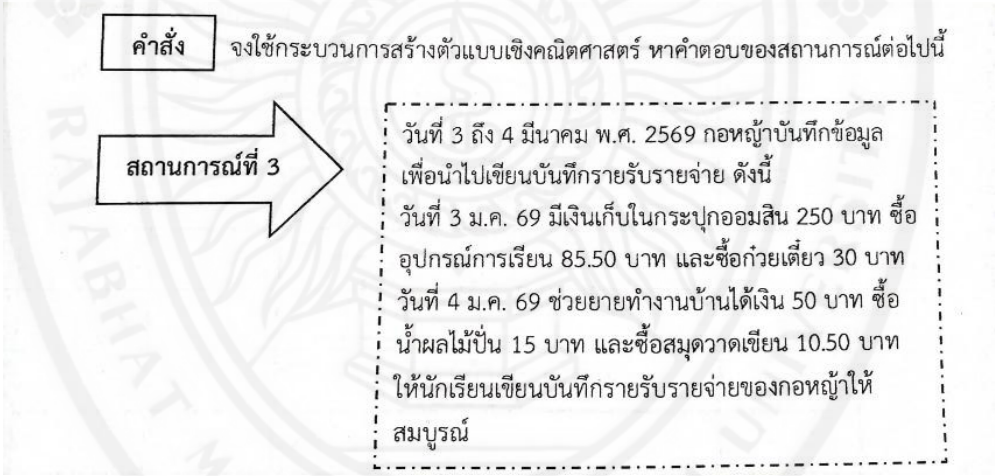
ภาพที่ 4.8 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5

จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 ที่แสดงดังภาพที่ 4.8 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ สามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ สามารถเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 ได้ และสามารถบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหาในขั้นที่ 4 ได้สำเร็จ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน ร่องรอยงานเขียนนี้สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับสูงอย่างครบถ้วน โดยแสดงออกถึงองค์ประกอบ ด้านการควบคุมตนเองผ่านการวางแผน ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และมีการตรวจสอบคำตอบอย่างชัดเจน และแสดงออกถึงองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ผ่านความสามารถในการตีความหมาย และให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของตนเองได้อย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 5 คือ นักเรียนดำเนินการทุกขั้นตอนตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ว่าสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้

ตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3

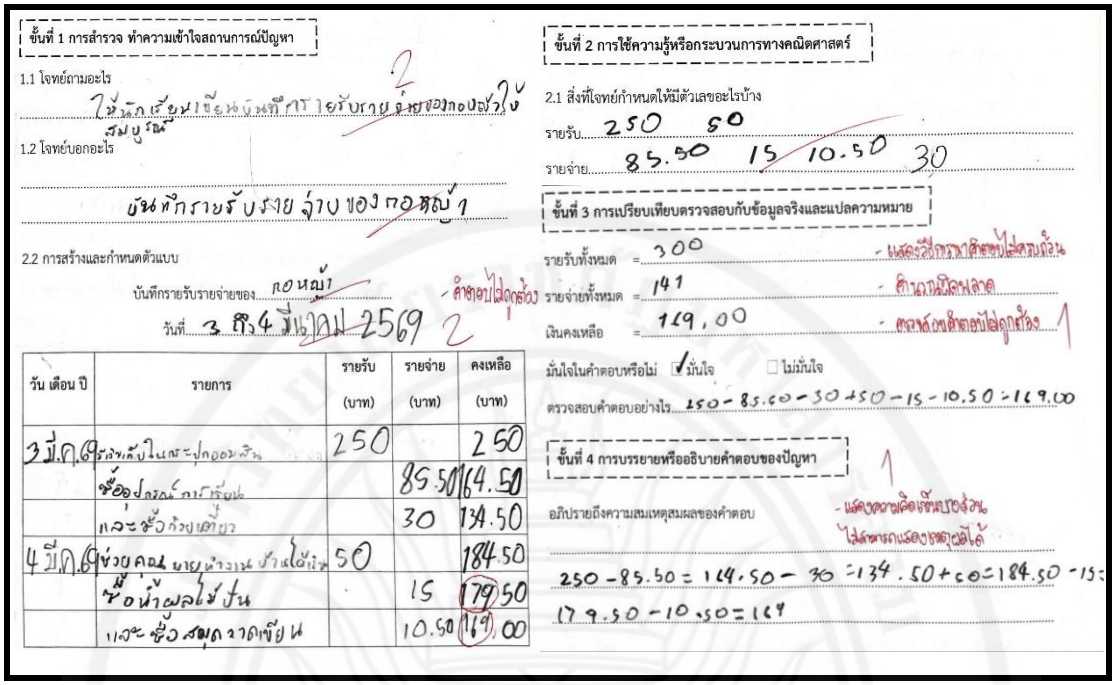
ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	0	1	2	3	4	5
จำนวนนักเรียน (คน)	-	-	-	14	16	11
ร้อยละของจำนวนนักเรียน	-	-	-	34.15	39.02	26.83
เฉลี่ย	3.93					

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 มีระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เฉลี่ย 3.93 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 39.02 รองลงมาเป็นนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 34.15 และนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 26.83 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 0 – 2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00



ภาพที่ 4.9 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่ 3

ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 ของสถานการณ์ที่ 3 ดังภาพที่ 4.10

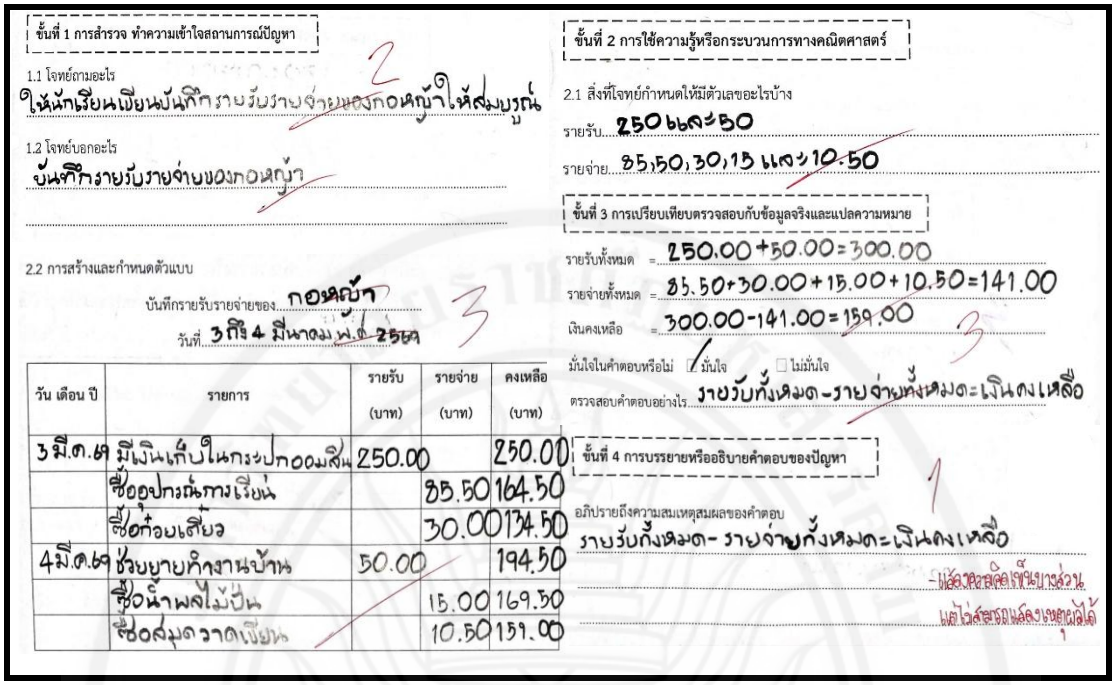


วัน เดือน ปี	รายการ	รายรับ (บาท)	รายจ่าย (บาท)	คงเหลือ (บาท)
3 มี.ค.	[illegible]	250		250
	ซื้ออุปกรณ์การเรียน		85.50	164.50
	และซื้อถ้วยเข้ายา		30	134.50
4 มี.ค.	ช่วยคุณยายทำงาน บ้านใกล้เคียง	50		184.50
	ซื้อน้ำผลไม้ปั่น		15	179.50
	และซื้อสมุดวาดเขียน		10.50	169.00

ภาพที่ 4.10 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3

จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 ที่แสดงดังภาพที่ 4.10 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ และสามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ แต่การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 นักเรียนไม่สามารถทำได้ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน ร่องรอยงานเขียนนี้สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนยังมีข้อจำกัดในองค์ประกอบด้านการควบคุมตนเอง เนื่องจากนักเรียนขาดการวางแผนในการดำเนินการคำนวณ ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน และไม่สามารถประเมินหรือตรวจสอบวิธีการหาคำตอบของตนเองได้ นอกจากนี้ยังขาดองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถอภิปรายความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองเพื่อนำไปสู่การหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องได้ ดังนั้น ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 3 คือ นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้ และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ แต่ไม่สามารถทำอะไรกับโจทย์คณิตศาสตร์นี้ได้

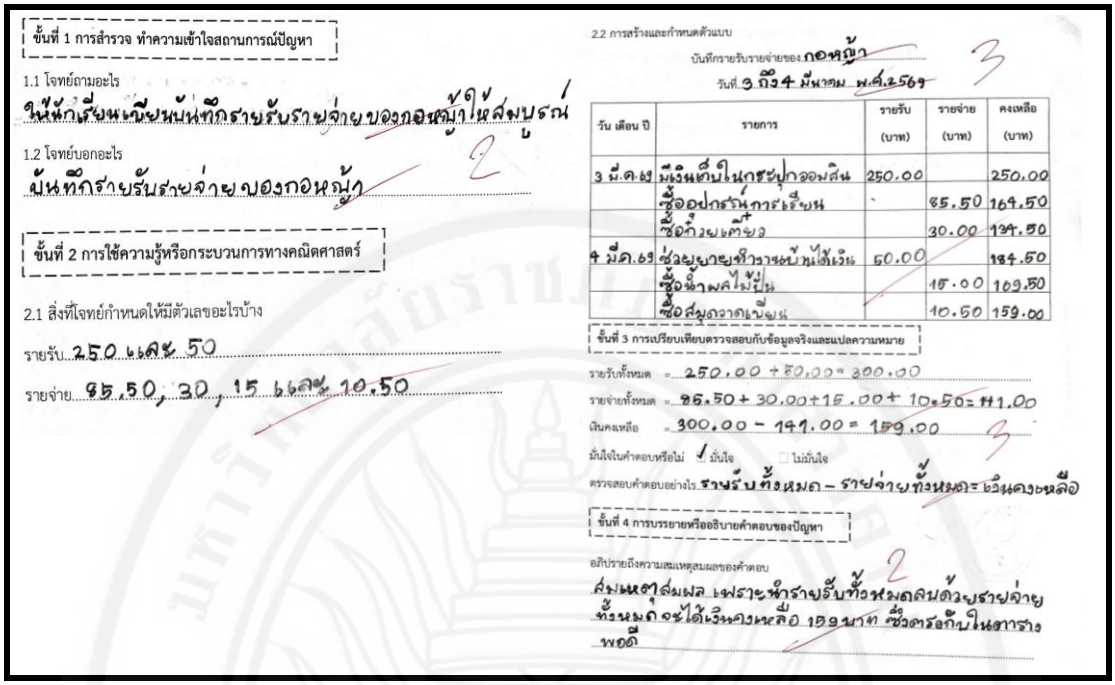
ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 ของสถานการณ์ที่ 3 ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4

จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 ที่แสดงดังภาพที่ 4.11 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ สามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ สามารถเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 ได้ แต่การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหาในขั้นที่ 4 นักเรียนไม่สามารถทำได้ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน ร่องรอยงานเขียนนี้สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการในองค์ประกอบ ด้านการควบคุมตนเอง โดยสามารถวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่ยังมีข้อจำกัดในองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถตีความ อภิปรายความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลสนับสนุนผลลัพธ์ที่เป็นตัวเลข เพื่อเชื่อมโยงและอธิบายกลับไปสู่บริบทของสถานการณ์จริงได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 4 คือ นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์จนได้ผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้อธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิม

ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 ของสถานการณ์ที่ 3 ดังภาพที่ 4.12


ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์

1.2 โจทย์บอกอะไร

บันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้า

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

รายรับ 250 และ 50

รายจ่าย 25.50, 30, 15 และ 10.50

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ

บันทึกรายรับรายจ่ายของ กอหญ้า

วันที่ 3 ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2565

วัน เดือน ปี	รายการ	รายรับ (บาท)	รายจ่าย (บาท)	คงเหลือ (บาท)
3 มี.ค. 65	มีเงินเก็บในกระปุกออมสิน	250.00		250.00
	ซื้ออุปกรณ์การเรียน		85.50	164.50
	ซื้อถ้วยเต้ยง		30.00	134.50
4 มี.ค. 65	ช่วยคุณยายทำขนมไข่เงิน	50.00		184.50
	ซื้อน้ำผลไม้ปั่น		15.00	169.50
	ซื้อสมุดวาดเขียน		10.50	159.00

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

รายรับทั้งหมด = 250.00 + 50.00 = 300.00

รายจ่ายทั้งหมด = 85.50 + 30.00 + 15.00 + 10.50 = 141.00

เงินคงเหลือ = 300.00 - 141.00 = 159.00

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ ✓ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร รายรับทั้งหมด – รายจ่ายทั้งหมด = เงินคงเหลือ

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อธิบายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สมเหตุสมผล เพราะนำรายรับทั้งหมดลบด้วยรายจ่ายทั้งหมดจะได้เงินคงเหลือ 159 บาท ซึ่งตรงกับในตารางพอดี

ภาพที่ 4.12 งานเขียนของนักเรียนในแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5

จากตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 ที่แสดงดังภาพที่ 4.12 ของแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 ได้ สามารถใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ได้ สามารถเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมายในขั้นที่ 3 ได้ และสามารถบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหาในขั้นที่ 4 ได้สำเร็จ เมื่อพิจารณาเชื่อมโยงกับระดับเมตาคอกนิชัน ร่องรอยงานเขียนนี้สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับสูงอย่างครบถ้วน โดยแสดงออกถึงองค์ประกอบ ด้านการควบคุมตนเองผ่านการวางแผน ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และมีการตรวจสอบคำตอบอย่างชัดเจน และแสดงออกถึงองค์ประกอบ ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด ผ่านความสามารถในการตีความหมายและให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของตนเองได้อย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับ 5 คือ นักเรียนดำเนินการทุกขั้นตอนตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ว่าสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้

ตารางที่ 4.8 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ร้อยละของจำนวนนักเรียนจากการทำแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1	ร้อยละของจำนวนนักเรียนจากการทำแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2	ร้อยละของจำนวนนักเรียนจากการทำแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3	เฉลี่ยร้อยละของจำนวนนักเรียนจากการทำแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์
0	-	-	-	-
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	39.02	29.27	34.15	34.15
4	48.78	46.34	39.02	44.71
5	12.20	24.39	26.83	21.14
เฉลี่ย	3.73	3.95	3.93	3.87

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 รวมทั้ง 3 สถานการณ์ มีระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.87 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 44.71 รองลงมาคือนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 34.15 และนักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 21.14 และระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 0 – 2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างภาพรวมความถี่ระดับเมตาคอกนิชันและระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 4.9

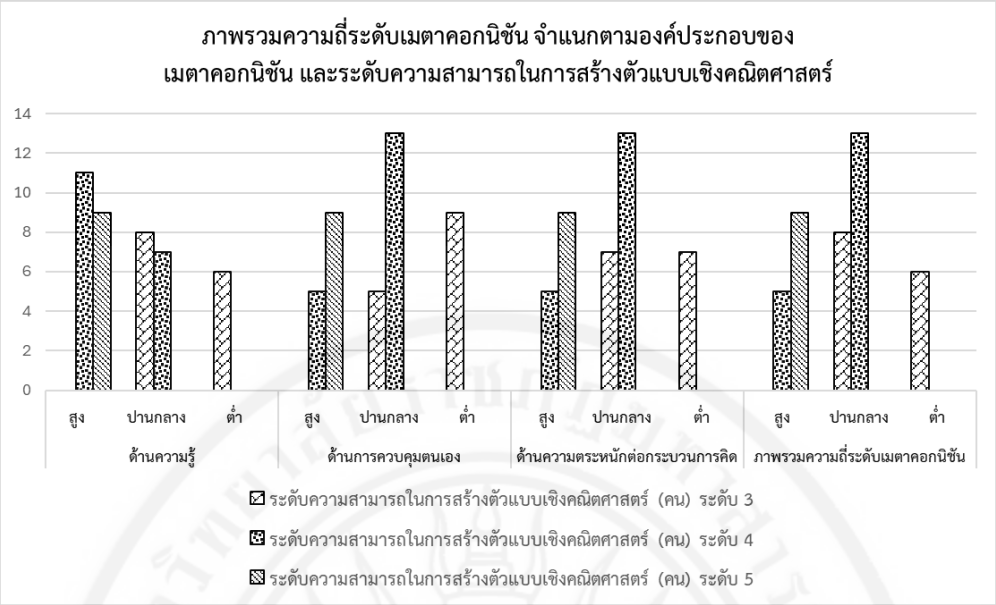
ตารางที่ 4.9 ภาพรวมความถี่ระดับเมตาคอกนิชัน จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน และระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน	ระดับเมตาคอกนิชัน	ระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (คน)		
		ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5
ด้านความรู้	สูง	-	11	9
	ปานกลาง	8	7	-
	ต่ำ	6	-	-
ด้านการควบคุมตนเอง	สูง	-	5	9
	ปานกลาง	5	13	-
	ต่ำ	9	-	-
ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด	สูง	-	5	9
	ปานกลาง	7	13	-
	ต่ำ	7	-	-
ภาพรวมความถี่ระดับเมตาคอกนิชัน	สูง	-	5	9
	ปานกลาง	8	13	-
	ต่ำ	6	-	-

หมายเหตุ : ไม่ปรากฏจำนวนนักเรียนในระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ระดับ 0 - 2 เนื่องจากนักเรียนทั้งหมดมีผลการประเมินระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ภาพรวมความถี่ระดับเมตาคอกนิชัน จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน และระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกันในทิศทางบวก เมื่อพิจารณาภาพรวมความถี่ระดับของเมตาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันระดับสูง จำนวน 14 คน มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 5 (จำนวน 9 คน) และระดับ 4 (จำนวน 5 คน) ในขณะที่นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันระดับปานกลาง จำนวน 21 คน ส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 (จำนวน 13 คน) และระดับ 3 (จำนวน 8 คน) และนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันระดับต่ำ จำนวน 6 คน มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3

เพื่อให้เห็นภาพความสอดคล้องของข้อมูลจากตารางที่ 4.9 ได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำเสนอภาพรวมความถี่ระดับเมตาคอกนิชัน จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน และระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในรูปแบบแผนภูมิ ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 ภาพรวมความถี่ระดับเมตาคอกนิชัน จำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน และระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.13 พบว่า นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันระดับสูง จะมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 และระดับ 5 ในขณะที่นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันระดับปานกลาง จะมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 และระดับ 4 ส่วนนักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันระดับต่ำ จะมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3

สรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการทำแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ มีระดับความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 44.71 รองลงมาคือระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 34.15 และระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 21.14 ตามลำดับ และไม่พบนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 0 ถึง 2 ระดับความสามารถนี้สอดคล้องในทิศทางบวกกับระดับเมตาคอกนิชัน ทั้งนี้ นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ยังมีข้อจำกัดด้านการควบคุมตนเอง และความตระหนักต่อกระบวนการคิด จึงขาดการวางแผน และไม่อภิปรายความสมเหตุสมผล ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ระดับ 4 แม้จะหาคำตอบได้สำเร็จ แต่ยังขาดความตระหนักต่อกระบวนการคิด ทำให้ไม่สามารถอธิบายผลลัพธ์เชื่อมโยงกลับสู่สถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้อย่างสมบูรณ์

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้สรุปไว้ดังนี้

5.1.1 ผลพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่ามีประสิทธิภาพ 76.19/79.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70/70 ที่กำหนดไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 76.19 ซึ่งได้จากคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนจากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด และมีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 79.82 ซึ่งได้จากคะแนนเฉลี่ย จากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนได้เลือกมา จากปัญหาในชีวิตจริงที่ใกล้เคียงกับปัญหาชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งนักเรียนต้องระบุได้ว่าโจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนวิเคราะห์ วางแผน และแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ เปรียบเทียบกับข้อมูลจริง และแปลความหมายออกมาเป็นคำตอบของสถานการณ์ โดยครูคอยตรวจสอบและให้คำแนะนำ และขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา นักเรียนร่วมกันอธิบายความหมายของคำตอบ นำเสนอวิธีการหาคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.1.2 ผลการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันโดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีระดับเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 34.15 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.22 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 14.63 เมื่อพิจารณาระดับเมตาคอกนิชันตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเอง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด พบว่า ด้านความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 48.78 ด้านการควบคุมตนเอง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 43.90 และ 48.78 ตามลำดับ

5.1.3 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.87 จาก 5 ระดับ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 44.71 กล่าวคือนักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์จนได้ผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้อธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิม รองลงมาคือระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 34.15 และระดับ 5 คิดเป็นร้อยละ 21.14 ตามลำดับ โดยไม่มีนักเรียนคนใดมีความสามารถอยู่ในระดับ 0 ถึง 2

5.2 อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาเมตาคอกนิชันโดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

5.2.1 จากการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่า มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 76.19/79.82 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง เงินและรายรับรายจ่าย เป็นการนำเรื่องใกล้ตัวที่นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขายสินค้า การรับเงินค่าขนม มาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมองเห็นความเป็นรูปธรรม ไม่รู้สึกว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัวหรือนามธรรมจนเกินไป ส่งผลให้นักเรียนเกิดความตื่นตัว มีแรงจูงใจ และสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน เป็นการ

จัดระเบียบทางความคิด ให้กับนักเรียนอย่างเป็นลำดับขั้น เริ่มตั้งแต่ ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ที่ทำให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ฝึกให้นักเรียนแปลงสถานการณ์จริงให้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือประโยคสัญลักษณ์ ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย และขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง คิดวิเคราะห์อย่างรอบคอบ ลดความสับสนในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจรัตน์ ขวัญคง และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2565, น. 285) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ และเมื่อพบข้อผิดพลาด นักเรียนจะสามารถดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและสมเหตุสมผล ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงการที่นักเรียนได้ใช้ทักษะการควบคุมกำกับตนเอง (Self-regulation) และมีความตระหนักต่อกระบวนการคิดของตนเองในระหว่างการแก้ปัญหา อันเป็นองค์ประกอบสำคัญของเมตาคอกนิชันและสอดคล้องกับแนวคิดของ Hartmann, L. M. et al. (2021, p. 1) กล่าวว่า การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ถือเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนซึ่ง มีเป้าหมายในการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงด้วยคณิตศาสตร์ ผ่านการทำความเข้าใจ และจัดโครงสร้างข้อมูลจากสถานการณ์จริง แปลงให้อยู่ในรูปตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์กลับคืนสู่บริบทของโลกความเป็นจริง เพื่อตรวจสอบความสมเหตุสมผล การที่ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนอย่างเป็นลำดับขั้นตามกระบวนการนี้ จึงช่วยลดความซับซ้อนในการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตจริงได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ Boz-Yaman, B (2022, p. 164) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ถือเป็นเครื่องมือเชิงการสอน (Pedagogical vehicle) ที่สำคัญในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในห้องเรียนเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้การเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การจัดสภาพแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาผ่านกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน จะช่วยกระตุ้นทางปัญญาที่เปลี่ยนผู้เรียนจากผู้รับความรู้เพียงอย่างเดียว ให้กลายเป็นผู้สร้างความรู้

5.2.2 จากผลการศึกษาระดับเมตาคอกนิชัน โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีระดับเมตาคอกนิชันอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 34.15 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.22 และระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 14.63 เมื่อพิจารณาระดับเมตาคอกนิชันตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านการควบคุมตนเอง และด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด พบว่าด้านความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 48.78 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 1 การสำรวจทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ มีความเข้าใจในเนื้อหา วิธีการ และสามารถเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถนำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ และสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์ได้ ด้านการควบคุมตนเอง นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 43.90 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการควบคุมตนเองส่งเสริมให้นักเรียนสามารถวางแผน กำกับ และประเมินการเรียนรู้ของตนเองให้บรรลุเป้าหมาย อย่างไรก็ตาม แม้นักเรียนจะสามารถวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังคงพบข้อจำกัดในการแสดงรายละเอียดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ประกอบกับนักเรียนบางส่วนยังขาดความละเอียดรอบคอบและไม่สามารถประเมินความคิดของตนเองได้ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงข้อจำกัดด้านระยะเวลาและพัฒนาการตามช่วงวัยของนักเรียน การกำกับติดตามและการประเมินตนเองถือเป็นทักษะการรู้คิดขั้นสูงที่ต้องอาศัยการฝึกฝน การสะท้อนคิด และการบ่มเพาะอย่างต่อเนื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายในระยะเวลา 1 ภาคเรียน อาจเป็นระยะเวลาที่เพียงพอต่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการวางแผนและหาคำตอบได้เป็นอย่างดี แต่อาจจะไม่เพียงพอที่จะประเมินผู้เรียนทุกคนให้สามารถกำกับติดตามความรู้ความเข้าใจ และตรวจสอบข้อผิดพลาดของตนเองได้อย่างสมบูรณ์ จึงส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการควบคุมตนเองอยู่ในระดับปานกลาง ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 48.78 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนรู้จักพิจารณาเหตุผล อธิบายความคิดของตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น และแก้ไขข้อผิดพลาดได้ แต่จากการวิเคราะห์ร่องรอยงานเขียน พบว่า นักเรียนมักเขียนอภิปรายความสมเหตุสมผลไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนผลลัพธ์ที่เป็นตัวเลข เพื่อเชื่อมโยงและอธิบายกลับไปสู่บริบทของสถานการณ์จริงได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ เมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถอธิบายเหตุผล เพื่อสนับสนุนความคิดของตนเองได้อย่างเต็มที่ และยังมีความลังเลที่จะยอมรับข้อผิดพลาดของตนเอง หรือเปิดรับวิธีคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าจากผู้อื่น พฤติกรรมนี้อธิบายได้จากข้อจำกัดด้านพัฒนาการของเด็กวัยประถมศึกษาตอนต้น ที่ยังมีมุมมองยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ประกอบกับความคุ้นเคยกับการเรียนที่มุ่งหาคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว การเปิดใจยอมรับข้อผิดพลาดและสะท้อนคิดร่วมกับผู้อื่นจึงเป็นเรื่องท้าทายที่ต้องอาศัยวุฒิภาวะทางอารมณ์สูง ทักษะนี้จึง

จำเป็นต้องใช้เวลาในการฝึกฝน และหล่อหลอมอย่างต่อเนื่องยาวนานมากกว่า 1 ภาคเรียน จึงส่งผลให้ความสามารถในด้านนี้ของนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกมลรัตน์ พลเยี่ยม (2563, น. 122) ได้ศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน พบว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์และระดับเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์ และส่งผลต่อกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีจะมีระดับเมตาคอกนิชันที่สูงกว่า นอกจากนี้นักเรียนยังได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบผ่านการฝึกอธิบายเหตุผลทั้งทางการพูดและการเขียน ได้ตรวจสอบและประเมินข้อผิดพลาดของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนรู้จักควบคุมกำกับตนเอง มีความตระหนักรู้ต่อกระบวนการคิด ยอมรับวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wood, C. R. (2022, pp. 4-5) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น ไม่ควรสอนเพียงแค่ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา หรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยตรงเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องมีการบูรณาการ และสอนกลยุทธ์ทางเมตาคอกนิชัน ควบคู่เข้าไปในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิรวรรณ เหมือนเหลา (2565, น. 92-93) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่บูรณาการกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ผ่านการวางแผน ควบคุมกำกับ และประเมินผลกระบวนการคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งการที่นักเรียนได้รับการฝึกฝนให้สามารถควบคุม และตรวจสอบความคิดของตนเองได้ในทุกขั้นตอน ขณะดำเนินการแก้ปัญหานั้น ถือเป็นกลไกสำคัญสำหรับผู้ใช้ทักษะการคิด

5.2.3 จากผลการศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 3.87 จาก 5 ระดับ โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 44.71 รองลงมาคือระดับ 3 และระดับ 5 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจาก แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ เป็นสถานการณ์ที่มีวิธีการหาคำตอบคล้าย ๆ กับสถานการณ์ที่นักเรียนเคยปฏิบัติในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เรียนมาแล้ว ทำให้นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ถาม โจทย์บอก และสามารถแปลงสถานการณ์เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหาคำตอบได้ดี แต่การตีความหมายของคำตอบที่ได้จากค่าทางคณิตศาสตร์มาเป็นค่าคำตอบของสถานการณ์ของนักเรียนบางส่วนยังทำได้ไม่ดีนัก สอดคล้องกับงานวิจัยของไพรินทร์ ชุมคำน้อย (2563, น. 97) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 3.79 และนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือระดับ 3 และ 5 ตามลำดับ ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และสามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปอธิบายสถานการณ์ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรอุมา ก้านเพ็ชร (2565, น. 82) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรูโดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตรเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อสงเสริมความสามารถในการสร้างตัวแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาในชีวิตจริงหลังเรียนอยู่ในระดับดีและมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก ซึ่งนักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และสามารถเชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวันแปลงเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบได้อย่างเป็นระบบ กระบวนการนี้ช่วยเปลี่ยนมุมมองให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์ไม่ใช่เรื่องไกลตัว และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงได้อย่างมั่นใจและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Karabiyik , Ü (2025, p. 81) ได้ศึกษาทักษะการตั้งโจทย์ปัญหาและการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายภายใต้บริบทของการศึกษาแบบ STEM และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี เป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้รับการจัดประสบการณ์ผ่านกิจกรรมทั้ง 4 ขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยเติมเต็มทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ นำไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แตกต่างจากการท่องจำเพื่อทำข้อสอบเพียงอย่างเดียว

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ครูผู้สอนควรนำกระบวนการนี้ไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ โดยเน้นขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหาเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแปลความหมายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ กลับสู่สถานการณ์จริงได้อย่างสมบูรณ์

5.3.1.2 นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันระดับต่ำหรือปานกลาง ยังมีข้อจำกัดด้านการวางแผนและตรวจสอบคำตอบ ครูผู้สอนจึงควรส่งเสริมการทำงานแบบกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปรายเหตุผล และช่วยเหลือกัน ซึ่งจะช่วยสร้างความมั่นใจและยกระดับความตระหนักต่อกระบวนการคิดได้ดียิ่งขึ้น

5.3.1.3 ครูผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง จะก่อให้เกิดเมตาคอกนิชัน และความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนอย่างไร

5.3.1.4 ในการออกแบบสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อนำมาสร้างเป็นโจทย์ปัญหา ครูผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนในขณะนั้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อติดตาม พัฒนาการด้านเมตาคอกนิชันของผู้เรียนกลุ่มเดิมเมื่อเลื่อนชั้นสูงขึ้น หรือนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปทดลองใช้กับผู้เรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น เพื่อเปรียบเทียบว่าความซับซ้อนของช่วงวัยมีผลต่อวงจรการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างไร

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาผลของการใช้ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หรือความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5.3.2.3 ควรมีการศึกษาและพัฒนารูปแบบการวัด และประเมินเมตาคอกนิชันด้วยวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติมในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม เช่น การประเมินตามสภาพจริงผ่านการใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (Think-aloud protocol) หรือการสังเกตพฤติกรรมกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนถึงร่องรอยกระบวนการรู้คิดของผู้เรียนในขณะแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้งและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

5.3.2.4 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ เช่น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการนำเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการสร้างตัวแบบ เพื่อศึกษาว่าการบูรณาการรูปแบบการสอนดังกล่าว จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการแก้ปัญหาและยกระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนให้สูงขึ้นได้อย่างไร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กมลทิพย์ ศรีหาเศษ. (2550). *การวิจัยประเมินผลโครงการจัดการศึกษาตามแนวคิดความเป็นหุ้นส่วนระหว่างภาครัฐและเอกชน: กรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กมลรัตน์ พลเยี่ยม. (2563). *การศึกษาระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

จิรวรรณ เหมือนเหลา. (2565). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชนันธร เข็มสุข. (2560). *การออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการทดลอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: บริษัทเดอะมาสเตอร์ กรุ๊ป แมเนจเม้นจำกัด.

ธัชพล พลรัตน์. (2562). *การศึกษาสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์จริง เรื่องการประยุกต์ของแคลคูลัส ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. Veridian E-Journal Silpakorn University. 12(5), 474-492.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). *พรมแดนความรู้ด้านการวิจัยและสถิติ*. บรรณาธิการโดย เนาวรัตน์ พลายน้อย, ชัยยันต์ ประดิษฐศิลป์ และจุฑามาศ ไชยรบ. ชลบุรี: วิทยาลัยการบริหารรัฐ มหาวิทยาลัยบูรพา.

นันทฉัตร วงษ์ปัญญา. (2555). เราจะวัด Metacognition ได้อย่างไร. *นิตยาสาร สสวท.*, 40(179), 14-17.

นิภา เมธาวีชัย. (2543). *วิทยาการวิจัย.* กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

น้ำฝน ปานเนาว์. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2551). *การเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพ ฯ: จามจุรีโปรดักท์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

เบญจมาศ ธรรมศุภินทร์. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

เบญจรัตน์ ขวัญคง และ วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2565). การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 5(2), 285-298.

ปัญจวิชญ์ ทองสุข. (2564). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาร่วมกับคำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ประสาน มืดภา. (2556). *การส่งเสริมกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ในทฤษฎีบทพีทาโกรัส*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เผชิญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 7, 46-50.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. (2558). *การวิจัยทางการศึกษา Educational research* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณี ช. เจนจิต. (2545). *จิตวิทยาการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: บริษัท เมธีทิปส์จำกัด.

พาสนา จุลรัตน์. (2556). เมตาคอกนิชันกับการเรียนรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 14(1), 5-6.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้: ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการฝึกหัดครูมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *เมตาคอกนิชัน: วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

ไพรินทร์ ชุมคำน้อย. (2563). *การศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ไพศาล วรคำ. (2569). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 15). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

ภัคภร ใสแจ่ม. (2560). *การออกแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยวิธีการใช้โจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รวีวรรณ ชินตระกูล. (2547). *การทำวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ที.พี. พรินท์.

รัตนะ บัวสนธ์. (2556). *วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา Qualitative research in education*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัฒนา พัชราวานิช. (2540). *จิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็ก.* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ศันสนีย์ เณรเทียน. (2560). การเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านปัญหาในชีวิตจริงที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. *วารสารครุศาสตร์*, 45(2), 238-253.

ศิรัชชรินทร์ ยศสวรินทร์. (2559). *กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สลิลดา ลิ้มเจริญ. (2560). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สราวุธ จิโน. (2565). *การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สุภัททา ปิณฑะแพทย์. (2564). การสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย. *วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม*, 1(3), 1-3.

สุรศักดิ์ อมรรัตน์ศักดิ์. (2545). *ทฤษฎีทางการทดสอบ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุรสาล ผาสุข. (2546). *การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2569). รายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียน (National Test: NT) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2568. กระทรวงศึกษาธิการ.

หทัยภัทร สุขสว่าง. (2562). *การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

อรนุช ศรีสะอาด. (2546). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อรอุมา ก้านเพ็ชร. (2565). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างตัวแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

Akapame, R. (2022). Connecting the “Real-World” to the Math Classroom: Implementing Professional Development for Mathematical Modeling, Northwest Journal of Teacher Education. 17(1), 1-13.

Albert , L. R. and Antos, J. (2000). Daily journals connect mathematics to real life, *Mathematics Teaching in Middle School*. 5(8), 526-531.

Anhalt, C.O. and Cortez, R. (2015). Mathematical Modeling: A structured Process. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 108(6), 446-452.

Baker, L. and Brown, A. L. (1980). *Metacognitive skills and reading* (Technical Report No. 188). Center for the Study of Reading, University of Illinois at Urbana-Champaign; Bolt, Beranek and Newman. ERIC. (ED195932).

Baker, L. and Cerro, L. C. (2000). Assessing metacognition in children and adults. In G. Schraw and J. C. Impara (Eds.), *Issues in the measurement of metacognition* (pp. 99–145). Buros Institute of Mental Measurements.

Berry, S. M. (2002). Student realize mathematics is everywhere!. *Teaching Children Mathematics*. 9(11), 8-15.

Berseson Terry. (2000). *Teaching and Learning Mathematics*. State Superintendent of

Public Instruction.

Beyer, B. (1987). *Practical strategies for the teaching of thinking*. Boston: Allyn and Bacon.

Bliss, K. M., et al. (2014). Math modeling: Getting started and getting solutions. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).

Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In Kaiser G., Blum W., Borromeo Ferri R., and Stillman G. (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling*, 15-30.

Blum, W. and Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems?, Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics, 223-231.

Blum, W. and Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37–68.

Blum, W., et al. (2007). Introduction. In Werner Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education*: The 14th ICMI study. 3–32. Boston, MA: Springer.

Borba, M. C. (2011). Can modelling be taught and learnt? - A commentary. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, 31-35.

Boyce, C. and Neale, P. (2006). *CONDUCTING IN-DEPTH INTERVIEWS: A Guide for Designing and Conducting In-Depth Interviews for Evaluation Input*. Pathfinder International.

Boz-Yaman, B. (2022). Preservice mathematics teachers' achievement and evaluation of mathematical modelling. *Acta Didactica Napocensia*, 15(2), 164-184.

Burkhardt, H. (2011). Modelling examples and modelling projects - Overview. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, 511-517.

Chan, C.M.E. (2009). Mathematical Modelling as Problem Solving for Children in the Singapore Mathematics Classrooms. *Journal of Science and Mathematics Education Southeast Asia*, 32(1), 36-61.

Cheng, A. K. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6(1), 63-75.

Common Core State Standards Initiative (CCSSI). (2010). Common Core State Standards for Mathematics. Washington, *DC: National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers*.

Cross, D.R. and Paris, S.G. (1988). Developmental and Instructional Analyses of Children's Metacognition and Reading Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 131-142.

De Lange, J. (2003). Mathematics for literacy. In B. L. Madison, & L. A. Steen (Eds.), *Quantative literacy. Why numeracy matters for schools and colleges*. 75-89.

Dindyal, J. (2010). Word problems and modelling in primary school mathematics, *Mathematical applications and modelling: Yearbook 2010*, Association of Mathematics Educators, 94-111.

Duong Huu Tong, et al. (2019). Developing the Competency of Mathematical Modelling: A Case Study of Teaching the Cosine and Sine Theorems. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(11), 18-37.

Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining Its Facets and Levels of Functioning in Relation to Self-Regulation and Co-regulation. *European Psychologist*. 13(4), 277-287.

Efklides, A. and Vlachopoulos, S. (2012). Measurement of metacognitive knowledge of self, task, and strategies in mathematics. *European Journal of Psychological Assessment*, 28(3), 227-239.

Erdoğan, F. and Şengül, S. (2017). The Effect of Cooperative Learning Method Enhanced with Metacognitive Strategies on Students' Metacognitive Skills in Math Course. *Education and Science*, 42(192), 263-301.

Ferri, R. B. (2013). Mathematical Modeling-The Teacher's Responsibility. *In Proceedings conference on mathematical modeling*. Benjamin D. & Andrew S. Editors. 26-31. New York: Columbia University.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring : A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.

Galton, M., et al. *Inside the Primary Classroom: 20 Years On*. London, England:

Routledge, 1999.

Garner, R. and Alexander, P. A. (1989). Metacognition : Answered and Unanswered Questions. *Educational Psychologist*, 24(2), 143-158.

Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. (2013). *Investigating Students' Modeling Competency through Grade, Gender, and Location*, In Proceedings of the 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME. P.1070-1077. Türkiye: Middle East Technical University.

Gross, F. E., et al. (1993). *The power of numbers : a teacher's guide to mathematics in a social studies context: an interdisciplinary curriculum*. Cambridge, MA.

Güner, P. and Erbay, H. N. (2021). Metacognitive skills and problem-solving. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(3), 715-734.

Hartmann, L. M., Krawitz, J., & Schukajlow, S. (2021). Create your own problem! When given descriptions of real-world situations, do students pose and solve modelling problems?. *ZDM–Mathematics Education*, 53, 919-935.

Hodgson, T. (1995). Secondary Mathematics Modeling: Issue and Challenges. *School Science and Mathematics*, 95(7), 351-358.

Kaiser, G and Schwarz, B. (2010). Authentic Modelling Problems in Mathematics Education—Examples and Experiences. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31, 51-76.

Karabıyık, Ü. (2025). Upper-secondary students' problem-posing and mathematical modeling skills in the context of STEM education and 21st century skills. Problems of Education in the 21st Century, 83(1), 81–100.

Kaur, B. and Dindyal, J. (2010). Mathematical applications and modelling: Yearbook 2010, *Association of Mathematics Educators*. World Scientific.

Kyle, D. W., et al. (2001). Connecting mathematics instruction with the families of young children. *Teaching Children Mathematics*. 812(2). 80-86.

Linn, R. L. and Gronlund, N. E. (1995). *Measurement and assessment in teaching (7th ed.)*. Englwood Cliffs, New Jersey; Prentice Hall.

Livingston, J. A. (2003). *Metacognition : An Overview*. [n.p].

Lesh, R. and Doerr, H. M. (2003). Beyond Constructivism, Models and Modeling

Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching. *Mathematical Thinking and Learning*, 35(6).

Lesh, R., Galbraith, P. L., Haines, C. R. and Hurford, A. (2010). *Modeling Student's Mathematical Modeling Competencies*. Springer; New York, Dordrecht, Heidelberg, London.

Leong. (2013). *Assessment of Mathematical Modelling tasks*, In 5th International Conference on Science and Mathematics Education CoSMEd 2013 Penang, Malaysia. 1-6. Kuala Lumpur: University of Malaya.

Lyn d. English. (2006). Mathematical modeling in the primary school: children's construction of a consumer guide. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 303-323.

National Council of Teacher of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

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

Patton, J. R., et al. (1997). A life skills approach to mathematics instruction: Preparing students with learning disabilities for the real-life math demands of adulthood. *Journal of Learning Disabilities*, 30(2), 178–187.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods (2nd ed.)*. Newbury Park, California, USA: Sage.

Santoso, F. E., et al. (2019). Metacognitive Level Analysis of High School Students in Mathematical Problem-Solving Skill. *American Journal of Educational Research*, 7(12), 919-924.

Schoenfeld, A. H. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics*. Macmillan, Editors: Grouws, D.A., 334-370.

Schukajlow, S., et al. (2015). Scaffolding mathematical modelling with a solution plan. *ZDM: Mathematics Education*, 47(1), 1241-1254.

Stillman, G., et al. (2010). Implementing Application and Modelling in secondary school: Issues for Teaching and Learning, *Mathematical Application and Modeling*

Yearbook 2010 Association of Mathematics Education, 1(15), 300-322.

Swetz, F. and Hartzler, J.S. (1991). *Mathematical Modeling in the Secondary School Curriculum*, Virginia: The national council of teacher of mathematics.

Wells, A. (2012). *Emotional disorders and metacognition: Innovative Cognitive Therapy*. Chichester: John Wiley & Sons.

Wood, C. R. (2022). *The Impact of Metacognition and Self-Regulated Learning on Academic Achievement in Mathematics at the Middle School Level*. (Dissertation Doctor of Education. Education and Human Services). Neumann University.

Yilmaz, F. G. K., et al. (2017). The Effect of the Metacognitive Support via Pedagogical Agent on Self-Regulation Skills. *Journal of educational Computing Research*, 0(0), 1-22.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้

ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2
เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ จำนวน 1 ชั่วโมง
ปัญหาเกี่ยวกับเงิน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ..... คาบที่.....

มาตรฐานและตัวชี้วัด

ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ป.3/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน

สาระสำคัญ

การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการกำหนดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ขึ้นมา ผ่านการสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสร้างและกำหนดตัวแบบ แล้วนำตัวแบบที่เราสร้างขึ้นมาเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย แล้วนำมาอธิบายคำตอบของปัญหา หลังจากนั้นจะสร้างและกำหนดตัวแบบใหม่หรือปรับปรุงตัวแบบให้ดียิ่งขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะและกระบวนการ :

1. นักเรียนสามารถสื่อสารและสื่อความหมายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและหาคำตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะ :

1. นักเรียนสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างรอบคอบ กะทัดรัด ชัดเจนทำให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และสามารถใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย และสรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนมีความมุมานะในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ด้านเมตาคอกนิชัน : นักเรียนมีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้

การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ “ต้นกล้ามีเงิน 100 บาท ซื้อสมุดวาดเขียน 40 บาท ต้นกล้าเหลือเงินกี่บาท” โดยใช้สื่อของจริง ประกอบการอธิบาย พร้อมตั้งคำถามเชื่อมโยงประสบการณ์ว่า “นักเรียนเคยเจอเหตุการณ์แบบนี้ในชีวิตประจำวันหรือไม่”
2) ครูถามต่อ “ถ้าเราไม่มีเงินจริง เราจะใช้อะไรแทนได้บ้างเพื่อเล่าวิธีการนี้ให้คนอื่นเข้าใจ” (นักเรียนอาจตอบว่า วาดรูปวงกลม, ขีดเส้น, เขียนเลข)
3) ครูอธิบายขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4) นักเรียนแต่ละคนรับใบกิจกรรมที่ 1
5) จากนั้นนักเรียนแต่ละคนอ่านทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหาที่ได้รับ โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม
6) นักเรียนบันทึกคำตอบลงในคำถามกิจกรรมที่ 1 ดังต่อไปนี้
    - โจทย์ถามอะไร
    - โจทย์บอกอะไร
7) บันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นที่ 1 โดยครูคอยเน้นย้ำคำถามในขั้นที่ 1 ให้นักเรียนตอบได้ดังตัวอย่างเช่น
    - ปัญหาคืออะไร

    นักเรียนควรตอบได้และอธิบายปัญหาได้

    (วัดเมตาคอกนิชันด้านความรู้)

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1) นักเรียนช่วยกันคิดและเลือกวิธีการที่จะเปลี่ยนโจทย์ปัญหาให้เป็นภาพวาด หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์) ลงในใบกิจกรรม
2) บันทึกผลลงในสวน ข้อมูลที่ตองการใชในการแก้ปัญหา
3) นักเรียนช่วยกันคิดวิเคราะห์/วางแผนว่าจะมีวิธีดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร พร้อมกระตุ้นให้นักเรียนระบุเหตุผลว่า “เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วิธีการนี้ และวิธีนี้ช่วยแก้ปัญหาได้ดีที่สุดหรือไม่”
4) บันทึกผลลงในส่วน ขั้นตอน/วิธีการดำเนินการอย่างไรในการแก้ปัญหา

    (นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้)

    (วัดเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเอง)

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

1) นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบเชิงคณิตศาสตร์
2) นักเรียนทำการตรวจสอบคำตอบย้อนกลับ และอภิปรายความสมเหตุสมผลว่าตัวเลขที่คำนวณได้ มีความสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือไม่
3) จากนั้นบันทึกผลกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นที่ 3

(วัดเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเอง)

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

1) นักเรียนตีความหมายของคำตอบที่ได้ จากค่าทางคณิตศาสตร์มาเป็นค่าคำตอบของสถานการณ์
2) จากนั้นบันทึกข้อสรุปลงในใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นที่ 4
3) สุ่มนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการหาคำตอบ โดยเพื่อน ๆ ในห้องช่วยกันตรวจสอบคำตอบ โดยครูคอยแนะนำและตรวจคำตอบ
4) นักเรียนช่วยกันพิจารณาและตรวจสอบ โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เช่น “หากพบว่าเพื่อนมีวิธีการคิดหรือการวาดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เข้าใจง่ายกว่า เราจะนำมาปรับปรุงงานของเราได้อย่างไร” เพื่อสร้างและกำหนดตัวแบบใหม่หรือปรับปรุงตัวแบบให้ดีขึ้นและบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 ขั้นที่ 4 การปรับปรุงตัวแบบ
5) สุ่มนักเรียนออกมารายงานผลการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วและการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปอธิบายการหาคำตอบของสถานการณ์

(วัดเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด)

6) นักเรียนและครูช่วยกันสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
7) ครูตรวจผลงานนักเรียนและบันทึกการประเมินผล

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการสอน Canva เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน
2. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ป.3 เล่ม 2 (สสวท.)
3. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดผลประเมินผล	เครื่องมือวัดผลประเมินผล	เกณฑ์การวัดประเมินผล
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	ประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1	การตอบคำถามในชั้นเรียนและใบกิจกรรมที่ 1	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70
ด้านทักษะและกระบวนการ : 1. นักเรียนสามารถสื่อสารและสื่อความหมายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและหาคำตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	ประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 3 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ : 1. นักเรียนสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างรอบคอบ กะทัดรัด ชัดเจนทำให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และสามารถใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย และสรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง 2. นักเรียนมีความมุมานะในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1	การตอบคำถามในชั้นเรียนและใบกิจกรรมที่ 1	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70
ด้านเมตาคอกนิชัน : นักเรียนมีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1	เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชัน	ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลาง ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำกิจกรรม

80% ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก
70-79% หมายถึง ดี
60-69% หมายถึง ปานกลาง
50-59% หมายถึง พอใช้
ต่ำกว่า 50% หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	**ระดับความสามารถ**
นักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์และไม่สามารถร่างหรือเขียนสิ่งใดเกี่ยวกับปัญหาที่ให้	0
นักเรียนเข้าใจสถานการณ์จริงที่ให้แต่ไม่สามารถเห็นโครงสร้างและลดความซับซ้อนของสถานการณ์ได้หรือไม่สามารถหาความเชื่อมโยงกับแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้	1
หลังจากการทำการสืบค้นเกี่ยวกับสถานการณ์จริงที่ให้ นักเรียนค้นพบตัวแบบจริงผ่านการสร้างโครงสร้างและการลดความซับซ้อน แต่ไม่สามารถแปลงไปสู่ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้	2
นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถทำอะไรกับโจทย์คณิตศาสตร์นี้ได้	3
นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์จนได้ผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้อธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิม	4
นักเรียนดำเนินการทุกขั้นตอนตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ว่าสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้	5

เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความรู้ของผู้เรียน

ระดับคะแนน	ด้านความรู้
2	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้
1	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
0	ไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้

เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองในการทำงานของผู้เรียน

ระดับคะแนน	การวางแผน	การควบคุม	การประเมิน
3	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง	คำตอบถูกต้องมีการแสดงวิธีหาคำตอบตามขั้นตอน	แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างละเอียดครบถ้วน
2	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง	คำตอบไม่ถูกต้องมีร่องรอยของการแก้ไขคำตอบ	การตรวจสอบคำตอบได้บางขั้นตอน มีร่องรอยการตรวจสอบ
1	แสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนไม่ครบถ้วน	คำตอบไม่ถูกต้องมีร่องรอยการแก้ไขวิธีการหาคำตอบบางส่วน	วิธีการตรวจสอบไม่ถูกต้อง แต่มีร่องรอยการตรวจสอบ
0	ไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้	คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องและไม่มีร่องรอยของการหาคำตอบ	ไม่สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้

เกณฑ์การให้คะแนนเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิดของผู้เรียน

ระดับคะแนน	การสนับสนุนความคิดที่ถูกต้องของตนเอง
2	<u>กรณีที่ 1</u> ตอบว่าตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงเหตุผลถึงการมีความตระหนักต่อกระบวนการคิด เช่น แสดงวิธีการตรวจสอบได้ถูกต้องชัดเจนหรือตรวจสอบอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในคำตอบของตนเอง <u>กรณีที่ 2</u> ตอบว่าไม่ตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงถึงเหตุผลที่สมเหตุสมผลในการสนับสนุนความคิดหรือวิธีการของตนเอง เช่น ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เพราะมั่นใจในคำตอบของตนเอง (แต่คำตอบของนักเรียนต้องถูกต้อง จึงจะถือว่านักเรียนคนนี้มีความตระหนักต่อกระบวนการคิด นั่นคือการไม่ตรวจสอบอีกครั้งต้องสอดคล้องกับความมั่นใจของคำตอบที่นักเรียนได้)
1	แสดงความคิดเห็นบางส่วน แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่สอดคล้องกับข้อคำถามที่สนับสนุนความคิดที่ถูกต้องของตนเอง
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม
ระดับคะแนน	การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง

2	ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการยอมรับหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ซึ่งวิธีการนั้นแตกต่างจากวิธีการของตนเอง เช่น ยอมรับฟังวิธีการในการหาคำตอบด้วยวิธีการอื่น ถึงแม้ว่าวิธีการของตนเองจะถูกต้องแล้ว แต่ก็ยอมรับฟังวิธีการอื่นของคนอื่นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการในการหาคำตอบของตนเองให้ดีขึ้นไป
1	ไม่ยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้องเพราะมั่นใจในวิธีการของตนเองว่าเป็นวิธีคิดที่ดีที่สุดแล้ว
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม
ระดับคะแนน	การยอมรับความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด
2	<u>กรณีที่ 1</u> ตอบว่าตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงเหตุผลถึงการมีความตระหนักต่อกระบวนการคิด เช่น การอธิบายเหตุผลในการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด เพื่อตรวจสอบวิธีการของตนเองว่ามีความผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น <u>กรณีที่ 2</u> ตอบว่าไม่ตรวจสอบอีกครั้ง และแสดงถึงเหตุผลที่สมเหตุสมผลในการสนับสนุนความคิดหรือวิธีการของตนเอง เช่น ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เพราะมั่นใจในวิธีการของตนเอง (แต่วิธีการและคำตอบของนักเรียนต้องถูกต้อง จึงจะถือว่านักเรียนคนนี้มีความตระหนักต่อกระบวนการคิด นั่นคือการไม่ตรวจสอบอีกครั้งต้องสอดคล้องกับความมั่นใจของคำตอบที่นักเรียนได้)
1	ไม่ตรวจสอบอีกครั้ง เนื่องจากมั่นใจในวิธีการของตนเองถึงแม้วิธีการของตนเองจะผิดพลาด ไม่ยอมรับในความผิดพลาดของวิธีการคิดตนเอง และไม่แก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด
0	ไม่แสดงความคิดเห็นให้สอดคล้องกับข้อคำถาม

เกณฑ์การแปลผลระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน

คะแนนเมตาคอกนิชัน	**ความหมายของระดับเมตาคอกนิชันของผู้เรียน**
8 - 11	สูง
4 - 7	ปานกลาง
0 - 3	ต่ำ

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวนวพร ยศพล)
ครูพี่เลี้ยง

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางธนัตถ์พร โคจรานนท์)
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน

ชื่อ_____ ชั้น_____ เลขที่_____

คำสั่ง จงใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาคำตอบของสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์

ต้นกล้ามีเงิน 100 บาท ซื้อสมุดวาดเขียน 40 บาท
ต้นกล้าเหลือเงินกี่บาท

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

.....

.....

1.2 โจทย์บอกอะไร

.....

.....

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ

ประโยคสัญลักษณ์.....

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

.....

.....

.....

.....

.....

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร.....

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน

ชื่อ_____ ชั้น_____ เลขที่_____

คำสั่ง จงใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาคำตอบของสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์

ต้นกล้ามีเงิน 100 บาท ซื้อสมุดวาดเขียน 40 บาท
ต้นกล้าเหลือเงินกี่บาท

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

ต้นกล้าเหลือเงินกี่บาท

1.2 โจทย์บอกอะไร

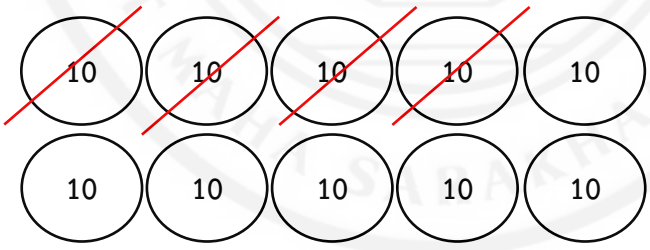
ต้นกล้ามีเงิน 100 บาท ซื้อสมุดวาดเขียน 40 บาท

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

100 และ 40

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ



ประโยคสัญลักษณ์ $100 - 40 = \square$

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

วิธีทำ ต้นกล้ามีเงิน 100 บาท

ซื้อสมุดวาดเขียน 40 บาท

ต้นกล้าเหลือเงิน 60 บาท

ตอบ ต้นกล้าเหลือเงิน 60 บาท

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ ☑ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร 60 + 40 = 100

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

เมื่อนำจำนวนเงินที่เหลือรวมกับรายจ่ายที่ใช้ไปจะได้จำนวนเงินเดิมที่มีอยู่ คือ 60 + 40 = 100 บาท ดังนั้น ต้นกล้าเหลือเงิน 60 บาท จึงถูกต้อง

แบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคอกนิชัน

แบบรายงานตนเอง

ชื่อผู้เรียน.....ชั้น..... ห้อง.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความถี่พฤติกรรมของนักเรียนที่ได้ปฏิบัติตามข้อความที่ระบุไว้

ข้อความ	ความถี่ของการปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย/นาน ๆ ครั้ง
1. ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้งก่อนส่งงานเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องและครบถ้วน				
2. ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อทบทวนความเข้าใจในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
3. ในขณะที่ฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดก่อนที่จะลงมือคำนวณ				
4. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะวิเคราะห์โจทย์ปัญหาโดยแบ่งเป็นส่วนที่โจทย์ต้องการทราบและส่วนที่โจทย์กำหนดให้				
5. ฉันอ่านเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปเรื่อย ๆ โดยไม่เน้นคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
6. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะทำความเข้าใจโจทย์ และเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะเก็บไว้พิจารณาภายหลัง				
7. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะคอยกำกับตนเองอยู่เสมอว่า ได้ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องตามเป้าหมายที่โจทย์ต้องการหรือไม่				

ข้อความ	ความถี่ของการปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย/นาน ๆ ครั้ง
8. ฉันจะจดบันทึกประเด็นที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป				
9. หากฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ฉันจะละทิ้งปัญหานั้นไว้ เพื่อรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยคำตอบ				
10. หากฉันทำแบบฝึกหัดข้อใดผิดพลาด ฉันจะข้ามไปทำข้ออื่น และรอจดบันทึกคำตอบที่ถูกต้องจากครูผู้สอน				
11. ฉันทบทวนบทเรียนทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนการทดสอบ				
12. ฉันศึกษาแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนเรื่องใหม่ ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ				
13. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันพยายามคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ				
14. ฉันสามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ที่เรียนไปแล้วได้เป็นอย่างดี				
15. ฉันจะขอคำปรึกษาจากครูหรือเพื่อน เมื่อพบเนื้อหาบทเรียนที่ไม่เข้าใจ				
16. ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามยกตัวอย่างที่เป็นของตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น				
17. ฉันอ่านและพยายามทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้อย่างถี่ถ้วนมากกว่า 1 ครั้ง				
18. ฉันตั้งเป้าหมายการเรียนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นและให้รางวัลตนเองเมื่อประสบความสำเร็จ				
19. เมื่อพบข้อสงสัยหรือทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะรีบขอคำปรึกษาจากครูทันที เพื่อหาแนวทางแก้ไข				
20. ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมา ประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ได้อย่างเหมาะสม				

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

แบบรายงานตนเองที่ใช้วัดเมตาคอกนิชัน

แบบรายงานตนเอง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความถี่พฤติกรรมของนักเรียนที่ได้ปฏิบัติตามข้อความที่ระบุไว้

ข้อความ	ความถี่ของการปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย/นาน ๆ ครั้ง
1. ฉันตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาทุกครั้งก่อนส่งงานเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องและครบถ้วน	4	3	2	1
2. ฉันตั้งคำถามกับตนเองเพื่อทบทวนความเข้าใจในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4	3	2	1
3. ในขณะที่ฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะเขียนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดก่อนที่จะลงมือคำนวณ	4	3	2	1
4. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะวิเคราะห์โจทย์ปัญหาโดยแบ่งเป็นส่วนที่โจทย์ต้องการทราบและส่วนที่โจทย์กำหนดให้	4	3	2	1
5. ฉันอ่านเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปเรื่อย ๆ โดยไม่เน้นคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1	2	3	4
6. ก่อนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะทำความเข้าใจโจทย์ และเลือกทำข้อที่ง่ายก่อน ส่วนข้อที่ยากจะเก็บไว้พิจารณาภายหลัง	4	3	2	1
7. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันจะคอยกำกับตนเองอยู่เสมอว่า ได้ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องตามเป้าหมายที่โจทย์ต้องการหรือไม่	4	3	2	1
8. ฉันจะจดบันทึกประเด็นที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้เพื่อศึกษาหรือค้นคว้าต่อไป	4	3	2	1

ข้อความ	ความถี่ของการปฏิบัติ			
	ทุกครั้ง/เกือบทุกครั้ง	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย/นาน ๆ ครั้ง
9. หากฉันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ฉันจะละทิ้งปัญหานั้นไว้ เพื่อรอให้ครูหรือเพื่อนเฉลยคำตอบ	1	2	3	4
10. หากฉันทำแบบฝึกหัดข้อใดผิดพลาด ฉันจะข้ามไปทำข้ออื่น และรอจดบันทึกคำตอบที่ถูกต้องจากครูผู้สอน	1	2	3	4
11. ฉันทบทวนบทเรียนทุกครั้งหลังจบบทเรียนหรือก่อนการทดสอบ	4	3	2	1
12. ฉันศึกษาแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนเรื่องใหม่ ๆ หรือเตรียมตัวก่อนสอบ	4	3	2	1
13. ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉันพยายามคิดหาวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ	4	3	2	1
14. ฉันสามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ที่เรียนไปแล้วได้เป็นอย่างดี	4	3	2	1
15. ฉันจะขอคำปรึกษาจากครูหรือเพื่อน เมื่อพบเนื้อหาบทเรียนที่ไม่เข้าใจ	4	3	2	1
16. ขณะอ่านหนังสือ ฉันพยายามยกตัวอย่างที่เป็นของตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น	4	3	2	1
17. ฉันอ่านและพยายามทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้อย่างถี่ถ้วนมากกว่า 1 ครั้ง	4	3	2	1
18. ฉันตั้งเป้าหมายการเรียนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นและให้รางวัลตนเองเมื่อประสบความสำเร็จ	4	3	2	1
19. เมื่อพบข้อสงสัยหรือทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ฉันจะรีบขอคำปรึกษาจากครูทันที เพื่อหาแนวทางแก้ไข	4	3	2	1
20. ฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนผ่านมา ประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ได้อย่างเหมาะสม	4	3	2	1

แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ_____ ชั้น_____ เลขที่_____

คำสั่ง จงใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาคำตอบของสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อ 7 ชิ้น แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

.....

1.2 โจทย์บอกอะไร

.....

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

.....

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ

ประโยคสัญลักษณ์.....

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ □ มั่นใจ □ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร.....

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

.....

แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ_____ ชั้น_____ เลขที่_____

คำสั่ง จงใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาคำตอบของสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 2

ใบบัวมีเงินอยู่ 500 บาท ซื้อตุ๊กตาหมีราคา 245.50 บาท และซื้อสมุดระบายสีราคา 55.50 บาท ใบบัวจะได้รับเงินทอนกี่บาท

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

.....

1.2 โจทย์บอกอะไร

.....

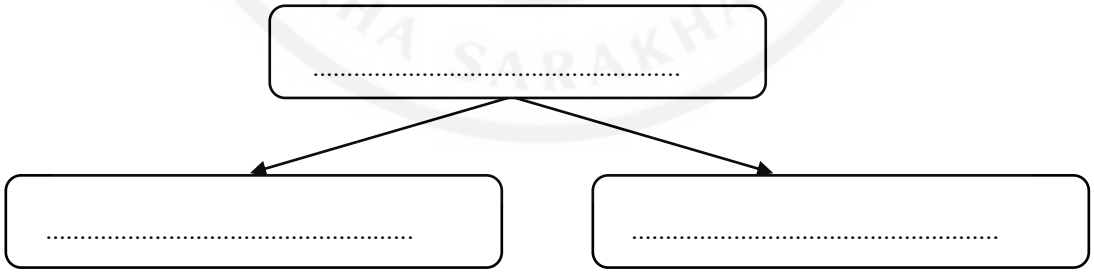
.....

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

.....

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ



ประโยคสัญลักษณ์.....

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ ☐ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร.....

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

.....

แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ_____ ชั้น_____ เลขที่_____

คำสั่ง จงใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาคำตอบของสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3

วันที่ 3 ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2569 กอหญ้าบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย ดังนี้
วันที่ 3 มี.ค. 69 มีเงินเก็บในกระปุกออมสิน 250 บาท ซื้ออุปกรณ์การเรียน 85.50 บาท และซื้อก๋วยเตี๋ยว 30 บาท
วันที่ 4 มี.ค. 69 ช่วยยายทำงานบ้านได้เงิน 50 บาท ซื้อน้ำผลไม้ปั่น 15 บาท และซื้อสมุดวาดเขียน 10.50 บาท
ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

.....

1.2 โจทย์บอกอะไร

.....

.....

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

รายรับ.....

รายจ่าย.....

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ

บันทึกรายรับรายจ่ายของ.....

วันที่.....

วัน เดือน ปี	**รายการ**	**รายรับ (บาท)**	**รายจ่าย (บาท)**	**คงเหลือ (บาท)**

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

รายรับทั้งหมด =.....

รายจ่ายทั้งหมด =.....

เงินคงเหลือ =.....

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ □ มั่นใจ □ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร.....

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

.....

เฉลย

แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ_____ ชั้น_____ เลขที่_____

คำสั่ง จงใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาคำตอบของสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อ 7 ชิ้น แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร

1.2 โจทย์บอกอะไร

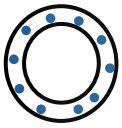
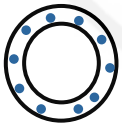
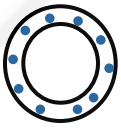
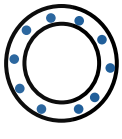
แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อ 7 ชิ้น

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

23.50 และ 7

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ

						
23.50 บาท	23.50 บาท	23.50 บาท	23.50 บาท	23.50 บาท	23.50 บาท	23.50 บาท

ประโยคสัญลักษณ์ 23.50 x 7 = ☐

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

วิธีทำ	บาท	สตางค์	
แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ	23	50	
จำนวน		7	ชิ้น
แม่ต้องจ่ายเงิน	161	350	
หรือ	164	50	

ตอบ แม่ต้องจ่ายเงิน ๑๖๔ บาท ๕๐ สตางค์

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ ☑ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร หาคำตอบด้วยการคูณ

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

164 บาท 50 สตางค์ เป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล เพราะ ถ้าชิ้นละ 20 บาท ซื้อ 7 ชิ้น จ่ายเงิน 20 x 7 = 140 บาท แต่ละชิ้นราคามากกว่า 20 บาท ดังนั้นจึงจ่ายเงินมากกว่า 140 บาท

เฉลย

แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ_____ ชั้น_____ เลขที่_____

คำสั่ง จงใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาคำตอบของสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 2

ใบบัวมีเงินอยู่ 500 บาท ซื้อตุ๊กตาหมีราคา 245.50 บาท และซื้อสมุดระบายสีราคา 55.50 บาท ใบบัวจะได้รับเงินทอนกี่บาท

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

ใบบัวจะได้รับเงินทอนกี่บาท

1.2 โจทย์บอกอะไร

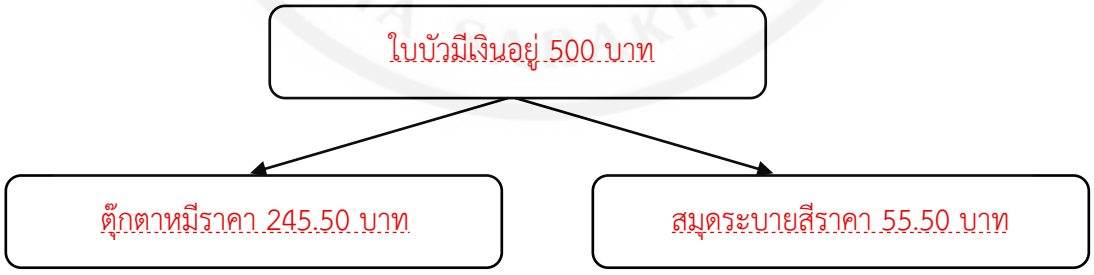
ใบบัวมีเงินอยู่ 500 บาท ซื้อตุ๊กตาหมีราคา 245.50 บาท และซื้อสมุดระบายสีราคา 55.50 บาท

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

500 245.50 และ 55.50

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ



ประโยคสัญลักษณ์ 500 – (245.50 + 55.50) = ☐

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

วิธีทำ	บาท	สตางค์
ใบบัวมีเงินอยู่	500	00
ซื้อตุ๊กตาหมีราคา	245	50
ซื้อสมุดระบายสีราคา	55	50
ซื้อตุ๊กตาและสมุดระบายสี	301	00

ใบบัวจะได้รับเงินทอน 500.00 – 301.00 = 199.00 บาท

ตอบ ใบบัวจะได้รับเงินทอน 199 บาท

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ ☑ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร นำราคาตุ๊กตาหมีและสมุดระบายสีมารวมกัน แล้วนำไปลบกับจำนวนเงินที่ใบบัวมีอยู่

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สมเหตุสมผล เพราะเอาเงินทอน 199 บาท ไปบวกกับค่าของที่ซื้อไป 301 บาท รวมกันแล้วได้ 500 บาท เท่ากับจำนวนเงินของใบบัว

เฉลย

แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
เรื่อง การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ_____ ชั้น_____ เลขที่_____

คำสั่ง จงใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาคำตอบของสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3

วันที่ 3 ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2569 กอหญ้าบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย ดังนี้
วันที่ 3 มี.ค. 69 มีเงินเก็บในกระปุกออมสิน 250 บาท ซื้ออุปกรณ์การเรียน 85.50 บาท และซื้อก๋วยเตี๋ยว 30 บาท
วันที่ 4 มี.ค. 69 ช่วยยายทำงานบ้านได้เงิน 50 บาท ซื้อน้ำผลไม้ปั่น 15 บาท และซื้อสมุดวาดเขียน 10.50 บาท
ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 1 การสำรวจ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

1.1 โจทย์ถามอะไร

ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์

1.2 โจทย์บอกอะไร

บันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้า

ขั้นที่ 2 การใช้ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีตัวเลขอะไรบ้าง

รายรับ 250 และ 50

รายจ่าย 85.50, 30, 15 และ 10.50

2.2 การสร้างและกำหนดตัวแบบ

บันทึกรายรับรายจ่ายของ กอหญ้า

วันที่ 3 ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2569

วัน เดือน ปี	รายการ	รายรับ (บาท)	รายจ่าย (บาท)	คงเหลือ (บาท)
3 มี.ค. 69	มีเงินเก็บในกระปุกออมสิน	250.00		250.00
	ซื้ออุปกรณ์การเรียน		85.50	164.50
	ซื้อก๋วยเตี๋ยว		30.00	134.50
4 มี.ค. 69	ช่วยยายทำงานบ้านได้เงิน	50.00		184.50
	ซื้อน้ำผลไม้ปั่น		15.00	169.50
	ซื้อสมุดวาดเขียน		10.50	159.00

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบตรวจสอบกับข้อมูลจริงและแปลความหมาย

รายรับทั้งหมด = 250.00 + 50.00 = 300.00

รายจ่ายทั้งหมด = 85.50 + 30.00 + 15.00 + 10.50 = 141.00

เงินคงเหลือ = 300.00 – 141.00 = 159.00

มั่นใจในคำตอบหรือไม่ ☑ มั่นใจ ☐ ไม่มั่นใจ

ตรวจสอบคำตอบอย่างไร รายรับทั้งหมด – รายจ่ายทั้งหมด = เงินคงเหลือ

ขั้นที่ 4 การบรรยายหรืออธิบายคำตอบของปัญหา

อภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สมเหตุสมผล เพราะ นำรายรับทั้งหมดลบด้วยรายจ่ายทั้งหมด จะได้เงินคงเหลือ 159 บาท ซึ่งตรงกับในตารางพอดี

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

คำถามที่ 1 : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ถามอะไร และโจทย์บอกอะไร (วัดเมตาคอกนิชันด้านความรู้)

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

คำถามที่ 2 : นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้หรือไม่ (วัดเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเอง)

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

คำถามที่ 3 : นักเรียนเลือกใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และนักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร (วัดเมตาคอกนิชันด้านความรู้และด้านการควบคุมตนเอง)

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

คำถามที่ 4 : นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร ว่าคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลและเป็นไปได้จริง (วัดเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเอง)

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

คำถามที่ 5 : ถ้าคำตอบที่นักเรียนได้ไม่ตรงกับคำตอบของครูที่เฉลยหรือเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด (วัดเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด)

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

คำถามที่ 6 : เพื่อนของนักเรียนบอกว่าเขามีวิธีในการหาคำตอบแต่ละข้อที่ดีกว่านักเรียน นักเรียนจะทำอย่างไร (วัดเมตาคอกนิชันด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด)

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

ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ ข.1 ค่าเฉลี่ย ในการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3	ผู้เชี่ยวชาญ 4	ผู้เชี่ยวชาญ 5	ผู้เชี่ยวชาญ 6	ผู้เชี่ยวชาญ 7	ผู้เชี่ยวชาญ 8	ผู้เชี่ยวชาญ 9	ผู้เชี่ยวชาญ 10	$\bar{x}$	ความหมาย
1. สาระสำคัญ												
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	4.67	4.67	5	5	5	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.67	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.67	4.78	4.78	4.78	4.78	4.77	เหมาะสมมากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้												
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.67	4.67	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5	4.67	5	5	5	5	4.97	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	เหมาะสมมากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้												
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	4.67	4.67	4.74	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในชั่วโมงนั้น	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	5	4.77	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3	ผู้เชี่ยวชาญ 4	ผู้เชี่ยวชาญ 5	ผู้เชี่ยวชาญ 6	ผู้เชี่ยวชาญ 7	ผู้เชี่ยวชาญ 8	ผู้เชี่ยวชาญ 9	ผู้เชี่ยวชาญ 10	$\bar{x}$	ความหมาย
3.3 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	4.67	5	5	4.67	5	5	4.93	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.78	4.78	4.78	4.78	4.67	4.89	4.89	4.78	4.89	4.89	4.81	เหมาะสมมากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้												
4.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.67	5	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	5	4.77	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	5	4.77	เหมาะสมมากที่สุด
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	4.64	เหมาะสมมากที่สุด
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดในแต่ละแผน	4.67	5	5	5	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5.77	เหมาะสมมากที่สุด
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.67	4.78	4.73	4.73	4.61	4.61	4.67	4.73	4.73	4.84	4.71	เหมาะสมมากที่สุด
5. สื่อการเรียนการสอน												
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.67	5	4.33	4.67	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 สนองกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.67	4.67	4.33	5	4.67	4.67	4.33	4.53	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.56	4.56	4.56	4.78	4.67	4.67	4.67	4.78	4.56	4.56	4.64	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	แผนที่ 9	แผนที่ 10	$\bar{x}$	ความหมาย
6. การวัดและประเมินผล												
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
6.4 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4.67	4.67	4.67	4.67	5	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
6.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	5	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	4.77	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 6	4.74	4.74	4.74	4.74	4.74	4.60	4.67	4.74	4.74	4.74	4.72	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวมแต่ละแผน	4.72	4.74	4.73	4.76	4.71	4.70	4.74	4.76	4.75	4.77	4.74	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม											4.74	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ ข.1 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่องเงินและบันทึกรายรับรายจ่าย ทั้งหมด 10 แผน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.74 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum x$	IOC	แปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ ข.2 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.80-1.00 ทุกข้อ ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.50 แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : D) ค่าความยาก (item difficulty index : p) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability : α) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แบบอัตนัย

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยาก (p)	สรุปผล
1	0.51	0.56	เลือก
2	0.53	0.54	เลือก
3	0.50	0.51	เลือก
ค่าความเชื่อมั่น (α)		0.82	

จากตารางที่ ข.3 พบว่า ค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและบันทึกรายรับรายจ่าย แบบอัตนัย คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970) มีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.40-0.59) จำนวน 3 ข้อ และค่าความยาก (p) คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers, 1970) มีค่าความยากอยู่ในระดับปานกลาง (0.40-0.59) จำนวน 3 ข้อ แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด และมีค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.82

ตารางที่ ข.4 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบรายงานตนเอง

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
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	+1	+1	0	2	0.67
10	+1	0	+1	2	0.67
11	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1
14	0	+1	+1	2	0.67
15	+1	+1	+1	3	1
16	+1	+1	+1	3	1
17	+1	+1	+1	3	1
18	+1	0	+1	2	0.67
19	+1	+1	+1	3	1
20	+1	+1	0	2	0.67

จากตารางที่ ข.4 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบรายงานตนเอง ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 20 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งทุกข้อผ่านเกณฑ์ แสดงว่าคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ตารางที่ ข.5 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : D) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability : α) ของแบบรายงานตนเอง

แบบรายงานตนเอง					
ข้อที่ 1	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล
1	0.53	เลือก	11	0.46	เลือก
2	0.50	เลือก	12	0.56	เลือก
3	0.46	เลือก	13	0.53	เลือก
4	0.52	เลือก	14	0.58	เลือก
5	0.42	เลือก	15	0.44	เลือก
6	0.45	เลือก	16	0.48	เลือก
7	0.45	เลือก	17	0.49	เลือก
8	0.49	เลือก	18	0.47	เลือก
9	0.55	เลือก	19	0.47	เลือก
10	0.56	เลือก	20	0.54	เลือก
ค่าความเชื่อมั่น			0.88		

จากตารางที่ ข.5 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบรายงานตนเอง จำนวน 20 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.42-0.58 ซึ่งทุกข้อผ่านเกณฑ์ แสดงว่าคำถามทุกข้อนำไปใช้ได้ และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

ภาคผนวก ค

บทสัมภาษณ์นักเรียน

บทสัมภาษณ์เกี่ยวกับเมตาคอกนิชันของนักเรียน ที่ผู้วิจัยใช้เป็นกรณีศึกษา

1. การสัมภาษณ์นักเรียน แบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน ด้านความรู้

1.1 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับสูง

โจทย์ แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อ 7 ชิ้น แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร

นิว : ทราบครับ โจทย์ข้อนี้ถามว่า แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร และโจทย์บอกว่า แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อ 7 ชิ้น ครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนเลือกใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และนักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นอีกหรือไม่อย่างไร

นิว : มีครับ ผมเอา 23.50 บาท ไปคูณกับ 7 ชิ้นครับ อีกวิธีคือเอา 23.50 มาบวกกันทั้งหมด 7 ครั้ง ครับ

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับสูง พบว่า นักเรียนสามารถบอกได้ชัดเจนว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์บอก มีแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง สามารถนำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในการเลือกวิธีการคำนวณที่เหมาะสม

1.2 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับปานกลาง

โจทย์ แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อ 7 ชิ้น แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร

ลูกเกด : ทราบค่ะ จากโจทย์ข้อนี้ถามว่า ต้องจ่ายเงินเท่าไร และโจทย์บอกว่าซื้อโดนัทชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อมา 7 ชิ้น ค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนเลือกใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และนักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นอีกหรือไม่อย่างไร

ลูกเกด : หนูคิดได้แค่เอาตัวเลขมาคูณกันค่ะ เอา 23 คูณ 7 ก่อน แล้วค่อยเอาสตางค์มาคิดทีหลัง แต่หนูไม่ค่อยแน่ใจตอนทดเลขเศษสตางค์ค่ะ

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับปานกลาง พบว่า นักเรียนทราบสิ่งที่โจทย์ถามและโจทย์บอก สามารถดึงความรู้เดิมมาช่วยวางแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่อาจมีความไม่มั่นใจและขาดความสมบูรณ์ในบางขั้นตอน

1.3 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับต่ำ

โจทย์ แม่ซื้อโดนัทราคาชิ้นละ 23.50 บาท ซื้อ 7 ชิ้น แม่ต้องจ่ายเงินเท่าไร

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร

ออม : ถามว่าจ่ายเงินเท่าไรค่ะ ส่วนที่บอกคือมีเลข 23.50 กับ 7 ค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนเลือกใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และนักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร

ออม : หนูไม่แน่ใจค่ะ น่าจะเอามาบวกหรือลบกันค่ะ

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านความรู้อยู่ในระดับต่ำ พบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างครบถ้วน ไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนมาเชื่อมโยงเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาได้

2. การสัมภาษณ์นักเรียน แบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน ด้านการควบคุมตนเอง

2.1 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูง

โจทย์ วันที่ 3 ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2569 กอหญ้าบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย ดังนี้ วันที่ 3 ม.ค. 69 มีเงินเก็บในกระปุกออมสิน 250 บาท ซื้ออุปกรณ์การเรียน 85.50 บาท และซื้อก๋วยเตี๋ยว 30 บาท วันที่ 4 ม.ค. 69 ช่วยยายทำงานบ้านได้เงิน 50 บาท ซื้อน้ำผลไม้ปั่น 15 บาท และซื้อสมุดวาดเขียน 10.50 บาท ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร

เฟย : จากโจทย์ข้อนี้ถามว่า ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์ และโจทย์บอก บันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้า ครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนเลือกใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และนักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร

เฟย : ผมคิดว่าผมจะเขียนแยกไว้ว่าอันไหนคือได้เงินมา (รายรับ) อันไหนคือซื้อของ (รายจ่าย) แล้วก็ดูวันที่ให้เรียงตามลำดับ จะได้ไม่เขียนสลับบรรทัดกัน เอาเงินเก็บในกระปุกออมสิน 250 บาท มาลบค่าอุปกรณ์การเรียน 85.50 บาท ทดในกระดาษทด คงเหลือ 164.50 บาท ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ ครับ รายรับทั้งหมด คือ 250.00 + 50.00 = 300.00 และรายจ่ายทั้งหมด คือ 85.50 + 30.00 + 15.00 + 10.50 = 141.00 และเงินคงเหลือ คือ รายรับทั้งหมด - รายจ่ายทั้งหมด = เงินคงเหลือ ได้ว่า 300.00 – 141.00 = 159.00 ครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร ว่าคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลและเป็นไปได้จริง

เฟย : ผมมั่นใจว่า 159 บาทถูกต้อง เพราะตอนผมทำตารางรายรับรายจ่ายแบบหักลบไปทีละบรรทัด ผมก็ได้ 159 บาท พอลองตรวจคำตอบด้วยการเอารายรับทั้งหมด คือ 300 บาท มาลบกับรายจ่ายที่รวมกันแล้ว คือ 141 บาท มันก็ลบได้ 159 บาทเท่ากันกับในตารางพอดี

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับสูง พบว่า นักเรียนสามารถลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาถูกต้องสมบูรณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยแต่ละขั้นตอนมีความละเอียดรอบคอบ มีการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผล และเป็นไปได้จริง

2.2 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับปานกลาง

โจทย์ วันที่ 3 ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2569 กอหญ้าบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย ดังนี้ วันที่ 3 ม.ค. 69 มีเงินเก็บในกระปุกออมสิน 250 บาท ซื้ออุปกรณ์การเรียน 85.50 บาท และซื้อก๋วยเตี๋ยว 30 บาท วันที่ 4 ม.ค. 69 ช่วยยายทำงานบ้านได้เงิน 50 บาท ซื้อน้ำผลไม้ปั่น 15 บาท และซื้อสมุดวาดเขียน 10.50 บาท ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียด ดังนี้

ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร

วชิ : จากโจทย์ข้อนี้นะคะ โจทย์ถามว่า ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์ และโจทย์บอกว่า บันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้า ค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนเลือกใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และนักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นอีกหรือไม่อย่างไร

วชิ : หนูเริ่มจากเขียนตารางรายรับรายจ่ายตามที่เคยเรียนค่ะ หนูจะไม่เขียนชื่อรายการยาว ๆ ในตารางค่ะ แต่หนูจะใส่ตัวเลขให้ถูกช่อง แล้วหนูจะค่อย ๆ หักยอดเงินคงเหลือไปทีละบรรทัดจนถึงบรรทัดสุดท้าย เพื่อให้รู้ว่าลดลงไปเท่าไหร่ในแต่ละรายการค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร ว่าคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลและเป็นไปได้จริง

วชิ : หนูมั่นใจว่าถูกค่ะ เพราะหนูนำรายรับทั้งหมดลบด้วยรายจ่ายจะได้เงินคงเหลือ 159 บาท ตรงกับในบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าพอดี

ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับปานกลาง พบว่า นักเรียนสามารถกำหนดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้เกือบครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ในบางขั้นตอนอาจมีลำดับขั้นตอนที่ไม่ครบถ้วน มักจะอาศัยการทำซ้ำวิธีเดิม หรือขาดการเชื่อมโยงกับความสมเหตุสมผลในชีวิตจริง มีการเลือกใช้วิธีการแก้ไข

ปัญหาที่เหมาะสม และยังสามารถตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลได้ในบางส่วน

2.3 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับต่ำ

โจทย์ วันที่ 3 ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2569 กอหญ้าบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย ดังนี้ วันที่ 3 ม.ค. 69 มีเงินเก็บในกระปุกออมสิน 250 บาท ซื้ออุปกรณ์การเรียน 85.50 บาท และซื้อก๋วยเตี๋ยว 30 บาท วันที่ 4 ม.ค. 69 ช่วยยายทำงานบ้านได้เงิน 50 บาท ซื้อน้ำผลไม้ปั่น 15 บาท และซื้อสมุดวาดเขียน 10.50 บาท ให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียด ดังนี้

ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไร

อาร์ท : ข้อนี้ให้หาว่าให้นักเรียนเขียนบันทึกรายรับรายจ่ายของกอหญ้าให้สมบูรณ์ ใช่ไหมครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนเลือกใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และนักเรียนคิดว่ามีวิธีอื่นอีกหรือไม่อย่างไร

อาร์ท : ผมไม่รู้ครับ ผมจำวิธีการหาคำตอบที่เรียนมาไม่ได้ครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบอย่างไร ว่าคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลและเป็นไปได้จริง

อาร์ท : ผมลอกตามเพื่อนครับ

ผลการวิเคราะจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการควบคุมตนเองอยู่ในระดับต่ำ พบว่า นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ถามได้เพียงบางส่วน แต่ไม่สามารถวางแผนหรือกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ ไม่มีการควบคุมกำกับกระบวนการคิดของตนเอง และไม่สามารถประเมินความคิดหรือตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้

3. การสัมภาษณ์นักเรียน แบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน ด้านการตระหนักต่อกระบวนการคิด

3.1 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับสูง

ผู้วิจัย : ถ้าคำตอบที่นักเรียนได้ไม่ตรงกับคำตอบของครูที่เฉลย นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

อันดา : ผมจะตรวจดูอีกรอบครับ ผมอยากรู้ว่าผมคิดผิดตรงไหน ผมจะได้กลับไปดูที่กระดาษทดว่าผมเผลอลบเลขผิด แต่ถ้าผมคิดถูกแล้ว ผมจะยกมือถามครูครับ ว่าทำไมครูถึงเฉลยแบบนั้น เผื่อผมเข้าใจโจทย์ผิดครับ

ผู้วิจัย : ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

อันดา : ผมจะตรวจสอบคำตอบของตัวเองอีกครั้งครับ แล้วผมก็จะถามเพื่อนด้วยว่าเพื่อนได้คำตอบเท่าไหร่ ทำไมถึงคิดแบบนั้น ผมจะได้เอาวิธีของเพื่อนมาเทียบกับของผม ว่าใครเผลอลบเลขผิด หรือใครเข้าใจโจทย์ผิดครับ

ผู้วิจัย : ถ้าเพื่อนของนักเรียนบอกว่าเขามีวิธีในการหาคำตอบแต่ละข้อที่ดีกว่านักเรียน นักเรียนจะทำอย่างไร

อันดา : ผมคิดว่าผมจะรับฟังวิธีการของเพื่อนก่อนครับ เผื่อว่าเพื่อนมีขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้รวดเร็วและแม่นยำกว่า และสามารถนำมาปรับใช้กับวิธีการของตนเอง ถ้าวิธีการของเพื่อนดีกว่าจริง ผมก็จะนำไปใช้การแก้โจทย์ปัญหาครับ

ผลการวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์ที่มีเมตาคอกนิชันด้านการตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับสูง พบว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ในการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องมีการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาทุกครั้ง เพื่อความถูกต้องและเสริมความมั่นใจให้กับตนเอง และไม่ว่าสิ่งที่นักเรียนได้ทำมาจะถูกต้องหรือไม่ก็ตาม นักเรียนจะตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อจะให้ได้คำตอบและวิธีการที่ถูกต้อง นอกจากนี้ถ้ามีคนเสนอวิธีการหาคำตอบใหม่ ๆ ที่ดีกว่าวิธีการของนักเรียน นักเรียนก็พร้อมที่จะเรียนรู้และรับฟังวิธีการนั้น ๆ เพื่อที่จะนำมาปรับใช้และพัฒนาวิธีการคิดของตนเอง

3.2 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับปานกลาง

ผู้วิจัย : ถ้าคำตอบที่นักเรียนได้ไม่ตรงกับคำตอบของครูที่เฉลย นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

โฟกัส : ตรวจสอบคำตอบอีกครั้งค่ะ เพราะ คำตอบหนูไม่ตรงกับครู หนูคิดว่าหนูน่าจะคิดเลขผิดตรงไหนสักที่ หนูจะตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาอีกครั้งค่ะ

ผู้วิจัย : ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

โฟกัส : ตรวจสอบค่ะ เพราะอยากรู้ว่าผิดจริงไหม เพื่อเช็ควิธีการและคำตอบอีกครั้งค่ะ

ผู้วิจัย : ถ้าเพื่อนของนักเรียนบอกว่าเขามีวิธีในการหาคำตอบแต่ละข้อที่ดีกว่านักเรียน นักเรียนจะทำอย่างไร

โฟกัส : หนูจะฟังเพื่อนอธิบายก่อนค่ะ ว่าเพื่อนทำอย่างไร แต่หนูจะยังใช้วิธีการของหนูค่ะ เพราะหนูมั่นใจในวิธีการของหนูค่ะ

ผลการวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์ที่มีเมตาคอกนิชันด้านการตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับปานกลาง พบว่า นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีเหตุผลมาสนับสนุนความคิดของตนเองได้

บางส่วน มีการตรวจสอบคำตอบของตนเองทุกครั้ง เพื่อมั่นใจในคำตอบ ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นและเปิดรับวิธีคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าตนเอง

3.3 การสัมภาษณ์นักเรียนที่มีเมตาคอกนิชันด้านการตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับต่ำ

ผู้วิจัย : ถ้าคำตอบที่นักเรียนได้ไม่ตรงกับคำตอบของครูที่เฉลย นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

ยูมิ : ไม่ตรวจสอบค่ะ หนูคงลบคำตอบของหนูทิ้ง แล้วจดตามที่ครูเขียนบนกระดานเลยค่ะ เพราะคำตอบของครูต้องถูกอยู่แล้ว

ผู้วิจัย : ถ้าเพื่อนบอกว่าคำตอบของนักเรียนผิด นักเรียนจะตรวจสอบคำตอบของตนเองอีกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด

ยูมิ : ไม่ตรวจสอบค่ะ เพราะ หนูคิดว่าวิธีการของหนูถูกต้องแล้วค่ะ

ผู้วิจัย : ถ้าเพื่อนของนักเรียนบอกว่าเขามีวิธีในการหาคำตอบแต่ละข้อที่ดีกว่านักเรียน นักเรียนจะทำอย่างไร

ยูมิ : หนูเชื่อคำตอบของเพื่อนค่ะ

ผลการวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์ที่มีเมตาคอกนิชันด้านการตระหนักต่อกระบวนการคิดอยู่ในระดับต่ำ พบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็นที่ไม่มีเหตุผลมาสนับสนุนความคิดของตนเอง ไม่ยอมรับความคิดเห็นที่ถูกต้องของคนอื่น และยังไม่เปิดรับวิธีการคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าวิธีการคิดของตนเอง

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ง.1 ผลการประเมินระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และระดับเมตาคอกนิชันจำแนกตามองค์ประกอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (ระดับ 0 ถึง ระดับ 5)	เมตาคอกนิชัน			ภาพรวมระดับเมตาคอกนิชัน
		ด้านความรู้	ด้านการควบคุมตนเอง	ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด	
1	ระดับ 4	สูง	สูง	สูง	สูง
2	ระดับ 3	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
3	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
4	ระดับ 4	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง
5	ระดับ 3	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
6	ระดับ 4	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
7	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
8	ระดับ 4	สูง	สูง	สูง	สูง
9	ระดับ 3	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
10	ระดับ 4	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
11	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
12	ระดับ 4	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
13	ระดับ 3	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
14	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
15	ระดับ 4	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
16	ระดับ 3	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
17	ระดับ 4	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
18	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
19	ระดับ 3	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
20	ระดับ 4	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
21	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
22	ระดับ 3	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
23	ระดับ 4	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
24	ระดับ 3	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
25	ระดับ 4	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง
26	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
27	ระดับ 3	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (ระดับ 0 ถึง ระดับ 5)	เมตาคอกนิชัน			ภาพรวมระดับเมตาคอกนิชัน
		ด้านความรู้	ด้านการควบคุมตนเอง	ด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด	
28	ระดับ 4	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
29	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
30	ระดับ 4	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
31	ระดับ 3	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
32	ระดับ 4	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
33	ระดับ 5	สูง	สูง	สูง	สูง
34	ระดับ 3	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
35	ระดับ 4	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
36	ระดับ 3	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
37	ระดับ 4	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
38	ระดับ 3	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
39	ระดับ 4	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
40	ระดับ 3	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง
41	ระดับ 4	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง

จากตารางที่ ง.1 พบว่า ผลการประเมินระดับความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และระดับเมตาคอกนิชันจำแนกตามองค์ประกอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 และเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน พบว่า ด้านความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง ส่วนด้านการควบคุมตนเองและด้านความตระหนักต่อกระบวนการคิด นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง และภาพรวมระดับเมตาคอกนิชันของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส	อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
2. คุณครูวัลลภา แก้วนะรา	ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้าสายชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
3. คุณครูมยุรีย์ สีเฉลียว	ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้าสายชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก ฉ

หนังสือขอความอนุเคราะห์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์
ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๕๗๘ ลงวันที่ ๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๘
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส

ด้วยนางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๗๘๐๑๐๑๖๐๑๐๑ สาขาวิชา คณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาเมตาคอกนิชันโดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบวัดความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเมตาคอกนิชัน
☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๑๐๐๙๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูวัลลภา แก้วนะรา

ด้วยนางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๗๘๐๑๐๑๖๐๑๐๑ สาขาวิชา คณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาเมตาคอกนิชันโดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบวัดความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเมตาคอกนิชัน
☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๒๖๖๑๗๙๐๒



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๑๐๐๙๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูมยุรีย์ สีเฉลียว

ด้วยนางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๗๘๐๑๐๑๖๐๑๐๑ สาขาวิชา คณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาเมตาคอกนิชันโดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบวัดความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเมตาคอกนิชัน
☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๒๖๖๑๗๙๐๒



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๑๐๐๙๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม

ด้วยนางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๗๘๐๑๐๑๖๐๑๐๑ สาขาวิชา คณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาเมตาคอกนิชันโดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๒๖๖๑๗๙๐๒

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

กัญญ์วรา ประโกสันตัง และรามนรี นนทภา. (2569). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี*, 9(5).

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวกัญญ์วรา ประโกสันตัง

วันเกิด 27 ธันวาคม 2544

Email prakosantangk@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2567	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2569	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม