

Ms 129761

การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นางสาววนิดา เขตประทุม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม




ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย : นางสาววนิดา เขตประทุม

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ว่าที่ร้อยโท


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐรัชย์ จันทร์ทุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรณคำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นवल นนทภา)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรณคำ)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)

ชื่อเรื่อง : การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย : นางสาววนิดา เขตประทุม
ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา
ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (2) หาแนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จำนวน 2 ห้อง ประกอบด้วย ห้อง ม. 2/3 จำนวน 40 คน และห้อง ม. 2/5 จำนวน 40 คน รวมทั้งหมดจำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic description)

ผลการวิจัยพบว่า (1) การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.50 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.36 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 50.00 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.57 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 45.00 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65

(2) แนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

แนวทางการพัฒนา คือครูควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย และสามารถสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย หรือให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง แนวทางในการพัฒนา คือ ครูต้องสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นความเข้าใจ ควรสอนเป็นขั้นตอน และเชื่อมโยงความรู้เก่ามาหาความรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ สิ่งเหล่านี้จะให้นักเรียนอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์ถึงออกมาแบบนี้ นอกจากนี้การใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของครูต้องถูกต้อง ควรเน้นย้ำความสำคัญเกี่ยวกับการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผลกับนักเรียน ครูต้องให้นักเรียนฝึกอธิบายเป็นประจำว่าทำไมถึงทำแบบนี้ ผลลัพธ์ตรงนี้มาได้อย่างไร และสรุปเป็นความคิดรวบยอดด้วยตัวของนักเรียนเอง ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง จึงไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้ แนวทางในการพัฒนา คือ ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทักษะ และพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการของกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสอนโดยใช้เกม หรือการบูรณาความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่จำกัดกรอบการคิด ซึ่งนักเรียนอาจสร้างวิธีคิดแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ ควรจะยกตัวอย่างจากง่ายไปหายาก ทำให้เห็นภาพง่ายที่สุด แล้วค่อยโยงมาสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม มีโจทย์ให้นักเรียนได้ฝึกค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต และจากหนังสืออื่น ๆ เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และครูควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

คำสำคัญ : การคิดทางคณิตศาสตร์ แนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์

Title : A Study of Mathematical Thinking of Mathayomsuksa 2
Author : Miss Wanida Ketpratun
Degree : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat Maha Sarakham University
Advisors : Assitant Professor Dr.Ramnaree Nontapa
Year : 2020

ABSTRACT

The purpose of this research was to (1) Study of Mathematical Thinking of Mathayomsuksa2. (2) Find ways to develop mathematical thinking of Mathayomsuksa 2. Target group used in research namely Mathayomsuksa 2, Wat Sra Tong Municipal School there are 2 classrooms include room M.2/3, amount 40 person and room M.2/5, amount 40 person, a total of 80 person. Research tools Include Mathematical thinking test and Semi-structural interview form. The Statistics employed research to analyze data was frequency, percentage, mean and standard deviation. Analyze data using Task analysis and Analytic description

The results of the research showed that (1) mathematical thinking of Mathayomsuksa 2, Wat Sra Tong Municipal School. The mathematical problem solving most students scored at a moderate level, representing 47.50 percent, the average score was 12.66 and the standard deviation was 1.36. The mathematical reasoning most students scored at a moderate level, representing 50.00 percent, the average score was 11.60 and the standard deviation was 1.57. And the representatives presented ideas most students scored at a moderate level, representing 45.00 percent, the average score was 10.56 and the standard deviation was 1.65.

(2) Guidelines for development mathematical thinking of Mathayomsuksa 2. The mathematical Problem Solving, because students lack the understanding of the

problem-solving model, basic knowledge in mathematical operations causing some steps to be incomplete and the wrong answer, students lack understanding of mathematical principles, and cannot apply that principle to solve problems correctly. Guidelines for development are teachers should have interesting situations for students to take action, by training students can choose a variety of strategies for problem solving, and able to summarize answers in accordance with the problem, develop learning management styles that often include mathematical problems solving. The mathematical reasoning because students cannot link knowledge to use in explaining or reasoning in the process of how to do and find the answer and use the mathematical symbol language is not correct. Guidelines for development are teachers must teach basic mathematical concepts without focusing on memorization but must understand, should teach in steps and connecting old knowledge to new knowledge for students to learn the origins of new knowledge this will allow students to explain why the results came out this way, in addition the use of language and the mathematical symbol of the teacher must be correct should emphasize the importance of language usage and mathematical symbols in reasoning to students, teachers must have students practice regularly to explain why this is so and summarized by the students themselves. The representatives presented ideas because students cannot see abstract problems in concrete, they cannot connect mathematical knowledge with real-life situations and therefore it is not possible to use agents to create ideas. Guidelines for development are teachers must teach students to acquire knowledge skills and thought development through the process of activities such as games or integrating classroom knowledge with real life, learning activities are not limited by a frame of mind. Students may create a new way of thinking, it should be an example from easy to difficult, makes it easy to visualize then link to mathematical symbols, have media or pictures for students to see in concrete, causing problems for students to practice searching on the internet

and from other books so that students are knowledgeable by themselves and teachers should use technology in learning or media to see students concrete in order to stimulate student interest.

Keywords: Mathematical Thinking, The development of mathematical thinking



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นवल นนทภา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรณ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และท่านคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรณกรรม การสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส อาจารย์ ดร.นิตยา จันตะคุณ อาจารย์ ดร.ชาญณรงค์ เฮียงราช คุณครูชตัตถนพร เอกภักษ์ชัยวงษ์ และคุณครูดวงจันทร์ ชมภูวิเศษ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย นางพิกุล พรหมเกตต์ ผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาล วัดสระทอง คุณครูจรีพร แก้วคำลา และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ได้ให้ความ อนุเคราะห์ และความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

คุณค่าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้และน้อมรำลึกบูชาพระคุณ แก่บุพการีของผู้วิจัย ญาติพี่น้องและครอบครัวที่ให้การสนับสนุน รวมทั้งบูรพาจารย์ทุกท่านที่อยู่ เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นางสาววนิดา เขตประทุม

สารบัญ

| หัวข้อ | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อ | ค |
| ABSTRACT | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | ช |
| สารบัญ | ฉ |
| สารบัญตาราง | ฎ |
| สารบัญภาพ | ฏ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย | 4 |
| 1.3 ขอบเขตการวิจัย | 4 |
| 1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 5 |
| 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย | 6 |
| บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม..... | 7 |
| 2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 7 |
| 2.2 การคิดทางคณิตศาสตร์ | 15 |
| 2.3 แบบทดสอบ | 28 |
| 2.4 แบบสัมภาษณ์..... | 37 |
| 2.5 การหาคุณภาพเครื่องมือ..... | 41 |
| 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 53 |
| 2.7 กรอบแนวคิดการวิจัย | 59 |

| หัวเรื่อง | หน้า |
|---|------|
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... | 60 |
| 3.1 กลุ่มเป้าหมาย | 60 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 60 |
| 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย | 61 |
| 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล | 64 |
| 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล | 65 |
| 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 65 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย..... | 68 |
| 4.1 ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล | 68 |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 68 |
| บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 97 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย | 97 |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย | 98 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ..... | 104 |
| บรรณานุกรม..... | 105 |
| ภาคผนวก..... | 112 |
| ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 113 |
| ภาคผนวก ข การหาคุณภาพของแบบทดสอบ..... | 122 |
| ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย | 125 |
| ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์..... | 127 |
| การเผยแพร่ผลงานวิจัย..... | 134 |
| ประวัติผู้วิจัย | 135 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 2.1 | โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 22101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 13 |
| 2.2 | เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา | 20 |
| 2.3 | เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการทางคิดคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล | 21 |
| 2.4 | เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด ... | 22 |
| 2.5 | การสังเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์..... | 23 |
| 2.6 | การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ..... | 32 |
| 2.7 | ตารางเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนน T ปกติ..... | 33 |
| 2.8 | สมมติจากข้อมูลการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T | 35 |
| 3.1 | เกณฑ์การให้คะแนนระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ | 64 |
| 4.1 | ผลวิเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน..... | 69 |
| 4.2 | สรุปจากการสัมภาษณ์นักเรียน เกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์..... | 87 |
| 4.3 | สรุปปัญหาและแนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน | 91 |
| 4.4 | ผลการศึกษาการให้คิดทางคณิตศาสตร์ และหาแนวทางในการพัฒนา การคิดทางคณิตศาสตร์ | 94 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.1 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 1 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ที่มีระดับคะแนนสูง | 70 |
| 4.2 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 1 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ที่มีระดับคะแนนปานกลาง | 72 |
| 4.3 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 1 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ที่มีระดับคะแนนต่ำ | 74 |
| 4.4 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 2 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ที่มีระดับคะแนนสูง | 76 |
| 4.5 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 2 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ที่มีระดับคะแนนปานกลาง | 78 |
| 4.6 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 2 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ที่มีระดับคะแนนต่ำ | 80 |
| 4.7 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 8 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอ ตัวแทนความคิดที่มีระดับคะแนนสูง | 82 |
| 4.8 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 8 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอ ตัวแทนความคิดที่มีระดับคะแนนปานกลาง | 84 |
| 4.9 ยกตัวอย่างงานเขียนข้อที่ 8 ของนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอ ตัวแทนความคิดที่มีระดับคะแนนต่ำ | 86 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยได้กำหนดวิสัยทัศน์การปฏิรูปการศึกษา เพื่อให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ โดยมีจุดเน้นที่สำคัญ ได้แก่ พัฒนาคุณภาพ การศึกษา และการเรียนรู้แบบเปิดโอกาสทางการศึกษา โดยให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมี คุณภาพ และการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของสังคม ทำให้การศึกษาไทยมีคุณภาพและมีมาตรฐาน ระดับสากล สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง รักการอ่าน แสวงหาความรู้ มีคุณธรรมพื้นฐาน มีจิตสำนึกและ ค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสาธารณะ มีวัฒนธรรมประชาธิปไตย คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีทักษะในการคิดและปฏิบัติ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ มีความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งประเทศไทยต้องก้าวเข้าสู่กระแสใหม่ของการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเศรษฐกิจและฐานความรู้ ซึ่งต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนามนุษย์ การใช้ และการต่อยอดองค์ความรู้ การให้ความสำคัญกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ดังนั้นประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการพัฒนากำลังคนที่เหมาะสมและการจัดการศึกษาให้ สอดรับกับกระแสการเปลี่ยนแปลง (วิจารณ์ พานิช, 2555, น. 11)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะ การคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนิน ชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (ยุพิน พิพิธกุล และคณะ, 2554, น. 5) นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็น พลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิดช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการทำงาน มีความสามารถ ในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมายตลอดจนมีลักษณะของความเป็น ผู้นำสังคม (สิริพร ทิพย์คง, 2545, น. 1)

การคิดเป็นกระบวนการของสมอง เป็นผลผลิตของสติปัญญาโดยอาศัยความเชื่อมโยงของความเข้าใจใช้เวลาในการทบทวนไตร่ตรองเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อนที่จะตัดสินใจ การคิดเป็นตัวกำหนดสิ่งที่เรา รู้ ความรู้ที่เราได้จากการคิดนั้นจะเป็นตัวกำหนดความเป็นตัวเรา เราคิดอย่างไร เราคิดอะไร เราจะ เป็นเช่นนั้น และความเป็นตัวเราจะเป็นตัวกำหนดวิถีชีวิตของเรา ซึ่งจะทำให้เราแสดงออกทั้งคำพูด และการกระทำ โดยอาจจะถ่ายทอดเป็นการเขียน การพูด การกระทำ และการแสดงออกทั้งปฏิกิริยา ต่าง ๆ ดังนั้นกระบวนการคิด คือ กระบวนการกำหนดการแสดงออกในรูปของภาษาหรือสัญลักษณ์ การคิดนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่แสดงถึงศักยภาพของมนุษย์ ความสามารถทางการคิดจะทำให้เกิด การพัฒนาในด้านต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีนวัตกรรม ๆ การพัฒนาการของวิทยาการในทุกด้านตลอดถึง การแก้ปัญหาและการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคนในสังคม สิ่งเหล่านี้ย่อมส่งผลต่อความเจริญของ ประเทศชาติด้วย การคิดมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบก่อให้เกิดการพัฒนาคนอย่างยั่งยืนซึ่งหมายถึง มิใช่เพียงเพื่อให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นหรือเป็นคนที่มีความรู้ความสามารถเท่านั้น แต่ต้องพัฒนา เพื่อให้เกิดความอยู่รอดอย่างยั่งยืนในทั้งตัวบุคคลและสังคม (สมทรง สุวพานิช. 2552, น. 47) อีกทั้ง National Research Council. (2000, p. 1) ได้กล่าวว่า การคิดเป็นกุญแจสำคัญของการพัฒนาเด็ก แต่ในเวลาเดียวกันก็เป็นกำแพงใหญ่ที่จะต้องก้าวข้ามไปได้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของเด็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งต้องพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์

การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นว่าเราจะเริ่มต้นจัดการ กับปัญหาที่ประสพอย่างไร มีการนำประสบการณ์เดิมมาใช้วางแผนแก้ปัญหา ต้องใช้เวลา และความ มุ่งมั่นเพื่อให้เกิดกระบวนการตั้งคำถาม และหาคำตอบอย่างเฉลียวฉลาด การเพิ่มพูนการคิด ทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างตรงไปตรงมา คิดไตร่ตรองจากประสบการณ์เดิม การลงมือปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าสืบสวน สอบสวนค้นคว้าหาคำตอบ ผู้ใดมีความคิดลักษณะนี้จะช่วย บ่งชี้ว่าจะเป็นผู้ที่สามารถให้ความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีอีกด้วย (Rickart. 1996, p. 285) การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการคิดในเชิงการคิดคำนวณ การคิดแก้ปัญหา ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ สามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้บุคคลอื่นรับรู้ได้ รวมทั้งสามารถ เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ นอกจากนี้ยังรู้จักตรวจสอบหรือความคุมการรู้คิดของตนเองได้อีกด้วย (Northwest Regional Educational Laboratory 2005, p. 67) การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการประยุกต์วิธีการอย่างเป็น ระบบจนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณหรือจำนวน จนกระทั่ง สามารถนึกถึงแบบรูป สถานการณ์ ปัญหาทั่วไป และเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายได้ องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มี 3 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ประกอบด้วยการใช้ยุทธวิธีในการ แก้ปัญหา และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills) ใช้ การนำเสนอความสัมพันธ์ที่สามารถมองเห็นสัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา และ การให้เหตุผล (Reasoning

Skills) พิจารณาในส่วนของการให้เหตุผลอุปนัยและนิรนัย เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการคิดทางคณิตศาสตร์รวมถึงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน เนื่องจากการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่แสดงออกถึงการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ที่กำลังประสบอยู่คือ ไม่รู้ว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ของเด็กเป็นแบบใด ควรทำความเข้าใจว่าเด็กคิดอย่างไร ซึ่งนับว่าเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน เพื่อหาทางส่งเสริมแนะนำได้อย่างถูกต้อง (Kriegler 2004, p. 28) นอกจากนี้ การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์จะต้องทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวคือการแก้ปัญหาการนำเสนอตัวแทนความคิด เช่น แผนภูมิ รูปภาพ หรือกราฟ ในรูปตัวเลข เช่น ตาราง การทำรายการ ในรูปสัญลักษณ์และในรูปคำพูด การให้เหตุผล ได้แก่ การสร้างกรณีทั่วไป การสรุปที่สมเหตุสมผล วิธีการอุปนัยซึ่งเป็นการตรวจสอบ กรณีเฉพาะการจำแนกแบบรูปและความสัมพันธ์ การขยายแบบรูปและความสัมพันธ์ (Manouchehri 2005, p. 37) การคิดทางคณิตศาสตร์ของเด็กในการแก้ปัญหาผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการสำรวจ (Explore) รวมทั้งมีการคิดเกี่ยวกับตัวปัญหา และการใช้เหตุผลในการหาคำตอบของปัญหาทั้งแบบธรรมดา (Routine Problem) หรือปัญหาที่แปลกใหม่ (Non Routine Problem) นอกจากนี้ยังกล่าวว่าผู้ใช้เหตุผลและใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ในกระบวนการแก้ปัญหา มักจะแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้เป็นคือ ใช้การสังเกตอย่างรอบคอบเพื่อ ค้นหาแบบรูป โครงสร้างหรือสิ่งที่ไม่เป็นไปตามธรรมดาจากสภาพการณ์หรือปัญหาในชีวิตจริง หรือในสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ ตั้งคำถามต่อตนเองว่าแบบรูปเหล่านี้เกิดขึ้นโดยบังเอิญหรือเกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล สร้างข้อคาดการณ์ และพิสูจน์ข้อคาดการณ์ของตนเอง กิจกรรมการแก้ปัญหา จะทำให้เด็กเกิดทักษะทางภาษาและสังคม เกิดทักษะการทำงานร่วมกัน ตลอดจนมีทักษะการสื่อสารการคิดทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการสื่อสารเป็นวิธีการที่บุคคลแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน มีการทำความเข้าใจแนวคิด (Ideas) ซึ่งแนวคิดต่าง ๆ เป็นสิ่งที่สะท้อนความรู้ และความเข้าใจของแต่ละบุคคล การอภิปรายโต้แย้งถกเถียงจะเป็นประเด็นสำคัญที่นำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้การนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ยังมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการและผลผลิตของการคิด ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้จากภายนอกและเกิดขึ้นภายในสมองของผู้เรียนที่กำลังทำงานด้านคณิตศาสตร์ (กรองทอง ไครีรี 2554, น. 10)

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันมีปัญหาจากผลการประเมินนักเรียนนานาชาติ (PISA) โดยองค์การความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในปี ค.ศ. 2015 คิดเป็น 415 คะแนนโดยประเทศไทยได้ถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 49 – 55 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่กำหนดไว้คือ 500 คะแนน สะท้อนให้เห็นว่าผลการเรียนของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ (สำนักงานส่งเสริมการสวนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558, p. 42) และจากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-Net) ของนักเรียน โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง พบว่าโดยภาพรวมคะแนนมาตรฐาน

การเรียนรู้ของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 26.20 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ O-NET (Ordinary National Education Testing) ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยม (National Education Testing) ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยม ที่นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงปีการศึกษา 2561 ผลจากการประเมินชี้ให้เห็นถึงปัญหาของนักเรียนยังไม่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการคิดทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนมีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด จึงจำเป็นต้องปลูกฝังและมีการเตรียมความพร้อมตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนที่มีความมีประสิทธิภาพ (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง 2561)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทองว่าอยู่ในระดับใด และวิเคราะห์หาแนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละด้าน เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 1.2.2 เพื่อหาแนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง ม.2/3 จำนวน 40 คนและ ห้อง ม.2/5 จำนวน 40 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 80 คน

1.3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ การคิดทางคณิตศาสตร์

1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกจำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ ปริซึมและทรงกระบอก สมบัติของเลขยกกำลัง และทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ระหว่างปีการศึกษา 2562

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“การคิดทางคณิตศาสตร์” หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจแบบรูป วิธีการเชิงระบบ และใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลาย เช่น เทคนิคทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด ซึ่งจะช่วยให้สามารถจัดการสิ่งที่มีความซับซ้อนและขยายความเข้าใจได้ ซึ่งแยกออกเป็น 3 องค์ประกอบคือ

“การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” หมายถึง เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา สามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหากำหนดคืออะไร โจทย์ต้องการทราบอะไร รวมทั้งสามารถเลือกใช้วิธีที่หลากหลาย และสรุปคำตอบได้

“การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์” หมายถึง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา รวมทั้งอธิบายโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

“การนำเสนอตัวแทนความคิด” หมายถึง ภาพที่ปรากฏขึ้น ภายในสมองหรือความคิดของบุคคล ซึ่งความคิดเหล่านั้นสามารถแสดงออกมาให้เห็นอย่างชัดเจนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จากการอธิบาย การวาดภาพ การแสดงท่าทาง และ กราฟ เป็นต้น เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของความรู้ ความเข้าใจ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และกระบวนการจัดการนำเสนอตัวแทนความคิด

“การประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์” หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้าน โดยพิจารณาวิธีหาคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อจำแนกออกเป็น ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ

“การสัมภาษณ์เชิงลึก” หมายถึง การซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคล โดยเป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอน เพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่างๆ การถามนอกจากจะให้ข้อบ่งชี้แล้วจะต้องถามถึงเหตุผลด้วย

“แนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์” หมายถึง ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วนำไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะปรับปรุง เปลี่ยนแปลง และพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การนำเสนอตัวแทนความคิด ว่านักเรียนจะต้องมีองค์ประกอบอะไรบ้างในการที่จะทำให้การคิดทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น และการที่นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่ดีขึ้นเกิดจากสาเหตุใด และจะแก้ไขได้อย่างไร

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ได้ข้อสังเกตว่านักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ว่าอยู่ในระดับใด และจะทำให้ทราบว่านักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านจะต้องมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพื่อหาแนวทางที่จะนำไปสู่การพัฒนาแต่ละองค์ประกอบนั้น ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ และเป็นข้อมูลช่วยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ใช้เป็นแนวทางส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. การคิดทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบ
4. แบบสัมภาษณ์
5. การหาคุณภาพเครื่องมือ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน คำอธิบายรายวิชา และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-5)

2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือ ในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับคนอื่นได้อย่างมีความสุข

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

2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 4 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น แคลคูลัส

2.1.2.1 จำนวนและพีชคณิต ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.2 การวัดและเรขาคณิต ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของ รูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน เรขาคณิตวิเคราะห์เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.3 สถิติและความน่าจะเป็น การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.2.4 แคลคูลัส ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของ จำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และ นำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

หมายเหตุ : มาตรฐาน ค 1.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.4 เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

หมายเหตุ 1) มาตรฐาน ค 2.1 และ ค 2.2 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

2) มาตรฐาน ค 2.3 และ ค 2.4 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

หมายเหตุ ค 3.2 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6

สาระที่ 4 แคลคูลัส

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

หมายเหตุ : มาตรฐาน ค 4.1 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

2.1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี่ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

2.1.4.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.4.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.1.4.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.4.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

2.1.4.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

2.1.5 คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

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 การลบ เศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.5.3 คาดคะเนและวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เลือกใช้เครื่องมือและหน่วยที่เหมาะสม บอกเวลา บอกจำนวนเงิน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.5.4 จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอกและกรวย เขียนรูปหลายเหลี่ยม วงกลมและวงรีโดยใช้แบบของรูป ระบुरुูป เรขาคณิตที่มี แกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ ตารางทางเดียว และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 1-3)

2.1.6 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1

โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

2.1.6.1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ในบททฤษฎีบทพีทาโกรัสนี้ ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

1) ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นทฤษฎีบทที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก หรือความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่อยู่ด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนั้น

2) บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นทฤษฎีบทที่ใช้เพื่อบอกว่ารูปสามเหลี่ยมใด ๆ ที่กำลังสองของความยาวของด้านด้านหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านอีกสองด้านแล้วรูปสามเหลี่ยมนั้นจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

2.1.6.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ในบทความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริงนี้ ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

1) จำนวนตรรกยะ เป็นจำนวนที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วน $\frac{a}{b}$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็ม และ $b \neq 0$

2) จำนวนอตรรกยะ เป็นจำนวนที่ไม่สามารถเขียนได้ในรูปเศษส่วนที่มีทั้งตัวเศษและส่วนเป็นจำนวนเต็มได้

3) รากที่สอง รากที่สองของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ คือ จำนวนที่เมื่อยกกำลังสองแล้วได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนนั้น โดยรากที่สองของจำนวนจริงบวกใด ๆ จะมีสองค่าเสมอ คือ รากที่สองที่เป็นบวกและรากที่สองที่เป็นลบ

4) รากที่สาม รากที่สามของจำนวนจริง คือ จำนวนที่เมื่อยกกำลังสามแล้วได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนนั้น

2.1.6.3 ปริซึมและทรงกระบอก ในบทปริซึมและทรงกระบอกนี้ ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังต่อไปนี้

1) พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม พื้นที่ผิวของปริซึม คือ พื้นที่ของพื้นผิวทั้งหมดของปริซึม ซึ่งสามารถหาได้จากพื้นที่ของด้านข้างทั้งหมดรวมกับพื้นที่ของฐานทั้งสองและปริมาตรของปริซึมเท่ากับผลคูณของพื้นที่ฐานกับความสูงของปริซึม ซึ่งสามารถอธิบายที่มาของสูตรได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กับปริมาตรของปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉาก และปริมาตรของปริซึมสามเหลี่ยมใด ๆ

2) พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก พื้นที่ผิวของทรงกระบอกเท่ากับผลรวมของพื้นที่ฐานทั้งสองซึ่งเป็นรูปวงกลมกับพื้นที่ด้านข้างซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีความกว้างเท่ากับความสูงของทรงกระบอก และมีความยาวเท่ากับความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมที่เป็นฐานของทรงกระบอก และปริมาตรของทรงกระบอกเท่ากับผลคูณของพื้นที่ฐานกับความสูงของทรงกระบอก ซึ่งมีสูตรเช่นเดียวกับปริมาตรของปริซึม และเทียบเคียงได้กับการหาปริมาตรของปริซึมของรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีจำนวนของด้านมาก ๆ

2.1.6.4 การแปลงทางเรขาคณิต ในบทการแปลงทางเรขาคณิตนี้ ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังนี้

1) การเลื่อนขนาน การเลื่อนขนานบนระนาบเป็นการแปลงทางเรขาคณิตที่มีการเลื่อนจุดทุกจุดไปบนระนาบตามแนวเส้นตรงในทิศทางเดียวกันและเป็นระยะทางเท่ากันตามที่กำหนด

2) การสะท้อน การสะท้อนบนระนาบเป็นการแปลงทางเรขาคณิตที่มีเส้นตรงจริงเส้นหนึ่งเป็นเส้นสะท้อน และแต่ละจุดบนระนาบจะมีจุดที่เป็นภาพที่ได้จากการสะท้อนจุดนั้น ซึ่งจุดทั้งสองจะอยู่บนเส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นสะท้อน และอยู่ห่างจากเส้นสะท้อนเป็นระยะทางเท่ากัน

3) การหมุน การหมุนบนระนาบเป็นการแปลงทางเรขาคณิตที่มีจุดหนึ่งจุดเป็นจุดหมุน แต่ละจุดบนระนาบจะมีภาพที่ได้จากการหมุนตามทิศทางขนาดของมุมจากจุดหมุนตามที่กำหนด

2.1.6.5 สมบัติของเลขยกกำลัง ในบทสมบัติของเลขยกกำลังนี้ ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังต่อไปนี้

1) การดำเนินการของเลขยกกำลัง เลขยกกำลัง เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนที่ประกอบด้วยฐานและเลขชี้กำลังจำนวนที่อยู่ในรูปการคูณของจำนวนที่ซ้ำ ๆ กัน สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ เลขยกกำลังสามารถนำมาคูณและหารกันได้ โดยใช้สมบัติของเลขยกกำลัง ได้แก่ สมบัติของการคูณและการหารเลขยกกำลังสมบัติของเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นเลขยกกำลัง และสมบัติของเลขยกกำลังที่มีฐานอยู่ในรูปการคูณหรือการหารของจำนวนสองจำนวน

2) สมบัติอื่น ๆ ของเลขยกกำลัง สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนจำนวนที่มีค่ามาก ๆ หรือจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ ใช้สื่อความหมายให้กระชับและเข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งมีรูปทั่วไปเป็น $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A \leq 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม

2.1.6.6 พหุนาม ในบทพหุนามนี้ ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังต่อไปนี้

1) การบวกและการลบเอกนาม เอกนามที่คล้ายกันสามารถนำมาบวกลบกันได้โดยสมบัติแจกแจง ผลบวกของเอกนามคล้ายเท่ากับ (ผลบวกของสัมประสิทธิ์) ตัวแปรชุดเดิม และผลลบของเอกนามคล้ายเท่ากับ (ผลลบของสัมประสิทธิ์) ตัวแปรชุดเดิม

2) การบวกและลบพหุนาม การหาผลบวกของพหุนามทำได้โดย นำพหุนามมาเขียนในรูปการบวก และถ้ามีพจน์ที่คล้ายกัน ให้บวกพจน์ที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน และการลบพหุนามด้วยพหุนาม ทำได้โดยการบวกพหุนามที่เป็นตัวตั้งด้วยจำนวนตรงข้ามของพจน์แต่ละพจน์ของพหุนามที่เป็นตัวลบ

3) การคูณพหุนาม ในการหาผลคูณของจำนวนใดๆ เราสามารถใช้สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม และสมบัติการแจกแจงมาคูณจำนวนนั้นๆ ได้

4) การหารพหุคูณด้วยเอกนาม ทำได้โดยการหารแต่ละพจน์ของพหุคูณด้วยเอกนาม แล้วนำผลหารเหล่านั้นมาบวกกัน

สรุปได้ว่า คำอธิบายรายวิชา เป็นขอบข่ายเนื้อหาที่ทำการสอนรายวิชา ค 22101 คณิตศาสตร์ 1 ภาคเรียนที่ 1 ประกอบด้วยชื่อ รหัสวิชา ชื่อรายวิชา จำนวนชั่วโมงต่อปี จำนวนหน่วยกิต ชั้น ภาคเรียนที่ สาระการเรียนรู้และรหัสตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับมาตรฐานในหลักสูตร

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 22101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| หน่วยการเรียนรู้ที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง |
|---------------------|------------------------------------|--------------|
| 1 | ทฤษฎีบทพีทาโกรัส | 8 |
| | - ทฤษฎีบทพีทาโกรัส | 5 |
| | - บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส | 3 |
| 2 | ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง | 13 |
| | - จำนวนตรรกยะ | 3 |
| | - จำนวนอตรรกยะ | 2 |
| | - รากที่สอง | 5 |
| | - รากที่สาม | 3 |
| 3 | ปริซึมและทรงกระบอก | 9 |
| | - พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม | 4 |
| | - พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก | 5 |
| 4 | การแปลงทางเรขาคณิต | 12 |
| | - การเลื่อนขนาน | 4 |
| | - การสะท้อน | 4 |
| | - การหมุน | 4 |
| 5 | สมบัติของเลขยกกำลัง | 8 |
| | - การดำเนินการของเลขยกกำลัง | 3 |
| | - สมบัติอื่น ๆ | 5 |

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

| หน่วยการเรียนรู้ที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง |
|---------------------|--------------------------|--------------|
| 6 | พหุนาม | 10 |
| | - การบวกและการลบเอกนาม | 2 |
| | - การบวกและลบพหุนาม | 2 |
| | - การคูณพหุนาม | 4 |
| | - การหารพหุนามด้วยเอกนาม | 2 |

ปรับปรุงจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). คู่มือครูรายวิชา พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

จากตารางที่ 2.1 พบว่า โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 22101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 8 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คือ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จำนวน 13 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คือเรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก จำนวน 9 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คือ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต จำนวน 12 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 คือเรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง จำนวน 8 ชั่วโมง ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คือเรื่อง พหุนาม จำนวน 10 ชั่วโมง รวมจำนวนเวลาเรียนทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้างต้นประกอบด้วย ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำอธิบายรายวิชา และการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ โดยมีการปรับปรุงให้มีความทันสมัย คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นและนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ที่สำคัญ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหา ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ปริซึมและทรงกระบอก สมบัติของเลขยกกำลัง ซึ่งมีลักษณะเนื้อหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เพื่อเป็นตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

2.2 การคิดทางคณิตศาสตร์

การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการประยุกต์วิธีการอย่างเป็นระบบ จนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาณหรือจำนวน กระทั่งสามารถนึกถึงแบบรูปของสถานการณ์ปัญหาทั่วไป และเลือกใช้วิธีการที่ หลากหลายได้ การคิดทางคณิตศาสตร์ถูกใช้เป็นเครื่องมือเพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว (Manouchehri, 2005, p. 77) เนื่องจากการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่แสดงออกถึงการเรียนรู้ ของนักเรียนซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ที่กำลังประสบอยู่ คือไม่รู้ว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ของเด็กเป็นแบบ ใด ควรทำความเข้าใจว่าเด็กคิดอย่างไร ซึ่งนับว่าเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะเข้าใจธรรมชาติ ของผู้เรียน เพื่อหาทางส่งเสริมแนะนำได้อย่างถูกต้อง (Kriegler 2004, p. 28) มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.2.1 ความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Greenwood (1993, p. 58) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็น ความสามารถในการเข้าใจแบบรูป ทาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และการสร้างยุทธวิธี ใหม่ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้ มากกว่าการมุ่งเพียงผลลัพธ์หรือคำตอบ และกล่าวย่ำว่า ถ้าสนับสนุนจุดนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียน คณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการ คิดและให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

O'Daffer and Thornquist (1993, p. 43) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทาง คณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาคความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ ของแนวคิดและการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น

Mason, et al. (1994, p. 158) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็น กระบวนการคิดที่ดำเนินไปเป็นพลวัต ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถจัดการสิ่งที่มีความซับซ้อนและขยายความ เข้าใจของเราได้

Lutfiyya (1998, pp. 55-56) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็น สิ่งที่รวมถึงทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์อย่างชาญฉลาด เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งจะต้องอาศัยการค้นพบความสัมพันธ์ที่อยู่ระหว่างแนวคิดนั้น ๆ อาจเป็นภาพหรือการได้รับการ สนับสนุนจากเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและความสัมพันธ์เหล่านั้น และการแก้ปัญหาที่รวมถึงแนวคิด สั้น ๆ

Henderson et al. (2002, p. 1) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่งที่แสดงออกมาอย่างชัดเจนหรือแสดงออกมาเป็นนัย ในการหาคำตอบปัญหา

Wood, William, McNeal. (2006, p. 226) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกิจกรรมทางจิตที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนามธรรมและลักษณะทั่วไปของการคิดทางคณิตศาสตร์

เบญจมาศ ฉิมมาลี (2551, น. 23) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นผลของการคิดซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อต้องเผชิญปัญหาคณิตศาสตร์และพยายามทำความเข้าใจเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยหลักและวิธีการทางคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจแบบรูป วิธีการเชิงระบบ และใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลาย เช่น เทคนิคทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด ซึ่งจะช่วยให้สามารถจัดการสิ่งที่มีความซับซ้อนและขยายความเข้าใจได้

2.2.2 ความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Sternberg (1987, p. 30) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นการนิยามข้อมูลให้กระจ่าง ส่งผลให้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพของแต่ละบุคคล

Jackson et al. (1994, p. 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่ามนุษย์ได้ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Idea) เกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่ตลอดเวลา แต่ไม่ได้สนใจศึกษาปัญหานั้นเท่าใดนัก แต่หากมีบางคนให้ความสนใจ สนุกกับปัญหาที่เกิดขึ้น มีความกระตือรือร้น พยายามศึกษารูปแบบโดยใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อาจกล่าวได้ว่าคน ๆ นั้นได้ใช้การคิดทางคณิตศาสตร์

Hengerson (2002, p. 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเราใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ในการประยุกต์ เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านแนวคิดและด้านกระบวนการ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

Takahashi (2007, p. 70) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การคิดคณิตศาสตร์มุ่งไปที่การพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้และทักษะ ซึ่งการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เมื่อนักเรียนได้รับและใช้ความรู้เกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่ให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะโดยการฟังจากครู นักเรียนจะต้องร่วม

กิจกรรมที่ได้รับความรู้ทักษะและพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการของกิจกรรม ดังนั้นนักเรียนจึงจะสามารถใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน ไปจนถึงในอนาคต

ยีน ฌูว์รเวรณ (2533, น. 80) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ในชีวิตประจำวันมีวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อมูลในระดับหนึ่งมาช่วยในการตัดสินใจ หลักการของการแก้ปัญหา เกณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นความจริง เป็นความรู้ เป็นทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งก็คือ กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ มาใช้ประกอบข้อมูลที่มืออยู่ในระดับหนึ่ง อ้างอิงคำตอบของปัญหาที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหานี้เป็นกลไกที่เกิดขึ้นในสมองของแต่ละคน แม้ว่าคำตอบที่ได้จะเหมือนกัน แต่ในด้านของวิธีการของแต่ละบุคคล ซึ่งอาศัยพื้นฐานการคิดทางคณิตศาสตร์ ความมีเหตุผลอาจจะแตกต่างกันไปก็ได้

สรุปได้ว่า ความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาปัญหาสามารถจัดการสิ่งที่มีความซับซ้อนและขยายความเข้าใจ โดยอาศัยรูปแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ แม้ว่าคำตอบจะเหมือนกัน แต่ในด้านของวิธีการของแต่ละบุคคลซึ่งอาศัยพื้นฐานการคิดทางคณิตศาสตร์หรือกลไกที่เกิดขึ้นในสมองของแต่ละคน ความมีเหตุผลอาจจะแตกต่างกันไปก็ได้ มนุษย์ได้ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Idea) เกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นนักเรียนจะสามารถใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวันไปจนถึงในอนาคต ดังนั้นจะต้องได้รับการปลูกฝังให้เกิดการคิดและการตัดสินใจด้วยตนเองนั้นคือการคิดทางคณิตศาสตร์

2.2.3 องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษากล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ดังนี้

NCTM (2000, p. 52-71) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วนคือ

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. การสื่อสารการคิดทางคณิตศาสตร์
4. การเชื่อมโยงสาระหลักทางคณิตศาสตร์
5. การนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์

Cai (2003, p. 720) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้มาจากการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การแสดงขอบเขต

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอตัวแทน ความคิดของกระบวนการแก้ปัญหา การสนับสนุน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการตั้งปัญหา

Kriegler (2004, p. 28) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ประกอบด้วยการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาที่หลากหลาย 2) ทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills) ใช้การนำเสนอความสัมพันธ์ที่สามารถมองเห็นสัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา และ 3) ทักษะการให้เหตุผล (Reasoning Skills) พิจารณาในส่วนของ การให้เหตุผลอุปนัยและนิรนัย เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการคิดทางคณิตศาสตร์รวมถึงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

Manouchehri (2005, p. 37) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าการศึกษาคณิตศาสตร์จะต้องทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวคือ 1) การแก้ปัญหา 2) การนำเสนอตัวแทนความคิด เช่น แผนภูมิ รูปภาพ หรือกราฟ ในรูปตัวเลข เช่น ตาราง การทำรายการ ในรูปสัญลักษณ์และในรูปคำพูด 3) การให้เหตุผล ได้แก่ การสร้างกรณีทั่วไป การสรุปที่สมเหตุสมผล วิธีการอุปนัยซึ่งเป็นการตรวจสอบ กรณีเฉพาะการจำแนกแบบรูปและความสัมพันธ์ การขยายแบบรูปและความสัมพันธ์

Swan & Ridgway (2005, p. 5) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ความรู้หลักที่เด่น ๆ วิธีการแก้ปัญหา การใช้แหล่งข้อมูล ที่ได้ผล มีการรับรู้ทางคณิตศาสตร์ และการลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์

กรองทอง ไครรี่ (2554, p. 10) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า องค์ประกอบการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ประการ เกี่ยวข้องกับการคิดทางคณิตศาสตร์ของเด็ก โดยระบุว่าในการแก้ปัญหาผู้เรียนต้องใช้ความสามารถในการสำรวจ (Explore) รวมทั้งมีการคิดเกี่ยวกับตัวปัญหา และการใช้เหตุผลใน การหาคำตอบของปัญหาทั้งแบบธรรมดา (Routine Problem) หรือปัญหาที่แปลกใหม่ (Non Routine Problem) นอกจากนี้ยังกล่าวว่าผู้ใช้เหตุผล และใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ในกระบวนการแก้ปัญหามักจะแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้คือ ใช้การสังเกตอย่างรอบคอบเพื่อ ค้นหาแบบรูป โครงสร้างหรือสิ่งที่ไม่เป็นไปตามธรรมดาจากสภาพการณ์ หรือปัญหาในชีวิตจริง หรือในสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ ตั้งคำถามต่อตนเองว่าแบบรูปเหล่านี้เกิดขึ้นโดยบังเอิญหรือเกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล สร้างข้อคาดการณ์ และพิสูจน์ข้อคาดการณ์ของตนเอง กิจกรรมการแก้ปัญหา จะทำให้เด็กเกิดทักษะทางภาษาและสังคม เกิดทักษะการทำงานร่วมกัน ตลอดจนมีทักษะการสื่อสารการคิดทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการสื่อสารเป็นวิธีการที่บุคคลแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน มีการทำความเข้าใจแนวคิด (Ideas) ซึ่งแนวคิดต่าง ๆ เป็นสิ่งที่สะท้อนความรู้ และความเข้าใจของแต่ละบุคคล การอภิปรายโต้แย้งถกเถียงจะเป็น

ประเด็นสำคัญที่นำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้การนำเสนอตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ยังมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการและผลผลิตของการคิด ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้จากภายนอกและเกิดขึ้นภายในสมองของผู้เรียนที่กำลังทำงานด้านคณิตศาสตร์

นवल นนทภา (2559, น. 101) องค์กรประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. การแก้ปัญหาซึ่งผู้เรียนต้องสามารถวิเคราะห์ปัญหา เลือกใช้กลยุทธ์และสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา
2. การให้เหตุผล ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหา อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ และ
3. การนำเสนอตัวแทนความคิด ผู้เรียนสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหา และใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปปัญหาโดยใช้รูปภาพ ข้อความ ตัวแปร สัญลักษณ์ ตัวเลข

สรุปได้ว่า องค์กรประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์มีหลายองค์ประกอบด้วยกัน คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การนำเสนอตัวแทนความคิด การสื่อสารการคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงสาระหลักทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสำรวจ การหาคำตอบของปัญหา การทำความเข้าใจแนวคิด การรับรู้ทางคณิตศาสตร์ และการลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบเป็นสิ่งที่สะท้อนความรู้ และความเข้าใจของแต่ละบุคคล การอภิปรายโต้แย้งถกเถียงจะเป็นประเด็นสำคัญที่นำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.2.4 การวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Kriegler (2004, p. 28) ได้กล่าวถึง การวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้ 3 ด้าน คือ

1. ด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร สิ่งที่ปัญหากำหนดให้คืออะไร สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เช่น การสร้างรายการ ตาราง สมการ การวาดภาพ การลองผิดลองถูก รวมทั้งสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา

2. ด้านการให้เหตุผล (Reasoning Skills) เป็นความสามารถในการใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ยุทธวิธีหรือตัวแทนความคิดในวิธีการแก้ปัญหา และอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ

3. ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills) เป็นความสามารถในการใช้ตัวแทนความคิด เพื่อทำความเข้าใจปัญหาสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหา และสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาโดยอาจใช้การเขียนข้อความ วาดภาพ หรือสัญลักษณ์ ใช้การขีดเขียนหรือวงกลมข้อความในโจทย์ กำหนดตัวแปรเขียนแผนภาพ ตาราง กราฟ หรือตัวแทนทางเรขาคณิต

โดยสามารถนำมาตั้งเป็นเกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านดังตาราง

ตารางที่ 2.2

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

| ระดับ | คำอธิบาย |
|---|---|
| คะแนน | |
| P1 วิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถ | |
| | (1) ระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร |
| | (2) ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดคืออะไร |
| | (1) สามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร |
| 1 | - ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วน |
| 0.5 | - ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน |
| 0 | - ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ |
| | (2) สามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหากำหนดให้คืออะไร |
| 1 | - ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วน |
| 0.5 | - ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน |
| 0 | - ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ |
| P2 เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา | |
| 2 | - เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหานำไปสู่การแก้ปัญหาที่รวดเร็วเข้าใจง่าย |
| 1 | - เลือกใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสมกับปัญหานำไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือยุ่งยากเกินความจำเป็น |
| 0 | - ไม่มีการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา |
| P3 สรุปลำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา | |
| 2 | - สรุปลำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบและสอดคล้องกับปัญหา |
| 1 | - สรุปลำตอบได้ถูกต้องไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบและสอดคล้องกับปัญหา |
| 0 | - สรุปลำตอบผิดหรือไม่สรุปลำตอบ |

ตารางที่ 2.3

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนทางจิตคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล

| ระดับ | คำอธิบาย |
|--|--|
| คะแนน | |
| R1 ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ | |
| 2 | - ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหาได้ถูกต้อง |
| 1 | - ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์แปลงข้อมูลจากปัญหาเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน |
| 0 | - ไม่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหาหรือไม่มีการเขียน |
| R2 อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา | |
| 2 | - อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัญหา |
| 1 | - อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัญหาได้เพียงบางส่วนหรือไม่ชัดเจน |
| 0 | - ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้หรือไม่เขียนอธิบายเหตุผล |
| R3 อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ | |
| 2 | - อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา |
| 1 | - อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา |
| 0 | - ไม่สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล |

ตารางที่ 2.4

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด

| ระดับคะแนน | คำอธิบาย |
|--|--|
| Re1 การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจใช้ข้อความ วาดภาพหรือสัญลักษณ์ | |
| การใช้การขีดเขียน (วงกลม) ข้อความในโจทย์ เขียนแผนภาพความคิด | |
| 2 | - ใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้เพื่อสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสมกับปัญหา |
| 1 | - ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้สื่อความหมายได้บางส่วน |
| 0 | - ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้หรือไม่แสดงการใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา |
| Re2 การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา โดยอาจใช้การวาดภาพ สัญลักษณ์ หรือตัวแปร ข้อความ ตาราง หรือกราฟ ตัวแบบทางเลขาคณิต | |
| 2 | - ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหาและสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสม |
| 1 | - ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหาแต่ไม่สื่อความหมายในกระบวนการแก้ปัญหาหรือใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมกับปัญหาแต่สื่อความหมายในกระบวนการแก้ปัญหาได้ |
| 0 | - ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมกับปัญหาและไม่สื่อความหมายในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาหรือไม่มีการใช้การนำเสนอตัวแทนความคิด |
| Re3 การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาโดยอาจใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ | |
| 2 | - ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสื่อความหมายได้ชัดเจน |
| 1 | - ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาได้อย่างเหมาะสมแต่สื่อความหมายไม่ชัดเจนหรือใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาไม่เหมาะสมแต่สื่อความหมายได้ชัดเจน |
| 0 | - ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาและสื่อความหมายได้หรือไม่เขียน |

สรุปได้ว่า การวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา โดย P1 วิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถ P2 เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา P3 สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา ด้านการให้เหตุผล เป็นความสามารถในอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ยุทธวิธี ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหาเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ ในปัญหาได้ โดย R1 ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ R2 อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา R3 อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด เป็นความสามารถในการใช้ตัวแทนความคิด Re1 การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจใช้ข้อความ วาดภาพหรือสัญลักษณ์ใช้การขีดเขียนข้อความในโจทย์ เขียนแผนภาพความคิด Re2 การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา โดยอาจใช้การวาดภาพ สัญลักษณ์ หรือตัวแปรข้อความ ตาราง หรือกราฟ ตัวแบบทางเลขาคณิต Re3 การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาโดยอาจใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์

2.2.5 การสังเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2.5

การสังเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยใช้ในการทำวิจัย

| NCTM (2000, pp.52-71) | Cai (2003, p. 720) | Kriegler (2004, p. 28) | Manouchehri (2005, p. 37) | Swan & Ridgway (2005, p.5) | กรองทอง ไครรี (2554, น. 10) | นวพล นนทภา (2559, น. 101) | การคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ ผู้วิจัยใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูล การวิจัย |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|
| การแก้ปัญหทาง คณิตศาสตร์ | การใช้กลยุทธ์ใน การแก้ปัญหา | ด้านการ แก้ปัญหา | การแก้ปัญหา | การแก้ปัญหา | การแก้ปัญหา | การแก้ปัญหา | การแก้ปัญหา |
| การให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ | การให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ | ด้านการให้ เหตุผล | การให้เหตุผล | - | การใช้เหตุผล | การให้เหตุผล | การให้เหตุผล |

ตารางที่ 2.5

(ต่อ)

| NCTM (2000, pp.52-71) | Cai (2003, p. 720) | Kriegler (2004, p. 28) | Manouchehri (2005, p. 37) | Swan & Ridgway (2005, p.5) | กรองทอง ไครรี (2554, น. 10) | นवल นนทภา (2559, น. 101) | การคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ ผู้วิจัยใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูล การวิจัย |
|--|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|
| การสื่อสารการคิด ทางคณิตศาสตร์ | - | - | - | - | การสื่อสาร | - | - |
| การนำเสนอ ตัวแทนการคิดทาง คณิตศาสตร์ | การนำเสนอ ตัวแทนความคิด | ด้านการนำเสนอ ตัวแทนความคิด | การนำเสนอ ตัวแทนความคิด | - | - | การนำเสนอ ตัวแทนความคิด | การนำเสนอ ตัวแทนความคิด |
| - | - | - | - | การรับรู้ทาง คณิตศาสตร์ | - | - | - |
| - | - | - | - | การลงมือปฏิบัติ | - | - | - |
| - | การสนับสนุน | - | - | - | - | - | - |
| - | การตั้งปัญหา | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | การสังเกต ตั้งคำถาม | - | - |

จากตาราง 2.5 พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาและสถาบันศึกษากล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้มากที่สุด คือ การแก้ปัญหา รองลงมา คือ การให้เหตุผล การนำเสนอตัวแทนความคิด การสื่อสาร การรับรู้ทางคณิตศาสตร์ การลงมือปฏิบัติ การสนับสนุน การตั้งปัญหา ตั้งคำถาม การสังเกต ตามลำดับ

สรุปการสังเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการเข้าใจแบบรูป วิธีการเชิงระบบ และใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลาย เช่น เทคนิคทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด ซึ่งจะช่วยให้สามารถจัดการสิ่งที่มีความซับซ้อนและขยายความเข้าใจได้ ซึ่งผู้วิจัยศึกษา 3 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอตัวแทนความคิด

2.2.5 การแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา กล่าวถึงการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Krulik and Reys (1980, p. 3) กล่าวถึงการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1. การแก้ปัญหามเป็นเป้าหมาย จะพบคำถามว่า ทำไมต้องสอนคณิตศาสตร์ อะไรเป็นเป้าหมายในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักการศึกษา นักคณิตศาสตร์ และบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามเหล่านี้เข้าใจว่า การแก้ปัญหามเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อการแก้ปัญหามถูกนำมาพิจารณาว่าเป็นเป้าหมายอันหนึ่ง การแก้ปัญหามจึงเป็นอิสระจากปัญหามเฉพาะ (Specific Problem) กระบวนการ และวิธีการตลอดจนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่การพิจารณาที่สำคัญคือจะต้องคำนึงว่าจะแก้ปัญหามอย่างไร ซึ่งเป็นเหตุผลแรกสำหรับศึกษาคณิตศาสตร์ ข้อพิจารณามนี้มีอิทธิพลต่อหลักสูตรทั้งหมด และมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน

2. การแก้ปัญหามเป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) การตีความในลักษณะนี้ จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อนักเรียนตอบปัญหาม ตลอดจนกระบวนการหรือขั้นตอน ที่กระทำเพื่อจะได้คำตอบ สิ่งสำคัญที่จะนำมาพิจารณาคือวิธีการ กระบวนการ และกลวิธีที่นักเรียน ใช้ในการแก้ปัญหาม ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในกระบวนการแก้ปัญหาม และเป็นจุดสำคัญของ หลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหามเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) การตีความลักษณะนี้ จะพิจารณาเฉพาะในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหาม คำนึงถึงรูปแบบของปัญหาม และวิธีการแก้ปัญหาม การพิจารณาถึงการแก้ปัญหามว่าเป็นทักษะพื้นฐาน จึงช่วยในการจัดการเรียน การสอนของครู ซึ่งประกอบด้วยการสอนทักษะ (Skill) แนวคิด (Concept) และการแก้ปัญหาม (Problem Solving) ในทุกครั้งของการสอน

Polya (1980, p. 1) กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการหาวิธีทางที่จะหา สิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, น. 62) กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย (2538, น. 52) กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการแสดงวิธีเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา สามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหากำหนดคืออะไร โจทย์ต้องการทราบอะไร รวมทั้งสามารถเลือกใช้วิธีการที่หลากหลาย และสรุปคำตอบได้

2.2.6 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังนี้ กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็น เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการหารูปแบบทั่วไป การสรุปแนวคิด ที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดเหล่านั้น

Brahier (2005, p. 25) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนเพื่ออธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ดังนั้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จึงเป็นการสร้าง ข้อพิสูจน์ซึ่งอาจเป็นทางการหรือไม่เป็นทางการเพื่อคาดการณ์ข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกิดขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 46) กล่าวว่า กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

ทิตนา แคมมณี (2551, น. 14) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อทำความเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล

เทพสุดา เกตุทอง (2551, น. 62) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การวิเคราะห์ข้อมูล การ

ระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล และการหาข้อสรุปของข้อมูล แล้วแสดงและยืนยันข้อสรุป อย่างสมเหตุสมผล

เสาวรัตน์ งามแก้ว (2552, น. 79) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการคิดเกี่ยวกับการอธิบายหรือแสดงแนวคิดในการสร้างหลักการ การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และการหาข้อสรุปหรือข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุปนั้นอย่างสมเหตุสมผล

สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา รวมทั้งอธิบายโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

2.2.7 การนำเสนอตัวแทนความคิด

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิด ดังนี้

Palmer (1977, p. 90) กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิดไว้ว่าเป็นสิ่งที่แทนหรือตัวแทนที่ใช้แทนสิ่งหนึ่ง

Janvier (1987, p. 56) กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิดไว้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของ มโนทัศน์ทางจิตวิทยา ซึ่งใน สาขาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตัวแทนความคิดจะเป็นสิ่งที่เกี่ยวกับวิธีคิดของนักเรียน

Jarvier, Girardon, and Morand (2000, p. 45) กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิดไว้ว่าเป็นสิ่งที่แทรกอยู่ทั่วไปในคณิตศาสตร์ ได้แก่ กราฟ ตาราง แผนภาพ แผนภูมิและจำนวน นอกจากนี้อาจรวมไปถึงกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งใช้สื่อการสอนที่จับต้องได้ และการใช้คอมพิวเตอร์อย่างมีความหมาย

Jonassen (2000, p. 192) กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิดไว้ว่าเป็นโครงสร้างทางจิตใจที่ประกอบด้วย มโนภาพต่างๆ อาจรวมถึงการอุปมาอุปมัย มิติสัมพันธ์ และโครงสร้างทางความรู้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM 2000, p. 67) กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิดไว้ว่าเป็นทั้งกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นความสัมพันธ์ของรูปแบบต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในตัวมันเอง รวมถึงการ ประยุกต์ใช้กระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่างๆ เหล่านี้ สิ่งที่ได้จากการสังเกต ภายนอกมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลในการกระทำทางคณิตศาสตร์นั้นๆ

สุจินดา เอี่ยมโอภาส (2551, น. 7)) กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิดไว้ว่าเป็นการใช้ตัวแทนที่เป็นวัตถุจริง การวาดภาพ การเขียนตาราง และการใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการรวม

ความคิด เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสามารถเลือกตัวแทนที่หลากหลายเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่ต่างกัน เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในคณิตศาสตร์

อารีย์ เมฆวิสัย (2552, น. 21) กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิดไว้ว่าเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยถ่ายทอดออกมาเป็นภาพ กราฟ ตาราง สัญลักษณ์หรือตัวแปร ข้อความภาษาหรือรูปแบบอื่นๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2553, น. 43) กล่าวถึงการนำเสนอตัวแทนความคิดไว้ว่าเป็นมโนภาพทางคณิตศาสตร์ ภาพที่ปรากฏขึ้นภายในสมองหรือความคิดของผู้เรียน ซึ่งภาพนั้นเกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆทางคณิตศาสตร์ มโนภาพในเรื่องเดียวกันของผู้เรียนแต่ละคน อาจแตกต่างกันตามประสบการณ์การเรียนรู้และการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า การนำเสนอตัวแทนความคิด ภาพที่ปรากฏขึ้น ภายในสมองหรือความคิดของบุคคล ซึ่งความคิดเหล่านั้นสามารถแสดงออกมาให้เห็นอย่างชัดเจนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จากการอธิบาย การวาดภาพ การแสดงท่าทาง และ กราฟ เป็นต้น เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของความรู้ ความเข้าใจ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และกระบวนการจัดการนำเสนอตัวแทนความคิด

2.3 แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เครื่องมือตรวจสอบทางการศึกษาที่กระตุ้นสมองให้แสดงพฤติกรรมออกมาในเชิงความสามารถของบุคคลนั้นๆ ประกอบด้วยข้อสอบจำนวนหนึ่ง ซึ่งข้อสอบได้แก่ข้อความหรือข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายในการทดสอบ และเนื้อหาสาระที่ทดสอบเฉพาะอย่างและเกี่ยวข้องกับบุคคลที่ถูกทดสอบ (อุทุมพร จามรมาน. 2545, น. 33) เป็นแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหา และสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องทางการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการหาวิธีการสอนซ่อมเสริมที่ถูกต้อง เหมาะสม ตรงจุดและช่วยในการปรับปรุงความรู้ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นด้วย (Thorndike & Hagen, 1996, p. 646) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 ความหมายของแบบทดสอบ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบไว้หลากหลาย ดังนี้

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

1. แบบทดสอบเป็นวิธีเชิงระบบ (Systematic Procedure) หมายความว่าแบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์แน่นอนเกี่ยวกับโครงการการบริหารจัดการและการให้คะแนน

2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม (Behaviors) ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้เท่านั้นโดยผู้ตอบสนองตอบข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการวัดโดยตรง

3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมด (Sample of all Possible Items) ตามความเป็นจริงไม่มีข้อสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นฉันต้องทราบว่าข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้ว่าทหรมนั้น และถ้าผู้ตอบ ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูก จะต้องได้คะแนนเท่ากัน

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

อรนุช ศรีสะอาด (2546, น. 49) กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบไว้ว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดคำถาม หรือชุดงานใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้

สมนึก ภัททิยธณี (2551, น. 2) กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบไว้ว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่ไปกับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

ไพศาล วรคำ (2554, น. 233) กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบไว้ว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าตัวแปรตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

สรุปได้ว่า ความหมายของแบบทดสอบ คือ ชุดข้อคำถามหรือเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านความรู้ การตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้ มีเกณฑ์แน่นอนเกี่ยวกับโครงการการบริหารจัดการและการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

2.3.2 การสร้างแบบทดสอบ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 59-66) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา และทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบขั้นตอนแรกสุดจะต้องทำการวิเคราะห์ว่าเนื้อหาหรือหัวข้อที่จะสร้างข้อสอบวัดนั้น มีจุดประสงค์ของการสอน หรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไรจัดเขียนหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ หรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหา กับด้านสมรรถภาพที่ต้องการวัด และพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อเขียนจำนวนข้อลงในช่อง รวมช่อง

สุดท้าย จากนั้นพิจารณาว่า หัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อยเขียนลำดับความสำคัญลงไป แล้วกำหนดจำนวนข้อที่จะวัดในแต่ละช่องขึ้นอยู่กับเรื่องนั้น ต้องการให้เกิดสมรรถภาพด้านใดมากน้อยกว่ากัน

2. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ หลักการเขียนข้อคำถาม ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบสมรรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ ใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ใน ขั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกสมรรถภาพ ส่วน รูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ศึกษาในขั้นที่ 2

4. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดในเนื้อหาและสมรรถภาพตามตาราง กำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูกตัวลวง เหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังการพิจารณาทบทวนเองแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญวัดผลและด้าน เนื้อหาสาระ พิจารณาข้อบกพร่อง และนำเอาข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม ยิ่งขึ้น

5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยจัดพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจน การจัดพิมพ์วางรูปแบบให้เหมาะสม

6. ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาหรือเนื้อหาที่จะสอบแล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ คุณภาพ คัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์จำนวนมากว่าที่ต้องการ ก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ นำเอา ผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบที่เข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก และระดับความยากเข้าเกณฑ์ ตามจำนวนที่ต้องการในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับที่จะใช้จริง ซึ่งจะต้องมี คำชี้แจง วิธีทำด้วย และในการพิมพ์นอกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้วควรคำนึงถึงความประณีตถูกต้อง ซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ควรสร้างตามลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชาและทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ เขียนข้อสอบ ตรวจสอบข้อสอบ พิมพ์แบบทดสอบฉบับ

ทดลอง ทดลองใช้กับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง และพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

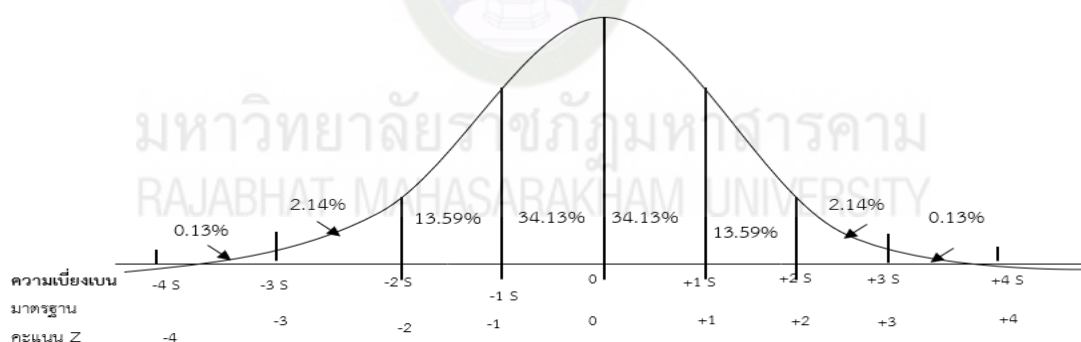
2.3.3 คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T - Score)

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน T เรียกว่าการแปลงเชิงเส้นตรง (Linear Transformation) ซึ่งลักษณะการแจกแจงข้อมูลยังคงเหมือนคะแนนดิบ ดังนั้นปกติจะไม่แปลงคะแนนดิบโดยวิธีนี้ (เพราะการเปรียบเทียบคะแนนยังไม่ถูกต้องแน่นอนหรือสมบูรณ์) วิธีแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่สะดวกถูกต้องชัดเจนก็คือ วิธีแปลงคะแนนโดยยึดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (Area Transformation) คะแนนมาตรฐานที่ได้จากการแปลงแบบนี้ เรียกว่า คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T - Score) หรือ คะแนน T ปกติ

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงการวิเคราะห์คะแนนมาตรฐาน T ปกติ ไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 224-228) ได้กล่าวว่า การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกตินี้ ไม่ต้องคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ของกลุ่ม แต่จะคำนวณโดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติเป็นหลัก (Normal Curve) โดยถือว่าพื้นที่ใต้โค้งปกติดังกล่าวจะใช้แทนจำนวนคนในกลุ่มที่เข้าสอบ

2.6.5.1 คุณสมบัติของโค้งปกติ



ภาพที่ 2.1 คุณสมบัติของโค้งปกติ

- 1) เป็นรูปโค้งแบบระฆังคว่ำ โดยส่วนสูงของโค้งจะขึ้นอยู่กับความแปรปรวน ถ้าข้อมูลมีความแปรปรวนน้อย โค้งจะสูงและฐานจะแคบ ถ้ามีความแปรปรวนมากโค้งจะต่ำและฐานจะกว้างขึ้น
- 2) โค้งมีลักษณะสมมาตร ถ้าแบ่งครึ่งโค้งตามแนวตั้ง ส่วนโค้งครึ่งซ้ายกับครึ่งขวาจะซ้อนทับกันสนิท
- 3) ค่าเฉลี่ย มัชยฐาน และฐานนิยม จะมีค่าเท่ากัน
- 4) จุดสูงสุดของโค้งจะมีเพียงจุดเดียว คือ จุดที่อยู่ตรงกลางโค้ง หรือยอดโค้ง
- 5) พลาโยโค้งทั้งสองจะค่อยลดต่ำลง แต่ไม่จรดแกนนอน ไม่ว่าหางของโค้งจะยาวเท่าใดก็ตาม

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

7) โค้งปกติที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีชื่อเรียกว่า Standard Normal Distribution ซึ่งมีความสำคัญ คือ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1

สรุปได้ว่า คุณสมบัติของโค้งปกติจะเป็นรูปโค้งแบบระฆังคว่ำเป็นโค้งมีลักษณะสมมาตรมีค่าเฉลี่ยมัธยฐาน และฐานนิยม จะมีค่าเท่ากัน ปลายโค้งทั้งสองจะค่อยลดต่ำลง พื้นที่ใต้โค้งที่อยู่ระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 1 จากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.26 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 2 จากค่าเฉลี่ย มีพื้นที่เท่ากับ 95.44 เปอร์เซ็นต์ และระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 3 จากค่าเฉลี่ย มีพื้นที่เท่ากับ 99.74 เปอร์เซ็นต์ และมีชื่อเรียกว่า Standard Normal Distribution

2.6.5.2 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ

สมมตินักเรียนเข้าสอบ 25 คน ได้คะแนนสูงสุด 23 คะแนน ต่ำสุด 12 คะแนน สามารถแปลงคะแนนเป็น T ปกติ ได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ

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

ลำดับขั้นการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปน้อยเพื่อทำการลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่า f และ cf

ขั้นที่ 3 หาค่า $cf + \frac{1}{2}f$

หมายเหตุ จะหาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ของชั้นใดต้องหาค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น แต่ใช้ค่า f ของชั้นนั้น

ขั้นที่ 4 เอาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ไปคูณด้วย $\frac{100}{N}$ ค่าที่ได้เรียกว่า ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank = PR)

ขั้นที่ 5 นำค่า $(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$ ในขั้นที่ 4 ไปเทียบเป็นค่า T ปกติ จากตารางสำเร็จรูปต่อไปนี้ ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7

เทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนน T ปกติ

| T | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.016 | 0.023 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.10 |
| 2 | 0.13 | 0.19 | 0.26 | 0.35 | 0.47 | 0.62 | 0.82 | 1.07 | 1.39 | 1.79 |
| 3 | 2.28 | 2.87 | 3.59 | 4.46 | 5.48 | 6.68 | 8.08 | 9.68 | 11.51 | 13.57 |
| 4 | 15.8 | 18.4 | 21.1 | 24.2 | 27.43 | 30.85 | 34.46 | 38.21 | 42.07 | 46.02 |
| 5 | 50.0 | 53.9 | 57.9 | 61.7 | 65.54 | 69.15 | 72.57 | 75.80 | 78.81 | 81.59 |
| 6 | 84.1 | 86.4 | 88.4 | 90.3 | 91.92 | 93.32 | 94.52 | 95.54 | 96.41 | 97.13 |
| 7 | 97.7 | 98.2 | 98.6 | 98.9 | 99.18 | 99.38 | 99.53 | 99.65 | 99.74 | 99.81 |
| 8 | 99.8 | 99.9 | 99.9 | 99.9 | 99.99 | 99.97 | 99.98 | 99.98 | 99.99 | 99.99 |

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา. โดย สมนึก ภัททิพยธณี, 2553, น. 224-228 พิมพ์ครั้งที่ 5. มหาสารคาม.

ค่าของคะแนน T ตามแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ) แสดง หลักสิบ และตามแนวนอน (แถวบน) แสดง หลักหน่วย วิธีเทียบ ดังนี้

1.ให้นำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ มาเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่อยู่ในตารางนี้ซึ่งมีค่าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

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

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

สรุปได้ว่า การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ เป็นคะแนนมาตรฐานหรือคะแนนที่แปลงรูปมาจากคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐานซึ่งคะแนนแต่ละชนิด จะมีค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคงที่ ไม่ว่าจะเป็คะแนนใด

2.6.5.3 การตัดเกรดหรือการให้ระดับผลการเรียน

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

1) ผลการวัด (Measurement) การวัดที่ดีจะต้องให้ผลการวัดที่ถูกต้องแม่นยำ เทียบตรงครอบคลุมและเชื่อถือได้

2) เกณฑ์การพิจารณา (Criteria) ต้องเป็นมาตรฐานที่ใช้เป็นหลักเปรียบเทียบหรือเป็นคุณลักษณะที่ตั้งไว้เป็นเป้าหมาย หรือมุ่งหวังที่จะให้เกิดแก่ผู้เรียนและใช้เป็นเครื่องตัดสินชี้ขาดระดับความสามารถของผู้เรียน

3) วิจารณ์ญาณและคุณธรรมต่างๆ (Value Judgement) เนื่องจากผลการวัดที่ได้เป็นเพียงข้อมูลส่วนหนึ่งเกี่ยวกับตัวนักเรียนเท่านั้น การประเมินผลที่เที่ยงตรงจำเป็นต้องอาศัยดุลยพินิจหรือการพิจารณาอย่างรอบคอบถี่ถ้วนของครูผู้สอนประกอบด้วย โดยพยายามให้ความเป็นธรรมขจัดความลำเอียงหรืออคติส่วนตัวออกไป และควรคำนึงถึงความเปลี่ยนแปลงองกงามของนักเรียนในด้านอื่น ๆ

สรุปได้ว่า การตัดเกรดหรือการให้ระดับผลการเรียนเป็นการสรุปผลการเรียนขั้นสุดท้าย โดยกำหนดระดับความสามารถในการเรียนของนักเรียนว่า ผ่าน – ไม่ผ่าน หรือ เก่ง – อ่อน ระดับใด การตัดจะเกรดจึงเป็นการประเมินผลจากการสอบการวัดในวิชานั้น ๆ ความถูกต้องและเหมาะสมของการให้เกรดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการคือ ผลการวัด เกณฑ์การพิจารณา วิจารณ์ญาณและคุณธรรมต่าง ๆ

2.6.5.4 คะแนนมาตรฐาน T - ปกติ (Normalized T-Score)

หลักการสำคัญ คือ คะแนนกระจายอยู่ในรูปของโค้งปกติ (Normal Curve) และจำนวนเกรดขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ประเมิน ขั้นตอนในการให้เกรดมีดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 241-243)

ตารางที่ 2.8

สมมติจากข้อมูลการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติจากตารางที่ 2.6

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

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

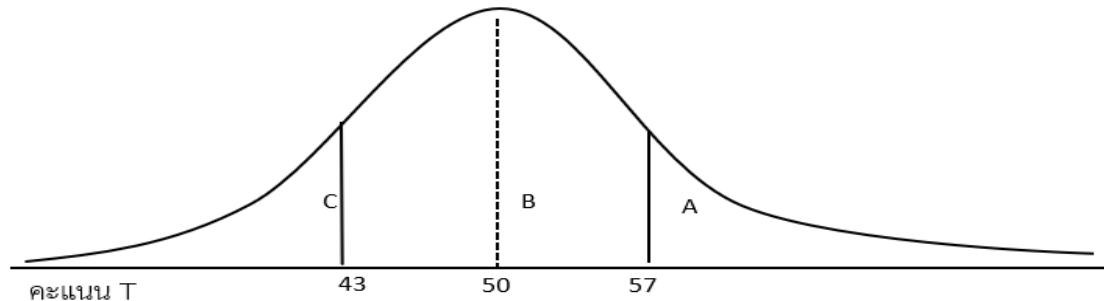
2. พิจารณาจำนวนเกรดที่ต้องการ

3. เอาจำนวนเกรดที่ต้องการไปหารค่าพิสัย ผลลัพธ์ที่ได้ คือ อัตราภาคชั้น หรือคะแนนออกเกรดเช่น

3.1 ถ้าต้องการตัด 2 เกรด ให้เอาคะแนน T ปกติที่ 50 เป็นหลัก คะแนน T ปกติที่สูงกว่า 50 ก็ได้เกรดหนึ่ง และคะแนน T ปกติที่ต่ำกว่า 50 ก็เป็นอีกเกรดหนึ่ง ส่วนจะเป็นเกรด A กับ B หรือ B กับ C หรือเกรดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน เช่นถ้าให้เกรด A กับ B จะมีนักเรียนได้เกรด A = 12 คนและเกรด B 13 คน

3.2 ถ้าต้องการตัด 3 เกรด เช่นเป็นเกรด A B C ดังนั้นจำนวนคะแนนในแต่ละเกรด

$$= \frac{42}{3} = 14 \text{ และ } \frac{42}{2} = 7$$



ภาพที่ 2.2 การตัด 3 เกรด

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

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

เกรด C คือคะแนน T ตั้งแต่ 43 ลงมา (7 คน)

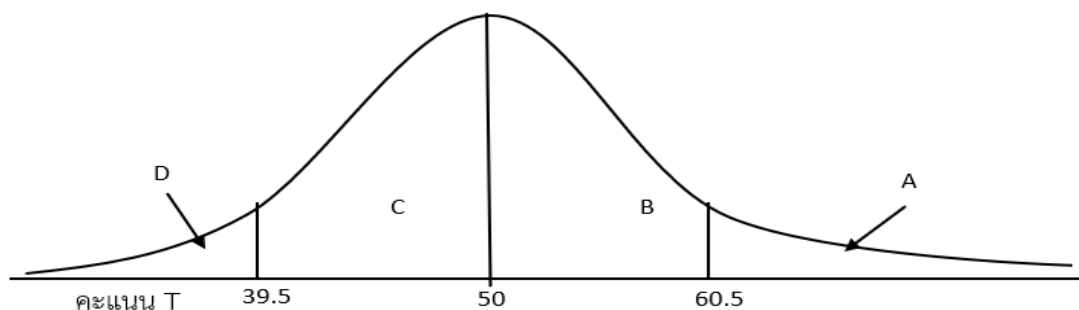
ข้อสังเกต ก. จำนวนเกรดที่ต้องการ เช่น 3 เกรด ก็ไม่จำเป็นต้องเป็นเกรด A B C อาจจะเป็น B C D หรือ C D E ก็ได้แต่ไม่ควรเป็น $A^+ A$ และ A^- หรือ $B^+ B$ และ B^- เว้นแต่ครูผู้สอนทำการวัดและประเมินผลโดยใช้เทคนิคอย่างถี่ถ้วนจนพบว่าคะแนนของนักเรียนเบียดกันแน่นจนแยกไม่ออก

ข. ไม่ว่าจะตัดกี่เกรดก็ต้องเริ่มต้นแบ่งเกรดจากคะแนน T ที่ 50 เสมอ (เริ่มจากจุดกึ่งกลางของโค้งปกติ)

ค. จำนวนคะแนนในแต่ละเกรดหากเป็นทศนิยมไม่จำเป็นต้องปัดให้เป็นจำนวนเต็ม (ดังที่เคยผ่านมาในการหาค่าอันตรภาคชั้น) เพราะจะช่วยตัดเกรดได้สะดวกยิ่งขึ้น

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

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



ภาพที่ 2.3 การตัด 4 เกรด เช่น เป็น A B C D

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

สรุปได้ว่า คะแนนมาตรฐาน T – ปกติ คือ คะแนนกระจายอยู่ในรูปของโค้งปกติ (Normal Curve) โดยเป็นคะแนนมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ย 50 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 และเกี่ยวข้องกับการตัดเกรด ซึ่งขั้นตอนในการให้เกรด อาจจะต้องการตัด 2 เกรด 3 เกรด 4 เกรดก็ได้ ซึ่งจำนวนเกรดขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ประเมิน

2.4 แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์ (Interview) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อทำการศึกษาเชิงลึก การสัมภาษณ์เป็นการสนทนาหรือคุยโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ถูกต้อง (Flannery & Everly, 2000, p. 144) จึงขอทำความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของการสัมภาษณ์ ประเภทของการสัมภาษณ์ ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ความหมายของการสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้หลากหลาย ดังนี้

วัฒนา พัทธานิช (2531, น. 127) กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้น ทำให้ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริง โดยไม่มีการปิดบัง อำพรางและยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

นิภา เมธาวีชัย (2542, น. 32) กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์ใช้หู ตา และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์ และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

มลิวัลย์ ผิวคราม (2554, น. 1) กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ คือ การคุยอย่างมีจุดมุ่งหมาย ซึ่งนิยมใช้เป็นเครื่องมือวัดผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความรู้สึก เป็นส่วนใหญ่ เช่น เกี่ยวกับบุคลิกภาพ การปรับตัว เจตคติ ความสนใจรวมทั้งคุณลักษณะเกี่ยวกับการปฏิบัติ ในด้านวิธีการปฏิบัติการใช้การสัมภาษณ์ เพื่อวัดความสามารถในด้านความรู้ ความคิดทาง

สติปัญญาก็สามารถใช้ได้ แต่ต้องระมัดระวังในกรณีที่ผู้ถูกสัมภาษณ์มีหลายคน และใช้คำถามคนละชนิดคนละเรื่องซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการเปรียบเทียบคะแนน

อรัญ ชุยกะระเตื่อง (2557, น. 43) กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึงการสนทนาที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้ข้อมูลตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยจะมีผู้สัมภาษณ์เป็นผู้ตั้งคำถามและผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถาม ผู้สัมภาษณ์จะเป็นผู้จดบันทึก ใช้เทปบันทึกเสียงหรือใช้วิดีโอเทปบันทึกคำตอบของคำถามต่าง ๆ การสัมภาษณ์นี้เหมาะกับการเก็บฐานข้อมูลจากเด็ก ๆ หรือผู้ที่อ่านหนังสือไม่ค่อยได้

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนาที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้ข้อมูลตามที่กำหนด ซึ่งนิยมใช้เป็นเครื่องมือสำหรับศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความรู้สึกรู้สึก ความคิดของบุคคลและด้านพฤติกรรม โดยจะมีผู้สัมภาษณ์เป็นผู้ตั้งคำถามและผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถาม

2.4.2 ประเภทของการสัมภาษณ์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ไว้หลากหลาย ดังนี้

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2542, น. 119) กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ว่าการสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง การสัมภาษณ์วิธีนี้ เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบฟอร์มของข้อคำถามที่กำหนดไว้ให้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อคำถามเหมือนกันทุกข้อคำถามที่จะสัมภาษณ์ จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อคำถามเป็นอย่างดี ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ ผู้ทำการสัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ยิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

- 2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ การสัมภาษณ์วิธีนี้เป็นแบบไม่ต้องตั้งคำถาม เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้นสิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่างการสนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึกนึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้สัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็น ในเรื่องต่าง ๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่กับการสัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์โดยมาก การสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ ค่านิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จำเป็นและนิยม

ใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสังเคราะห์และแพทย์ ผู้ให้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุด เพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้ว จึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามที่เกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 78) กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกได้หลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ที่แบ่งตามเทคนิคการสัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นหรือพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ ผู้ให้สัมภาษณ์จะต้องคำถามชุดเดียวกัน อย่่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่ายและลดเวลาในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะสัมภาษณ์ได้ ในการสัมภาษณ์แบบนี้อาจมีแนวการสัมภาษณ์ ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความสามารถและความชำนาญในการสัมภาษณ์มาก

ไพศาล วรคำ (2544, น. 253) กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ว่า การสัมภาษณ์เป็นการพูดคุยเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สัมภาษณ์มี 2 ประเภทคือ

1. แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือมีการเตรียมคำถามไว้ในแบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนด เหมาะสำหรับการสัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มี ความชำนาญในการสัมภาษณ์

2. แบบไม่มีโครงสร้าง จะมีเฉพาะหัวข้อหรือแนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

อรัญ ชูยกระเดื่อง (2557, น. 43) กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ว่า การสัมภาษณ์ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นแบบที่มีคำถามกำหนดไว้อย่างแน่นอน บางคำถามก็เป็นปลายเปิด บางคำถามก็เป็นปลายปิด การสัมภาษณ์แบบนี้เหมือนกับแบบสอบถามต่างกันตรงที่การสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้เขียนคำถามของผู้ตอบเอง

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้ล่วงหน้าแน่นอน ผู้สัมภาษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงคำถามได้ตลอดเวลาตามสถานการณ์ แต่ต้องมุ่งให้ได้ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความชำนาญการและต้องจำคำถามต่าง ๆ ได้

สรุปได้ว่า ประเภทของการสัมภาษณ์จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือเป็นการสัมภาษณ์ที่เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความหรือเตรียมคำถามไว้ไว้อย่างแน่นอน และการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง คือเป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าแน่นอน ผู้สัมภาษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงคำถามได้ตลอดเวลาตามสถานการณ์ ซึ่งจะเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

2.4.3 การสัมภาษณ์เชิงลึก

มีนักการศึกษาและนักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงการสัมภาษณ์เชิงลึก ไว้ดังนี้

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2542, น. 117) กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่ เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความเข้าใจและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศจะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

สุรศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์ (2544, น. 119) กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นการพูดคุยสนทนาตามธรรมชาติ

มานพ คณะโต (2550, น. 57) กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth Interview) หมายถึงการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนด กฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับ ขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการพูดคุย สนทนาตามธรรมชาติ (Naturalistic Inquiry)

กมลทิพย์ ศรีหาเศษ (2553, น. 57) กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป เช่น การสัมภาษณ์เจาะลึก การสัมภาษณ์ลุ่มลึก การสัมภาษณ์แนวลึก เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช่แบบสอบถาม จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึก และต้องอาศัยความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งการสัมภาษณ์เชิงลึกมักจะศึกษาในประชากรกลุ่มเล็กๆ เช่น ผู้บริหาร นักการเมือง ผู้นำทางวิชาการ ผู้นำท้องถิ่น ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นต้น โดยที่การสัมภาษณ์เชิงลึกนั้นมิได้มุ่งหวังว่าจะให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ให้คำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญของเรื่องและสถานการณ์ ตลอดจนความเชื่อ ความหมายต่างๆ อย่างลึกซึ้งในแง่มุมต่างๆ

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก หมายถึง การซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคล โดยเป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอน เพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่างๆ การถามนอกจากจะให้อธิบายแล้วจะต้องถามถึงเหตุผลด้วย การสัมภาษณ์แบบนี้จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถาม และผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

2.5 การหาคุณภาพเครื่องมือ

การหาคุณภาพเครื่องมือ เป็นกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งดัชนีหรือตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือวัดที่ดีจะต้องมีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่อง ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการหาคุณภาพเครื่องมือ ไว้ดังต่อไปนี้

บุญชุม ศรีสะอาด (2545, น. 81) กล่าวว่า เครื่องมือรวบรวมข้อมูลจะต้องมีคุณภาพหลายประการประกอบกัน ดังนี้

1. ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าตามเกณฑ์ในด้านระดับความยากอำนาจจำแนกความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2. เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพตามข้อ 1 มารวมกันเป็นฉบับเครื่องมือทั้งฉบับนั้นจะต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 193) กล่าวว่า การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบเป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ทั้งลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อใดหรือฉบับใดมีคุณภาพดี ก็ควรนำไปใช้ แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134) กล่าวว่า เครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้งที่การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่อง ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย

ไพศาล วรคำ (2561, น. 265) กล่าวว่า คุณภาพเครื่องมือ หมายถึงคุณ ลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลัก ส่วนอำนาจจำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม และความยากจะใช้ได้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

สรุปได้ว่า การหาคุณภาพเครื่องมือ หมายถึง การตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลที่ต้องมีการหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือเพื่อความถูกต้องและเชื่อถือได้

2.5.2 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในการทำนายอนาคตของพฤติกรรม หรือเป็นค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด ซึ่งเครื่องมือแต่ละอย่างจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง ดังนั้นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายหนึ่งไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายทั้งหมด (Wainer and Braun, 1988, p. 20) ซึ่งมีการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง (Validity) หรือความตรง (Validity) ไว้ดังต่อไปนี้

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2551, น. 134-135) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นมีสิ่งที่ควรพิจารณา ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผล มิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ (Matter of Degree) มิใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเสบทเจาะจง เช่น มีความเที่ยงตรง สูง ปานกลาง หรือ ต่ำ

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

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดียว (Unitary Concept) หมายความว่าความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่งหลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็คือเนื้อหาเกณฑ์ที่กำหนดและโครงการ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น.99) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อ เรื่อง ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐานเพื่อการสนับสนุนความเหมาะสม และความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

ไพศาล วรรคา (2561, น. 266) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพ ด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด เนื่องจากความเที่ยงตรงของค่าวัดจากเครื่องมือวัดเป็นความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของเครื่องมือวัดนั้นกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวเกณฑ์ ดังนั้น การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง จึงเป็นการหาความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของตัวแปรวิธีการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงขึ้นอยู่กับชนิดของค่าวัดที่ได้จากตัวแปร ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการแสดงหรือหาว่าเครื่องมือวัดนั้น สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาวิชาการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด โดยการเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางกำหนดข้อสอบสิ่งกำหนดตัวอย่างหัวข้อเนื้อหาสาระวิชาและพฤติกรรมจากเนื้อหาสาระวิชาทั้งหมด และถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้วการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด สามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของวิชา โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องของระหว่างข้อสอบกับ

จุดประสงค์ ค่า IOC ที่มีค่า 0.50 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์ของวิชา

สูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนนดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 266-270) เป็นดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{N} \quad (2-1)$$

| | | | |
|-------|-------|-----|--|
| เมื่อ | IOC | แทน | ดัชนีความสอดคล้อง |
| | R_i | แทน | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |
| | N | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น |

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

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขต หรือครบตามคุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะ (trait) มักจะมีโครงสร้างขององค์ประกอบในทฤษฎี บางทีจึงถูกเรียกว่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีจึงนิยมใช้กับเครื่องมือวัด ตัวแปรคุณลักษณะ หรือตัวแปรแฝงที่มีการนิยามเชิงทฤษฎี เช่น เซอร์ปัญญา เจตคติ ความเชื่อ ค่านิยม เซอร์อารมณ์ เป็นต้น โดยคุณลักษณะเหล่านี้สังเกตโดยตรงไม่ได้ จะสังเกตได้เฉพาะผลที่เกิดขึ้นเท่านั้น การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี เช่น วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มรู้ชุด (Comparing the Scores of Known Groups) วิธีเปรียบเทียบคะแนนจากการทดลอง (Comparing the Scores from an Experiment) วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นต้น

สรุปได้ว่า ความเที่ยงตรงหมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลที่ได้จากการวัด และการตรวจสอบความเที่ยงตรงนั้นสามารถ

จำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา การตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

2.5.3 ความยากและอำนาจจำแนก

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความยากและอำนาจจำแนกไว้ดังต่อไปนี้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2551, น.138) กล่าวว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คนจากผู้สอบ 100 คนค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมดส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูง

ไพศาล วรรค้ำ (2561, น.298) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่า ข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficult Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่มเพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบแต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่าการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียนโดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

การหาความยาก (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก

(item difficulty index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีดัชนี ความยากต่ำ เช่น แบบทดสอบข้อหนึ่งนำไปทดลองใช้กับนักเรียน 50 คน ได้ผลดังนี้

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 45 คน ดัชนีความยากเท่ากับ $45/50 = .90$

ข้อที่ 2 มีนักเรียนตอบถูก 30 คน ดัชนีความยากเท่ากับ $30/50 = .60$

ข้อที่ 3 มีนักเรียนตอบถูก 25 คน ดัชนีความยากเท่ากับ $25/50 = .50$

ข้อที่ 4 มีนักเรียนตอบถูก 0 คน ดัชนีความยากเท่ากับ $0/50 = .00$

ข้อที่ 5 มีนักเรียนตอบถูก 50 คน ดัชนีความยากเท่ากับ $50/50 = 1.00$

ดังนั้นค่าดัชนีความยากจึงหาได้จาก (ไพศาล วรคำ, 2561, น.298)

$$p = \frac{f}{n} \quad (2-2)$$

เมื่อ p เป็นดัชนีความยาก
f เป็นจำนวนผู้ตอบถูก
n เป็นจำนวนผู้เข้าสอบ

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้างเนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กันคือ กลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของ (Whitney and Sabers) ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากของแบบทดสอบ จะต้องแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมดโดยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 299)

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

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบสอบถามเทคนิคการหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม มีหลายวิธี
 - 1.1 เทคนิคร้อยละ 50
 - 1.2 เทคนิคร้อยละ 27
 - 1.3 การหาสหพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม
 - 1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial
2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้
 - 2.1 ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน (Brennan 's Index: B-Index)
 - 2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index: S)
3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย

ในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers)

คิริชัย กาญจนวาสิ (2552, น.225) กล่าวว่าความยากและอำนาจจำแนก หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คนปรากฏว่าตอบถูกเพียง 30 คนแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความระดับความยาก (p) เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก P จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย P จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่า P ระหว่าง 0.20-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) หรืออำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination Power of The Items) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อสอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้

อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบปรนัย

$$r = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \quad (2-4)$$

เมื่อ r เป็นอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 f_H เป็นจำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 f_L เป็นจำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 n_H, n_L เป็นจำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ
 n เป็นจำนวนผู้ตอบทั้งหมด ($n = n_H + n_L$)

สำหรับการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม (ไพศาล วรคำ, 2561, น.309)

$$r_{XY} = \frac{n \sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y'^2 - (\sum Y')^2]}} \quad (2-5)$$

เมื่อ r_{XY} เป็นดัชนีอำนาจจำแนกของข้อคำถาม
 X เป็นคะแนนของข้อคำถามข้อนั้น
 Y แทนคะแนนรวมจากข้อคำถามทั้งหมด (ที่วัดในสิ่งเดียวกัน)
 Y' เป็นคะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$
 n เป็นจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2561, น.309)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2-6)$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
 S_U แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ

| | | |
|-----------|-----|--|
| S_L | แทน | ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ |
| N | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |
| X_{max} | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ |
| X_{min} | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ |

ตารางที่ 2.9

เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

| ความยาก (p) | ความหมาย | อำนาจจำแนก (D) | ความยาก |
|----------------|--------------|----------------|-------------------------|
| 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 |

สรุปได้ว่า ความยากข้อสอบเป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บ่งบอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมี โอกาสที่จะมีกลุ่มตัวอย่างจะตอบถูกหรือไม่ ถ้ากลุ่มตัวอย่างตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีกลุ่ม ตัวอย่างตอบถูกน้อย ส่วนอำนาจจำแนก คือคุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกผู้เรียน ให้มีความต่างกัน ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานั้นจะต้องมีการหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบสอบด้วย

2.5.4 ความเชื่อมั่น

ความเชื่อมั่น เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งหรือวัดในสภาพการณ์ ที่แตกต่างกันจะได้รับผลการวัดคงเดิม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543, น. 170) ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึง ความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเชื่อมั่นไว้ ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” ซึ่งหมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability นั้น หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนน สอบจากการทดสอบเรื่อง เดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ตามก็สำหรับการใช้คำนั้นก็อาจใช้คำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่น ความ เทียง

ไพศาล วรคำ (2561, น. 278) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จาก การวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบวัดจึงเป็นคุณสมบัติ

ของแบบวัดที่ให้ผลการวัดที่คงที่ในการวัดคุณลักษณะหนึ่งของบุคคลหนึ่ง เมื่อคุณลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตาม ในอีกมุมหนึ่งแบบวัดที่มีความเชื่อมั่นแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ความเชื่อมั่นจึงมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error Variance) กล่าวคือ ถ้าแบบวัดมีความเชื่อมั่นสูง ความคลาดเคลื่อนของการวัด (Error of Measurement) จะต่ำ การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเริ่มพัฒนามาจากนิยาม คือ เป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้น มักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ 1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง 2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนาน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ 3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

การหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-rater Reliability) ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย (Essay test) แบบตอบสั้นที่มีคำตอบมากกว่า 1 แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต (observation) และการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) ผู้ตรวจให้คะแนน (Rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึงสำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดลักษณะนี้ วิธีการง่าย ๆ ในการหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน ก็คือ ให้ผู้ตรวจให้คะแนนหรือผู้สังเกตตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบสอบเดียวกัน หรือพฤติกรรมเดียวกัน แล้วหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกัน (Agreement Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient) ดัชนีที่บ่งบอกความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนอีกตัวหนึ่งเรียกว่า ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ระดับความพ้องกันหรือสอดคล้องกันของคะแนนที่ได้จากผู้ประเมินหรือผู้ตรวจให้คะแนน 2 คนหรือมากกว่า ที่เสนอโดย Judith A. Burry - Stock และคณะ (Burry-Stock and others, 1996) ดังนี้

1. กรณีหนึ่งพฤติกรรมหนึ่งตัวอย่างสองผู้ประเมิน เป็นการหาดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน 2 คนที่สังเกตหรือประเมินพฤติกรรมเพียงพฤติกรรมเดียวของกลุ่มตัวอย่างคนเดียว โดยอาศัยเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$RAI = 1 - \frac{|R_1 - R_2|}{I - 1} \quad (2-7)$$

เมื่อ RAI แทน ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน

- R_1 แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1
 R_2 แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2
 I แทน จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้

2. กรณีหนึ่งพฤติกรรมหนึ่งตัวอย่างหลายผู้ประเมิน เป็นการหาดัชนีความ เห็นพ้องกันระหว่างผู้ประเมินมากกว่า 2 คนที่สังเกตหรือประเมินพฤติกรรมเพียงพฤติกรรมเดียวของตัวอย่างคนเดียว โดยอาศัยเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$RAI=1-\frac{\sum_{m=1}^M |R_m - \bar{R}|}{(M-1)(I-1)} \quad (2-8)$$

- เมื่อ RAI แทน ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน
 R_m แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ m ($m = 1,2,3,\dots,M$)
 \bar{R} แทน คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้ประเมินทุกคน
 I แทน จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้
 M แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

3. กรณีหลายพฤติกรรมหนึ่งตัวอย่างสองผู้ประเมิน เป็นการหาดัชนีความ เห็นพ้องกันระหว่างผู้ประเมิน 2 คนที่สังเกตหรือประเมินพฤติกรรมหลายพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างคนเดียว โดยอาศัยเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) มีสูตรการคำนวณ

$$RAI=1-\frac{\sum_{k=1}^K |R_{1k} - R_{2k}|}{K(I-1)} \quad (2-9)$$

- เมื่อ RAI แทน ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน
 R_{1k} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในพฤติกรรม ที่ k ($k = 1,2,3,\dots,K$)
 R_{2k} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในพฤติกรรม ที่ k
 I แทน จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้
 K แทน จำนวนพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด

4. กรณีหลายพฤติกรรมหนึ่งตัวอย่างหลายผู้ประเมิน เป็นการหาดัชนีความเห็นพ้องกันระหว่างผู้ประเมินมากกว่า 2 คนที่สังเกตหรือประเมินหลายพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างคนเดียว โดยอาศัยเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$RAI=1-\frac{\sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M |R_{mk}-\bar{R}_k|}{K(M-1)(I-1)} \quad (2-10)$$

- เมื่อ **RAI** แทน ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน
R_{mk} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ m ในพฤติกรรมที่ k
 \bar{R}_k แทน คะแนนเฉลี่ยในพฤติกรรมที่ k
I แทน จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้
K แทน จำนวนพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด
M แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

5. กรณีหลายพฤติกรรมหลายตัวอย่างสองผู้ประเมิน เป็นการหาดัชนีความเห็นพ้องกันระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ที่สังเกตหรือประเมินพฤติกรรมหลายพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างหลายคน โดยอาศัยเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$RAI=1-\frac{\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N |R_{1nk}-R_{2nk}|}{KN(I-1)} \quad (2-11)$$

- เมื่อ **RAI** แทน ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน
R_{1nk} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในพฤติกรรมที่ k ของตัวอย่างคนที่ n (n = 1,2,3,...,N)
R_{2nk} แทน คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในพฤติกรรมที่ k ของตัวอย่างคนที่ n
I แทน จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้
K แทน จำนวนพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด
N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

6. กรณีหลายพฤติกรรมหลายตัวอย่างหลายผู้ประเมิน (หรือกรณีทั่วไป) เป็นการหา ดัชนีความเห็นพ้องกันระหว่างผู้ประเมินมากกว่า 2 คนที่สังเกตหรือประเมินหลายพฤติกรรมของ กลุ่มตัวอย่างหลายคน โดยอาศัยเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$RAI=1-\frac{\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M |R_{mnk}-\bar{R}_{nk}|}{KN(M-1)(I-1)} \quad (2-12)$$

| | | | |
|-------|----------------|-----|---|
| เมื่อ | RAI | แทน | ดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน |
| | R_{mnk} | แทน | คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ m ของตัวอย่าง คนที่ n ในพฤติกรรมที่ k |
| | \bar{R}_{nk} | แทน | คะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างคนที่ n ในพฤติกรรมที่ k |
| | I | แทน | จำนวนคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ |
| | K | แทน | จำนวนพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด |
| | M | แทน | จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด |
| | N | แทน | จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด |

การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดจะต้อง มากกว่า 0.70 ขึ้นไป แต่สำหรับกรณีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement tests) และแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (Aptitude Tests) ค่าความเชื่อมั่นไม่ควรต่ำกว่า 0.09 เพราะเป็นแบบวัดที่ต้องการความเชื่อมั่นสูง ส่วนความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนที่เชื่อถือได้ ควรจะมีค่าประมาณ 0.85 ขึ้นไป

สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใด ชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ในการหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนก็คือให้ผู้ตรวจให้คะแนน ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบทดสอบเดียวกันหรือพฤติกรรมเดียวกันแล้วหาความสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจโดยการหาดัชนีความเห็นพ้องกันของผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้งในและต่างประเทศ มีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548, น. 13-14) ศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการการให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จังหวัดกรุงเทพมหานครประมาณ 600 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งได้จากการอาสาสมัครจำนวน 15 คน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการการให้เหตุผลซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนี้สำคัญ .01 ดังนั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการการให้เหตุผล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รุ่งทิภา คนการณ (2549, น. 4) ศึกษาการใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อพัฒนาหลักสูตรที่เน้นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกุแก จังหวัดอุดรธานี ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 44 คนโดยแต่ละห้องแบ่งเป็น 8 คน กลุ่มละ 5 - 6 คน ตามความสมัครใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของหลักสูตรในระดับนำไปใช้ใน 3 ด้าน คือ 1) กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดที่เกิดจากการใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดก่อให้เกิดการบูรณาการระหว่าง เนื้อหา สารระ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้จริงในระดับปฏิบัติการ ตามความคาดหวังของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 2) การสร้างหน่วยการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ทำให้สามารถบูรณาการหลายความคิดรวบยอดได้ ในแต่ละหน่วยซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีเวลาคิดในขณะที่ทำกิจกรรมในแต่ละหน่วยมากขึ้น 3) เมื่อพิจารณาหลักสูตรที่เกิดขึ้นกับนักเรียนพบว่านักเรียนเปลี่ยนแปลงไปเป็นชั้นเรียนที่นักเรียนมีอิสระทางความคิดมากขึ้น และผลการวิเคราะห์กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะกระบวนการนำเสนอตัวแทนความคิด พบว่าการออกเสียงเป็นวิธีการที่นักเรียนใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์มากที่สุด กล่าวคือ ในระหว่างแก้ปัญหาสมาชิกในกลุ่มส่วนใหญ่ได้ร่วมการเสนอแนวคิด โดยการออกเสียงเป็นภาษาถิ่นที่เกี่ยวข้องกับบริบทในชีวิตจริง พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ช่วยในการวาดรูปจากนั้นจึงนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปของการเขียน เพื่อลองผิดลองถูกและตรวจสอบเพราะขาดการที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ และในช่วงนำเสนอผลงานนักเรียนใช้จากออกเสียงหรือคำพูดที่เป็นตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง

ชูรายา สัสดีวงศ์ (2555, น. 273) การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวทางการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อการคิดทางคณิตศาสตร์มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 43 คน และกลุ่มควบคุม 39 คน ระยะเวลาในการทดลอง 5 สัปดาห์ พบว่ากระบวนการเรียนรู้พัฒนาขึ้น ผลการทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้พัฒนาขึ้น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05

แพรไหม สามารถ (2555, น. 507-509) ศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดอนจานวิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 37 คน เพื่อการคิดทางคณิตศาสตร์มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจาก พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียน มีการคิดทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยพบว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน หลังเรียนดีกว่าระหว่างเรียน และระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จตุพร นาลินสร้อย (2557, น. 107) ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง การคูณ ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เพื่อสำรวจการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การคูณ ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 8 คน โรงเรียนคำพิทยาสรรพ์ ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในระบบการพัฒนาวิชาชีพครู โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน การคิดทางคณิตศาสตร์มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก

วัชระ ชูเสน (2559) ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 9 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งพบว่าผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดเท่ากันทุกด้าน คิดเป็นร้อยละ 100 นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 68.89 ด้านการให้เห็น

ผล คิดเป็นร้อยละ 60 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด คิดเป็นร้อยละ 77.78 และนักเรียนมีผลการเรียนอ่อน มีการคิดทางคณิตศาสตร์เท่ากัน 2 ด้านคือ ด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผล คิดเป็นร้อยละ 37.78 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด คิดเป็นร้อยละ 33.33

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศสรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจาก เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้พื้นฐานต่าง ๆ มาประยุกต์ให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผล ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้น

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Hwa Tee Yong (2005, p. 58) การประเมินผลตามโรงเรียน: การประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบ (MATA) กรอบการประเมินการคิดคณิตศาสตร์ (MaTA) จึงเป็นทางเลือกวิธีการประเมินสำหรับครูเพื่อตรวจสอบกระบวนการคิดของนักเรียนหรือการคิดทางคณิตศาสตร์ครูสามารถระบุโครงสร้างทางปัญญา และอารมณ์ของนักเรียนที่แตกต่างกันของการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านทาง MaTA และข้อมูลที่รวบรวมได้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยความคิดเห็นของ MaTA ครูสามารถออกแบบบทเรียนที่เฉพาะเจาะจงเพื่อช่วยและยกระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และที่สำคัญนักเรียนสามารถใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

Kaye Stacey (2006, p.54) การคิดทางคณิตศาสตร์คืออะไรและมันสำคัญอย่างไร การสอนคณิตศาสตร์เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการแก้ปัญหาด้วยคณิตศาสตร์ ไม่ได้เน้นที่ความรู้แบบคงที่ที่ใช้ในบทเรียน แต่ในกระบวนการบัญชีของการสอน เพื่อที่จะใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในทุกด้านของการสมัครไม่ว่าจะเป็นเรื่องเงิน ฟิสิกส์ การกีฬา วิศวกรรม คณิตศาสตร์ จะต้องใช้ร่วมกับความเข้าใจ ในกรณีของการสอนคณิตศาสตร์ผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องรวบรวมความเชี่ยวชาญทั้งในวิชาคณิตศาสตร์และการสอนทั่วไปและรวมความรู้ทั้งสองนี้เข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ประเด็นเพื่อสร้างแผนสำหรับการสอนที่ดี บทเรียนหรือเป็นรายนาที่เพื่อตอบสนองต่อนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ หากครูต้องส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ในนักเรียน พวกเขาจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการคิดคณิตศาสตร์ตลอดบทเรียนด้วยตนเอง

Toni Scusa (2008, p.20) ได้ศึกษาการตรวจสอบกระบวนการสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อสำรวจผลกระทบต่อคุณภาพของการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและการเขียนวิธีแก้ปัญหา โดยใช้หากระบวนการสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์พบว่า การให้เหตุผลของนักเรียนไม่ว่าจะเป็นลายลักษณ์อักษรหรือด้วยวาจาทำให้ดีขึ้น เมื่อเราเน้นกระบวนการเหล่านี้แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงจะช้าและเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ ความผูกพันของนักเรียนได้รับผลกระทบจากเวลาที่เราใช้ในการทำงานใน

กิจกรรมกลุ่มใหญ่หรือเล็ก อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นหากไม่มีการลงทุนในความพยายามและเวลาอย่างมีนัยสำคัญในส่วนของผู้สอนและนักเรียน การเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการเฉพาะเพื่อจำลองแบบและใช้เพื่อประเมินงานของผู้อื่นเป็นงานในเชิงลึกที่ไม่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วหรือง่ายดาย

Merilyn Taylor (2010, p.7) การใช้สภาพแวดล้อมเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และไวท์บอร์ดแบบโต้ตอบเพื่อตรวจสอบคิดทางคณิตศาสตร์ ภาษาโปรแกรมกราฟิกฟรีที่ออกแบบมาสำหรับเด็ก ในการสร้างเกมแบบโต้ตอบ ภาพเคลื่อนไหว แบบจำลอง และเรื่องราว เป็นเสมือนพื้นที่ให้เด็ก ๆ ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนไหวได้ รายงานเกี่ยวกับการค้นพบเบื้องต้นจากโครงการวิจัยที่ครูประถมศึกษา 2 คน ในโรงเรียนในเมืองของนิวซีแลนด์ ได้นำ Scratch ไปใช้กับเด็กอายุ 9-10 ขวบ ในห้องเรียน ในแต่ละห้องเรียนมีการใช้คอมพิวเตอร์จำนวนน้อยและไวท์บอร์ดแบบโต้ตอบ (IWB) บทความนี้ใช้วิธีการกรณีศึกษาเพื่ออธิบายว่าการมีส่วนร่วมกับ Scratch และการใช้กระดานอัจฉริยะ (กระดานอัจฉริยะ (IWB)) ช่วยให้เด็ก ๆ ทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบได้อย่างไร ผลลัพธ์เบื้องต้นบ่งชี้ว่าโปรแกรม Scratch จะดึงดูดเด็ก ๆ สร้างสภาพแวดล้อมที่เด็ก ๆ จำเป็นต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาเช่นการตั้งเป้าหมายการสร้างและทดสอบความคิด กระดานไวท์บอร์ดแบบอินเทอร์แอกทีฟเปิดโอกาสมากมายให้เด็ก ๆ ได้ร่วมมือกันและแบ่งปันความคิด คำถามและความหมายบางอย่างสำหรับการเรียนรู้และการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาชั้นนั้น

Hamidreza (2010, p. 20) ศึกษาอุปสรรคในการเรียนรู้ฟังก์ชันสองตัวแปรผ่านวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ ตัวแปรเป็นหนึ่งในแนวคิดที่สำคัญที่สุดในคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ การขาดความเข้าใจจะทำให้เกิดอุปสรรคในการเรียนรู้แนวคิดต่อไป นักวิจัยที่ Universiti Teknologi Malaysia (UTM) มีแนวโน้มที่จะสนับสนุนให้นักเรียนเอาชนะข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของฟังก์ชันสองตัวแปร โดยการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้จะช่วยนักเรียนในการเรียนรู้การทำงานของตัวแปรสองตัวเมื่อพวกเขาพบปัญหาที่ไม่ได้เกิดขึ้นประจำในวิชาคณิตศาสตร์ การรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาคั้งนี้เก็บรวบรวมจากคลาสแคลคูลัสหลายตัวแปรที่ UTM ระหว่างภาคการศึกษาที่ 2 ปี 2009 - 2010 การรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาดำเนินการผ่านการประเมินเป็นลายลักษณ์อักษรและแบบสอบถามที่มีโครงสร้าง การวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนยังคงมีปัญหาในการเรียนรู้ โดยเฉพาะปัญหาที่พบบ่อยของนักเรียนคือ : นักเรียนพบก่อน (ประสบการณ์ก่อนหน้า) เลือกตัวแทนที่เหมาะสมของโลกทั้งสามของการคิดทางคณิตศาสตร์ การเปลี่ยนจากโลกหนึ่งไปสู่อีกโลกหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ขาดความเข้าใจที่แตกต่างกันสองศูนย์และขาด ของการทำความเข้าใจสองสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันสำหรับแนวคิด พบว่าการร่างกราฟ

ของฟังก์ชันสองตัวแปรใน 3 มิติ นั้นเป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียน นอกจากนี้การยึดมั่นของนักเรียนค่อนข้างมากในพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้และรูปแบบของพวกเขาเป็นเหตุผลที่สำคัญที่สุด

Seren (2012, p. 7) การสำรวจปัจจัยทางด้านอารมณ์และด้านประชากรศาสตร์เกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์และการใช้เหตุผลของนักศึกษามหาวิทยาลัย เพื่อกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อวิธีการของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในการเรียนรู้การรับรู้ความสามารถของตนเอง กลยุทธ์การแก้ปัญหาความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์และการใช้เหตุผล เพื่อระบุเพศ ระดับเกรด และความแตกต่างของภูมิภาค ระหว่างปัจจัยที่ระบุ และความสามารถโดยรวมในการคิดเชิงคณิตศาสตร์และการใช้เหตุผลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี และครูที่คาดหวัง ปัจจัยที่มีการระบุผ่านการสำรวจนำวิธีการศึกษาและการทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์และการใช้เหตุผลที่ออกแบบโดยนักวิจัย นักเรียนระดับปริญญาตรี 431 คนของคณิตศาสตร์การศึกษา คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในอังการาและในภาคเหนือของไซปรัสและครูที่คาดหวังของการศึกษาครูในชั้นเรียนและการศึกษาปฐมวัย พบว่าเพศที่สำคัญความแตกต่างของระดับชั้นข้อมูลทีระบุของแบบสำรวจและภูมิภาคความแตกต่างของเพศและระดับชั้นในมิติของการทดสอบและในการทดสอบทั้งหมด

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศสรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจาก เป็นทางเลือกวิธีการตรวจสอบกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อช่วยและยกระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และสามารถใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การแก้ปัญหาในทุกด้านและส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศสรุปได้ว่าการคิดทางคณิตศาสตร์มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเชื่อมโยงข้อมูลทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้พื้นฐาน ทักษะกระบวนการต่าง ๆ มาประยุกต์ให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผล นอกจากนี้กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปต่อยอดในระดับที่สูงขึ้น และเมื่อศึกษากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ จะสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน เพื่อพัฒนาการคิดรวบยอดช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการสังเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษา NCTM (2000, pp. 52-71), Cai (2003, p. 720), Kriegler (2004, pp. 28), Manouchehri (2005, p. 37), Swan & Ridgway (2005, p. 5), กรองทอง ไครีรี (2554, น. 10), นวพล นนทภา (2559 น. 101) ผู้วิจัยได้สังเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. การคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา
2. การคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล
3. การคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด

ภาพที่ 2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง ม.2/3 จำนวน 40 คนและ ห้อง ม.2/5 จำนวน 40 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 80 คน โดยนักเรียนมีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1/2562 คือ

| | |
|--------------------|----------------------|
| เกรด 4 จำนวน 8 คน | เกรด 3.5 จำนวน 4 คน |
| เกรด 3 จำนวน 12 คน | เกรด 2.5 จำนวน 15 คน |
| เกรด 2 จำนวน 14 คน | เกรด 1.5 จำนวน 6 คน |
| เกรด 1 จำนวน 13 คน | เกรด 0 จำนวน 8 คน |

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้แก่

- 3.2.1 แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์
- 3.2.2 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบในการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังต่อไปนี้

3.3.1 แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

1) ศึกษา ค้นคว้า หนังสือ บทความ เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบในการคิดทางคณิตศาสตร์

2) ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบและการหาคุณภาพแบบทดสอบในการคิดทางคณิตศาสตร์ (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 262-263)

3) ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4) สร้างแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ 15 ข้อ ที่สร้างเพื่อไว้ซึ่งใช้จริงเพียง 9 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

5) นำแบบวัดการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 15 ข้อ ไปเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์มีดังนี้

5.1 การออกแบบทดสอบการให้คิดทางคณิตศาสตร์นั้นต้องให้ครอบคลุม

5.2 อธิบายขั้นตอนในการทำอย่างชัดเจนเพื่อไม่ให้นักเรียนสับสน

5.3 ให้นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาวีธีอื่น (ถ้ามี)

6) นำแบบทดสอบการใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ จากการนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งรายนามผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

อาจารย์ ดร.ชาญณรงค์ เขียงราษ Ph. D. (Math Ed). ผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อาจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส ปร.ด.(คณิตศาสตร์ประยุกต์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดทางคณิตศาสตร์

คุณครูชดัดธณพร เอกภักษ์ชัยวงษ์ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

คุณครูดวงจันทร์ ชมภูวิเศษ ครูคณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

อาจารย์ ดร.นิตยา จันทะคุณ ปร.ด.(สถิติประยุกต์) อาจารย์ประจำคณะ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและเครื่องมือ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมี ดังนี้

1. มีเพียงบางข้อที่โจทย์ยังไม่ชัดเจน ควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้โจทย์ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้และตรวจความถูกต้องของคำตอบ
3. ควรเพิ่มที่สำหรับให้นักเรียนใช้แทนกระดาษทด ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยได้ร่องรอยการคิดของนักเรียน

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

| | | |
|-------------|---------------|----|
| สอดคล้อง | จะมีคะแนนเป็น | +1 |
| ไม่แน่ใจ | จะมีคะแนนเป็น | 0 |
| ไม่สอดคล้อง | จะมีคะแนนเป็น | -1 |

8) นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2554, 262-263) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

9) นำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 9 ข้อ ไปทำการทดสอบหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจการจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยนำไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จำนวน 40 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบ และความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

10) แบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.2 - 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.2 - 1.0 จึงถือว่าข้อสอบใช้ได้

11) นำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ มาหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (RAI)

12) นำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สัมประสิทธิ์ และแอลฟาของครอนบัก

13) นำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

การพิจารณาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยพิจารณางานเขียนของนักเรียนและวิธีทำของนักเรียนตรงกับการคิดทางคณิตศาสตร์ใด โดยใช้เกณฑ์การประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ ของ Kriegler (2002, น. 28)

3.3.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อยืนยันคำตอบของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดความชัดเจน มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง
2) กำหนดประเด็นหลักและประเด็นย่อยของการสัมภาษณ์ พร้อมทั้งกำหนดกรอบของคำถามในแต่ละประเด็นสำหรับการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In – Depth Interview) เพื่อจะได้ทราบถึงลักษณะเลือกใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3) สร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย
4) นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้อเสนอแนะเป็นดังนี้

4.1) แบบสัมภาษณ์การทางคณิตศาสตร์ ควรมียาวน้อย 2 ข้อคำถาม
4.2) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างควรให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย
5)) นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจากการนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

5.1) ควรให้นักเรียนได้ตอบคำถามตามขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา
5.2) ควรแสดงเกณฑ์การตรวจการให้คะแนนเป็นรายข้อคำถาม
5.3) เนื่องจากข้อคำถามมีจำนวนมากไม่สามารถที่จะทำการสอบในครั้งเดียวได้ ควรแยกสอบเป็นหลายครั้งตามความเหมาะสม

6) นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการทางคณิตศาสตร์ ไปสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย จากนั้นนำปัญหาที่พบ ไปสัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือ ซึ่งมีแนวปฏิบัติในการนำแบบทดสอบไปใช้ ดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิจัย จากสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และติดต่อกับฝ่ายวิชาการโรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย

3.4.2 ประสานงานกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 80 คน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัย กำหนดวัน เวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.3 ให้กลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.4.4 ทำการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การสัมภาษณ์จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 1-2 ชั่วโมงต่อนักเรียนหนึ่งคน รวมจำนวนทั้งหมด 9 คน ซึ่งแบ่งเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน กลุ่มการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน กลุ่มการนำเสนอตัวแทนความคิด จำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อหาแนวความคิดการให้คิดทางคณิตศาสตร์

3.4.5 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.4.6 ทำการรวบรวมข้อมูล และนำผลจากแบบทดสอบไปวิเคราะห์ โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Krieglter (2004, p, 28) และแบ่งกลุ่มตามคะแนนการให้คิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกเป็นสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้เกณฑ์ในการแปลผลแบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในรูปของคะแนน T ปกติ (Normalized T- Score) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 242) กลุ่มดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.2

เกณฑ์การให้คะแนนระดับการคิดทางคณิตศาสตร์

| คะแนน T ปกติ | ความหมายระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ |
|---------------------|----------------------------------|
| ตั้งแต่ T 58 ขึ้นไป | สูง |
| ตั้งแต่ T 44 - T 57 | ปานกลาง |
| ตั้งแต่ T 43 ลงมา | ต่ำ |

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

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 วิเคราะห์แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)

3.5.2 วิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) จากแบบสัมภาษณ์ กิ่งโครงสร้าง และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.6.1.1 ร้อยละ (Percentage) (อริญ ชูกระเดื่อง, 2559, น. 51)

$$P = \frac{f_i}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ P แทน ร้อยละใดๆที่ต้องการหา

f_i แทน จำนวนใด ๆ ที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยปัญหาปลายเปิด (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527, น.117)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{N} \quad (3-2)$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R_i แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum_{i=1}^n R_i$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ จะต้องแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 25 % ของกลุ่มเป้าหมายนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ลัวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ, 2539, น.199 - 200)

$$\text{ดัชนีค่าความยาก } P_E = \frac{S_U + S_L - (2N)(X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-3)$$

| | | | |
|-------|------------|-----|--|
| เมื่อ | P_E | แทน | ดัชนีค่าความยาก |
| | S_U | แทน | ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ |
| | S_L | แทน | ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ |
| | N | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |
| | X_{\max} | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ |
| | X_{\min} | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ |

3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของการคิดทางคณิตศาสตร์ คำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น. 199 - 201)

$$\text{ดัชนีค่าอำนาจจำแนก } D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-4)$$

| | | | |
|-------|------------|-----|--|
| เมื่อ | D | แทน | ดัชนีค่าอำนาจจำแนก |
| | S_U | แทน | ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ |
| | S_L | แทน | ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ |
| | N | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |
| | X_{\max} | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ |
| | X_{\min} | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ |

3.6.2.4 การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยปัญหาปลายเปิด ซึ่งใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของ Cronbach ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 282)

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

(3-5)

- เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
การคิดทางคณิตศาสตร์
- k แทน จำนวนข้อของการคิดทางคณิตศาสตร์
- s_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบการคิดทาง
คณิตศาสตร์ ในแต่ละข้อ
- s_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบการคิดทาง
คณิตศาสตร์ทั้งฉบับ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการหาแนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์การประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ ของ Kriegler (2004, p, 28) แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด โดยพิจารณาวิธีหาคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ นำเสนอโดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ผลวิเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

| การคิดทางคณิตศาสตร์ | ระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ | ความถี่ | ร้อยละ | คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) (คะแนนเต็ม 18) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) |
|-------------------------------|--------------------------|---------|--------|---|-----------------------------|
| ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ | สูง | 23 | 28.75 | 15.43 | 1.16 |
| | ปานกลาง | 38 | 47.50 | 12.66 | 1.36 |
| | ต่ำ | 19 | 23.75 | 8.26 | 1.69 |
| รวม | | 80 | | | |
| ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ | สูง | 19 | 23.75 | 15.74 | 0.81 |
| | ปานกลาง | 40 | 50.00 | 11.60 | 1.57 |
| | ต่ำ | 21 | 26.25 | 6.24 | 1.67 |
| รวม | | 80 | | | |
| ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด | สูง | 23 | 28.75 | 15.00 | 0.90 |
| | ปานกลาง | 36 | 45.00 | 10.56 | 1.65 |
| | ต่ำ | 21 | 26.25 | 5.33 | 1.28 |
| รวม | | 80 | | | |

จากตาราง 4.1 พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.50 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 12.66 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.36 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 11.60 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.57 ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 45.00 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 10.56 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.65

สรุปผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 28.75 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 15.43 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.16 การคิดทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.50 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 12.66 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.36 การคิดทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 23.75 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 8.26 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.69 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 23.75 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 15.74 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.81 การคิดทางคณิตศาสตร์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 50.00 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 11.60 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.57 การคิดทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 26.25 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 6.24 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.67 ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด ที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 28.75 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 15.00 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.90 การนำเสนอตัวแทนความคิดระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 45.00 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 10.56 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.65 บ การนำเสนอตัวแทนความคิดระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 26.25 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 5.33 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.28

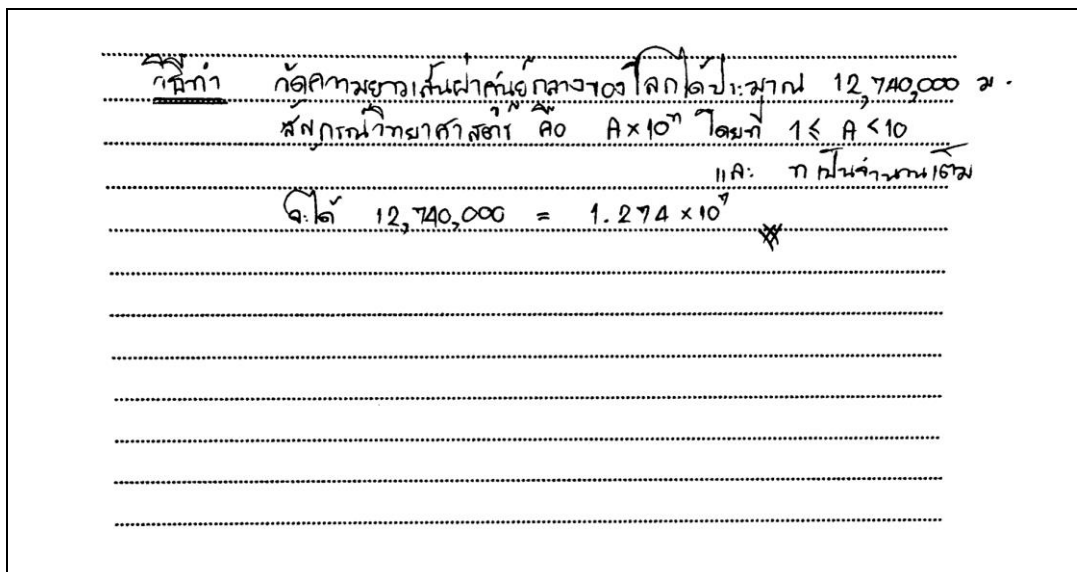
ตอนที่ 2 ผลการหาแนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการวิเคราะห์แนวความคิดการให้เหตุผลคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน แต่ละด้านของการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกรณีศึกษาจำนวนทั้งหมด 9 คน จากแต่ละด้านของการคิดทางคณิตศาสตร์ คือ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด โดยจะสัมภาษณ์นักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ เพื่อยืนยันคำตอบของนักเรียน และเพื่อยืนยันการคิดทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนระดับสูง

โจทย์ : นักวิทยาศาสตร์วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกได้ประมาณ 12,740,000 เมตร เขียนค่าประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4.1 แสดงงานเขียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์สูง.

จากผลการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง พบว่า นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ สามารถระบุสูตรหลักการในการแก้ปัญหาได้ และแสดงคำตอบได้อย่างถูกต้อง

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : จากโจทย์ที่นักเรียนได้ทดลองแก้ปัญหา ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่โจทย์ให้ และสิ่งที่ต้องการทราบ

นักเรียน : ให้ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกประมาณ 12,740,000 เมตร มากครับ แล้วโจทย์ต้องการให้เขียนค่าประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ครับ

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกวิธีนี้ในการหาคำตอบและอธิบายคำตอบที่ได้

นักเรียน : ผมใช้วิธีนี้เพราะเป็นวิธีที่ง่ายครับ ถ้าเรารู้รูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์แล้วสามารถตอบได้เลยครับ แค่เลขด้านหน้าต้องมากกว่าหรือเท่ากับหนึ่ง แต่ที่ต้องน้อยกว่าสิบลครับ แล้วเลขยกกำลังต้องเป็นจำนวนเต็มด้วยนะครับ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ มีรายละเอียดครบถ้วน มีการนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาช่วย แต่ยังไม่มีการสรุปคำตอบยังไม่ชัดเจน

2. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีคะแนนระดับปานกลาง

โจทย์ : นักวิทยาศาสตร์วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกได้ประมาณ 12,740,000 เมตร เขียนค่าประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

ทก 12,740,000 เขียนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์
 คือ $N = A \times 10^n$ เมื่อ $1 < A < 10$; n เป็นจำนวนเต็ม
 จะได้ $12,740,000 = 0.1274 \times 10^8$

ภาพที่ 4.2 แสดงงานเขียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ปานกลาง.

จากผลการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำได้ครบทุกขั้นตอนแต่คำตอบผิด หรือมีบางขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง เช่น ไม่เข้าใจหลักการหรือการแก้ปัญหาให้อยู่รูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ทำให้คำตอบที่ได้ผิด

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : จากโจทย์ที่นักเรียนทำ ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

นักเรียน : ให้ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกประมาณ 12,740,000 เมตรมาค่ะ และให้เขียนค่าประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ค่ะ

ผู้วิจัย : ลองบอกเหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วิธีนี้ หรือวิธีนี้ในการแก้ปัญหา

นักเรียน : หนูคิดว่าง่ายและรวดเร็วดีค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนบอกครูได้ใหม่ว่า 12,740,000 เมตร สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

นักเรียน : หนูจำได้ว่าเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยม และเลขยกกำลังค่ะ แล้วหนูทำโดยการนับจากข้างหลังมาค่ะ ว่ามีจำนวนกี่ตัว ถ้านับได้ก็จำนวนก็จะคูณด้วยสิบกกำลังเท่านั้นเลยค่ะ จึงได้คำตอบนี้มา

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ มีการนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาช่วย แต่ยังมีการสรุปคำตอบผิด แสดงถึงขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีคะแนนระดับต่ำ

โจทย์ : มีนักวิทยาศาสตร์วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกได้ประมาณ 12,740,000 เมตร เขียนค่าประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

12,740,000
11,900,000 ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ 1.19×10^9

ภาพที่ 4.6 แสดงงานเขียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ต่ำ.

จากผลการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีทำหรือหาคำตอบได้ และไม่สามารถเลือกยุทธวิธีมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ เช่น นักเรียนไม่ทราบวิธีการเขียนเลขให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ นักเรียนบางคนไม่แสดงคำตอบเลย นอกจากนี้การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่โจทย์ให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

นักเรียน : ให้ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกมาครับ แล้วให้เขียนสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ครับ

ผู้วิจัย : จากโจทย์ให้เขียนค่าประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้จักรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

นักเรียน : อืม...เลขยกกำลังไหมครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนบอกครูได้ไหมว่า 12,740,000 เมตร สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้อย่างไร

นักเรียน : ผมไม่รู้ครับ ผมจำสูตรไม่ได้ ผมเดาครับ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้ มีการสรุปคำตอบผิด แสดงถึงนักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ การขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

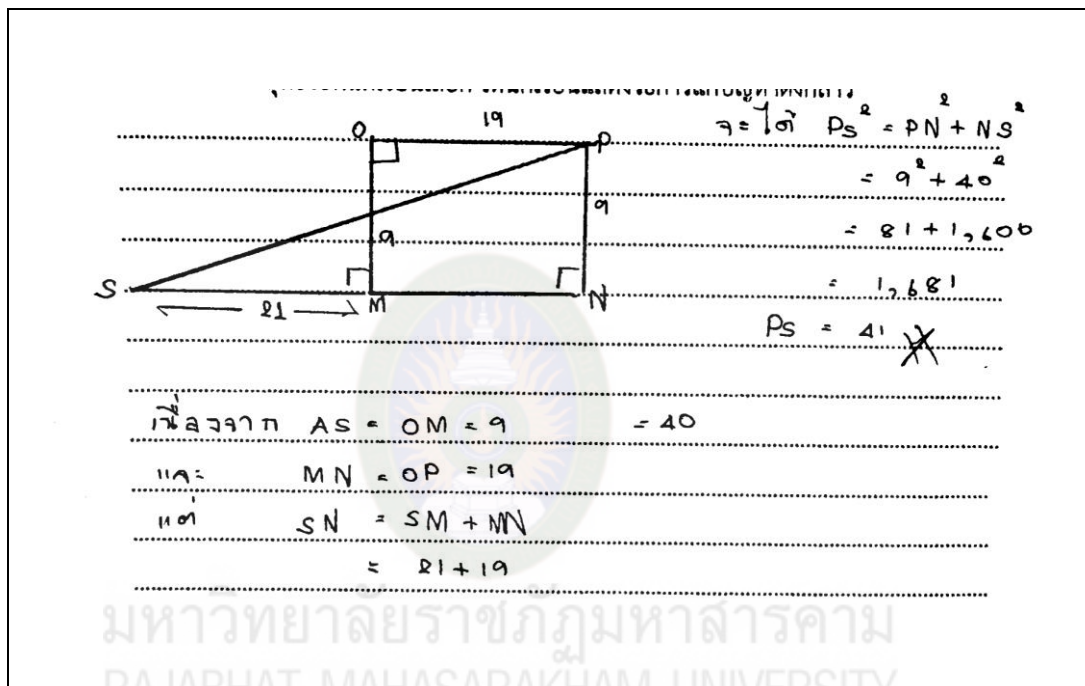


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2.2 ด้านให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

โจทย์ : ลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปยังที่พักแรม โดยจะต้องเดินทางไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 21 กิโลเมตร จึงถึงที่พักแรม อยากทราบว่าที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร



ภาพที่ 4.4 แสดงงานเขียนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์สูง.

จากผลการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำได้ครบทุกขั้นตอนและถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผลและแสดงคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ภาษาในการอธิบาย และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : จากโจทย์ที่นักเรียนทำ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

นักเรียน : ลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปยังที่พักแรม ไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 21 กิโลเมตรค่ะ แล้วต้องการทราบว่าที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไรค่ะ

ผู้วิจัย : อธิบายเหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้ยุทธวิธีนี้ หรือวิธีนี้ในการแก้ปัญหา

นักเรียน : เพราะคิดว่าโจทย์ในแนวทางนี้คงเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสค่ะ

ผู้วิจัย : ไหนอธิบายสิ่งที่นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลในการหาคำตอบให้ฟังหน่อยค่ะ

นักเรียน : ลองวาดภาพจากสิ่งที่โจทย์ให้มาค่ะ แล้วก็จำได้ว่าครูสอนว่าพีทาโกรัสสามารถคำนวณได้ถ้าเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เลยเลื่อนให้เป็นรูปสามเหลี่ยมดูค่ะ จากนั้นหนูก็หาค่าตามสูตรทฤษฎีบทพีทาโกรัสค่ะ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนวิธีทำได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

โจทย์ : มีลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปยังที่พักแรม โดยจะต้องเดินทางไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 21 กิโลเมตร จึงถึงที่พักแรม อยากทราบว่าที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$x^2 = 9^2 + 40^2$$

$$x^2 = 81 + 1600$$

$$x^2 = 1681$$

$$x^2 = 41 \times 41$$

$$x = 41$$

ภาพที่ 4.5 แสดงงานเขียนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ปานกลาง.

จากการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ปานกลาง พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำได้ครบทุกขั้นตอนแต่คำตอบผิด หรือมีบางขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนบางคนใช้ค่าที่จะคำนวณทฤษฎีบทพีทาโกรัสผิด ทำให้คำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาดการอธิบายที่มาของตัวเลขที่นำมาคำนวณ และขาดการสรุปคำตอบโดยละเอียด นอกจากนี้การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : จากโจทย์ที่นักเรียนทำ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

นักเรียน : ลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปยังที่พักแรม ไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 21 กิโลเมตร ครับ

ผู้วิจัย : เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วิธีนี้ หรือวิธีนี้ในการแก้ปัญหา

นักเรียน : เพราะคิดว่าโจทย์ในแนวทงนี้คงเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสครับ

ผู้วิจัย : ไหนอธิบายสิ่งที่นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลในการหาคำตอบให้ฟังหน่อยค่ะ

นักเรียน : ผมก็ลองวาดภาพจากโจทย์ครับ แล้วก็จำได้ว่าครูสอนว่าพีทาโกรัสเป็นรูปสามเหลี่ยม เลยเลื่อนดูให้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากแล้วหาค่าครับ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนวิธีทำได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ ยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น และการใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

โจทย์ : ลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปยังที่พักแรม โดยจะต้องเดินทางไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 21 กิโลเมตร จึงถึงที่พักแรม อยากทราบว่าที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร

ที่พักแรม เดินทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร
 แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทาง
 ทิศตะวันออก 21 กิโลเมตร จึงถึงที่พักแรม
 ระยะทางทั้งหมด $19 + 9 + 21 = 49$ กิโลเมตร

ภาพที่ 4.6 แสดงงานเขียนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ต่ำ.

จากผลการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ต่ำ พบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีทำได้ และยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ขาดรายละเอียดในการให้เหตุผล อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่มีพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งนักเรียนบางคนไม่แสดงคำตอบเลย นอกจากนี้การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : จากโจทย์ที่นักเรียนทำ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

นักเรียน : ลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปยังที่พักแรม ไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 21 กิโลเมตร ครับ

ผู้วิจัย : ทำไมนักเรียนถึงใช้การนำตัวเลขทั้งหมดมาบวกกัน

นักเรียน : เพราะผมไม่รู้วิธีการทำครับ

ผู้วิจัย : แล้วนักเรียนยังจำเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้อยู่ไหมว่ามีสูตรในการคำนวณอย่างไร

นักเรียน ผมจำไม่ได้เลยครับ ผมอาจจะไม่ค่อยฟังตอนครูสอนครับ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีทำได้ และยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ ยังขาดรายละเอียดในการให้เหตุผล ทั้งนี้การใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

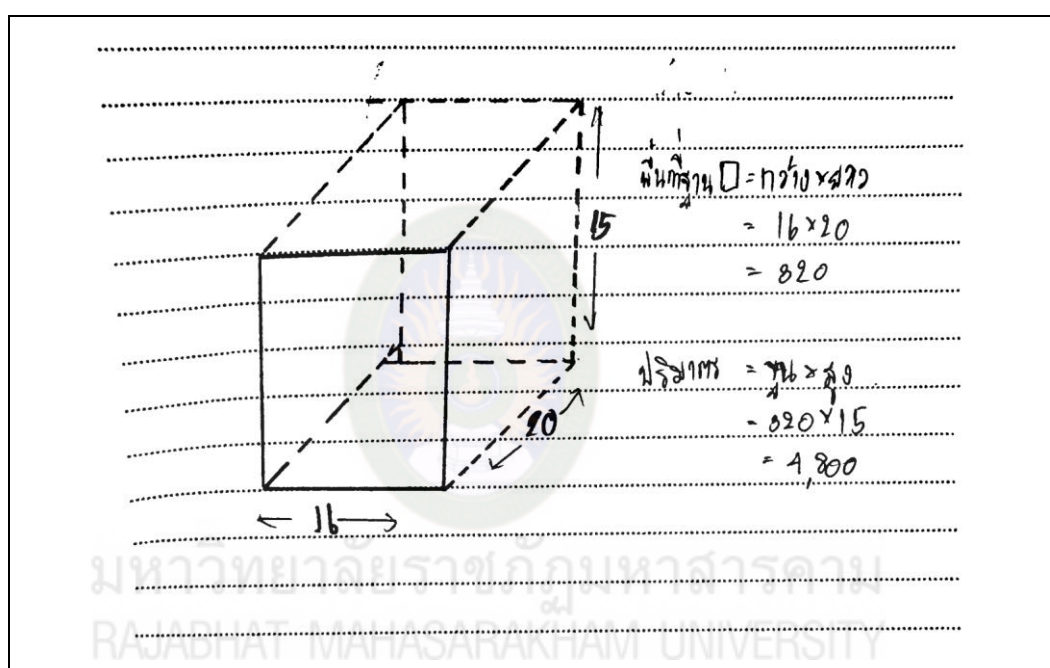


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2.3 ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด

1. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดของนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง

โจทย์ : : มีถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านกว้าง 16 เมตร และมีด้านยาว 20 เมตร สูง 15 เมตร อยากทราบว่าถังน้ำใบนี้มีปริมาตรเท่าใด



ภาพที่ 4.7 แสดงงานเขียนการนำเสนอตัวแทนความคิด มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์สูง.

จากผลการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์สูง พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำได้ครบทุกขั้นตอนและคำตอบถูกต้อง นำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแสดงตัวแทนความคิด

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

นักเรียน : ถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านกว้าง 16 เมตร และมีด้านยาว 20 เมตร สูง 15 เมตร อยากทราบว่าถังน้ำใบนี้มีปริมาตรเท่าใดคะ

ผู้วิจัย : บอกเหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วิธีนี้ในการแก้ปัญหาให้ครูฟังหน่อยได้ไหมคะ

นักเรียน : หนูลองวาดภาพตามโจทย์ค่ะ ทำให้ได้รูปปริซึมทรงสี่เหลี่ยม เลยเลือกใช้สูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมและสูตรการหาปริมาตรค่ะ

ผู้วิจัย : ไหนลองอธิบายสิ่งที่นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลในการหาคำตอบให้ครูฟังหน่อย
อยากรู้ว่าเราคิดอย่างไร

นักเรียน : เราอ้างสูตรการหามาก่อนค่ะ จากนั้นค่อยนำค่าต่าง ๆ มาแทนลงในสูตร แล้ว
คำนวณจะได้คำตอบค่ะ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า แสดงวิธีทำได้ถูกต้อง สามารถมองปัญหาที่เป็น
นามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
จึงสามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้ นอกจากนี้ยังสามารถให้เหตุผลสนับสนุนได้ แต่การใช้
ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้องถูกต้อง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด
ของนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง

โจทย์ : มีถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านกว้าง 16 เมตร และมีด้านยาว 20 เมตร
สูง 15 เมตร อยากทราบว่าถังน้ำใบนี้มีปริมาตรเท่าใด

กว้าง x ยาว
พื้นที่ฐาน □ = กว้าง x ยาว
= 16 x 20
= 320
ปริมาตร = ฐาน x สูง
= 320 x 15
= 4800

ภาพที่ 4.8 แสดงงานเขียนการนำเสนอตัวแทนความคิด มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ปานกลาง.

จากผลการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทาง
คณิตศาสตร์ปานกลาง พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำได้บางส่วน แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังทำไม่
ถูกต้อง ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง และไม่สามารถนำมา
สร้างเป็นตัวแทนความคิดได้

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

นักเรียน : ถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านกว้าง 16 เมตร และมีด้านยาว 20 เมตร สูง
15 เมตร อยากทราบว่าถังน้ำใบนี้มีปริมาตรเท่าใดคะ

ผู้วิจัย : บอกเหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วิธีนี้ในการแก้ปัญหาให้คร่งพียงหน่อยได้ไหมคะ

นักเรียน : เพราะจำได้คร่าว ๆ ว่าการหาพื้นที่ผิว และปริมาตร ต้องใช้สูตรการหาคะ

ผู้วิจัย : ไหนลองอธิบายสิ่งที่นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลในการหาคำตอบให้ครูฟังหน่อย
อยากรู้ว่าเราคิดอย่างไร

นักเรียน : หนูคำนวณตามสูตรการพื้นที่ผิวของรูปสี่เหลี่ยมคี่ะ แล้วจากนั้นค่อยคำนวณ
ปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยม ส่วนรูปทูลองวาดมั่ว ๆ ค่ะ

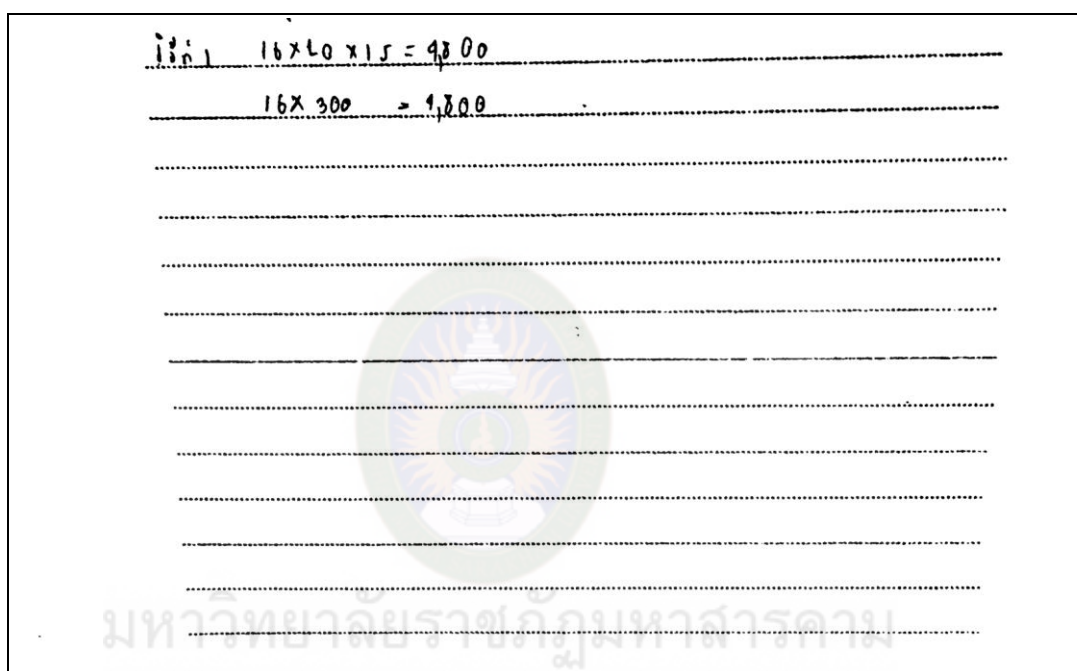
การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า แสดงวิธีทำได้ถูกต้อง สามารถเชื่อมโยงความรู้
ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง แต่ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้
นอกจากนี้ยังสามารถให้เหตุผลสนับสนุนได้ ยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น และการใช้ภาษาและ
สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนตามการตรวจให้คะแนนด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดของนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ

โจทย์ : มีถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านกว้าง 16 เมตร และมีด้านยาว 20 เมตร สูง 15 เมตร อยากทราบว่าถังน้ำใบนี้มีปริมาตรเท่าใด



ภาพที่ 4.9 แสดงงานเขียนการนำเสนอตัวแทนความคิด มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ต่ำ.

จากผลการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่มีคะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์สูง พบว่า นักเรียนบางส่วนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการตีความโจทย์ปัญหา นักเรียนไม่สามารถแสดงคำตอบได้ หรือขั้นตอนในการแสดงวิธีทำไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

การสัมภาษณ์จากแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย : สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

นักเรียน : ถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านกว้าง 16 เมตร และมีด้านยาว 20 เมตร สูง 15 เมตร อยากทราบว่าถังน้ำใบนี้มีปริมาตรเท่าใดครับ

ผู้วิจัย : บอกเหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วิธีนี้ในการแก้ปัญหาให้ครูฟังหน่อยได้ไหมคะ

นักเรียน : ผมจำวิธีการหาไม่ได้ครับ ไม่รู้ว่าต้องนำเลขไหนคูณกับเลขไหน เลยลองนำมาคูณกันทุกตัวครับ

ผู้วิจัย : ไหนลองอธิบายสิ่งที่นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลในการหาคำตอบให้ครูฟังหน่อย
อยากรู้ว่าเราคิดอย่างไร

นักเรียน : ผมจำวิธีคิดไม่ได้ระหว่างการทำพื้นที่กับปริมาตร ผมก็เลยเดาครับ

การวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนแสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง ไม่สามารถเชื่อมโยง
ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง และไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้
นอกจากนี้ยังสามารถให้เหตุผลสนับสนุนได้ ยังขาดรายละเอียด และการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง
คณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละด้าน และ
ในแต่ละระดับการคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปปัญหาที่พบจากผลการวิเคราะห์การคิด
ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน โดยมีรายละเอียด ปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตาราง 4.2

สรุปจากการสัมภาษณ์นักเรียน เกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์

| การคิดทาง คณิตศาสตร์ | ปัญหาที่พบ |
|-------------------------------|---|
| การแก้ปัญห ทางคณิตศาสตร์ | นักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนเข้าใจรูปสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ผิด ทำ ให้คำตอบที่ได้ผิด นักเรียนไม่ทราบวิธีการเขียนเลขให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ วิทยาศาสตร์ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาด ความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้อง นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และ ไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง |
| การให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ | นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้ เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และใช้ภาษา สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง เช่น ไม่ทราบสูตรทฤษฎีบทพีทาโกรัส นักเรียนบาง คนแสดงค่าการคำนวณทฤษฎีบทพีทาโกรัสผิด ทำให้คำตอบที่ได้ผิด |
| การนำเสนอ ตัวแทนความคิด | นักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น นักเรียนไม่รู้หลักการในการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปปริซึมและ ทรงกระบอก ไม่สามารถแสดงภาพประกอบการคิดทางคณิตศาสตร์ได้ จึง ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้ |

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ปัญหาของด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหาและการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหอย่างถูกต้อง นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน ปัญหาของด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำได้ครบทุกขั้นตอนแต่คำตอบผิด และนักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส อีกทั้งขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องเลขยกกำลัง เขียนรูปไม่ถูกต้อง มักจะเขียนตามความคุ้นเคย และนักเรียนขาดการสรุปคำตอบโดยละเอียด มีบางขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง หรือขั้นตอนในการแสดงวิธีทำไม่สมบูรณ์ ปัญหาของด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น นักเรียนไม่รู้หลักการในการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปปริซึมและทรงกระบอก ไม่สามารถแสดงภาพประกอบการคิดทางคณิตศาสตร์ได้ จึงไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้

4.2.4 ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยนำปัญหาที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยนำปัญหามาสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยรายละเอียดจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่านมีดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 1 กล่าวถึง การที่จะให้นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ครูควรพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของตน ยกตัวอย่างแบบฝึกหัดให้นักเรียนสังเกต และฝึกการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นประจำ จนนักเรียนเกิดความเข้าใจ และสรุปเป็นความคิดรวบยอดด้วยตัวของนักเรียนเอง และเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดควรให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิด ให้นักเรียนค่อย ๆ คิดหาวิธีการที่จะได้คำตอบ ซึ่งวิธีการสอนหรือถ่ายทอดความรู้ของครูก็มีส่วนช่วยส่งเสริมการมีการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งถ้านักเรียนเรียนรู้จนเกิดความเข้าใจ ก็จะสามารถมีวิธีการคิดที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากขึ้นได้ แนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องมีเทคนิคในการจะสอน มีการจัดการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย ให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้จริงกับการเรียนและชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 2 กล่าวถึง การที่จะให้นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ครูจะต้องศึกษาพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ในวิธีการต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น การพัฒนาการคิดทาง

คณิตศาสตร์โดยใช้เกมส์ ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ บูรณาการความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง เพื่อจะได้นำเสนอและชี้แนะนักเรียนในการทำแบบฝึก ซึ่งการทำแบบฝึกนั้น ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ไม่จำกัดกรอบการคิด ซึ่งนักเรียนอาจจะคิดวิธีสร้างแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ จะทำให้นักเรียนทำได้คล่องและรวดเร็ว หลังจากนั้นครูควรสรุปหลักการให้นักเรียนเข้าใจก่อนแล้วจึงนำไปสู่เรื่องที่ยากขึ้น นักเรียนจะสามารถขยายไปใช้ในเรื่องอื่นได้ หากมีการฝึกอย่างสม่ำเสมอ จะส่งผลให้มีพัฒนาการทางด้านการคิดทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น แนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ในวิชาคณิตศาสตร์ ครูควรมีความตั้งใจ มีความพร้อมที่จะฝึกให้นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างแท้จริงและควรฝึกต่อเนื่อง เพราะการฝึกบ่อย ๆ จะทำให้นักเรียนเกิดทักษะ เกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ ควรใช้สื่อที่เป็นภาพเคลื่อนไหว สื่อออนไลน์ หรือการผลิตสื่อที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพมี ซึ่งจะส่งผลต่อการนำไปใช้ในอนาคตของเขาได้ ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกิจกรรมที่ได้รับความรู้ทักษะและพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการของกิจกรรม โดยฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายและสรุปคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา และสร้างกิจกรรมให้นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา ใช้การนำเสนอความสัมพันธ์ที่สามารถมองเห็นสัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวันไปจนถึงในอนาคต

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 3 กล่าวถึง การที่จะทำให้นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ครูควรสอนเป็นขั้นเป็นตอน กล่าวคือ ในการจัดการเรียนการสอน ครูควรเชื่อมโยงความรู้เก่ามาหาความรู้ใหม่ และเมื่อจะขึ้นเรื่องใหม่ ก็ต้องใส่ฐานของเรื่องใหม่ เช่น นิยาม ทฤษฎีบท เป็นต้น การใส่ฐานของเรื่องใหม่ในที่นี้ หมายถึง ครูจะต้องอธิบาย ยกตัวอย่างเช่น วันนี้ครูจะสอนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ดังนั้นนักเรียนก็ต้องมีความรู้เรื่องสมบัติของเลขยกกำลัง ครูก็ต้องอธิบายว่าสมบัติของเลขยกกำลังเป็นแบบใด ครูจะต้องเขียนสิ่งที่จะใช้ทุกอย่างที่เป็นความรู้เดิมที่จะเชื่อมโยงมาความรู้ใหม่ไว้บนกระดาน เพื่อที่นักเรียนจะได้รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ สิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าเป็นเพราะเหตุใดถึงทำได้ผลลัพธ์ออกมาแบบนี้ อธิบายได้ว่าผลลัพธ์นี้มาได้อย่างไร นอกจากนี้การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของครูต้องถูกต้อง และควรเน้นย้ำความสำคัญเกี่ยวกับการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน แนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูต้องให้นักเรียนฝึกทำ ฝึกเขียน และฝึกอธิบายเป็นประจำจนเกิดเป็นนิสัย ว่าทำไมถึงทำแบบนี้ผลลัพธ์ตรงนี้มาได้อย่างไร ครูควรสอนฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ ครูควรทบทวนความรู้เดิมทุกครั้งและเขียนความรู้เดิมที่จำเป็นที่จะใช้ไว้บนกระดานทุกครั้ง ดังนั้นครูควรจะเชื่อมโยงความรู้เดิมให้กับนักเรียนทุกครั้งเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน แนวทางแก้ปัญหาของนักเรียน คือ ทำอย่างไรให้เนื้อหานั้น ๆ เชื่อมโยงและยกตัวอย่างในชีวิตจริงได้ ทำให้เห็นภาพง่ายที่สุด แล้วค่อยโยงมาสัญลักษณ์

ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาเรื่องการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ครูอาจสอนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ก่อน แล้วสอบการอ่าน นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องแปลกใหม่ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 4 กล่าวถึง การที่จะให้นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ครูควรมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ มีการเตรียมการสอนก่อนทุกครั้งทีสอน เรียงลำดับเนื้อหาให้ถูกต้อง มีการทบทวนเนื้อหาเดิมก่อนขึ้นเนื้อหาใหม่ และเชื่อมโยงเนื้อหาเดิมกับเนื้อหาใหม่ การยกตัวอย่างควรจะยกตัวอย่างจากง่ายไปยาก มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม มีโจทย์ มีการบ้านให้นักเรียนได้ฝึกทำและค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต จากหนังสืออื่น ๆ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือต้องสอนเนื้อหาให้ครบตามหลักสูตร เพราะเนื้อหาแต่ละระดับชั้นจะมีความเชื่อมโยงกัน หากครูสอนไม่ครบอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาใหม่ได้ และแนวทางการพัฒนาทางการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1. ต้องสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นการเข้าใจ
2. ต้องสอดแทรกแนวคิดหรือความจำเป็นว่าทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์
3. ต้องมีเอกสารหรือบทสรุปเนื้อหาที่ง่ายต่อการศึกษเพิ่มเติม
4. ต้องมีแหล่งข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียนสามารถเข้าไปศึกษาเพิ่มเติมได้
5. ต้องมีแบบทดสอบและแบบฝึกหัดทุกครั้งในระหว่างเรียนหรือหลังเรียน

ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 5 กล่าวถึง การที่จะให้นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ครูจะต้องไม่สอน โดยครูจะต้องให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเองก่อนและครูเป็นผู้สรุปในครั้งสุดท้าย ครูไม่ควรสอนแบบตามเนื้อหาในหนังสือเรียนหรือใช้การเปิดสื่อเพียงอย่างเดียว ควรเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง หากนักเรียนมีข้อผิดพลาดหรือข้อสงสัย ครูถึงจะเริ่มมีบทบาทในการเรียนการสอนในชั่วโมงนั้น และควรเน้นย้ำการฝึกฝนการคิดทางคณิตศาสตร์ในการเรียนการสอนครูควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนทำงานโดยมีการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ แนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูควรจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเนื้อหาและภาษาตามแนวการศึกษา พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และนำเสนอตัวแทนความคิด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาและแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในแต่ด้านของการคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปปัญหาและแนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีรายละเอียด ปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตาราง 4.3

สรุปปัญหาและแนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

| การคิดทางคณิตศาสตร์ | ปัญหาที่พบ | แนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ |
|---------------------------|--|---|
| การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ | นักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจรูปสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ผิด ทำให้คำตอบที่ได้ผิด นักเรียนไม่ทราบหลักการการเขียนเลขให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด | ครูควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย และสามารถสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ |
| การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ | นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง เช่น ไม่ทราบสูตรทฤษฎีบทพีทาโกรัส นักเรียนบางคนแสดงค่าการคำนวณ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสผิด ทำให้คำตอบที่ได้ผิด | ครูต้องสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นการเข้าใจ ควรสอนเป็นขั้นตอน และเชื่อมโยงความรู้อีกมาหาความรู้ใหม่ เพื่อที่นักเรียนจะได้รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ สิ่งเหล่านี้จะทำให้ นักเรียนอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์ถึงออกมาแบบนี้ นอกจากนี้การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของครูต้องถูกต้อง และควรเน้นย้ำความสำคัญเกี่ยวกับการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน |

| การคิดทาง คณิตศาสตร์ | ปัญหาที่พบ | แนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ |
|--------------------------------|--|--|
| การนำเสนอ ตัวแทน ความคิด | นักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น นักเรียนไม่รู้หลักการในการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปปริซึมและทรงกระบอก ไม่สามารถแสดงภาพประกอบการคิดทางคณิตศาสตร์ได้ จึงไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้ | ครูต้องให้นักเรียนฝึกอธิบายเป็นประจำ ว่าทำไมถึงทำแบบนี้ ผลลัพธ์ตรงนี้มาได้อย่างไร และสรุปเป็นความคิดรวบยอดด้วยตัวของนักเรียนเอง ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทักษะ และพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการของกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสอนโดยใช้เกม หรือการบูรณาความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่จำกัดกรอบการคิด ซึ่งนักเรียนอาจสร้างวิธีคิดแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ ควรจะยกตัวอย่างจากง่ายไปหายาก ทำให้เห็นภาพง่ายที่สุด แล้วค่อยโยงมาสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม มีโจทย์ให้นักเรียนได้ฝึกค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต และจากหนังสืออื่น ๆ เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และครูควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน รวมทั้งการให้นักเรียนฝึกนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน |

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก นักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำ

หลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แนวทางในการพัฒนา คือ ครูควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย และสามารถสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง แนวทางในการพัฒนา คือ ครูต้องสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นการเข้าใจ ควรสอนเป็นขั้นตอน และเชื่อมโยงความรู้เก่ามาหาความรู้ใหม่ เพื่อที่นักเรียนจะได้รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ สิ่งเหล่านี้จะให้นักเรียนอธิบาย ได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์ถึงออกมาแบบนี้ นอกจากนี้การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของครูต้องถูกต้อง และควรเน้นย้ำความสำคัญเกี่ยวกับการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน ครูต้องให้นักเรียนฝึกอธิบายเป็นประจำ ว่าทำไมถึงทำแบบนี้ ผลลัพธ์ตรงนี้มาได้อย่างไร และสรุปเป็นความคิด รวบรวมด้วยตัวของนักเรียนเอง ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง จึงไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้ แนวทางในการพัฒนา คือ ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทักษะ และพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการของกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสอนโดยใช้เกม หรือการบูรณาความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่จำกัดกรอบการคิด ซึ่งนักเรียนอาจสร้างวิธีคิดแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ ควรจะยกตัวอย่างจากง่ายไปหายาก ทำให้เห็นภาพง่ายที่สุด แล้วค่อยโยงมาสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม มีโจทย์ให้นักเรียนได้ฝึกค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต และจากหนังสืออื่น ๆ เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และครูควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

สรุปได้ว่า ผลการศึกษาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และหาแนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2
ปรากฏดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4

ผลการศึกษาการให้คิดทางคณิตศาสตร์ และหาแนวทางในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์

| เนื้อหา | ปัญหาที่พบ | แนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ |
|-----------------------------------|---|--|
| <p>ทฤษฎีบทพีทาโกรัส</p> | <p>นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส เช่น ไม่รู้หลักการเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส นักเรียนบางคนใช้ค่าในคำตอบผิด ทำให้คำตอบที่ได้ผิด อีกทั้งนักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องเลขยกกำลัง เขียนรูปไม่ถูกต้อง มักจะเขียนตามความคุ้นเคย</p> | <p>ครูต้องสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นการเข้าใจ ควรสอนเป็นขั้นตอน และเชื่อมโยงความรู้เก่ามาหาความรู้ใหม่ เพื่อที่นักเรียนจะได้รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ เช่น สอนเรื่องเลขยกกำลัง ก่อนที่จะสอนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์ถึงออกมาแบบนี้ นอกจากนี้ควรเน้นย้ำความสำคัญเกี่ยวกับการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน</p> |
| <p>สมบัติของเลขยกกำลัง</p> | <p>นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนเข้าใจรูปสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ผิด ทำให้คำตอบที่ได้ผิด นักเรียนไม่ทราบวิธีการเขียนเลขให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์วิทยาศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน</p> | <p>ครูควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา เช่น นำโจทย์ปัญหาเรื่องสมบัติเลขยกกำลังที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกใช้วิธีที่หลากหลาย และสามารถสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ</p> |
| <p>ปริซึมและทรงกระบอก</p> | <p>นักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหาและการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง และยังขาดพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องปริซึมและทรงกระบอกบางประการ จึงไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนไม่รู้วิธีหรือสูตรในการหาพื้นที่ผิว</p> | <p>ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทักษะ และพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการของกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสอนโดยใช้เกม หรือการบูรณาความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่จำกัดกรอบการคิด ซึ่งนักเรียนอาจสร้างวิธีคิดแบบ</p> |

| เนื้อหา | ปัญหาที่พบ | แนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ |
|---------|---|---|
| | และปริมาตรของรูปปริซึมและทรงกระบอก ไม่สามารถแสดงภาพประกอบการคิดทางคณิตศาสตร์ได้ | ใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ ควรจะยกตัวอย่างจากง่ายไปยาก ทำให้เห็นภาพง่ายที่สุด แล้วค่อยโยงมาสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม เช่น การใช้สื่อรูปปริซึมและทรงกระบอกจากของจริง นักเรียนสามารถจับต้องได้ รวมทั้งการให้นักเรียนฝึกนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียนนักเรียนจะเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถแสดงตัวแทนความคิดได้ |



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการศึกษาการให้คิดทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ปัญหาที่พบ คือ นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท เช่น ไม่รู้หลักการเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส นักเรียนบางคนใช้ค่าในการคำนวณผิด ทำให้คำตอบที่ได้ผิด อีกทั้งนักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในเรื่อง เลขยกกำลัง เขียนรูปไม่ถูกต้อง และแนวทางในการพัฒนา คือ ครูต้องสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นการเข้าใจ ควรสอนเป็นขั้นตอน และเชื่อมโยงความรู้เก่ามาหาความรู้ใหม่ เพื่อที่นักเรียนจะได้รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ เช่น สอนเรื่องเลขยกกำลังก่อนที่จะสอนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นต้น เรื่องสมบัติของเลขยกกำลัง ปัญหาที่พบ คือ นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น นักเรียนเข้าใจรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ผิด ทำให้คำตอบที่ได้ผิด นักเรียนไม่ทราบวิธีการเขียนเลขให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด แนวทางในการพัฒนา คือ ครูควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา เช่น นำโจทย์ปัญหาเรื่องสมบัติเลขยกกำลังที่เกี่ยวกับชีวิตจริงให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย และสามารถสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา เรื่องปริซึมและทรงกระบอก ปัญหาที่พบ คือ นักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหาและการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง และยังขาดพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องปริซึมและทรงกระบอกบางประการ จึงไม่สามารถแก้ปัญหาได้ แนวทางในการพัฒนา คือ ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทักษะ และพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการของกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสอนโดยใช้เกม หรือการบูรณาความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่จำกัดกรอบการคิด ซึ่งนักเรียนอาจสร้างวิธีคิดแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม เช่น การใช้สื่อรูปปริซึมและทรงกระบอกจากของจริง นักเรียนสามารถจับต้องได้ รวมทั้งการให้นักเรียนฝึกนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียนนักเรียนจะเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า นักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง และนักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง แนวทางในการพัฒนา คือ ควรสอนเป็นขั้นตอน และเชื่อมโยงความรู้เก่ามาหาความรู้ใหม่ ครูควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทักษะ และพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการของกิจกรรมที่หลากหลาย

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.50 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.66 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.36 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.60 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.57 ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 45.00 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.56 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65

5.1.2 แนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แนวทางการพัฒนา คือครูควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกใช้ทฤษฎีที่หลากหลาย และสามารถสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ ด้านการให้เหตุผล เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบายหรือให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และใช้ภาษา สัญลักษณ์ทาง

คณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์ แนวทางในการพัฒนา คือ ครูต้องสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นความเข้าใจ ควรสอนเป็นขั้นตอน และเชื่อมโยงความรู้อีกมาหาความรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เรียนอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์ถึงออกมาแบบนี้ นอกจากนี้การใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของครูต้องถูกต้อง ควรเน้นย้ำความสำคัญเกี่ยวกับการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผลกับนักเรียน ครูต้องให้นักเรียนฝึกอธิบายเป็นประจำ ว่าทำไมถึงทำแบบนี้ ผลลัพธ์ตรงนี้มาได้อย่างไร และสรุปเป็นความคิดรวบยอดด้วยตัวของนักเรียนเอง ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดเนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง จึงไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้ แนวทางในการพัฒนา คือ ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทักษะ และพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการของกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การสอนโดยใช้เกม หรือการบูรณาความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่จำกัดกรอบการคิด ซึ่งนักเรียนอาจสร้างวิธีคิดแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ ควรจะยกตัวอย่างจากง่ายไปยาก ทำให้เห็นภาพง่ายที่สุด แล้วค่อยโยงมาสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม มีโจทย์ให้นักเรียนได้ฝึกค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต และจากหนังสืออื่น ๆ เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และครูควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ผลการวิจัยสามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับ ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.50 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.66 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.36 จากการสัมภาษณ์และการสังเกต พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และ ขาดความรู้พื้นฐาน หลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.60 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.57 จากการสัมภาษณ์และการสังเกต พบว่า นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และใช้ภาษา สัญลักษณ์ทาง

คณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่ทำได้คะแนนในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 45.00 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.56 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65 จากการสัมภาษณ์และการสังเกต พบว่า นักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง เป็นโรงเรียนในสังกัดกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น เป็นโรงเรียนที่มุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้เป็นคนดี คนเก่ง ซึ่งทางโรงเรียนมีการกำหนดพันธกิจไว้ คือ นักเรียนมีความรู้ คุณธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตร ครูจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ นักเรียนได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพ เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ผู้ปกครอง ชุมชน และคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโรงเรียนเทศบาลวัดสระทองเน้นในเรื่องคุณภาพของผู้เรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนดี เป็นคนเก่ง และยิ่งไปกว่านั้นในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับสายชั้น จะแบ่งนักเรียนแบบละความสามารถ ซึ่งในแต่ละระดับสายชั้นจะมีนักเรียนที่เก่ง วิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ด้วย จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถสูงในการใช้ตัวเลข สามารถคิด และแสดงเหตุผลได้เป็นอย่างดี จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พอสมควร และในการจัดการเรียนการสอนหรือการทำงานของครูในโรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง จะเป็นการทำงานเป็นทีม แบบเพื่อนช่วยเพื่อน มีการแชร์ความรู้กันภายในกลุ่มร่วมกับครูผู้สอน จึงทำให้นักเรียนมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนและครู ในการสอนทุกครั้งจะใช้ภาษาหลักคือใช้ภาษากลางเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความคุ้นชินและตระหนักถึงการใช้อย่างยิ่งยั้ง จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ภาษาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทองเป็นโรงเรียนที่เน้นทางด้านกีฬาไปด้วย จึงทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเรียนรู้หรือฝึกคิดได้อย่างเต็มที่ แสดงให้เห็นว่านักเรียนโรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง มีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยการคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง อาจเป็นเพราะนักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในหลักการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง อาจเป็นเพราะนักเรียนขาดการฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหา ฝึกให้เหตุผลด้วยตัวเอง ส่งผลให้นักเรียนอธิบายและแสดงการให้เหตุผลได้ในระดับกลาง ๆ ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง อาจเป็นเพราะนักเรียนยังขาดความรู้ ไม่สามารถจำแนกสิ่งที่เป็นรูปธรรมเป็นนามธรรมได้ หรืออาจเป็นเพราะสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน ภายในห้องเรียนไม่เอื้ออำนวย ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน แต่สำหรับการคิดทาง

คณิตศาสตร์นั้นสามารถพัฒนาได้ โดยการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกการคิดทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ ครูจะต้องไม่เน้นสอนตามตำรา แต่ครูจะต้องให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเองก่อนและครูเป็นผู้สรุปในครั้งสุดท้าย ครูไม่ควรสอนแบบตามเนื้อหาในหนังสือเรียนหรือใช้การเปิดสื่อเพียงอย่างเดียว ควรเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และควรสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นความเข้าใจ มุ่งเน้นการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะเห็นว่าการให้นักเรียนทำแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ล้วนแล้วแต่เป็นส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Greenwood (1993, p. 144-148) ซึ่งสรุปว่าความสามารถทางการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ โดยเน้นการตัดสินใจ การปรับ/เปลี่ยนแปลงสถานการณ์ปัญหาด้วยการกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนปัญหาใหม่ และ Perkins (1972, p. 62) ความสามารถทางการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ โดยการสอนเพื่อพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการสอนเนื้อหา และ Takahashi (2007, p. 70) การคิดคณิตศาสตร์มุ่งไปที่การพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้และทักษะการเรียนรู้ การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เมื่อนักเรียนได้รับและใช้ความรู้เกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่ให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะโดยการฟังจากครู นักเรียนจะต้องร่วมกิจกรรมที่ได้รับความรู้ทักษะและพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการของกิจกรรม ดังนั้นนักเรียนจึงจะสามารถใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน ไปจนถึงในอนาคต และ Jackson et al. (1994, p. 1) มนุษย์ได้ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Idea) เกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่ตลอดเวลา แต่ไม่ได้สนใจศึกษาปัญหานั้นเท่าใดนัก แต่หากมีบางคนให้ความสนใจ สนุกกับปัญหาที่เกิดขึ้น มีความกระตือรือร้น พยายามศึกษารูปแบบโดยใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อาจกล่าวได้ว่าคน ๆ นั้นได้ใช้การคิดทางคณิตศาสตร์

2. แนวทางพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนขาดความเข้าใจรูปแบบการแก้ปัญหา และความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีบางขั้นตอนไม่สมบูรณ์ และคำตอบที่ได้ผิด นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถนำหลักการนั้นมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แนวทางการพัฒนา คือครูควรมีสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย และสามารถสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ ด้านการให้เหตุผล เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบายหรือให้เหตุผลในขั้นตอนการแสดงวิธีทำและการหาคำตอบได้ และใช้ภาษา สัญลักษณ์

ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์ แนวทางในการพัฒนา คือ ครูต้องสอนพื้นฐานแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยไม่เน้นการท่องจำแต่เน้นความเข้าใจ ควรสอนเป็นขั้นตอน และเชื่อมโยงความรู้อีกมาหาความรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เรียนอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์ถึงออกมาแบบนี้ นอกจากนี้การใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของครูต้องถูกต้อง ควรเน้นย้ำความสำคัญเกี่ยวกับการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผลกับนักเรียน ครูต้องให้นักเรียนฝึกอธิบายเป็นประจำ ว่าทำไมถึงทำแบบนี้ ผลลัพธ์ตรงนี้มาได้อย่างไร และสรุปเป็นความคิดรวบยอดด้วยตัวของนักเรียนเอง ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดเนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถมองปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง จึงไม่สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแทนความคิดได้ แนวทางในการพัฒนา คือ ควรให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ทักษะ และพัฒนาการคิดผ่านกระบวนการของกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น เกม หรือการบูรณาความรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริง ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่จำกัดกรอบการคิด ซึ่งนักเรียนอาจสร้างวิธีคิดแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ ควรจะยกตัวอย่างจากง่ายไปยาก ทำให้เห็นภาพง่ายที่สุด แล้วค่อยโยงมาสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม มีโจทย์ให้นักเรียนได้ฝึกค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต และจากหนังสืออื่น ๆ เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง และครูควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจาก นักเรียนส่วนมากขาดความรู้พื้นฐานในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ขาดความรู้ความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการอธิบาย หรือให้เหตุผลได้ นักเรียนส่วนมากใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ในที่นี้รวมถึงนักเรียนที่อยู่กลุ่มแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ และกลุ่มการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ อาจเป็นเพราะครูไม่ได้ฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหา รวมทั้งไม่สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายมาใช้ในการแก้ปัญหา การสอนของครูไม่เชื่อมโยงความรู้อีกมาหาความรู้ใหม่ ทำให้ให้นักเรียนไม่รู้ที่มาที่ไปของความรู้ใหม่ที่ครูสอน จึงทำให้นักเรียนแก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ดังนั้นครูควรส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ต้องมีการเชื่อมโยงความรู้เดิม เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่หรือขยายขอบเขตของความรู้เรื่องนั้น ๆ ให้กว้างยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปใหม่ของความรู้และปัญหาใหม่ที่นักเรียนได้รับ ซึ่งทำให้นักเรียนมองเห็นถึงความสำคัญของปัญหา นักเรียนรู้สึกว่าเป็นตนเอง โดนกระตุ้นทางด้านความคิดอยู่ตลอดเวลาจากครูผู้สอน ครูต้องตั้งคำถามกระตุ้นนักเรียนตลอดเวลา การที่ครูจะมอบหมายแบบฝึกหัดให้กับเด็ก ครูควรสร้างความรู้สึกทางบวกให้เกิดขึ้นกับเด็ก โดยแบบฝึกหัดนั้นต้องเร้าความสนใจ มีความแปลกใหม่ และท้าทายการคิดของเด็ก เพื่อให้เด็กได้เข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียน และฝึกให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์

ปัญหา เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาต่อไป ส่วนกลุ่มที่นำเสนอตัวแทนความคิดไม่ได้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐาน และทักษะพื้นฐานไม่เพียงพอ ทั้งด้านการคิดวิเคราะห์ ด้านการให้เหตุผล ด้านภาษา รวมทั้งไม่เห็นความสำคัญในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง นักเรียนส่วนใหญ่เรียนรู้ด้วยการท่องจำไม่ได้เป็นผู้สร้างความรู้ และไม่สามารถนำความรู้ที่มีแสดงออกในรูปของการนำเสนอตัวแทนความคิดได้ ดังนั้นครูควรสอนเป็นขั้นเป็นตอน กล่าวคือ ครูควรทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะสอนเนื้อหาใหม่ทุกครั้ง การจัดการเรียนรู้ของครูควรจัดให้เด็กได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่แปลกใหม่ ทำทนาย เพื่อส่งเสริมให้เด็กได้มีโอกาสแสดงวิธีการคิดด้วยตนเอง ปัญหาที่นำมาให้เด็กฝึกคิดควรมีความน่าสนใจกระตุ้นให้เด็กสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่เข้ากับประสบการณ์เก่าได้ สามารถมองเห็นภาพของสถานการณ์ปัญหา จนสามารถแก้ปัญหาตามวิถีทางของตนเองได้สำเร็จ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สนทนา แลกเปลี่ยนความคิด ลงมือทำด้วยตนเองและได้ทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ เป็นวิธีที่ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการคิด ครูควรสื่อหรือรูปภาพให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม หรือสถานการณ์ที่ใช้สัญลักษณ์ เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการนำเสนอตัวแทนความคิดนี้จะส่งผลถึงการคิดของนักเรียนด้วย เด็กที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์สูง จะมีความเข้าใจทางภาษาที่ดีสามารถนำเสนอตัวแทนความคิดโดยใช้สัญลักษณ์ได้ ส่วนเด็กที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ต่ำ ขาดความเข้าใจทางภาษา จะไม่สามารถนำเสนอตัวแทนความคิดโดยใช้สัญลักษณ์ได้ สอดคล้องกับ วัชร ชูเสน (2559, p. 72) การคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดเท่ากันทุกด้าน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด และนักเรียนมีผลการเรียนอ่อน มีการคิดทางคณิตศาสตร์เท่ากัน 2 ด้านคือ ด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูง จะมีความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์สูง และมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ เนื่องจากนักเรียนมีทักษะการคิดที่ดี จะนำประสบการณ์ในห้องเรียนมาใช้ในการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางจะมีความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ ต่ำกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ ยังเกิดความสับสนขาดทักษะและประสบการณ์ ไม่สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ในห้องเรียน และในชีวิตจริงมาช่วยในการคิดทางคณิตศาสตร์ และ Isoda & Katagiri (2012, p. 30) การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดที่จะต้องรับการปลูกฝังเข้าไปให้เกิดการคิดและตัดสินใจอย่างเป็นอิสระของเด็กอย่างต่อเนื่อง คือ การคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ทำความเข้าใจความสำคัญของการใช้ความรู้และทักษะการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการบรรลุความสามารถที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ที่เป็นอิสระ รวมทั้งการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยัง

สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นควรพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้และเกิดทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และ Clyde, (1997, p. 108) การสร้างปัญหาที่น่าสนใจ ควรมีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยเรื่องราวอาจเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหา หรือมักเกิดกับบุคคลทั่ว ๆ ไป หรือมักมีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และ Takahashi (2007, p. 70) การคิดคณิตศาสตร์มุ่งไปที่การพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้และทักษะการเรียนรู้ ซึ่งการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เมื่อนักเรียนได้รับและใช้ความรู้เกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่ให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะโดยการฟังจากครู นักเรียนจะต้องร่วมกิจกรรมที่ได้รับความรู้ทักษะและพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการของกิจกรรม ดังนั้นนักเรียนจึงจะสามารถใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน ไปจนถึงในอนาคต และ อัมพร ม้าคอง (2553, p. 77-78) การใช้คำถามของครูผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียน และยังเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนระหว่าง การเรียนการสอน บางครั้งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิดหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะนำ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถจะคิดได้ ผู้เรียนก็จะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้ การใช้คำถามของผู้สอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง มีการคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 47.50 ด้านการให้เหตุผลคิดเป็นร้อยละ 50 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดคิดเป็นร้อยละ 45 และ พจน์ สะเพียรชัย (2557, p. 19) นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง มีลักษณะคือ สามารถเรียนได้เข้าใจแต่ใช้เวลาในการทำความเข้าใจ จดจำสิ่งที่เห็นหรืออ่านได้บางส่วนเท่านั้น ใช้คำพูดที่ง่ายต่อความเข้าใจได้บางครั้ง มีความสนใจในสิ่งต่าง ๆ ใช้วิธีแนวคิดแปลก ๆ ในการแก้ปัญหา แต่ได้ผลเป็นบางครั้ง และ Matlin (1998, p. 225-229) การแก้ปัญหานั้นไม่อาจกล่าวได้ว่าวิธีใดดีที่สุด เพราะบางวิธีไม่สามารถใช้กับบางปัญหา และบางปัญหาอาจต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน แนวการสอนของครูถือเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งการให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเอง หน้าชั้นเรียน ที่ทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 เป็นข้อเสนอแนะ ในการพัฒนาความเป็นเลิศทางวิชาการของนักเรียน โดยเฉพาะทางด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง

5.3.1.2 ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนเป็นแนวทางให้ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาได้นำไปพัฒนาและส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.1.3 ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ต่ำ ให้มีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่ส่งผลต่อการมีการคิดทางคณิตศาสตร์และอาจสามารถนำมาพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

5.3.2.2 ควรศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นอื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมในทุกระดับชั้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กมลทิพย์ ศรีหาเศษ. (2553). *การสร้างเครือข่ายและการมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรองทอง ไครรี. (2554). *แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้บาร์โมเดล (Bar Model) ชั้น ป.4*. กรุงเทพฯ : บริษัท เอ ทีม บิสซิเนส จำกัด.
- กฤษณะ โสขุมมา. (2562). *หนังสือรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1*. กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น.
- กฤษณะ โสขุมมา. (2562). *หนังสือรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น.
- เกียรติสุดา ศรีสุข. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัย*. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์ครองช่าง.
- เกียรติสุดา ศรีสุข. (2557). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือในงานวิจัย*. [สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2562] https://www.reg.cmu.ac.th/qa_new/fileslink/research02_2.pdf.
- จรรยา เสถบุตร และธีระยุทธ นนทะสร. (2553). *อนุกรมวิธานสำหรับการเรียนการสอนและการประเมิน* [Online], Available : [http:// www.curric.net](http://www.curric.net).
- ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). *เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ : หลักพิมพ์.
- ชูรายา สีสติวงศ์. (2555). *การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.
- ณรงค์ โพธิ์พุกชานันท์. (2557). *ระเบียบวิธีวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : เอ็กซ์เปอร์เน็ท.

- ธัญญารัตน์ ตรีวงศ์. (2556). *เสริมสร้างทักษะกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการสอนแนะให้รู้คิด (ไอซีจี)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.
- นิภา เมธธาวิชัย. (2542). *สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน : การวิจัยปฏิบัติการของครูจัดพิมพ์เนื่องในโอกาสเกษียณอายุราชการ*.
- นवल นนทภา. (2559). *การคิดทางคณิตศาสตร์*. มหาสารคาม : สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. หน้า 235.
- นฤมล จิตรเอื้อ (2561). *การใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยเพื่อการศึกษาการดำเนินการที่เป็นเลิศของสถานศึกษา*. (วารสารอิเล็กทรอนิกส์) : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เบญจมาศ ฉิมมาลี. (2550). *ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวิไลที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : เจริญดีการพิมพ์.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2549). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์.
- ฝ่ายวิชาการโรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง. (2561). *แบบบันทึกการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน*. จังหวัดร้อยเอ็ด : โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง.
- ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล. (2543). *การออกแบบการวิจัย*. (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

- ไพศาล วรคำ. (2554). *วิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : ตักศิลาการพิมพ์.
- ยีน ภู่วรรณ. (2550). [ออนไลน์]. *คณิตศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ*. [สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2550].
- ยุทธ ไภยวรรณ (2550). *การสร้างเครื่องมือวิจัย*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2554). *แผนการจัดการเรียนรู้*. วารสารคณิตศาสตร์ 56, 632-634 (พฤษภาคม-กรกฎาคม) : 3-23.
- มลิวัลย์ ผิวคราม. (2554). [ออนไลน์]. *วิชาการวัดผลและประเมินการศึกษา*. สืบค้นจาก <http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-bin/webpili/unit5/level54.html>.
- มานพ คณะโต. 2550. *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงคุณภาพในระบบสุขภาพชุมชน*. พิมพ์ครั้งที่ 1
 ขอนแก่น : เครือข่ายพัฒนาวิชาการและข้อมูล สารสนเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. (2542). *การทำวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ที.พี. พรินติ้ง.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิ
 สตรีศึกษาดีวงศ์
- วัชร ชูเสน. (2559). *การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 โดยใช้คำถามระดับสูง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราช
 ภัฏมหาสารคาม. มหาสารคาม.
- วัฒนา พัชรวานิช. (2531). *หลักการแนะแนว*. กรุงเทพฯ : หน่วยการศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- วรรณิ แกมเกต. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรง
 พิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2554). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. ใน
 บทที่ 8 เครื่องมือวิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล. สืบค้นจาก
<http://www.udru.ac.th/index.php/elearning-king-84-years-book02.html>
- สมทรง สุภานิช. (2541). *การศึกษาระดับพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หนึ่งขั้นตอน
 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต
- สมทรง สุภานิช. (2549). *โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ : ทฤษฎีและการปฏิบัติ*. มหาสารคาม :
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สมทรง สุภานิช. (2552). *วารสารครุศาสตร์*. ปีที่ 6 (2) : 47-50.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพ
 วิชาการ (พว).

- สุรศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์. (2544). *ทฤษฎีทางการทดสอบ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2550). *การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้นจาก. Available : <http://www.curriculum.net> [18 กรกฎาคม 2562] .
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ผลการประเมิน PISA 2015 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ : บริษัทแอดวานซ์พรินติ้งเวอร์วิส จำกัด.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (O-NET) ของโรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง. ออนไลน์) 2561 สืบค้นจาก : <http://www.niets.or.th/th/>.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). *กลยุทธ์การสอนคิดสังเคราะห์*. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- อรัญ ชูยกระเดื่อง. (2557). *เอกสารประกอบการสอนวิชา การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- อรนุช ศรีสะอาด. (2546). *เอกสารประกอบการสอนวิชาวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Brown. Frederick G. (1998). *Principles of Educational and Psychological Testing*. United states of America : The Dryden Press. Lnc.
- Bruno, Giordano. (1980). *Opera la tine, ed. And trans. Carlo Monti*. Turin, UTET.
- Cai. J. (2003). *Singaporean student's mathematical thinking in problem solving and probiem posing an exploratory study*. International Journal of Mathematical Education ill Science and Technology [Online]. Available form: <http://dx.doi.org/10.1080/00207390310001595401> [2019 July 13]
- Greenwood, J.J. (1993). *On the Nature of Teaching and Assessing "Mathematical Power" and "Mathematical Thinking"*, Arithmetic Teacher 41, 3 November : 144-152.
- Gronlund, N.E. (1981). *Measurement and Evaluation in Teaching*. 4th edition. New York : Macmillan Publishing Company.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill.

- Henderson, P.B. (2002). *Materials Development in Support of Mathematical Thinking*. Indiana: Department of Computer Science and Software Engineering.
- Jack R. Fraenkel and Norman E. Wallen (2006). *How to design and Evaluate Research in Education*. (6th). New York. Mc Graw-Hill.
- Jackson, A.L. and others. (1994). *Mathematics in Action Macmillan*. McGraw-Hill School Publishing.
- Kriegler, Shelley. (2004). *Just What is Algebraic Thinking*. Retrieved June 10, 2004, from <http://www.math.ucla.edu/~kriegler/>.
- Lutfiyya, A. L. (1998) *Mathematical thinking of high school students in Nebraska*. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology [Online]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/0020739980290106> [2019, July,12]
- Isoda, M. & Katagiri, S. (2012). *Mathematical thinking: how to develop it in the classroom*. Singapore: World Scientific.
- Manoucliehi. (2005). *Lecture Notes: Math 461* [online]. 2005. Available form: <http://www.cst.cmich.edu/users/manoula/461/461.day2.ppt#1> [2019, September 21]
- Mason, J., and Stacey. K. (1994). *Thinking Mathematically*. Revised. London : Addisonwesley.
- Merriam, Sharan. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications In Education*. San Francico: Jossey-Bass Inc.
- Nation Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standatd for School Mathematics*. In S.
- National Research Council. (2000). *Adding It Up : Helping Children Learn Mathematics*.
- Northwest Regional Educational Laboratory. (2005b). *Working Definition of Assessment terms*. Retrieved Febtuary16,2019, from <http://www.nwrel.org/msec/mpm/quality.html>
- O'Deffer, Ph. G., and Thornquist, Br. A. (1993). *Critical Thinking, Mathematical Reasoning, and Proof*. In *Research Ideas for the Classroom High School Mathematics*.
- Piaget. J. (1996). *The Mechanisms of Perception*. Newyork : Basic Books.
- Piaget. J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. New Yok: Orion Press.

- Piaget, J. (1972). *The Principles of Genetic Epistemology*. New York: Basic Books.
- Rickart, C. (1996). Structuralism and Mathematical Thinking. In *The Nature of Mathematical Thinking*. Sternberg, Robert J.: & Ben-Zeev, Talia., editors. Pp. 285-300. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stacey, K. (2007). *What is Mathematical Thinking and Why is IT Important?*
 [Online]. 2007. Available form : http://www.criced.tsiikuba.ac.jp/matk/apec/apec2007/progress_report/symposiimi/Kaye_Stacey.pdf [2012 July 26]
- Sternberg, R.J. (1987). "What is Mathematical Thinking?. In Sternberg, R.J., and Baron, J.B." *Teaching Thinking Skills : Theory & Practice*, pp. 62-68. New York : WIT Freeman and Company.
- Swan, M. & Ridgway, J. (2005). *Mathematical Thinking CATs*. Retrieved April 5
 [Online]. 2005 Available form: <http://www.flagoide.org/extia/download/cat/math/math/mathw97.doc.2005>.
- Takahashi, A. (2007). *Planning a lesson for students to develop mathematical thinking through problem solving*. In Progress report of the APEC-project: Collaborative studies on Innovation of Classroom Teaching and Learning through Lesson study–Lesson Study focusing on mathematical thinking, CRME Khon Kaen University, CRICED and University of Tsukuba. (pp. 55-65)
- Toni Scusa (2008). *Five Processes of Mathematical Thinking*. (Education University of Nebraska-Lincoln). Lincoln.
- Van Dalen, D. B. (1979). *Understanding Educational Research: An Introduction*. 4th ed. New York: McGraw-hill.
- Wood, t., Williams, G., & McNeal, B. (2006). Children's mathematical thinking in different classroom cultures. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(3), 222-252.
- Zohar, A., & Dori, Y. (2003). *Higher-order thinking skills and low-achieving student : Are they mutually. Exclusive?* *Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145 181.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง : แบบทดสอบใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1

1. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
2. ปริซึมและทรงกระบอก
3. สมบัติของเลขยกกำลัง

คำชี้แจงการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้มีจำนวน 9 ข้อ
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับนี้ 1 ชั่วโมง
3. หากมีปัญหาใด ๆ โปรดสอบถามผู้คุมสอบ
4. ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่าน



ชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่.....
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
 โรงเรียน

2. ลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปยังที่พักแรม โดยจะต้องเดินทางไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันตกอีก 21 กิโลเมตร จึงถึงที่พักแรม อยากทราบว่าที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร

วิธีทำ

1. สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. จากโจทย์นักเรียนเลือกใช้วิธีใด ในการแก้ปัญหา

.....

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

.....

แนวทางในการตอบแบบทดสอบการคิดทางคณิตศาสตร์

1. นักวิทยาศาสตร์วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกได้ประมาณ 12,740,000 เมตร เขียนค่าประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

1. จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนนำเสนอการแก้ปัญหา โดย (การวาดภาพ ข้อความ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตารางหรือกราฟ และตัวแบบทางคณิตศาสตร์) โดยที่นักเรียนจะเลือกใช้วิธีใดก็ได้

วิธีทำ

วิธีที่ 1 นับจำนวนตัวเลขหลังจุดทศนิยม

เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 12,740,000 = 1.274×10^7 เมตร

วิธีที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 12,740,000 เมตร

= $1,274 \times 1,000$ เมตร

= $1.274 \times 1,000 \times 10^4$ เมตร

= $1.274 \times 10^3 \times 10^4$ เมตร

= 1.274×10^7 เมตร

2. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา (โดยอาจใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์)

จากปัญหาข้างต้นสรุปว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 1.274×10^7

เมตร

2. ลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปยังที่พักแรม โดยจะต้องเดินทางไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร แล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันตกอีก 21 กิโลเมตร จึงถึงที่พักแรม อยากทราบว่าที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางเท่าไร

วิธีทำ

1. สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

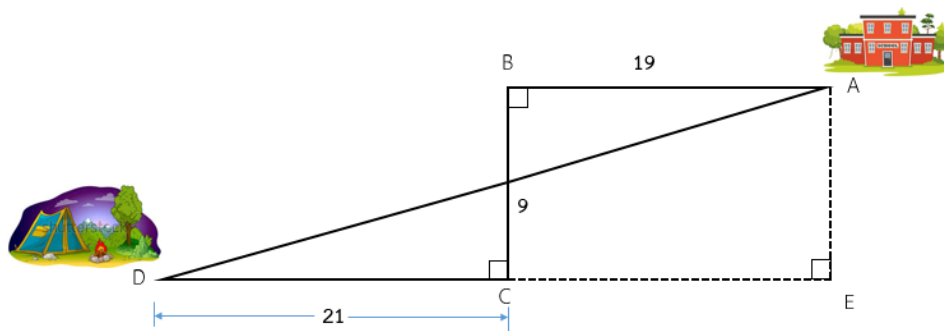
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ : ลูกเสือออกเดินทางจากโรงเรียนไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตรแล้วลงไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันตกอีก 21 กิโลเมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ : ที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทางกี่กิโลเมตร

2. จากโจทย์นักเรียนเลือกใช้ยุทธวิธีใด ในการแก้ปัญหา

ตอบ ยุทธวิธีการใช้ภาพหรือแผนภาพ, ยุทธวิธีการใช้ตัวแปร ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว



ให้ A แทนที่ตั้งโรงเรียน

D แทนที่พักแรม

AB แทนระยะทางจากโรงเรียนไปทางทิศตะวันตก 19 กิโลเมตร

BC แทนระยะทางจากจุด B ไปทางทิศใต้ 9 กิโลเมตร

CD แทนระยะทางจากจุด C ไปทางทิศตะวันตกอีก 21 กิโลเมตร

AD แทนระยะห่างจากโรงเรียนถึงที่พักแรม

ต่อ \overline{CD} ไปทางจุด C พบเส้นตรงที่ลากจากจุด A ขนานกับ \overline{BC} ที่จุด E จะได้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก BCEA และรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ADE

เนื่องจาก $AE = BC = 9$

$CE = BA = 19$

$DE = DC + CE$

$= 21 + 19$

$= 40$

จากรูปสามเหลี่ยม ADE เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มี \overline{AED} เป็นมุมฉากใช้ทฤษฎีบท

พีทาโกรัสหาระยะทาง

จะได้ $AD^2 = AE^2 + ED^2$

$AD^2 = 9^2 + 40^2$

$AD^2 = 81 + 1,600$

$AD^2 = 1,681$

$AD^2 = 41^2$

$AD = 41$

ดังนั้นที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทาง 41 กิโลเมตร

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

สรุปได้ว่าที่พักแรมห่างจากโรงเรียนเป็นระยะทาง 41 กิโลเมตร

3. มีถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านกว้าง 16 เมตร และมีด้านยาว 20 เมตร สูง 15 เมตร อยากทราบว่าถังน้ำใบนี้มีปริมาตรเท่าใด

วิธีทำ

1. สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

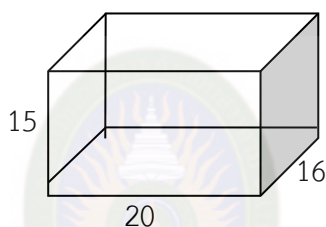
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ : ถังน้ำสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านกว้าง 16 เมตร ด้านยาว 20 เมตร สูง 15 เมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ : ถังน้ำใบนี้มีปริมาตรเท่าใด

2. จากโจทย์นักเรียนเลือกใช้วิธีใด ในการแก้ปัญหา

ตอบ การหารูปแบบ, การเขียนแผนภาพหรือภาพประกอบ โดยใช้ความรู้เรื่องปริซึมและทรงกระบอก

3. จากยุทธวิธีที่นักเรียนเลือก ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว



พื้นที่ฐานของรูปสี่เหลี่ยม = ความกว้าง \times ความยาว

$$= 16 \times 20$$

$$= 320 \quad \text{ตารางเมตร}$$

ปริมาตรของปริซึม = พื้นที่ฐาน \times ความสูง

$$= 320 \times 15$$

$$= 4,800 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร}$$

4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้

ปริมาตรของปริซึม คือ 4,800 ลูกบาศก์เมตร



ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ผลรวมและค่า IOC ของแบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

| แบบทดสอบ บข้อที่ | คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ | | | | | $\sum R$ | IOC | สรุปผล |
|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-----|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 2 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 3 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 4 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 5 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 6 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 7 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 8 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 9 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 10 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 11 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 12 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 13 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 14 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 15 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |

ตารางที่ ค.2

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

| แบบทดสอบข้อที่ | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจจำแนก (D) |
|----------------|----------------|-------------------|
| 1 | 0.51 | 0.34 |
| 2 | 0.50 | 0.42 |
| 3 | 0.60 | 0.48 |
| 4 | 0.55 | 0.34 |
| 5 | 0.48 | 0.42 |
| 6 | 0.55 | 0.43 |
| 7 | 0.55 | 0.44 |
| 8 | 0.41 | 0.36 |
| 9 | 0.50 | 0.39 |

ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .99



ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

| | |
|--------------------------------|---|
| อาจารย์ ดร. ชาญณรงค์ เฮียงราช | อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| อาจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส | อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| อาจารย์ ดร. นิตยา จันทะคุณ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| นางนางรชต์ธณพร เอกภัทช์ชัยวงษ์ | ครูวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง |
| นางดวงจันทร์ ชมภูวิเศษ | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง |

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

| |
|-------------------------|
| โรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง |
| เลขที่..... ๒๐๒ |
| วันที่ 13 ก.พ. 2563 |
| เวลา..... น |



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว.๐๒๒๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๕๐๐๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาลวัดสระทอง

ด้วย นางสาวนิตา เขตประทุม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๐๑๐๕๑๐๑๑๓
นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
และกลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตาม
วัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน

ด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน รองผู้อำนวยการ
เพื่อทราบ / ให้อนุญาต
- ข.พ.น.พ.ร.ต.ม. รศ.น.พ.ช.ก
นางผู้วิจัย จำนวน ๑ ราย
เก็บรวบรวมข้อมูล ร.พ.๕
- เงินค่าพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

[Signature]

[Signature]
(นางสาวอุบลสา คำแก้ว)
ผู้อำนวยการศูนย์
13 ก.พ. 2563

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทร์หอม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
เรียน ผู้อำนวยการ

อธิการบดี

เพื่อ ทราบ พิจารณา
เห็นควร เห็น สั่งการ แต่งตั้ง

ให้.....
 ทราบ ดำเนินการ ปฏิบัติ

ตามในหนังสือนี้

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๗/๑ - ๓๒๐๖

[Signature]

[Signature]

ทง.พ

(นางพิศุล พรหมเขต)

13 ก.พ. 63 ผู้อำนวยการสถานศึกษา
๑๓ ก.พ. ๒๕๖๓

13 ก.พ. ๒๕๖๓



ที่ ยว ๐๖๑๙.๐๒/ว๐๒๒๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ชาญณรงค์ เขียงราช

ด้วย นางสาวนิตา เขตประทุม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๐๑๐๕๑๐๑๑๓
นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัย-
ราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ ๒" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการคิดทางคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์
จากท่าน และขอบคุณล่วงหน้า ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชาญชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๑/๑ - ๓๒๐๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ คศ. ๐๐๑๔/๒๕๖๓

วันที่ ๑๐ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส

ด้วย นางสาวนิตา เขตประทุม รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๑๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการศึกษาทางคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าที่ร้อยโท

N.P.W.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทร์หอม)

คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ศศ. ๐๐๑๕/ ๒๕๖๓

วันที่ ๑๐ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.นิตยา จันทะคุณ

ด้วย นางสาวนิตดา เขตประทุม รหัสประจำตัว ๖๑๔๐๑๐๕๑๐๑๑๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการศึกษาทางคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
 ว่าที่ร้อยโท 
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิตยา จันทะคุณ)
 คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๐๒๒๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๑๐ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณครูชดัดธณพร เอกภักดิ์ชัยวงษ์

ด้วย นางสาวนิตดา เขตประทุม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๐๑๐๕๑๐๑๑๓
นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัย-
ราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านการคิดทางคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
 อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์
จากท่าน และขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภัยภูษณ์ จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๕๓๑/๑ - ๓๒๐๖



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๑๐๙๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๑๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณครูดวงจันทร์ ชมภูวิเศษ

ด้วย นางสาววนิดา เขตประทุม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๔๐๑๐๕๑๐๑๑๓
นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัย-
ราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
๒" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการคิดทางคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์
จากท่าน และขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๗๑ - ๓๒๐๖

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

รามนรี นนทภา และวนิดา เขตประทุม. (2563). การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ใน การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา
(Symposium) ครั้งที่ 12 The 12th Graduate Research Conference ประจำปี 2563.
อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

| | |
|-------------------|--|
| ชื่อ สกุล | นางสาว วนิดา เขตประทุม |
| วัน เดือน ปี เกิด | 14 ตุลาคม 2538 |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 9 หมู่ 7 บ้านโคกล่าม ตำบลดงสิงห์ อำเภोजังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด 45000 |
| ประวัติการศึกษา | |
| พ.ศ. 2560 | ปริญญาตรี (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| พ.ศ. 2563 | ปริญญาโท (คม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY