การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคภูมิ พิมพ์โพธิ์

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคภูมิ พิมพ์โพธิ์

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4"

ของ ภาคภูมิ พิมพ์โพธิ์

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา ศรีพันธ์)

หัวหน้าภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา

ชื่อเรื่อง การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย ภาคภูมิ พิมพ์โพธิ์

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ

ประเภทสารนิพนธ์ การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิจัยและประเมินทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566

คำสำคัญ แบบวัด, ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์, เกณฑ์ปกติ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ของการวิจัยคือ 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 330 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์การกระจาย ความเบ้ ความโด่ง เปอร์เซ็นไทล์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และสถิติที่ใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติ ได้แก่ คะแนนมาตรฐานทีปกติ

ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งองค์ประกอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา2) การใช้คณิตศาสตร์ 3) การตีความและประเมิน โดยมี ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.79 แค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.85 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคทั้งฉบับ เท่ากับ 0.939 2) เกณฑ์ปกติ(Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก มีคะแนนดิบตั้งแต่ 18 – 24 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T65 และสูงกว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับดี มีคะแนนดิบตั้งแต่ 15 – 17 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T55-T65 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้ มีคะแนนดิบตั้งแต่ 11 – 14 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T45-T55 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางพอดี มีคะแนนดิบ 13 คะแนน มีคะแนนทีปกติ T50 ซึ่งใช้เป็นจุดหลักของการเปรียบเทียบตาม

เกณฑ์ที่กำหนด ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับยังไม่พอใช้ มีคะแนนดิบตั้งแต่ 8 – 10 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ ตั้งแต่ T35-T45 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับอ่อน มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 – 7 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า

Title A DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL LITERACY TEST FOR GRADE 10 STUDENTS

Author Parkpoom Phimpho

Advisor Assistant Professor Aumporn Lincharoen, Ph.D.

Academic Paper M.Ed. Independent Study in Educational Research and Evaluation - (Plan B), Naresuan University, 2023

Keywords Test, Mathematical literacy, Norms

ABSTRACT

This research aims to 1) to develop and verify the quality of a mathematics literacy test for grade 10 students, and 2) to create a norm for the mathematics literacy test for grade 10 students. The sample group consisted of 330 grade 10 students, randomly selected using a stratified random sampling method. The instrument used was a 24-item mathematical intelligence test for grade 10 students. The data was analyzed using mean, standard deviation, skewness, kurtosis, and percentile. The quality of the instrument was analyzed using content validity, item difficulty, item discrimination, and reliability. The norms were established using T-scores.

The findings revealed that 1) The mathematics literacy test for grade 10 students can be divided into 3 subcomponents of mathematical reasoning: 1) Formulate, 2) Employ, and 3) Interpret and Evaluate. The IOC index of consistency ranged from 0.60 to 1.00. The item difficulty index ranged from 0.55 to 0.79. The item discrimination index ranged from 0.24 to 0.85. The reliability coefficient, using Cronbach's alpha, was 0.939. 2)The norms for the mathematical l test for grade 10 students are as follows: Very good: Raw score of 18-24(T65 and above), Good: Raw score of 15-17(T55 - T65), Fair: Raw score of 11-14(T45 - T55), Average: Raw score of 13 (T50) used as the main reference point for comparison according to the criteria set Below, average: Raw score of 8-10 (T35 - T45) and Weak: Raw score of 0-7 (T 35 and below)

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ จนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณอาจารย์ในสาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษาทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้และทักษะในการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะศึกษาศาสตร์ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ อย่างเป็นกัลยาณมิตร และขอบคุณเพื่อนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนสำคัญในการให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ดร.สุภารัตน์ ใบยา ดร.ณกมล นกแก้ว นางวารินทร์ คุณศรี นางสาววราพร หิตมูล และนางสาวกัญญาภัค จูฑพลกุล ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู บุคลากรทางการศึกษาและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก พร้อมทั้งให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินการทดสอบและรวบรวมผลการทดสอบในครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่าน หากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ประการใด ขอมอบสิ่งดีงามเหล่านี้ให้แก่ท่านผู้มีพระคุณที่ได้กล่าวมาซึ่งมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการค้นคว้าอิสระฉบับนี้

ภาคภูมิ พิมพ์โพธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

บทที่ 1 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามวิจัย 4

จุดประสงค์การวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

บทที่ 2 9

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 10

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 15

ลักษณะของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 32

การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 34

เกณฑ์ปกติ 39

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43

กรอบแนวคิดในการวิจัย.....47
บทที่ 3.....48
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....49
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....51
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....51
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....54
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้.....54
บทที่ 4.....58
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....58
ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....67
บทที่ 5.....72
สรุปผลการวิจัย.....72
อภิปรายผล.....74
ข้อเสนอแนะ.....77
บรรณานุกรม.....79
ภาคผนวก.....82
ประวัติผู้วิจัย.....92

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....14

ตาราง 2 ตารางแสดงคะแนนกลุ่มการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....32

ตาราง 3 ตารางแสดงกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ โดยจำแนกตามขนาดโรงเรียน.....50

ตาราง 4 ตารางแสดงข้อคำถาม 4 สถานการณ์ ที่มีความสอดคล้องทั้ง 3 องค์ประกอบ ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....53

ตาราง 5 ตารางแสดงองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....59

ตาราง 6 ตารางแสดงข้อคำถาม 4 สถานการณ์ ที่มีความสอดคล้องทั้ง 3 องค์ประกอบ ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....61

ตาราง 7 ตารางแสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item - Objective Congruence) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5) 62

ตาราง 8 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ (n=33) 64

ตาราง 9 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในด้านการใช้คณิตศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ (n=33).....65

ตาราง 10 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านการคิด/แปลงปัญหา จำนวน 4 ข้อ (n=33) 66

ตาราง 11 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านตีความและประเมิน จำนวน 4 ข้อ (n=33) 66

ตาราง 12 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ (n=33).....67

ตาราง 13 ตารางแสดงผลวิเคราะห์เกณฑ์ปกติของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ (n=330).....68

ตาราง 14 ตารางแสดงผลวิเคราะห์เกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 70

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

PISA เป็นการประเมินผลทางการศึกษาที่ใหญ่ที่สุดในโลกโดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบและยังได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามนักเรียนและโรงเรียน ทั้งนี้ ใน PISA 2018 เป็นรอบที่มีการประเมินด้านการอ่านเป็นการประเมินหลัก (น้ำหนักข้อสอบ 60%) ส่วนด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินรอง (น้ำหนักข้อสอบด้านละ 20%) ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการประเมินกว่า 600,000 คน ใน 79 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจจากทั่วโลก สำหรับประเทศไทยมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 8,633 คน จาก 290 โรงเรียนของทุกสังกัดการศึกษา ดังนั้น ฐานข้อมูลของ PISA นี้จึงสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้อย่างกว้างขวางและครอบคลุมในหลายมิติในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา PISA ได้กลายเป็นแหล่งอ้างอิงระดับสากลสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพ ความเสมอภาค และประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาระหว่างประเทศ นอกจากนี้ ยังสามารถชี้บอกว่าลักษณะของครูหรือโรงเรียนแบบใดที่ควรได้รับการปรับปรุงและบอกถึงแนวปฏิบัติด้านการเรียนการสอนที่ดีที่สุด (Best practice) ในระดับสากลว่าควรเป็นเช่นไร (OECD, 2021; อ้างอิงจาก Schleicher, 2019) ทั้งนี้ PISA ได้ให้ความสำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อผลการประเมิน และได้ขยายขอบเขตของการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนถึงประสบการณ์ในการเรียนรู้ของนักเรียนในทุกมิติ ซึ่งใน PISA 2018 ได้มุ่งเน้นให้ความสำคัญในการวิเคราะห์เชิงลึกของปัจจัยด้านกรอบความคิดแบบเติบโต เนื่องจากสังคมในปัจจุบันเป็นสังคมที่มีความไม่แน่นอนและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว พลเมืองในสังคม จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องเผชิญกับความท้าทายใหม่ ๆ ซึ่งบางครั้งก็อาจนำไปสู่ความล้มเหลว ทั้งนี้ หากพลเมืองมองว่าสิ่งที่เผชิญนั้นเป็นเรื่องที่ท้าทาย หรือมองว่าความล้มเหลวที่พบเจอนั้นคือโอกาสในการพัฒนาตนเอง พลเมืองเหล่านั้นก็จะสามารถเผชิญหน้ากับความยากลำบากและจัดการกับความพ่ายแพ้เพื่อก้าวไปสู่ความสำเร็จได้ (การมีกรอบความคิดแบบเติบโตของนักเรียนไทยผลจากการประเมิน PISA 2018, น. 6-7)

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการวัดความสามารถของนักเรียนในการคิด ใช้ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย ทั้งนี้ ไม่ใช่เพียงบริบทส่วนตัวที่คุ้นเคยซึ่งเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ส่วนตัว อย่างเช่น การเตรียมอาหาร การซื้อของใช้ หรือการดูกีฬาเป็นต้น แต่รวมไปถึงบริบททางการงานอาชีพ บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์ อย่างเช่นการคิดค่าใช้จ่ายของโครงการ การแปลความข้อมูลทางสถิติในระดับประเทศ หรือการสร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เป็นต้น ดังนั้น ในการที่จะประสบ

ความสำเร็จในการสอบ PISA นักเรียนจะต้องสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และใช้หลักการ กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่นิยามไว้ใน PISA ช่วยให้บุคคลรับรู้ถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และช่วยสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งจำเป็นสาหรับการเป็นพลเมืองที่ต้องมีความสร้างสรรค์มีวิจารณญาณ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมรับผิดชอบและตระหนักถึงสังคมส่วนรวมผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ที่อธิบายในลักษณะนี้ไม่ได้หมายความเพียงแค่รู้คณิตศาสตร์ในด้านองค์ความรู้และทักษะการคิดคำนวณในระดับพื้นฐานหรือความสามารถในการทาโจทย์ซ้ำ ๆ ตามแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนในโรงเรียน แต่ PISA พยายามหาวิธีการวัดว่านักเรียนสามารถทำได้ดีเพียงใดจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มา และประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายรวมทั้งในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยได้ดีเพียงใด ด้วยเหตุนี้ ข้อสอบคณิตศาสตร์ทุกเรื่องของ PISA จึงอ้างอิงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ต้องใช้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การให้ความสำคัญแก่บริบทในชีวิตจริงนั้นสะท้อนให้เห็นในความเป็นไปได้ที่จะใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เช่น เครื่องคิดเลขไม้บรรทัด หรือตารางสเปรดชีต ในการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับที่เราทำในชีวิตจริงการประเมินคณิตศาสตร์ใน 70 จาก 79 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่เข้าร่วมการประเมิน PISA ใช้การสอบด้วยคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการประเมินการอ่านและวิทยาศาสตร์ ส่วนในอีก 9 ประเทศใช้การสอบด้วยกระดาษ ทั้งนี้ ทุกประเทศ/เขตเศรษฐกิจไม่ว่าจะจัดสอบโดยใช้เครื่องมือแบบใดก็ใช้ข้อสอบคณิตศาสตร์เดียวกัน ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์จึงสามารถเปรียบเทียบกันได้ทั้ง 79 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจที่เข้าร่วมการประเมิน PISA (ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์, น. 112)

ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 โดย OECD ระบุว่า ผลคะแนนการทดสอบ PISA ของเด็กนักเรียนไทยประจำปี 2022 แย่ลงในทุกทักษะเมื่อเทียบกับ 4 ปีก่อน โดยเฉพาะในด้านคณิตศาสตร์ นับแต่ไทยเข้าร่วมประเมินเป็นครั้งแรกเมื่อ 20 กว่าปีก่อนในช่วงต้นทศวรรษ 2000 ด้าน PISA ประเทศไทย ออกแถลงการณ์ว่า สำหรับในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทำหน้าที่เป็นศูนย์แห่งชาติ (National Center) ได้ดำเนินการจัดสอบเมื่อเดือนสิงหาคม 2565 ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการประเมินจาก 279 โรงเรียนในทุกสังกัดการศึกษา รวม 8,495 คน โดยนักเรียนทำแบบทดสอบและแบบสอบถามด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านทางแฟลชไดรฟ์นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลจากผู้บริหารโรงเรียนผ่านทางแบบสอบถามออนไลน์ด้วย อย่างไรก็ตามผลการประเมินของประเทศไทย พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ทั้งนี้ ผลการประเมินของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก ระบบการศึกษา

ไทยอ่อนแอ หลักสูตรไม่ทันสมัยและมีข้อจำกัดด้านการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (พงศ์ทัศ วนิชานันท์, 2023) นอกจากนี้ยังพบว่า การสอนคณิตศาสตร์ของไทยส่วนมากยังฝึกหัดให้นักเรียนมีความชำนาญในการคิดคำนวณมากกว่าการฝึกหัดให้รู้จักคิดและสร้างความเข้าใจให้กับตนเองนักเรียนขาดความสามารถในการแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันทั้งที่ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นในการประกอบอาชีพต่างๆ ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการศึกษาในสาขาวิชาต่าง ๆเช่น วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาและสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตให้ดีขึ้น (มะลิวรรณ งามยิ่ง, 2563) และจากประสบการณ์การสอนในรายวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ขาดความสามารถในการคิด ใช้ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจกับปัญหาของโจทย์ได้ และอีกข้อค้นพบที่ผู้วิจัยได้พบเจอคือนักเรียนจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่มีความคล้ายกับโจทย์ปัญหาที่เคยฝึกทำในแบบฝึกหัดมาแล้ว และธงชัย ชิวปรีชา (2555 อ้างถึงใน จารุนนท์ ขวัญแน่น, 2557) กล่าวว่าสาเหตุที่ทำให้คะแนน PISA ไม่ดีนั้นมีเหตุผลสองประการด้วยกัน ประการแรก คือเด็กไม่ตั้งใจทำข้อสอบ จึงควรหาวิธีที่จะทำอย่างไรให้เด็กไทยทำข้อสอบได้อย่างมีคุณภาพ สาเหตุประการที่สอง คือการที่เด็กไม่คุ้นเคยกับข้อสอบมาก่อน โดยข้อสอบส่วนใหญ่จะเน้นทางด้านการอ่าน คิด วิเคราะห์ ซึ่งอาจจะมีข้อสอบที่มีแนวทางเดียวกับ PISA ไม่มากนัก

จากปัญหาและสาเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำมาเป็นผลสะท้อนให้นักเรียนได้รู้ว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใด อีกทั้งยังทำให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบทดสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับข้อสอบ PISA เพื่อเป็นการสร้างความคุ้นเคยกับข้อสอบในลักษณะนี้ รวมถึงการแปลผลเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นของการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับให้ผู้สอนหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง นำผลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และนำไปปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อเตรียมความพร้อมในการยกระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน หรือนำผลการประเมินที่ได้มาแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องและพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป และพัฒนาให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้คณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

คำถามวิจัย

1. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีลักษณะเป็นอย่างไร

2. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรมีเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับแปลผลอย่างไร

จุดประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 7625 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 57 โรงเรียน (ข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา ปีการศึกษา 2566 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์, น. 24)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวนทั้งหมด 363 คน โดยผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เพื่อใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นและอำนาจจำแนก จำนวน 33 คน

กลุ่มที่ 2 เพื่อใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) จำนวน 330 คน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ โดยมีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

องค์ประกอบที่ 1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- การคิด/แปลงปัญหา
- การใช้คณิตศาสตร์

- การตีความและประเมิน

องค์ประกอบที่ 2 เนื้อหาคณิตศาสตร์

- เซต
- ตรรกศาสตร์

องค์ประกอบที่ 3 บริบท

- ส่วนบุคคล
- อาชีพ
- สังคม
- วิทยาศาสตร์

ขอบเขตด้านตัวแปร

องค์ประกอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 3 องค์ประกอบย่อย ประกอบด้วย 1)การคิด/แปลงปัญหา 2)การใช้คณิตศาสตร์ 3)การตีความและประเมิน

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจ

2. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เป็นข้อสอบเชิงสถานการณ์ที่สามารถวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แนวทางของแบบทดสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Program for international Student Assessment หรือ PISA) โดยประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1)การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2)เนื้อหาคณิตศาสตร์ 3)บริบท

3. องค์ประกอบที่ 1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(Mathematical reasoning) หมายถึง การให้เหตุผลทั้งแบบนิรนัย และแบบอุปนัย นำมาใช้ในการอธิบายถึงสถานการณ์ การแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกระบวนทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา(Formulate) 2) การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) 3) การตีความและประเมิน(Interpret and evaluate) ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3.1 การคิด/แปลงปัญหา(Formulate) หมายถึง สมรรถนะในการแยกแยะและรู้ถึงโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์และใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลงสถานการณ์ให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ กระบวนการในการคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์นี้ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ดังนี้

- การใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อจัดการสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์
- การสร้างลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3.2 การใช้คณิตศาสตร์(Employ) หมายถึง สมรรถนะในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาซึ่งได้แปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้

- การแสดงการคำนวณอย่างง่าย เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ และข้อสรุปอย่างง่าย
- การใช้ข้อเท็จจริง กฎ อัลกอริทึม และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์นำมาสร้างแผนภาพ กราฟ และแบบจำลองสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างและสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านี้ในการหาคำตอบ

3.3 การตีความและประเมิน(Interpret and evaluate) หมายถึง สมรรถนะในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์และตีความสิ่งเหล่านี้ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นปัญหาเริ่มต้นได้ รวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของปัญหาแล้วพิจารณาว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลและมีความหมายในบริบทของปัญหาหรือไม่ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้

- การตีความผลลัพธ์ และอธิบายเหตุผลว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ตามบริบทของปัญหาในชีวิตจริง
- การประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริง

4. องค์ประกอบที่ 2 เนื้อหาคณิตศาสตร์(Mathematical content) หมายถึง หมวดหมู่ของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สะท้อนถึงปรากฏการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังกลุ่มของปัญหาจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยใช้เนื้อหาสาระที่อยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 4 จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยเรื่อง เซต ตรรกศาสตร์

5. องค์ประกอบที่ 3 บริบท (Context) หมายถึง มุมมองในชีวิตจริงที่ปัญหาเหล่านั้นถูกกำหนดขึ้นมา ทั้งนี้ การเลือกใช้กลยุทธ์ และการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมักจะขึ้นอยู่กับบริบทที่ปัญหานั้นเกิดขึ้น และมีความจำเป็นที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับบริบทในชีวิตจริงเพื่อพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ขึ้น ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อยดังนี้

5.1 บริบทส่วนตัว (Personal context) หมายถึง บุคคลครอบครัวหรือกลุ่มบุคคล เช่น การซื้อสินค้า การเล่นเกม กิจกรรมสันทนาการกีฬา การท่องเที่ยว การเรียน และการเงิน

5.2 บริบทอาชีพ (Occupational context) หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน เช่น งานที่เกี่ยวข้องกับการวัด การหาค่าใช้จ่ายและการจัดซื้อ การบัญชี การจัดตารางงาน การจัดทำรายการสินค้า งานสถาปัตยกรรม และการตัดสินใจที่เกี่ยวกับงานไม่ว่าจะใช้หรือไม่ได้ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

5.3 บริบทสังคม (Societal context) หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องสังคมหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ข้อมูลประชากร การโฆษณา สุขภาพ ความบันเทิง การลงทุนและเศรษฐกิจ

5.4 บริบทวิทยาศาสตร์ (Scientific context) หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับโลกธรรมชาติและประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศหรือภูมิอากาศ นิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุศาสตร์ และการวัด

6. คุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคุณภาพ โดยพิจารณาจากค่าความตรงเชิงเนื้อหา ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

7. เกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่ใช้แสดงระดับความสามารถของผู้ถูกทดสอบ ซึ่งทำให้ทราบระดับความสามารถของผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้ทันที โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับคะแนนของคนอื่นๆ ที่สอบพร้อมกันเพราะการตีความหมายของคะแนนจะใช้การอ้างอิงจากเกณฑ์ปกติที่สร้างไว้แล้ว

ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

1. ได้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้วัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ถูกต้อง

2. ทำให้ทราบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อนำไปวางแผนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

3. นำไปเป็นแนวทางในการใช้ปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่องต่าง ๆ โดยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
    - ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์
    - เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์
    - สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
    - ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
    - คุณภาพผู้เรียน
2. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
    - ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
    - กรอบการประเมินคณิตศาสตร์
    - การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
3. ลักษณะของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
    - ความตรง
    - อำนาจจำแนก
    - ความเชื่อมั่น
5. เกณฑ์ปกติ
    - แนวคิดเกี่ยวกับเกณฑ์ปกติ
    - ความหมายของเกณฑ์ปกติ
    - ชนิดของเกณฑ์ปกติ
    - วิธีสร้างเกณฑ์ปกติชนิดคะแนน T ปกติ
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดในการวิจัย

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

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็นจำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิตการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน

การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูลการคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องตัน ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่ง ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

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

- มีความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่ไม่เกิน 1 มีทักษะการบวก การลบ เศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- คาดคะเนและวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เลือกใช้เครื่องมือและหน่วยที่เหมาะสม บอกเวลา บอกจำนวนเงิน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย เขียนรูปหลายเหลี่ยม วงกลม และวงรีโดยใช้แบบของรูป ระบุรูปเรขาคณิตที่มีแกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- อ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ ตารางทางเดียวและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

- อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่งอัตราส่วนและร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ

- อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ

- นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแห่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการรูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

- มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่องและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

- เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

- เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

- นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

- เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

ตาราง 1 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต		
มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้		
ม.4	1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	**เซต** - ความรู้เบื้องต้นและสัญลักษณ์พื้นฐานเกี่ยวกับเซต - ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน และคอมพลีเมนต์ ของเซต
		ตรรกศาสตร์เบื้องต้น - ประพจน์และตัวเชื่อม (นิเสธ และ หรือ ถ้า...แล้ว... ก็ต่อเมื่อ)
สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น		
มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้		
ม.4	1. เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา	**หลักการนับเบื้องต้น** - หลักการบวกและการคูณ - การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันหมด

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		- การจัดหมู่กรณีที่สิ่งของแตกต่างกันหมด
	1. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ไปหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	**ความน่าจะเป็น** - เหตุการณ์จากการทดลองสุ่ม - ความน่าจะเป็น - การนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้ในชีวิตจริง

สรุปว่า ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาเรื่องที่ เซต และ ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 โดยมีตัวชี้วัดคือ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

การประเมิน PISA 2021 ที่กำลังจะมาถึงนี้เป็นการประเมินที่เน้นความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นหลักเช่นเดียวกับ PISA 2003 และPISA 2012 กรอบการประเมินของ PISA ถูกออกแบบมาเพื่อให้นักเรียนอายุ 15 ปี ได้เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์และเป็นการสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้พบเจอสถานการณ์และบริบทที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยวัดกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านสถานการณ์และบริบทในชีวิตจริง ซึ่งแนวคิดดังกล่าวยังเป็นแกนหลักในการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในแต่ละรอบการประเมินเมื่อโลกเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ข้อมูลในบริบทโลกชีวิตจริงมีอยู่มากมายและมีความซับซ้อนมากขึ้น ประกอบกับความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีจึงต้องมีการแยกแยะข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจในบริบทที่หลากหลาย ทั้งการตัดสินใจในเรื่องส่วนบุคคล เช่น การวางแผนประกอบอาชีพ สุขภาพการลงทุน ไปจนถึงการตัดสินใจที่มีผลกระทบต่อสังคมและส่วนรวมเช่น การเปลี่ยนแปลงของประชากร การแพร่ระบาดของโรค และการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจโลก เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ทำให้การใช้เพียงทักษะเชิงคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์นั้นไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบทที่มีความซับซ้อนแต่จำเป็นต้องมีการคิดอย่างเป็นตรรกะ มีความสามารถในการอธิบายที่มาที่ไปและมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย ดังนั้น PISA จึงได้ปรับกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันและเพื่อให้เกิดการเตรียมความพร้อมสำหรับการเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่จะต้องมีวิจารณ์ญาณ มีการคิดอย่างไตร่ตรองและมีส่วนร่วมรับผิดชอบและตระหนักถึงสังคมส่วนรวม

การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2021 มีลักษณะสำคัญคือเป็นการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์และบริบทต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในโลก โดยผนวกการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการกระบวนการข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในการอธิบาย การให้เหตุผล และการคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ดังนั้น PISA จึงได้นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2021 ไว้ว่า “ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิดกระบวนการข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆโดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม”

สรุปว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจ

2.2 กรอบการประเมินคณิตศาสตร์

ตั้งแต่ PISA 2015 เป็นต้นมา รูปแบบหลักของการประเมินได้เปลี่ยนเป็นการทำแบบทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้น กรอบโครงสร้างการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2021 จึงได้ถูกพัฒนาให้ทันสมัยและสอดคล้องกับรูปแบบการประเมินที่เปลี่ยนไป แต่ยังคงไว้ซึ่งแนวคิดพื้นฐานของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาก่อนหน้านี้ โดย PISA ยังคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามบบทบาทในชีวิตมากขึ้น และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ โดยกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน PISA 2021 มี 3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(Mathematical reasoning)

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการประเมินสถานการณ์ การเลือกกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การสรุปที่สมเหตุสมผล การปรับปรุงและอธิบายที่มาของคำตอบ และการตระหนักรู้ถึงวิธีการประยุกต์ใช้วิธีแก้ปัญหา

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถหรือการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

- ระบุ ตระหนักรู้ จัดระบบ เชื่อมโยง และแสดงแทนสิ่งที่เกี่ยวข้อง
- สร้าง คิดเชิงนามธรรม ประเมิน สรุปความ แสดงเหตุผล อธิบาย และแก้ต่าง
- ตีความ ตัดสินใจ วิจารณ์ โต้แย้ง และทำให้เหมาะสม

ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และการอ้างเหตุผลที่ไม่ลำเอียงและมีความน่าเชื่อถือ เป็นทักษะที่มีความสำคัญมากขึ้นในโลกยุคปัจจุบัน คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์และแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้มีการนิยามไว้อย่างชัดเจนซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์และแปลงให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้ “การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์” เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความชัดเจน นักเรียนเรียนรู้จากคณิตศาสตร์ว่าการให้เหตุผลอย่างเหมาะสมจะทำให้ได้ผลลัพธ์และข้อสรุปที่มั่นใจได้ว่ามีความถูกต้องเป็นข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง และไม่มีความลำเอียง

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในโลกปัจจุบัน และสามารถจำแนกได้สองลักษณะ ได้แก่ (1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการสรุปจากสมมติฐาน หรือสิ่งที่ยอมรับว่าเป็นจริง การให้เหตุผลแบบนี้เป็นลักษณะเฉพาะหนึ่งของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ (2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลในเชิงสถิติและความน่าจะเป็นซึ่งในปัจจุบันมักมีความสับสนและเข้าใจผิดบ่อยครั้งระหว่างความเป็นไปได้ (Possible) และโอกาสที่น่าจะเกิดขึ้น (Probable) ทำให้หลายคนหลงเชื่อข่าวลวง นอกจากนี้ โลกปัจจุบันยังมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นและความซับซ้อนเหล่านั้นประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ จำนวนมาก การทำความเข้าใจกับข้อมูลเหล่านั้นจึงเป็นหนึ่งในความท้าทายที่มนุษย์จะต้องพบเจอในอนาคต นักเรียนควรมโอกาสได้ทำความคุ้นเคยกับข้อมูลในลักษณะดังกล่าว และการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในบริบทที่มีความแปรผันและไม่แน่นอน

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความเข้าใจหลักในเรื่องต่อไปนี้

- ความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณ ระบบจำนวน และสมบัติ
- การเห็นคุณค่าของการคิดเชิงนามธรรมและการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์
- การมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และข้อกำหนดต่าง ๆ
- การตระหนักรู้ถึงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แทนด้วยตัวแปร
- การสร้างและใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อทำให้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น สิ่งที่เกิดขึ้นในทางวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์
- ความเข้าใจว่าการแปรผันนี้เป็นแก่นสำคัญของ วิชาสถิติ

ความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณ ระบบจำนวน และสมบัติ

ความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณ ระบบจำนวน และสมบัติในที่นี้หมายรวมถึงมโนทัศน์พื้นฐานของจำนวนโครงสร้างของระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน และสมบัติทางพีชคณิตที่มีในระบบจำนวน นักเรียนควรเข้าใจว่าเมื่อระบบจำนวนมีขอบเขตกว้างขึ้นจะทำให้สามารถหาคำตอบของสมการที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ซึ่งเป็นพื้นฐานของการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงได้มากขึ้นไปพร้อมกับการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง อย่างไรก็ตาม จำนวนต่าง ๆ โดยตัวของมันเองยังใช้ประโยชน์ ไม่ได้มากนัก สิ่งที่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพคือระบบจำนวน ซึ่งหมายรวมถึงการดำเนินการของจำนวนเหล่านั้น ดังนั้น ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวนจึงเป็นพื้นฐานของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจอย่างรอบด้านเกี่ยวกับปริมาณและระบบจำนวนจะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงได้

การเห็นคุณค่าของการคิดเชิงนามธรรมและการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์

แนวคิดพื้นฐานของคณิตศาสตร์เกิดจากประสบการณ์ต่าง ๆ ของมนุษย์และความจำเป็นที่ต้องสร้างความสัมพันธ์ กำหนดลำดับเหตุการณ์ และคาดการณ์จากประสบการณ์เหล่านั้น หลายสิ่งในทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบจำลองของสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงหรืออย่างน้อยก็สะท้อนมุมมองบางด้านของชีวิตจริง การคิดเชิงนามธรรมประกอบด้วยการพิจารณาโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆแล้วนำมาสร้างเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านั้นบนพื้นฐานของโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน สำหรับคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน การคิดเชิงนามธรรมคือการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่การแทนด้วยสัญลักษณ์และการดำเนินการรวมถึงอัลกอริทึมและการสร้างแบบจำลองทางความคิด ความสามารถในการคิดเชิงนามธรรมนี้มีบทบาทต่อการทำความเข้าใจความหมายในบริบทที่เป็นนามธรรมของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สำคัญทักษะหนึ่ง

นักเรียนสามารถใช้การแสดงแทนได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งในรูปแบบข้อความสัญลักษณ์ กราฟตัวเลข เรขาคณิต และการเขียนโปรแกรม เพื่อจัดระบบและสื่อสารความคิดเชิงคณิตศาสตร์ของตนเองการแสดงแทนในรูปแบบต่าง ๆ นี้ช่วยให้เราสามารถนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่สั้น กระชับซึ่งนำไปสู่อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพ การแสดงแทนยังเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปตัวแบบทางคณิตศาสตร์

การเห็นคุณค่าของการคิดเชิงนามธรรมและการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์จะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง โดยจะช่วยให้นักเรียนสามารถขยายแนวคิดที่เฉพาะเจาะจงของสถานการณ์หนึ่งไปสู่แนวคิดที่มีลักษณะทั่วไป และสามารถอธิบายสิ่งเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และข้อกำหนดต่าง ๆ

โครงสร้างทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างมากกับการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์ ซึ่งควรใช้เท่าที่จำเป็นเพื่อสื่อความหมายของสัญลักษณ์นั้น การมองเห็นโครงสร้างเป็นวิธีหนึ่งของการค้นหาและจดจำความหมายของการแสดงแทนที่เป็นนามธรรม ความสามารถในการมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องช่วยเชิงมโนทัศน์ที่สำคัญอันจะนำไปสู่ความรู้เชิงกระบวนการ

ความสามารถในการมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง โดยจะช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาในบริบทหนึ่งไปใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาในอีกบริบทหนึ่งที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน

การตระหนักรู้ถึงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แทนด้วยตัวแปร

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แทนด้วยตัวแปร แสดงได้ด้วยสมการกราฟ ตารางหรือข้อความและขั้นตอนที่สำคัญในการเรียนรู้คือการแทนความสัมพันธ์ด้วยฟังก์ชันพร้อมโดเมนและโคโดเมน ตลอดจนการหาผลลัพธ์จากสิ่งที่นำเข้า นอกจากนี้ กราฟของฟังก์ชันยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนแปลง กราฟจึงเป็นเครื่องมือสำหรับทำความเข้าใจฟังก์ชันซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แทนด้วยตัวแปร

การตระหนักรู้ถึงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงจะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลของนักเรียน โดยทำให้นักเรียนมุ่งความสนใจไปที่ความเชื่อมโยงและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสถานการณ์นั้น ๆ

การสร้างและใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อทำให้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

ตัวแบบเป็นการนำเสนอกรอบแนวคิดในอุดมคติของสถานการณ์ในชีวิตจริง ตัวแบบอาจนำเสนอ
กรอบแนวคิดที่เป็นการประมาณค่าหรือการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ศึกษาหรืออาจนำเสนอรูปอย่างง่ายของสิ่งที่สนใจ ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ถูกสร้างให้อยู่ในรูปภาษาทางคณิตศาสตร์และมีการใช้เครื่องมือและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น เลขคณิต พีชคณิต หรือเรขาคณิต โดยใช้สิ่งเหล่านี้ในการกำหนดแนวคิดหรือทฤษฎีของปรากฏการณ์ที่ศึกษาเพื่อวิเคราะห์และประเมินข้อมูล โดยตรวจสอบว่าตัวแบบนั้นใช้กับข้อมูลที่มีอยู่ได้หรือไม่ และเพื่อสร้างข้อคาดการณ์ นอกจากนี้ เราใช้ตัวแบบเพื่อสร้างสถานการณ์จำลองโดยสร้างให้ตัวแบบแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในช่วงระยะเวลาแหน่งหรือด้วยการป้อนข้อมูลที่มีความหลากหลายเข้าไป เมื่อเราสามารถสร้างสถานการณ์จำลองได้ เราจะสามารถสร้างข้อคาดการณ์ ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น และประเมินความเหมาะสมและความแม่นยำของตัวแบบนั้นได้ขั้นตอนและกระบวนการสร้างตัวแบบนั้นต้องคำนึงถึงความจำเป็นของตัวแปรเสริมที่มีอยู่ในชีวิตจริงซึ่งมีผลกระทบต่อตัวแบบการสร้างตัวแบบทั่วไปและตัวแบบทางคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผล

ของนักเรียนในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมุ่งความสนใจไปยังสิ่งที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์และช่วยจำกัดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

ความเข้าใจว่าการแปรผันนี้เป็นแก่นสำคัญของ วิชาสถิติ

วิชาสถิติตั้งอยู่บนแนวคิดพื้นฐานเรื่องการจัดการกับความแปรผัน ในปัจจุบันผู้คนต้องจัดการกับสถานการณ์เหล่านี้อยู่เสมอ แต่พวกเขามักจะเพิกเฉยต่อความแปรผัน และผลลัพธ์ที่ตามมาคือการมองสถานการณ์ในภาพรวมกว้าง ๆ ซึ่งบ่อยครั้งทำให้เกิดความผิดพลาดหรือนำไปสู่ความเข้าใจ ที่ผิดและอาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงได้ ความเอนเอียงที่เกิดขึ้นในทางสังคมศาสตร์มักจะเกิดจากการละเลยถึงแหล่งที่มาและความสำคัญของความแปรผันในสิ่งที่ศึกษา

สถิติในหลายกรณีเป็นการค้นหารูปแบบในบริบทที่มีความแปรผันสูงหรือเป็นการค้นหา “ความจริง” ซึ่งไม่ใช้ค่าจริงตามความหมายของคณิตศาสตร์แต่เป็นการหาค่าประมาณในบริบทของความน่าจะเป็นควบคู่ไปกับการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนที่พบในกระบวนการในที่สุดแล้ว ผู้ที่ต้องตัดสินใจจะไม่สามารถรู้ได้อย่างแน่นอนว่าค่าจริงดังกล่าวคืออะไร แต่ค่าประมาณที่หามาได้นั้นจะอยู่ในช่วงของค่าที่เป็นไปได้ถ้ากระบวนการดีขึ้นจะทำให้ได้ผลลัพธ์ดีขึ้นด้วย เช่น การใช้ข้อมูลจำนวนมากขึ้น จะช่วยให้ช่วงของค่าที่เป็นไปได้แคบลง แต่ก็ยังหลีกเลี่ยงการได้คำตอบเป็นช่วงไม่ได้

การเข้าใจว่าความแปรผันนี้เป็นแก่นของ วิชาสถิติจะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลของนักเรียนในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้เผชิญกับการโต้แย้งโดยอ้างอิงข้อมูลร่วมกับการตระหนักถึงข้อจำกัดของข้อสรุปที่ได้

การแก้ปัญหา

ในการแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริงตามนิยามของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับ
กระบวนทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้

- การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์หรือ “คิด/แปลงปัญหา” (Formulate)
- การใช้มโนทัศน์ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือ “ใช้คณิตศาสตร์” (Employ)
- การตีความการประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือ “ตีความและประเมินผลลัพธ์” (Interpret and evaluate)

การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หรือ “คิด/แปลงปัญหา” (Formulate)

คำว่า “คิด/แปลง” ตามนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง สมรรถนะในการแยกแยะและรู้ถึงโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์และใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลงสถานการณ์ให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการแปลงสถานการณ์ให้เป็น

บริบททางคณิตศาสตร์ แต่ละบุคคลจะต้องพิจารณาว่าจะนำความรู้คณิตศาสตร์ส่วนใดมาวิเคราะห์ จัดการและแก้ปัญหา พวกเขาจะต้องแปลงสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงให้อยู่ในบริบทของคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้าง การแสดงแทน และข้อมูลทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาในชีวิตจริงนั้น โดยต้องพิจารณาและทำความเข้าใจถึงข้อจำกัดและสมมตฐานต่าง ๆในปัญหา กระบวนการในการคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์นี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น

- การเลือกใช้ตัวแบบที่เหมาะสม
- การระบุมุมมองเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาที่อยู่ในบริบทของชีวิตจริงและการระบุตัวแปรที่สำคัญ
- การตระหนักรู้ถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ รวมถึงข้อกำหนด ความสัมพันธ์ และแบบรูป ที่อยู่ในปัญหาหรือสถานการณ์
- การจัดการสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ใช้วิธีการแยกส่วนประกอบุหรือแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย
- การระบุข้อจำกัดและสมมตฐาน รวมทั้งการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์
- การแสดงแทนสถานการณ์ด้วยคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบที่เหมาะสม
- การแสดงแทนปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงการจัดโครงสร้างปัญหาตามมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการสร้างสมมติฐานที่เหมาะสม
- ความเข้าใจและการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในบริบทที่จำเพาะของปัญหากับสัญลักษณ์ และภาษาที่เป็นทางการที่จำเป็นต้องใช้ในการนำเสนอปัญหานั้นในเชิงคณิตศาสตร์
- การแปลงปัญหาให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์
- การตระหนักรู้ว่าปัญหาหนึ่ง ๆ มีประเด็นที่เชื่อมโยงกับปัญหาเดิมหรือมโนทัศน์ข้อเท็จจริงหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างไร
- การเลือกและการใช้วิธีการและเครื่องมือคำนวณที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่แสดงถึงความสัมพันธ์ เชิงคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในบริบทของปัญหา
- การสร้างลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

การใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือ “ใช้คณิตศาสตร์” (Employ)

คำว่า “ใช้” ตามนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง สมรรถนะในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาซึ่งได้แปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการประยุกต์ใช้มโนทัศน์

ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานั้น แต่ละบุคคลต้องแสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาทิการคำนวณเบื้องต้นการแก้สมการการอนุมานด้วยหลักเหตุผลจากสมมตฐานทางคณิตศาสตร์ การจัดการกับสัญลักษณ์ การพิจารณาเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางหรือกี่ราฟ การแสดงและการจัดการกับรูปเรขาคณิตสามมิติและการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น นักเรียนต้องดำเนินการกับตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา สร้างข้อกำหนด ระบุความเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์กระบวนการในการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหานี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆเช่น

- การแสดงการคำนวณอย่างง่าย
- การสร้างข้อสรุปอย่างง่าย
- การเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสม
- การออกแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ และนำกลยุทธ์เหล่านั้นไปใช้เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อช่วยหาคำตอบที่เป็นค่าแน่นอน หรือค่าประมาณ
- การใช้ข้อเท็จจริง กฎ อัลกอริทึม และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ
- การจัดการกับตัวเลข ข้อมูลและสารสนเทศที่นำเสนอด้วยกราฟและในเชิงสถิติ นิพจน์และสมการเชิงพีชคณิต และการแสดงแทนทางเรขาคณิต
- การสร้างแผนภาพ กราฟ และแบบจำลองสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างและสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านี้
- การใช้การแสดงแทนในรูปแบบต่าง ๆ และการปรับเปลี่ยนการแสดงแทนระหว่างรูปแบบต่าง ๆในกระบวนการแก้ปัญหา
- การสร้างข้อสรุปในรูปทั่วไปและข้อคาดการณ์ที่มีพื้นฐานมาจากผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
- การสะท้อนการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการอธิบายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
- การประเมินความสำคัญของแบบรูปและลักษณะปกติของข้อมูลที่สังเกตได้ (หรือที่สร้างขึ้น)

การตีความการประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือ “ตีความและประเมินผลลัพธ์” (Interpret and evaluate)

คำว่า “ตีความและประเมิน” ตามนิยามความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นสมรรถนะในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์และตีความสิ่งเหล่านี้ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นปัญหาเริ่มต้นได้ รวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของปัญหาแล้วพิจารณาว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลและมีความหมายในบริบทของปัญหาหรือไม่ การตีความการประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการรวมองค์ประกอบของวัฏจักรการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สองด้านไว้ด้วยกัน คือ “ตีความ” และ“ประเมิน” บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้จะต้องสร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหาเริ่มต้น โดยต้องสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างตัวแบบและผลลัพธ์ที่ได้มากระบวนการในการตีความการประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆเช่น

- การตีความสารสนเทศที่แสดงอยู่ในรูปของกราฟและ/หรือแผนภาพ
- การประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทของปัญหา
- การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของชีวิตจริง
- การประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริง
- การเข้าใจว่าชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และวิธีคิดคำนวณในกระบวนการทางคณิตศาสตร์หรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อตัดสินใจว่าควรจะต้องปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์ไปใช้อย่างไร
- การอธิบายเหตุผลว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลตามบริบทของปัญหาในชีวิตจริง
- การเข้าใจถึงขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดทางคณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- การวิจารณ์และการระบุข้อจำกัดของตัวแบบที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- การใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์และแนวคิดเชิงคำนวณในการคาดการณ์การแสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง และตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้

สรุปว่า **การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(Mathematical reasoning)** หมายถึง การให้เหตุผลทั้งแบบนิรนัย และแบบอุปนัย นำมาใช้ในการอธิบายถึงสถานการณ์ การแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกระบวนทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา(Formulate) 2) การใช้คณิตศาสตร์(Employ) 3) การตีความและประเมิน(Interpret and evaluate)

การคิด/แปลงปัญหา(Formulate) หมายถึง สมรรถนะในการแยกแยะและรู้ถึงโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์และใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลงสถานการณ์ให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ กระบวนการในการคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์นี้ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ดังนี้

- การใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อจัดการสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์
- การสร้างลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

การใช้คณิตศาสตร์(Employ) หมายถึง สมรรถนะในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาซึ่งได้แปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้

- การแสดงการคำนวณอย่างง่าย เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ และข้อสรุปอย่างง่าย
- การใช้ข้อเท็จจริง กฎ อัลกอริทึม และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์นำมาสร้างแผนภาพ กราฟ และแบบจำลองสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างและสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านี้ในการหาคำตอบ

การตีความและประเมิน(Interpret and evaluate) หมายถึง สมรรถนะในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์และตีความสิ่งเหล่านี้ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นปัญหาเริ่มต้นได้ รวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของปัญหาแล้วพิจารณาว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลและมีความหมายในบริบทของปัญหาหรือไม่ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้

- การตีความผลลัพธ์ และอธิบายเหตุผลว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ตามบริบทของปัญหาในชีวิตจริง
- การประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริง

องค์ประกอบที่ 2 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์(Mathematical content)

ความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถที่จะนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับพลเมืองในโลกยุคปัจจุบัน นั่นคือการให้เหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา และการตีความสถานการณ์ในบริบทที่เกี่ยวกับเรื่องส่วนตัว อาชีพ สังคม และวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์

หมวดหมู่ของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน PISA 2022 ยังคงเป็นเช่นเดียวกับใน PISA 2012เพื่อสะท้อนถึงปรากฏการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังกลุ่มของปัญหาจำนวนมาก โครงสร้างทั่วไปของคณิตศาสตร์ และเนื้อหาสาระหลักในหลักสูตรของโรงเรียนโดยทั่วไป

โครงสร้างการประเมินด้านคณิตศาสตร์ครอบคลุมเนื้อหา 4 หมวดหมู่ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships)
- ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape)
- ปริมาณ (Quantity)
- ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data)

นอกจากนี้ ใน PISA 2022 ยังได้เพิ่มหัวข้อที่เป็นจุดเน้น 4 หัวข้อ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ประเมินในแต่ละหมวดหมู่เนื่องจากเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในระบบเศรษฐกิจที่กำลังจะเกิดขึ้น อาทิอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง โดยหัวข้อที่เป็นจุดเน้นทั้ง 4 หัวข้อ สอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละหมวดหมู่ ดังนี้

- สถานการณ์การเพิ่มจำนวน อยู่ในหมวดหมู่การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์
- การประมาณค่าเชิงเรขาคณิต อยู่ในหมวดหมู่ปริภูมิและรูปทรง
- การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์อยู่ในหมวดหมู่ปริมาณ
- การตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข อยู่ในหมวดหมู่ความไม่แน่นอนและข้อมูล

การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์

เราสามารถพบเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับสภาพแวดล้อมทั้งชั่วคราวและถาวรได้หลากหลายรูปแบบจากสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระบบของวัตถุที่มีความเชื่อมโยงกัน หรือในสถานการณ์ที่องค์ประกอบต่าง ๆ ส่งผลซึ่งกันและกัน ในบางกรณีการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป และบางกรณีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งหนึ่งหรือปริมาณหนึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอีกสิ่งหนึ่งหรืออีกปริมาณหนึ่ง บางสถานการณ์อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง ดังนั้น เนื้อหาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์จึงเกี่ยวข้องกับความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ และการรับรู้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เพื่อที่จะใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการอธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลง ในทางคณิตศาสตร์หมายถึงการสร้างตัวแบบของการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสม รวมถึงการสร้าง การตีความและการแสดงแทนความสัมพันธ์ด้วยสัญลักษณ์และกราฟ

การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์พบได้ในหลายเรื่อง เช่น การเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิต รูปแบบของเสียงดนตรี การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลและวัฏจักร แบบแผนของสภาพอากาศ ระดับการจ้างงาน และสภาวะทางเศรษฐกิจ ในมุมมองของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิม ฟังก์ชันและ

พีชคณิต หมายรวมถึง นิพจน์ พีชคณิต สมการและอสมการและการแสดงแทนในรูปของตารางและกราฟ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างคำอธิบาย การสร้างตัวแบบ และการตีความปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆเครื่องมือเชิงคำนวณช่วยให้เราเห็นภาพและมีปฏิสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ได้ ดังนั้น การรู้ว่าเครื่องมือเชิงคำนวณสามารถเป็นส่วนเสริมและเติมเต็มแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เมื่อไรและอย่างไร จึงถือว่าเป็นทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สำคัญทักษะหนึ่ง

การทำความเข้าใจภัยอันตรายของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มจำนวน เช่น การแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ การแพร่กระจายอย่างรุนแรงของเชื่อแบคทีเรียและภัยคุกคามของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ต้องใช้ความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทั้งความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นและความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นความสัมพันธ์แบบเอกซ์โพเนนเชียล และยังมีความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นนี้เป็นความสัมพันธ์ที่พบได้ทั่วไปง่ายต่อการจดจำและเข้าใจ แต่การตั้งสมมติฐานว่าความสัมพันธ์ที่พบเจอนั้น เป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นในทันทีอาจทำให้เกิดความผิดพลาดร้ายแรงได้ตัวอย่างหนึ่งของความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นที่ทุกคนน่าจะเคยใช้คือการประมาณระยะทางที่เดินทางได้ในระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อกำหนดความเร็วของการเดินทางมาให้แต่ในตัวอย่างเรื่องการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่นั้น การใช้ความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นในการอธิบายปรากฏการณ์นี้อาจจะได้ตัวเลขแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อหลังจากเริ่มการแพร่ระบาดไปแล้ว 5 วัน เป็นจำนวนที่น้อยกว่าจำนวนที่เกิดขึ้นจริงมาก ดังนั้นความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ของการเพิ่มจำนวนแบบไม่เป็นเชิงเส้น รวมถึงแบบกำลังสองและแบบเอกซ์โพเนนเชียลและความเข้าใจว่าการติดเชื้อสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วเพียงใดเมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละวันจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การแพร่ระบาดของไวรัสซิกาเป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่สำคัญ การรับรู้ว่าสถานการณ์นี้เป็นการเพิ่มจำนวนแบบเอกซ์โพเนนเชียลช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์ เข้าใจถึงภัยคุกคามที่แฝงตัวอยู่และเตรียมการรับมือได้อย่างทันท่วงที

การกำหนดให้สถานการณ์การเพิ่มจำนวนนี้เป็นจุดเน้นของเนื้อหาในหมวดหมู่การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ไม่ได้หมายความว่านักเรียนที่เข้าร่วมการประเมินจะต้องมีความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลมาก่อนและข้อสอบไม่ต้องใช้ความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล แต่จะมีข้อสอบที่คาดหวังให้นักเรียนต้อง (1) ตระหนักรู้ว่าความสัมพันธ์ทุกความสัมพันธ์ไม่ได้เป็นเชิงเส้นเสมอไป (2) รู้ว่าการเพิ่มจำนวนแบบไม่เป็นเชิงเส้นมีความหมายโดยนัยที่เฉพาะและลึกซึ้งต่อความเข้าใจกับบางสถานการณ์ (3) เข้าใจเบื้องต้นในความหมายของการเพิ่มจำนวนแบบเอกซ์โพเนนเชียลว่าเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ปริภูมิและรูปทรง

ปริภูมิและรูปทรงเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือต้องอาศัยจินตนาการเช่น แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่งและการกำหนดทิศทาง การแสดงแทนวัตถุต่าง ๆ

การเข้ารหัสและถอดรหัสของข้อมูลที่ต้องอาศัยการนึกภาพ การมีปฏิสัมพันธ์กับรูปร่างต่าง ๆ ทั้งแบบจับต้องได้และแบบที่เป็นการแสดงแทนการเคลื่อนที่การเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง และความสามารถในการคาดหวังสิ่งที่จะเกิดขึ้นในปริภูมิ เรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับเนื้อหาปริภูมิและรูปทรง แต่เนื้อหาในหมวดหมู่นี้ขยายขอบเขตไปกว้างกว่าเนื้อหาสาระของเรขาคณิตทั่วไป ทั้งในแง่เนื้อหาความหมาย และวิธีการโดยมีการผนวกองค์ประกอบของคณิตศาสตร์ สาขาอื่น ๆ เข้ามาด้วย เช่น การนึกภาพ การวัด และพีชคณิต

PISA มีสมมติฐานว่า ความเข้าใจแนวคิดและทักษะหลักมีความสำคัญต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่เชื่อมโยงกับปริภูมิและรูปทรง โดยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในเนื้อหาปริภูมิและรูปทรงเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น ความเข้าใจเรื่องมุมมองในการวาดภาพ การสร้างและการอ่านแผนที่การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยีการตีความภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ และการสร้างรูปต่าง ๆ

โลกทุกวันนี้เต็มไปด้วยสิ่งที่มีรูปหรือทรงแบบต่าง ๆไม่ใช้เฉพาะรูปหรือทรงที่มีความสมมาตรหรือมีแบบรูปปกติเนื่องจากการหาพื้นที่หรือปริมาตรของสิ่งเหล่านี้ไม่สามารถใช้สูตรได้โดยตรง เช่น การหาพื้นที่สำหรับการปูพรมในตึกแห่งหนึ่งซึ่งมีมุมแหลมกับส่วนโค้งแคบ ๆ จะยากกว่าการหาพื้นที่ของห้องรูปสี่เหลี่ยมดังนั้น ความเข้าใจในเรื่องการประมาณค่าเชิงเรขาคณิตจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในโลกยุคปัจจุบัน

การกำหนดให้การประมาณค่าเชิงเรขาคณิตเป็นจุดเน้นของเนื้อหาในหมวดหมู่ปริภูมิและรูปทรงนั้นเป็นการบ่งบอกถึงความจำเป็นสำหรับนักเรียนที่ต้องสามารถใช้ความเข้าใจในเรื่องของปริภูมิและรูปทรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย

ปริมาณ

แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงปริมาณต่าง ๆ และการใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาณ ต้องมีความเข้าใจในเรื่องการวัด การนับ ขนาด หน่วยวัด ดัชนี การเปรียบเทียบขนาด และแนวโน้มและแบบรูปเชิงจำนวน นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงปริมาณ เช่น ความรู้สึกเชิงจำนวน การแสดงแทนจำนวนด้วยวิธีต่าง ๆ ความละเอียดรอบคอบในการคำนวณ การคิดเลขในใจ การประมาณค่า และการประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ล้วนเป็นสิ่งจำเป็นของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องปริมาณ

การแสดงปริมาณเป็นวิธีการขั้นพื้นฐานของการอธิบายและการวัดลักษณะต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายในโลกช่วยให้เราสร้างตัวแบบของสถานการณ์ต่าง ๆ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ อธิบายและจัดการเกี่ยวกับปริภูมิและรูปทรง จัดการและตีความข้อมูล ตลอดจนวัดและประเมินความไม่แน่นอน ดังนั้น การมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในเนื้อหาปริมาณ จึงเป็นการนำความรู้เรื่องจำนวนและการดำเนินการของจำนวนไปใช้ในบริบทที่หลากหลาย

บางปัญหาที่พบทั้งในคณิตศาสตร์และสถิติไม่สามารถหาคำตอบได้โดยง่ายเนื่องจากต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน หรือเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆเป็นจำนวนมาก หรือเนื่องจากประเด็นด้านจริยธรรมเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต หรือสภาพแวดล้อม ส่งผลให้ในปัจจุบันมีการใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านอัลกอริทึมมาช่วยแก้ปัญหา เราสามารถใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ช่วยทำการคำนวณ โดยเราทำเพียงวางแผน ทำนาย และหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ดังนั้น ความเข้าใจในเรื่องการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญในโลกยุคปัจจุบัน

การกำหนดให้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เป็นจุดเน้นของเนื้อหาในหมวดหมู่ปริมาณนั้นเป็นการบ่งบอกว่าในบริบทการประเมินผลคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์(Computer-Based Assessmentof Mathematics: CBAM) ของ PISA ที่เริ่มใช้ในรอบการประเมิน PISA 2022 จะมีสถานการณ์ของปัญหาที่ซับซ้อนหลากหลายประเภทซึ่งรวมถึงการจัดทางบประมาณและการวางแผนเรื่องอื่น ๆ โดยนักเรียนจะได้วิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหานั้นโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้

ความไม่แน่นอนและข้อมูล

ความแปรผันและความไม่แน่นอนนี้เป็นเรื่องปกติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และชีวิตประจำวัน และเป็นหัวใจของทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ เนื้อหาในหมวดหมู่ความไม่แน่นอนและข้อมูลนี้รวมถึงการตระหนักรู้ถึงสถานการณ์ที่มีความแปรผันในชีวิตจริง การมีความรู้สึกเชิงปริมาณของความแปรผันนั้น และการยอมรับถึงความไม่แน่นอนและความคลาดเคลื่อนในการอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังรวมถึงการสร้างการตีความและการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนปรากฏอยู่ ดังนั้น การนำเสนอและการตีความข้อมูลจึงเป็นแนวคิดหลักของเนื้อหาในหมวดหมู่นี้

การคาดการณ์ทางเศรษฐศาสตร์ ผลการสำรวจความคิดเห็น และการพยากรณ์อากาศ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีความแปรผันและความไม่แน่นอนปรากฏอยู่ด้วย การแปรผันปรากฏอยู่ในกระบวนการผลิตเชิงอุตสาหกรรมคะแนนสอบ และผลการสำรวจ อีกทั้งการเสี่ยงโชคยังเป็นเรื่องพื้นฐานของกิจกรรมสันทนาการที่ผู้คนชื่นชอบเนื้อหาความน่าจะเป็นและสถิติในหลักสูตรโดยทั่วไปจะให้วิธีการที่เป็นทางการในการอธิบาย การสร้างตัวแบบและการตีความของปรากฏการณ์บางประเภทที่ความแปรผันมีบทบาทสำคัญ รวมถึงการอนุมานถึงสิ่งที่สอดคล้องกันนอกจากนี้ความรู้เรื่องจำนวนและความรู้บางประการเกี่ยวกับพีชคณิต เช่น กราฟ และการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์ ยังช่วยสนับสนุนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาในหมวดหมู่นี้อีกด้วย

ในทางสถิติ เมื่อมีตัวแปรมากกว่าหนึ่งตัว ในแต่ละตัวแปรมีความแปรผัน และยังมีความแปรผันร่วมซึ่งบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านั้น ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนี้โดยส่วนใหญ่

สามารถแสดงได้ด้วยตารางสองทางซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข (การอนุมาน) ความคาดหวังของข้อสอบ PISA คือการที่นักเรียนจะสามารถอ่านข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากตารางและมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงความหมายของข้อมูลที่สักดออกมา

การกำหนดให้การตัดสินใจแบบมีเงื่อนไขเป็นจุดเน้นของเนื้อหาในหมวดหมู่ความไม่แน่นอนและข้อมูลนั้นเป็นการบ่งบอกว่านักเรียนควรเข้าใจว่าการกำหนดวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลในตัวแบบจะมีผลกระทบต่อข้อสรุปที่สามารถสร้างได้ และสมมติฐาน หรือความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันอาจส่งผลให้เกิดข้อสรุปที่แตกต่างกันด้วย

สรุปว่า **เนื้อหาคณิตศาสตร์(Mathematical content)** หมายถึง หมวดหมู่ของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สะท้อนถึงปรากฏการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังกลุ่มของปัญหาจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยใช้เนื้อหาสาระที่อยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 4 จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยเรื่อง เซต ตรรกศาสตร์

องค์ประกอบที่ 3 บริบท(Context)

ลักษณะสำคัญประการหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์คือการใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในบริบทใดบริบทหนึ่ง ซึ่งบริบทคือมุมมองในชีวิตจริงที่ปัญหาเหล่านั้นถูกกำหนดขึ้นมา ทั้งนี้การเลือกใช้กลยุทธ์ และการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมักจะขึ้นอยู่กับบริบทที่ปัญหานั้นเกิดขึ้น และมีความจำเป็นที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับบริบทในชีวิตจริงเพื่อพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ขึ้น ดังนั้น สิ่งสำคัญในการประเมินของ PISA คือการใช้บริบทที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มความเป็นไปได้ที่จะมีบริบทที่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนแต่ละคน และสอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนแต่ละคนจะได้พบเจอในศตวรรษที่ 21 ตามกรอบโครงสร้างการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 ยังคงจัดประเภทของบริบทออกเป็น 4 กลุ่ม เช่นเดียวกับ PISA 2012 ดังนี้

- **บริบทส่วนตัว (Personal context)** ปัญหาที่จัดอยู่ในบริบทส่วนตัวนี้เน้นที่กิจกรรมของ บุคคลครอบครัวหรือกลุ่มบุคคล เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมอาหาร การซื้อสินค้า การเล่นเกม สุขภาพการเดินทาง กิจกรรมสันทนาการกีฬา การท่องเที่ยว การจัดตารางเวลา และการเงิน
- **บริบทอาชีพ (Occupational context)** ปัญหาที่จัดอยู่ในบริบททางการงานอาชีพนี้เน้นที่โลกของการทำงาน เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับการวัด การหาค่าใช้จ่ายและการจัดซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง บัญชีเงินเดือน หรือการบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดตารางงาน หรือการจัดทำรายการสินค้า การออกแบบหรืองานสถาปัตยกรรม และการตัดสินใจที่เกี่ยวกับงานไม่ว่าจะใช้หรือไม่ได้ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม บริบทอาชีพอาใจ

เกี่ยวข้องกับแรงงานในทุกระดับตั้งแต่แรงงานไร้ฝีมือจนถึงแรงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

- **บริบทสังคม (Societal context)** ปัญหาที่จัดอยู่ในบริบทสังคมนี้เน้นที่สังคมหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ข้อมูลประชากร การโฆษณา สุขภาพ ความบันเทิง ข้อมูลทางสถิติและเศรษฐกิจระดับชาติ แม้ว่าแต่ละบุคคลจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวนี้ในระดับส่วนตัว แต่บริบทสังคมนี้จะเน้นการมองปัญหาเหล่านั้นในเชิงภาพรวมทางสังคมหรือชุมชน
- **บริบทวิทยาศาสตร์ (Scientific context)** ปัญหาที่จัดอยู่ในบริบทวิทยาศาสตร์นี้เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับโลกธรรมชาติและประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศหรือภูมิอากาศ นิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุศาสตร์ การวัด และคณิตศาสตร์โดยข้อสอบที่เป็นเรื่องเฉพาะของคณิตศาสตร์จะถูกรวมอยู่ในบริบทวิทยาศาสตร์ด้วย

สรุปว่า **บริบท(Context)** หมายถึง มุมมองในชีวิตจริงที่ปัญหาเหล่านั้นถูกกำหนดขึ้นมา ทั้งนี้ การเลือกใช้กลยุทธ์ และการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมักจะขึ้นอยู่กับบริบทที่ปัญหานั้นเกิดขึ้น และมีความจำเป็นที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับบริบทในชีวิตจริงเพื่อพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ขึ้น ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อยดังนี้

- **บริบทส่วนตัว (Personal context)** หมายถึง กิจกรรมของบุคคลครอบครัวหรือกลุ่มบุคคล เช่น การซื้อสินค้า การเล่นเกม กิจกรรมสันทนาการกีฬา การท่องเที่ยว การเรียน และการเงิน
- **บริบทอาชีพ (Occupational context)** หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน เช่น งานที่เกี่ยวข้องกับการวัด การหาค่าใช้จ่ายและการจัดซื้อ การบัญชี การจัดตารางงาน การจัดทำรายการสินค้า งานสถาปัตยกรรม และการตัดสินใจที่เกี่ยวกับงานไม่ว่าจะใช้หรือไม่ได้ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม
- **บริบทสังคม (Societal context)** หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องสังคมหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ข้อมูลประชากร การโฆษณา สุขภาพ ความบันเทิง การลงทุนและเศรษฐกิจ
- **บริบทวิทยาศาสตร์ (Scientific context)** หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับโลกธรรมชาติและประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศหรือภูมิอากาศ นิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุศาสตร์ และการวัด

2.3 การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย (2556) กล่าวว่า การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินผลของ OECD/PISA เน้นที่การประเมินนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ว่ามีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด นั่นคือ สามารถนำฐานความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ และเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใด ขอบเขตของคณิตศาสตร์ครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา เนื้อหาคณิตศาสตร์(Content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา สถานการณ์หรือบริบท (Contexts) ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่

การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ OECD/PISA ก็เพื่อจะศึกษาว่าเยาวชนอายุ 15 ปี จะสามารถเป็นประชาชนที่รับรู้สาระ มีข้อมูลข่าวสาร และเป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใด พลเมืองของทุกชาติในปัจจุบัน จะต้องเผชิญกับภารกิจที่ต้องใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นต้นว่า การรับรู้ข่าวสารทุกวันนี้ เต็มไปด้วยสาระในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปตาราง แผนผัง กราฟ ทั้งในเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับดินฟ้า อากาศ เศรษฐกิจ การแพทย์ การกีฬา ฯลฯ ประชาชนถูกโหมด้วยสาระในประเด็นต่าง ๆ เป็นตันว่า ก๊าซเรือนกระจกและโลกร้อน การเพิ่มขึ้นของประชากร การลดลงของอาหาร ป่าไม้ ชีวิตชนบทที่สูญหายไป นอกจากนี้ประชาชนยังต้องอ่านสิ่งต่าง ๆ เป็นต้นว่าแบบฟอร์มกำหนดการ ตารางเวลาตารางคำโดยสารรถฟ การแลกเปลี่ยนเงิน และการคิดราคาเพื่อที่จะให้การซื้อแต่ละครั้งได้ประโยชน์สูงสุด ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ OECD/PISA จึงให้จุดเน้นที่สมรรถนะของเยาวชนอายุ 15 ปี ในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และความเข้าใจ เพื่อช่วยให้เข้าใจประเด็นหรือความจำเป็นต่าง ๆ มีความหมายและทำให้ภารกิจนั้น ๆ สำเร็จลุล่วงไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย (2554)กล่าวว่า การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ว่า เป็นการประเมินสมรรถนะของบุคคลในการที่จะบ่งบอกและ เข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลก เพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็ง และเพื่อใช้และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคล ในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด มีความห่วงใย และสร้างสรรค์สังคม

OECD (2013) กล่าวว่า การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้จำแนกคะแนนออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเนื้อหา และกลุ่มบริบทหรือสถานการณ์ปัญหา ดังตาราง 2

ตาราง 2 ตารางแสดงคะแนนกลุ่มการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

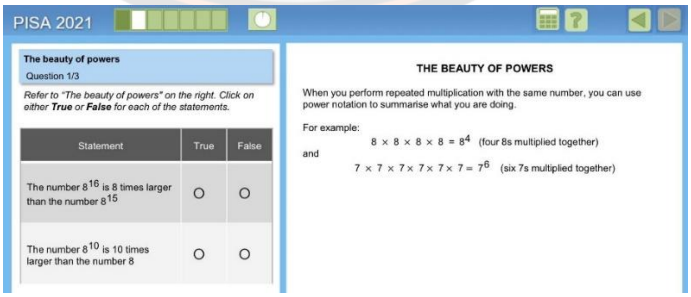
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ร้อยละของคะแนน
1. การคิด/แปลงปัญหา	ร้อยละ 25
2. การใช้คณิตศาสตร์	ร้อยละ 50
3. การตีความและประเมิน	ร้อยละ 25

จากตารางที่ 2 ตารางแสดงคะแนนกลุ่มการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้จำแนกคะแนนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ การคิด/แปลงปัญหา ร้อยละ 25 การใช้คณิตศาสตร์ ร้อยละ 50 การตีความและประเมิน ร้อยละ 25 เพื่อให้ครอบคลุมกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ การคิด/แปลงปัญหา ร้อยละ 17 การใช้คณิตศาสตร์ ร้อยละ 66 การตีความและประเมิน ร้อยละ 17

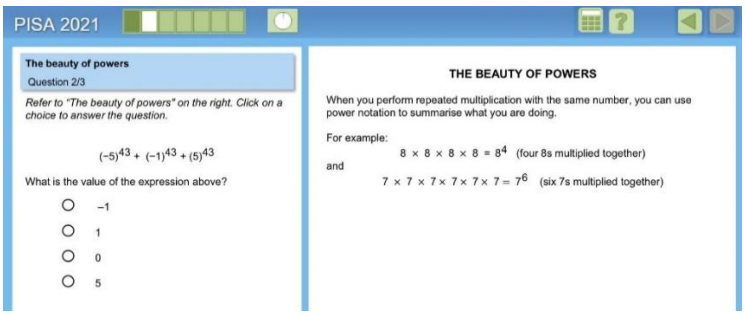
ลักษณะของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

PISA ได้พัฒนาข้อสอบเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในโลกยุคปัจจุบัน และเนื่องจากเป็นการประเมินด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับแบบทดสอบได้มากขึ้นและมีรูปแบบข้อสอบที่หลากหลาย มากขึ้นด้วย เช่น มีการจำลองสถานการณ์ มีการนำเสนอข้อมูลของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในโลกให้กับนักเรียน ดังตัวอย่างข้อสอบเรื่อง การใช้สมาร์ทโฟน เป็นตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ในด้านคณิตศาสตร์

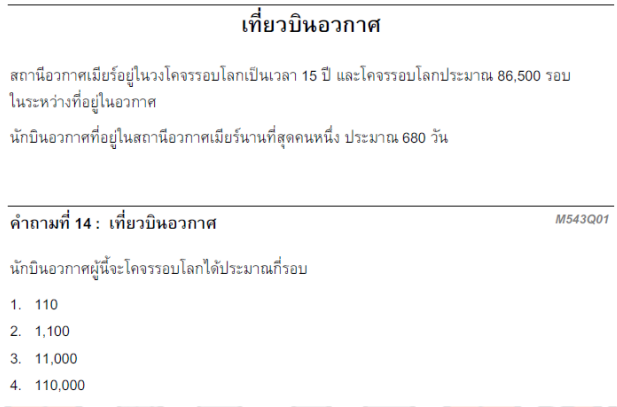
รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างข้อสอบที่ใช้ในการประเมิน PISA บริบทส่วนบุคคล แบบ 2 ตัวเลือก ถูก – ผิด



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างข้อสอบที่ใช้ในการประเมิน PISA บริบทส่วนบุคคล แบบ 4 ตัวเลือก



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างข้อสอบที่ใช้ในการประเมิน PISA บริบทวิทยาศาสตร์ แบบ 4 ตัวเลือก



เที่ยวบินอวกาศ

สถานีอวกาศเมียร์อยู่ในวงโคจรรอบโลกเป็นเวลา 15 ปี และโคจรรอบโลกประมาณ 86,500 รอบ ในระหว่างที่อยู่ในอวกาศ

นักบินอวกาศที่อยู่ในสถานีอวกาศเมียร์นานที่สุดคนหนึ่ง ประมาณ 680 วัน

คำถามที่ 14 : เที่ยวบินอวกาศ M543Q01

นักบินอวกาศผู้นี้จะโคจรรอบโลกได้ประมาณกี่รอบ

1. 110
2. 1,100
3. 11,000
4. 110,000

ในตัวอย่างที่ 3 นี้สถานการณ์ของข้อสอบอยู่ในบริบททางสังคม ที่แสดงข้อมูลจำนวนผู้ใช้สมาร์ทโฟนของประเทศต่าง ๆ ในทวีปเอเชีย ในการตอบคำถามข้อนี้ นักเรียนต้องใช้โปรแกรมดังกล่าวเป็นเครื่องมือในการจัดเรียงข้อมูลใช้กระบวนการคิดเชิงคำนวณเพื่อให้สามารถเลือกใช้เครื่องมือหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในแต่ละข้อย่อยโดยนักเรียนต้องตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ร่วมกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความสมเหตุสมผลของข้อความในคำถามแต่ละข้อย่อย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สรุปว่า แบบทดสอบที่ใช้ประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA เป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถาณการณ์ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดที่เป็นแบบ 2 ตัวเลือก และ 4 ตัวเลือก ซึ่งง่ายต่อการตรวจ วิเคราะห์และไม่มีผลกระทบต่อทักษะการเขียนของผู้สอบ และง่ายต่อการสร้างแบบวัดผ่านระบบคอมพิวเตอร์ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับแบบทดสอบได้มากขึ้น

การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ความตรงเป็นคุณสมบัติที่ดีของแบบวัด มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมาย ประเภท และวิธีการตรงสอบความตรง ดังนี้

4.1 ความหมายของความตรง

Gulliksen (1950) ได้ให้ความหมายของความตรงว่า ความตรง หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบสอบกับคะแนนเกณฑ์

Ebel (1965) ได้ให้ความหมายของความตรงว่า ความตรง หมายถึง คุณสมบัติของแบบสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัด

Stanley & Hopkins (1972) ได้ให้ความหมายของความตรงไว้คล้ายกันว่า ความตรง หมายถึง เครื่องมือวัดนั้นวัดได้ถูกต้องแม่นยำตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้ดีเพียงใดส่วน

Allen and Yen (1979) กล่าวว่า แบบวัดจะมีความตรงถ้าสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดคล้ายกับที่ Gronlund (1981) กล่าวว่าเป็นผลประเมินความสอดคล้องตามจุดมุ่งหมาย Anastasi (1982) กล่าวว่า เป็นความสามารถในการตรวจสอบว่าแบบวัดนั้นวัดอะไรได้ดีเพียงใด

Hopkins and Stanley (1990) กล่าวว่า ความตรงเป็นการวัดตรงตามหน้าที่ที่จะวัดได้ดีเพียงใด สามารถประเมินความถูกต้องแม่นยาของความตรงจากการอ้างอิงของคะแนนการวัด ซึ่งเป็นการให้นิยามความหมายที่ล้ายกับ Good (1973) ให้นิยามความตรง หมายถึง ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยาจากการอ้างอิงของคะแนนแบบทดสอบ เช่นเดียวกับ Tuckman (1975) กล่าวว่า ความตรงของแบบทดสอบที่วัดในสิ่งที่เราต้องการจะให้วัดได้หรือไม่

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายของความตรงว่า ความตรง (Validity) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือวัดผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมายถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม จากความหมายของความตรงดังกล่าว

สรุปว่า ความตรง หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ตามวัตถุประสงค์ของการวัด การตรวจสอบความตรงจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวัดความตรงในการวัดข้อมูล

4.2 ประเภทของความตรง

4.2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด และเป็นตัวแทนของมวลเนื้อหาที่มุ่งวัด การหาความตรงของเครื่องมือวัดทำได้โดยขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของนิยามและขอบเขตของมวลเนื้อหาที่มุ่งวัด นั่นคือ พิจารณาข้อคำถามของข้อสอบว่าสอดคล้องกับ

นิยาม ขอบเขตของมวลเนื้อหาที่มุ่งวัดหรือไม่ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะต้องพิจารณานิยามของตัวแปร ขอบเขต และองค์ประกอบของเนื้อหาที่จะวัดด้วย เป็นการหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item Objective Congruence: IOC) เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบ คือ ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความตรงตามเนื้อหา จำแนกได้ 2 ชนิด คือ

1) ความตรงเชิงเหตุผล (Logical Validity) เป็นความตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่

2) ความตรงเชิงพินิจ (Face Validity) เป็นคุณภาพของข้อสอบที่ตรวจสอบว่าข้อสอบหรือข้อคำถามแต่ละข้อวัดได้ตรงตามเนื้อหาไว้หรือไม่

4.2.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion - related Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างคะแนนจากแบบสอบกับเกณฑ์ภายนอกที่สามารถใช้วัดลักษณะที่ต้องการได้ ซึ่งเกณฑ์ภายนอกอาจเป็น สมรรถนะ พฤติกรรม หรือผลปฏิบัติ สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1) ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) เป็นความสามารถของแบบสอบที่วัดได้ตรงกับสมรรถนะการดำเนินงานในสภาพที่เป็นจริงในปัจจุบัน

2) ความตรงเชิงทำนาย (Predictive Validity) เป็นความสามารถของแบบสอบที่วัดผลได้ตรงกับสมรรถนะการดำเนินงานในสภาพที่เป็นจริงในอนาคต

4.2.3 ความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างเป็นการตรวจสอบว่าแบบสอบถามมีความสามารถวัดพฤติกรรมได้ตรงตามโครงสร้างทฤษฎีหรือไม่ กล่าวคือ เป็นการหาข้อสรุปอ้างอิงโครงสร้างของสิ่งที่ต้องวัดว่าได้ผลตรงตามทฤษฎีของโครงสร้างนั้น ๆ ได้ดีเพียงใด (Punch, 1998) เป็นการพิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงถึงความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างนั้น ผู้วิจัยจะต้องสร้างแบบวัดตามสมมติฐานโครงสร้างทางทฤษฎี (Hypothetical Construct) ซึ่งตั้งบนพื้นฐานและประสบการณ์ของผู้วิจัย จากนั้นจึงพัฒนาแบบวัดให้เป็นไปตามโครงสร้างที่กำหนด (ฉัตรศิริ ปิยะ พิมลสิทธิ์และอุทัยวรรณ สายพัฒนะ, 2556)

4.2 อำนาจจำแนก

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538) ได้กล่าวถึงอำนาจจำแนกว่า เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็น 2 กลุ่มที่มีคุณลักษณะต่างกันในเรื่องที่ศึกษา ถ้าเครื่องมือเป็นแบบทดสอบวัดความรู้และปัญญา (Cognitive Domain) ก็จำแนกออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ถ้าเครื่องมือเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นหรือมาตรวัดทัศนคติ ก็จำแนกเป็นกลุ่ม 2 กลุ่มที่มีความคิดเห็นหรือทัศนคติในทางบวกและทางลบ

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2538, น. 210-218) ได้กล่าวถึงข้อคำถามในเครื่องมือวัดที่มีค่าอำนาจจำแนกดี หมายถึง ข้อคำถามนั้นสามารถแบ่งนักเรียนหรือกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มที่มีความรู้สึกคล้อยตามกับกลุ่มที่มีความรู้สึกไม่คล้อยตามเด่นชัด

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) ให้ความหมายว่า อานาจจำแนกเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็น 2 กลุ่ม ที่มีคุณลักษณะต่างกันในเรื่องที่ศึกษา

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545) ได้อธิบายว่า อานาจจำแนกเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือในการจำแนกหรือแยกผู้สอบออกตามระดับความสามารถ เช่น สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อน หรือคนที่มีความถนัดออกจากคนที่ไม่มีความถนัด

นภาพร สิงหทัต (หน้า 51) กล่าวว่า การหาอำนาจจำแนก ของแบบวัดประมาณค่าที่เรียกว่า Item total correlation ทำการวิเคราะห์โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อและคะแนนรวมทุกข้อ เรียกว่า Item total correlation สามารถคำนวณได้จากโปรแกรม spss

4.3 ความเชื่อมั่น

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2538, น. 120-128) กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่าเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องมือนั้นๆ ให้ผลการวัดที่สม่ำเสมอ แน่นอน คงที่ (Stablility or Consistency) มากน้อยเพียงใด ถ้าเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผลการวัดที่แน่นอนคงที่มากไม่ว่าจะนำไปวัดกี่ครั้งก็ตาม เครื่องมือนั้นก็มีความเชื่อมั่นสูง ในทางตรงข้ามถ้าเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผลการวัดที่มีความคงที่น้อย เครื่องมือนั้นก็มีความเชื่อมั่นต่ำ

ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ (2543, น. 209) กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนคนเดียวกันหลายครั้งในแบบทดสอบชุดเดิมการตรวจสอบหรือหาความเชื่อมั่น มีวิธีการอยู่หลายวิธีแต่ละวิธีก็เหมาะสมกับเครื่องมือแต่ละชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องมือและคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษาการหาค่า ความเชื่อมั่นแต่ละวิธีมีดังต่อไปนี้

1. แบบสอบซ้ำ (Test-retest Method) เป็นการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปสอบวัดกับคนกลุ่มเดียวกันสองครั้งในเวลาต่างกัน ได้คะแนนมาสองชุด นำคะแนนทั้งสองชุดมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ถ้าเป็นคะแนนดิบก็ใช้วิธีของเพียร์สัน ถ้าเป็นคะแนนในรูปอื่น ก็หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธีอื่น ถ้าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงก็แสดงว่าเครื่องมือนั้นมีความเชื่อมั่นสูงการหาความเชื่อมั่นแบบนี้เป็นการวัดความคงที่ภายนอก (Stability) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้อาจเรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of Stability) ประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of Stability)

2. แบบใช้เครื่องมือวัดที่มีลักษณะเท่าเทียมกันหรือคู่ขนานกัน (Equivalent form or Parallel form Method) เป็นการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับเครื่องมืออีกฉบับหนึ่งที่มีคุณภาพเหมือนกันทุกประการคือ มีเนื้อหา รูปแบบคำถาม จำนวนข้อ ความยากง่าย ง่ายเหมือนกัน และมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากันทั้งสอบฉบับไปสอบวัดกับกลุ่มทดลองเครื่องมือเดียวกัน ได้คะแนนสองชุด นำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีของเพียร์สัน (ถ้าเป็นคะแนนดิบ) ค่าสัมประสิทธิ์สหสมพันธ์ที่ได้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความเท่าเทียมกัน (Coefficient of Equivalent)

3. แบบแบ่งครึ่ง (Split-half Method) เป็นการนำเครื่องมือที่ต้องการหาความเชื่อมั่นไปสอบวัดกับกลุ่มทดลองด้วยเครื่องมือชุดเดียว แล้วนำเครื่องมือนั้นพร้อมคำตอบมาแบ่งครึ่งเป็นสองฉบับ สวนมากการแบ่งครึ่งมักจะเป็นข้อคู่ ข้อคี่ ซึ่งแบ่งแล้วจะได้ข้อสอบสองฉบับซึ่งมีจำนวนข้อเท่ากัน ตรวจให้คะแนนข้อคู่ครั้งหนึ่งและข้อคี่อีกครั้งหนึ่ง ได้คะแนนสองชุด สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนจะได้คะแนนสองตัว นำคะแนนทั้งสองชุดนั้นมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีของ เพียร์สันค่าสัมประสิทธิ์ได้จะเป็นค่าความเชื่อมันของเครื่องมือนั้นเพียงครึ่งฉบับ ซึ่งต้องปรับค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของสเปียร์แมน บราวน์ (Spearman-Brown)

4. แบบของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) การหาค่าความเชื่อมั่นวิธีนี้เป็นที่นิยมมาก เพราะมีข้อดีตรงที่ว่าสอบครั้งเดียวกับกลุ่มตัวอย่างทดลองเครื่องมือกลุ่มเดียวแล้วหาความเชื่อมั่นได้ ข้อตกลงเบื้องต้นของวิธีนี้คือ เครื่องมือชุดนั้นต้องวัดลักษณะเดียวกันร่วมกัน และการให้คะแนนที่เป็น Dichotomous คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน การหาความเชื่อมั่นวิธีนี้เป็นการหาความคงตัวภายใน (Internal Consistency)

5. แบบของครอนบัค (Cronbach) ในกรณีที่เครื่องมือที่สร้างให้คะแนนแบบจัดอันดับ หรือมาตรส่วนประมาณค่า เช่น ข้อสอบอัตนัย แบบสอบถาม มาตรวัดทัศนคติต่างๆ ครอนบัคเสนอแนะให้ใช้การหาค่าความเชื่อมั่นโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient)

6. แบบวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งเป็นวิธีที่ฮอยท์ (Hoyt) เป็นผู้คิดขึ้นเป็นวิธีใช้กับเครื่องมือที่ระบุการให้คะแนนไม่เป็น Dichotomous เช่น การสัมภาษณ์ซึ่งมีผู้สัมภาษณ์และผู้ถูสัมภาษณ์หลายคน

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545, น. 118-140) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่ม ดังนี้

1. วิธีหาค่าความเชื่อมั่นแบบวัดซ้ำ (Test-test ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ของความคงที่ของคะแนนการสอบสองครั้ง ในการหาความเชื่อมั่นจึงต้องนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกันซ้ำกันสองครั้งในเวลาใกล้เคียงกัน โดยเว้นช่วงเวลาให้เหมาะสม เป็นการหาค่าความคงที่ของคะแนน เป็นการดูว่าผลการตอบของผู้ตอบสองครั้งมีความสอดคล้องกันหรือสัมพันธ์กันเพียงโดยนำ

คะแนนการสอบทั้งสองครั้งมาคำนวณหาสมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าสัมประสิทธิ์หสมพันธ์ที่ได้ คือค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือฉบับนั้น

2. วิธีหาความเชื่อมั่นแบบคู่ขนาน (Parallel Forms) เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์ของความสมมูลกันระหว่างแบบทดสอบสองฟอร์มที่ตั้งใจสร้างขึ้นมาให้มีความคู่ขนานกัน โดยนำเครื่องมือวัดสองฉบับที่มีคะแนนจริงสมมูลกันไปทดสอบกับผู้สอบกลุ่มเดียวกันแล้วหาความสัมพันธ์ของคะแนนสองชุดค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเป็นคู่ขนานของเครื่องมือวัด

3. วิธีแบ่งสวนภายในฉบับ (Part-Test Reliability) วิธีนี้ใช้เครื่องมือวัดหรือแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพียงฉบับเดียวนำไปสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวเพียงครั้งเดียวจากนั้น จึงนำคะแนนของเครื่องมือวัดมาแบ่งเป็นส่วน ๆ โดยทั่วไปนิยมแบ่งเป็นสองสวนกับแบ่งเป็นหลายส่วน และส่วนที่แบ่งภายในแต่ละส่วนอาจมีระดับความคู่ขนานต่างกันสามแบบคือ แบบมาตรฐานเดิม แบบคะแนนจริงสมมูล และแบบคะแนนจริงสัมพันธ์

สรุปว่า ผู้วิจัยใช้วิธีการการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. การหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Item Objective Congruency : IOC) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน คะแนนความคิดเห็นรวมของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

เกณฑ์การพิจารณาความตรง ใช้ค่าความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 ถือว่ามีความตรงเชิงเนื้อหา (ล้วนสายยศและอังคณา สายยศ,2538, น. 157-158)

2. การหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สูตรดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนผู้ที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้ที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

3. **การหาค่าความยากง่าย (p)** ของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น

N แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

เกณฑ์การพิจารณาความยากง่าย โดยใช้ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 (สุมาลี จันทร์ขลอ, 2542, น. 136)

4. การหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) KR – 20

เกณฑ์ปกติ

5.1 แนวคิดเกี่ยวกับเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติ (norms) เป็นการแสดงผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรที่แบบทดสอบนั้นตั้งใจจะใช้วัดกับคนกลุ่มนั้น โดยปกติมักนิยมใช้ค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ปกติที่ใช้บอกคะแนนของกลุ่มที่กำหนดให้ เกณฑ์ปกติยังช่วยทำให้ทราบว่าคนอื่นทำคะแนนเป็นอย่างไรโดยการเปรียบเทียบคะแนนของบุคคลนั้นกับผลการทดสอบของกลุ่มเกณฑ์ปกติ (norm group) ที่เป็นคะแนนเฉลี่ย อันดับที่เปอร์เซ็นไทล์หรือคะแนนมาตรฐานเพื่อช่วยในการแปลความหมายคะแนน (อรพินทร์ ชูชม, 2545)

สมนึก ภัททิยธานี ได้ให้ความหมายเกณฑ์ปกติ (norms) ว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญของแบบทดสอบมาตรฐานใช้สำหรับตีความหมายของคะแนนที่ได้จากการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ทำให้ทราบระดับความสามารถของผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้ทันที โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับคะแนนของคนอื่นๆ ที่สอบพร้อมกันเพราะการตีความหมายของคะแนนจะใช้การอ้างอิงจากเกณฑ์ปกติที่สร้างไว้แล้ว

5.2 ความหมายเกณฑ์ปกติ (norms)

ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างอย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร (ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ, 2539, น. 313-314)

5.3 ชนิดของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติแบ่งได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติเพื่อการเปรียบเทียบ ดังนี้

การแบ่งชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของประชากร ได้แก่

1) เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) ต้องใช้ประชากรทั่วประเทศ เช่น หาเกณฑ์ปกติของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมปีที่ 4 ก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั่วประเทศ จำนวนนักเรียนที่จะต้องสอบจึงมีมากมาย

2) เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) เป็นการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเล็กลงมา เช่น ระดับจังหวัด หรือระดับอำเภอ เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนของผู้สอบกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอ

3) เกณฑ์ปกติของโรงเรียน (School Norms) โรงเรียนบางแห่งมีขนาดใหญ่นักเรียนแต่ละชั้นมีจำนวนมาก เมื่อสร้างแบบทดสอบแต่ละวิชาของแต่ละระดับชั้นจนมีคุณภาพได้มาตรฐานแล้วจะสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนตนเองก็ได้ กรณีสร้างเกณฑ์ของโรงเรียนเดียวหรือในกลุ่มโรงเรียนเดียวกัน เรียกว่า “เกณฑ์ปกติโรงเรียน” ใช้ประเมินเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนส่วนรวมของโรงเรียนและใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยพิจารณาจากผลการสอบแต่ละปีว่าเด่นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติไว้

การแบ่งชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ ได้แก่

1) เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile Norms) เกณฑ์ปกติแบบนี้สร้างจากคะแนนดิบที่มาจากประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี แล้วดำเนินการตามวิธีการสร้างเกณฑ์ปกติทั่วไป เมื่อหาค่าเปอร์เซ็นไทล์เสร็จก็หยุดแค่นั้น เกณฑ์ปกติแบบนี้เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้นจะนำไปบวกลบกันไม่ได้ แต่สามารถเปรียบเทียบและแปลความหมายได้ เช่น เด็กคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนน ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 แสดงว่าถ้ามีคนเข้าสอบ 100 คน เขามีความสามารถเก่งกว่าคนอื่น 80 คน (เขาอ่อนกว่าคนอื่นเพียง 20 คน)

2) เกณฑ์ปกติคะแนนที (T- Score Norms) นิยมใช้กันมากเพราะเป็นคะแนนมาตรฐานสามารถนำมา บวกลบและหาคะแนนเฉลี่ยได้มีค่าเหมาะสมในการแปลความหมาย คือมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 มีคะแนนเฉลี่ย 50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 เรียกคะแนนชนิดนี้ว่า คะแนน T ปกติ (Normalized T - Score) และเนื่องจากเป็นคะแนนที่นิยมใช้กันมาก

3) เกณฑ์ปกติสเตไนน์ (Stanine Norms) คะแนนแบบนี้เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่งแต่มีค่าเพียง 9 ตัว (Standard Nine Point) คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 คะแนน 4) เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age Norms) แบบทดสอบมาตรฐานบางอย่างหาเกณฑ์ปกติตามอายุ เพื่อดูพัฒนาการในเรื่องเดียวกันว่าอายุต่างกันจะมีพัฒนาการอย่างไรหรือเกณฑ์ปกติโดยวิธีนี้

ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะหาเฉพาะแบบทดสอบวิชาที่เป็นพื้นฐานจริงๆ เช่น ภาษาและคณิตศาสตร์ เป็นต้น

4) เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade Norms) เป็นการหาเกณฑ์ปกติตามระดับชั้นเรียนในโรงเรียนแบบทดสอบที่จะทำเกณฑ์ปกติชนิดนี้ได้ต้องเป็นเนื้อหาเดียวกัน วิชาที่นิยมสร้างเกณฑ์ปกติชนิดนี้มักจะเป็นรายวิชาพื้นฐาน เช่น คำศัพท์ คณิตศาสตร์เบื้อต้น แบบทดสอบวัดความรู้ความสามารถที่ค่อนข้างกว้าง เช่น คำศัพท์ก็ให้คลุมตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วหาดูว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีที่ 2 หรือปีที่ 3 จะได้กี่คะแนนก็จะเป็นเกณฑ์ปกติของระดับชั้นนั้น ๆ

สรุปว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่ใช้แสดงระดับความสามารถของผู้ถูกทดสอบ ซึ่งทำให้ทราบระดับความสามารถของผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้ทันที โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับคะแนนของคนอื่นๆ ที่สอบพร้อมกันเพราะการตีความหมายของคะแนนจะใช้การอ้างอิงจากเกณฑ์ปกติที่สร้างไว้แล้ว

5.4 วิธีสร้างเกณฑ์ปกติชนิดคะแนน T ปกติ

การแปลงคะแนนดิบที่เกิดจากการสอบเป็นคะแนน T ปกติ มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อยแล้วนำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาความถี่(f) และความถี่สะสม (cf)

ขั้นที่ 3 หาค่า $\mathrm{cf}+\frac{1}{2}\mathrm{f}$ (จะหาค่า $\mathrm{cf}+\frac{1}{2}\mathrm{f}$ ของขั้นใดต้องใช้ค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงขั้นนั้นแต่ใช้ค่า f ของชั้นนั้น)

ขั้นที่ 4 นำค่า $\mathrm{cf}+\frac{1}{2}\mathrm{f}$ ไปคูณด้วย $\frac{100}{\mathrm{N}}$ ค่าที่ได้นี้เรียกว่า ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile Rank : PR)

ขั้นที่ 5 นำค่า $(\mathrm{cf}+\frac{1}{2}\mathrm{f})\frac{100}{\mathrm{N}}$ (ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์) ในขั้นที่ 4 ไปเทียบเป็นค่า T ปกติ จากการตารางสำเร็จรูปต่อไปนี้

5.5 การประเมินคะแนนทีปกติ

การประเมินคะแนนทีปกติเพื่อสรุปว่ามีคะแนนสูง ต่ำ เพียงใดต้องนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้กำหนดคะแนนการประเมินค่า T ปกติ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ และคณะ 2554, น. 195)

ตั้งแต่ T65 และสูงกว่า แปลว่า ดีมาก

ตั้งแต่ T55-T65 แปลว่า ดี

ตั้งแต่ T45-T55 แปลว่า พอใช้

(เฉพาะ T 50 แปลว่ามีความสามารถปานกลางพอดี และเป็นจุดหลักของการเปรียบเทียบ)

ตั้งแต่ T35-T45 แปลว่า ยังไม่พอใช้

ตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า แปลว่า อ่อน

สรุปว่า ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทางสถิติในการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. การหาตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธินี, 2549 , น. 266)

$$PR = (cf + \frac{1}{2}f)\frac{100}{N}$$

เมื่อ PR แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์

cf แทน ความถี่สะสม

f แทน จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนนั้น

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. การหาค่าคะแนน T ปกติ โดยนำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนเป็นคะแนน T ปกติ ที่ปรับแก้ (T_c) เป็นสมการเส้นตรง โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธินี, 2549, น. 272-275)

$$T_c = a + b_x$$

และ

$$b = \frac{N\sum xy + \sum x \sum y}{N\sum x^1 - (\sum x)^2}$$

เมื่อ T_c แทน คะแนนทีปกติที่ปรับแก้

a แทน Y-intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

b แทน ความชันซ้อนของเส้นตรง (ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือพยากรณ์)

X แทน คะแนนสอบ

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ

y แทน คะแนนทีปกติ

$\overline{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนทีปกติ

การประเมินคะแนนทีปกติเพื่อสรุปว่ามีคะแนนสูง ต่ำ เพียงใดต้องนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้กำหนดคะแนนการประเมินค่า T ปกติ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ และคณะ 2554, น. 195)

ตั้วแต่ T65 และสูงกว่า แปลว่า ดีมาก

ตั้งแต่ T55-T65 แปลว่า ดี

ตั้งแต่ T45-T55 แปลว่า พอใช้

(เฉพาะ T 50 แปลว่ามีความสามารถปานกลางพอดี และเป็นจุดหลักของการเปรียบเทียบ)

ตั้งแต่ T35-T45 แปลว่า ยังไม่พอใช้

ตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า แปลว่า อ่อน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพฑูรย์ เอื้อบุญประดิษฐ์ (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ลำดับขั้นของคุณลักษณะ ผลการวิจัยพบว่า 1.ความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญอยู่ระหว่าง 0.71 ถึง 1.00 2.ความตรงเชิงโครงสร้าง พบว่าโมเดลการวินิจฉัยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (χ^2 = 334.770, df = 372, p = 0.918, χ^2/df = 0.900, GFI = 0.931, AGFI = 0.902, CFI = 1.00, RMSEA = 0.000, RMR = 0.046) โดยมีการปรับให้ความคลาดเคลื่อนของข้อคำถามมีความสัมพันธ์กัน เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานของข้อคำถาม พบว่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทุกค่า แสดงว่าข้อคำถามทั้ง 32 ข้อ เป็นตัวบ่งชี้ของคุณลักษณะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ โดยน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าตั้งแต่ 0.367 ถึง 0.742 เมื่อพิจารณารายคุณลักษณะพบว่า คุณลักษณะด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.367 ถึง 0.645 คุณลักษณะด้านการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.407 ถึง 0.734 คุณลักษณะด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.475 ถึง 0.742 และคุณลักษณะด้านการตีความการประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.504 ถึง 0.705 3.ความเที่ยง โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Method) ได้ค่าความเที่ยงด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงเท่ากับ 0.763 ค่าความเที่ยงด้านการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.820 ค่าความเที่ยงด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเท่ากับ 0.842 และค่าความเที่ยงด้านการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.814 สำหรับการประมาณค่าความเที่ยงโดยใช้วิธีการ

วิเคราะห์พหุมิติด้วยค่าความเที่ยงแบบ EPA (EPA Reliability) ได้ค่าความเที่ยงด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงเท่ากับ 0.868ค่าความเที่ยงด้านการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.917 ค่าความเที่ยงด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเท่ากับ 0.920 และค่าความเที่ยงด้านการตีความการประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.881 เป็นหลักฐานแสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง

ชญาทิพ ชูช่วย (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือ ผลการวิจัยพบว่า 1.ความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีย์ความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 2. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตรคำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney, D.R. & Sabers, D.L.. 1970) โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) ค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) และใช้หลักการ 27% คะแนนในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยคัดเลือกข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และคำอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.69 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31 - 0.71 3.ความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ชุด มีคะแนนเต็มเท่ากับ 43 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.15 - 27.32 คะแนน มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่างเท่ากับ 3.45 - 4.07 มีค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในอยู่ระหว่าง 0.696 - 0.716 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดอยู่ระหว่าง 1.87 - 2.162 4 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิการสรุปอ้างอิงของจำนวนชุดแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.72 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.70 เมื่อประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 2 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.84 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.82 และประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน3 ชุด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (Relative Coefficient) เท่ากับ 0.89 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (Absolute Coefficient) เท่ากับ 0.87 แสดงให้เห็นว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 3 ชุดสามารถนำไปใช้ในการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลสารสนเทศได้

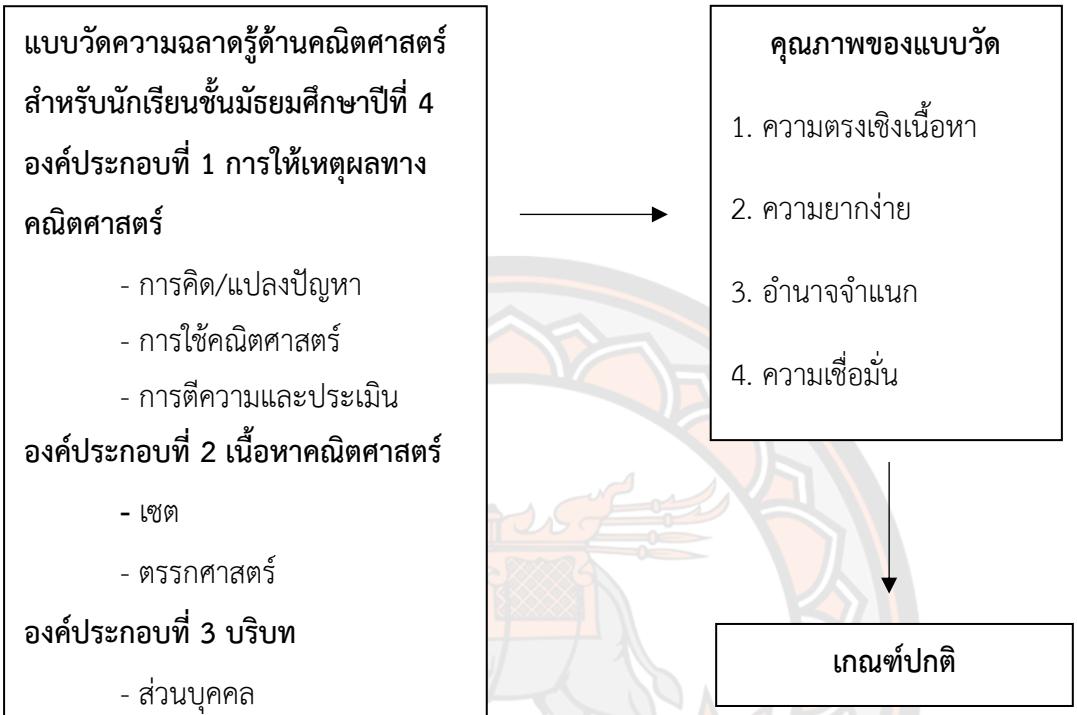
ภูมิ สายรัตน์ (2562) ได้ศึกษา การสร้างแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แบบวัดอัตนัยที่สร้างขึ้นจากแนวคิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของโครงการการประเมินนานาชาติ (PISA) และมาตรฐานตัวชี้วัดความรู้ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 ข้อใน 8 สถานการณ์ ภายใต้ องค์ประกอบ 3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และบริบท 2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด 2.1 ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ดังนั้นแบบวัดฉบับนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา 2.2 ความยากและอำนาจจำแนก ผู้วิจัยได้นำแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลการวิเคราะห์ดัชนีค่าความยากตั้งแต่ 0.36 - 0.63 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.43 - 0.7 ซึ่งแบบวัดทั้งฉบับมีค่าความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ดี 2.3 ความตรงเชิงสภาพ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ว่าแบบวัดฉบับนี้มีค่า ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ 0.89 จึงสรุปได้ว่าแบบวัดฉบับนี้มีความตรงเชิงสภาพสูง 2.4 ความเที่ยง การตรวจสอบความเที่ยงใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค เท่ากับ 0.95 3. การสร้างปกติวิสัย (Norm) ผลการประเมินผลการสร้างปกติวิสัย (Norm) ของคะแนน แบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนดิบอยู่ในช่วงตั้งแต่ 2-28 คะแนนเปอร์เซ็นไทล์ 0.25 - 99.37 และคะแนนปกติ ที่ อยู่ในช่วงตั้งแต่ 22 - 75 คะแนน ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของแบบวัดการรู้เรื่องทางคนิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกบาปีที่ 6 พบว่านักเรียนที่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก มีจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 4.25 นักเรียนที่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีจำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 22.25 นักเรียนที่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 164 คน คิดเป็นร้อยละ 41.00 นักเรียนที่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง มีจำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 26.75 นักเรียนที่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก มีจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 5.75

Themba (2013) ได้ศึกษาสำรวจการตีความของครูและการปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคำถามว่าครูผู้สอนเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (ML) สามารถตีความและดำเนินการตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ของเกรด 10-12 ได้อย่างไร การศึกษามาจากมุมมองทางสังคมและวัฒนธรรมเพื่อวิเคราะห์หลักสูตร ML และการตีความของครูในหลักสูตร ML โดยส่วนใหญ่มาจากกรอบของระบบความรู้และกรอบการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระหว่างประเทศ (TIMSS) (1996) กรอบที่สามของการวิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาประกอบด้วยสามขั้นตอน : ระยะแรกเกี่ยวข้องกับครู 60 คนในโรงเรียนในเขต East London (Eastern Cape) ของแอฟริกาใต้ วิเคราะห์มุมมองและประสบการณ์ของครู

เกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามที่แสดงในแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับสังคมศาสตร์ (SPSS) ในระยะที่สองครูเจ็ดคนได้รับการคัดเลือกอย่างมีวัตถุประสงค์เพื่อสัมภาษณ์จากอาจารย์หกสิบคนที่เข้าร่วมในช่วงแรก ขั้นตอนที่สามเกี่ยวข้องกับการสังเกตบทเรียนอย่างต่อเนื่องโดยครูสองคนคัดเลือกจากครูทั้งเจ็ดที่เข้าร่วมในระยะที่สอง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าครูมีมุมมอง และความเข้าใจที่แตกต่างกันของหลักสูตรความรู้ทางคณิตศาสตร์และมีวิธีการใช้วิชาที่แตกต่างกัน ครูพบว่าภูมิหลังทางคณิตศาสตร์มีอิทธิพลอย่างมากต่อวิธีที่ครูใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การศึกษาให้แสงสว่างการเชื่อมต่อและการตัดการเชื่อมต่อระหว่างหลักสูตรที่ตั้งใจและหลักสูตรที่ดำเนินการและนอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าครูตีความ หลักสูตรที่ตั้งใจในบริบทของห้องเรียนเป็นกุญแจสำคัญในลักษณะของหลักสูตร การศึกษาสำรวจห้าประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับวิธีการตีความประสบการณ์และการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ พื้นที่เหล่านี้คือ 1) ความรู้ของครู 2) การสอนและการเรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3) การทำให้เป็นจริงอีกครั้งและทำซ้ำหลักสูตร 4) การคำนวณทางคณิตศาสตร์ในความรู้ทางคณิตศาสตร์และ 5) เนื้อหาและบริบทของการรู้หนังสือทางคณิตศาสตร์ การศึกษาสรุปด้วยคำแนะนำสำหรับการฝึกในห้องเรียนและสำหรับการวิจัยเพิ่มเติม

Gabriele Kaiser and Torben Wil lander (2004) ได้ศึกษาเรื่อง การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ : ผลลัพธ์การศึกษาเชิงประจักษ์ พบว่า ผลของกระบวนการสอนและการเรียนรู้ภายในโครงการนวัตกรรมที่เน้นบริบทในโลกแห่งความเป็นจริงและรูปแบบการใช้งาน สรุปได้ว่าในด้านความรู้ความเข้าใจเชิงหน้าที่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญได้ การเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นดูเหมือนจะเป็นผลมาจากความเข้าใจที่ขยายออกไปเกี่ยวกับธรรมชาติของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แนะนำในโรงเรียนที่เข้าร่วม ดังนั้น จากคำถามเปิดในคำถามเกี่ยวกับความเชื่อทางคณิตศาสตร์ เห็นได้ชัดว่านักเรียนพัฒนาแนวคิดที่เปิดกว้างมากขึ้นเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์ และงานที่มีวิธีแก้ปัญหาหรือปัญหาตามบริบทที่เป็นไปได้มากกว่าหนึ่งงานก็ถือเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย พื้นที่ของการรู้หนังสือเชิงแนวคิดและขั้นตอน ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง ยังคงเป็นพื้นที่ที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียน ดังนั้นในพื้นที่นี้จำเป็นต้องมีความก้าวหน้าเพิ่มเติมไปสู่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ เพื่อที่จะขจัดข้อบกพร่องเหล่านี้ ซึ่ง มีหลักฐานจากการศึกษานี้ว่า ปัญหาที่เปิดกว้างมากขึ้นกับบริบทโลกแห่งความเป็นจริงควรจะทำอย่างเข้มข้น และควรคำนึงถึงความสามารถด้านความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และจากการศึกษานี้ยังพบว่ากระบวนการประยุกต์ทางคณิตศาสตร์และการสร้างแบบจำลองจะต้องสะท้อนให้เห็นแม้แต่ในระดับประถมศึกษาก็ตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริงจะต้องมีบทบาทสำคัญในการมีส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ฝังอยู่ในบริบทของโลกแห่งความเป็นจริง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวิธีการดำเนินวิจัย ดังต่อไปนี้

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ จำนวน 7625 คน จาก 57 โรงเรียน ประกอบด้วย โรงเรียนขนาดเล็ก 32 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 17 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 4 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 4 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอ ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวังพิกุลวิทยศึกษา จำนวน 33 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

2. กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ครั้งที่ 2 เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 330 คน ตามตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างของทาโร่ ยามาเน่ (Taro Yamane', 1973 : 727-728) โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ ซึ่งมีวิธีการดำเนินการดังนี้

2.1 แบ่งกลุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ตามขนาดโรงเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก (จำนวนนักเรียน 1-499 คน)	จำนวน 32 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดกลาง (จำนวนนักเรียน 500-1499 คน)	จำนวน 17 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดใหญ่ (จำนวนนักเรียน 1500-2499 คน)	จำนวน 4 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ (จำนวนนักเรียน 2500 คนขึ้นไป)	จำนวน 4 โรงเรียน

เนื่องจากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มี 4 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่ มี 4 โรงเรียน ซึ่งมีลักษณะและบริบทของโรงเรียนใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงรวมโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษและโรงเรียนขนาดใหญ่ไว้ในกลุ่มเดียวกัน ดังนั้นกลุ่มโรงเรียน จึงประกอบด้วย โรงเรียนขนาดใหญ่ 8 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 17 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 32 โรงเรียน

2.2 แบ่งกลุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ โดยแบ่งกลุ่มเป็นโรงเรียนที่อยู่ในเขตอำเภอเมืองจำนวน 16 โรงเรียน ประกอบด้วย โรงเรียนขนาดใหญ่ 6 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดเล็ก 7 โรงเรียน และนอกอำเภอเมือง 41 โรงเรียน ประกอบด้วย โรงเรียนขนาดใหญ่ 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 14 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 25 โรงเรียน จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่ายตามขนาดโรงเรียนที่กำหนดทั้งในอำเภอ

เมือง และนอกอำเภอเมือง อย่างละ 1 โรงเรียน พบว่าโรงเรียนในเขตอำเภอเมืองได้โรงเรียนขนาดเล็กคือโรงเรียนทุ่งกะโล่วิทยา โรงเรียนขนาดกลางคือโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อยเกล้า อุตรดิตถ์ และโรงเรียนขนาดใหญ่คือโรงเรียนอุตรดิตถ์ และโรงเรียนนอกเขตอำเภอเมืองได้โรงเรียนขนาดเล็กคือโรงเรียนลับแลพิทยาคม โรงเรียนขนาดกลางคือโรงเรียนบ้านโคกวิทยาคม และโรงเรียนขนาดใหญ่คือโรงเรียนพิชัย รวมทั้งสิ้น 6 โรงเรียน ดังตาราที่ 3

ตาราง 3 ตารางแสดงกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ โดยจำแนกตามขนาดโรงเรียน

โรงเรียนที่สุ่มได้	**เขตอำเภอ**	**ขนาดโรงเรียน**	**จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง**
โรงเรียนทุ่งกะโล่วิทยา	เมือง	เล็ก	49	49
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อยเกล้าอุตรดิตถ์	เมือง	กลาง	113	55
โรงเรียนอุตรดิตถ์	เมือง	ใหญ่	458	90
โรงเรียนลับแลพิทยาคม	ลับแล	เล็ก	27	27
โรงเรียนโรงเรียนบ้านโคกวิทยาคม	บ้านโคก	กลาง	112	55
โรงเรียนพิชัย	พิชัย	ใหญ่	270	54
	รวม		1029	330

จากตารางที่ 3 ตารางแสดงกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ โดยจำแนกตามขนาดโรงเรียน โดยแบ่งสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างดังนี้ โรงเรียนขนาดเล็ก 100% โรงเรียนขนาดกลาง 50% และโรงเรียนขนาดใหญ่ 20% เพื่อให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างของแต่ละโรงเรียนมีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด และผู้วิจัยเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 330 คน โดยเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างของทาโร่ ยามาเน่ (Taro Yamane’, 1973 : 727-728)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ ซึ่งมีองค์ประกอบทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ 3. บริบท โดยกำหนดลักษณะเป็นแบบวัดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก และ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 สถานการณ์ 24 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะของแบบวัด มีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ โดยกำหนดลักษณะแบบวัดฉบับนี้ เป็นแบบเลือกตอบ 2ตัวเลือกและ 4 ตัวเลือก ข้อคำถามมีลักษณะเป็นสถานการณ์ตามบริบท 4 ด้านดังนี้ 1. ส่วนบุคคล 2. อาชีพ 3. สังคม 4. วิทยาศาสตร์

2. เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่มีคำตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

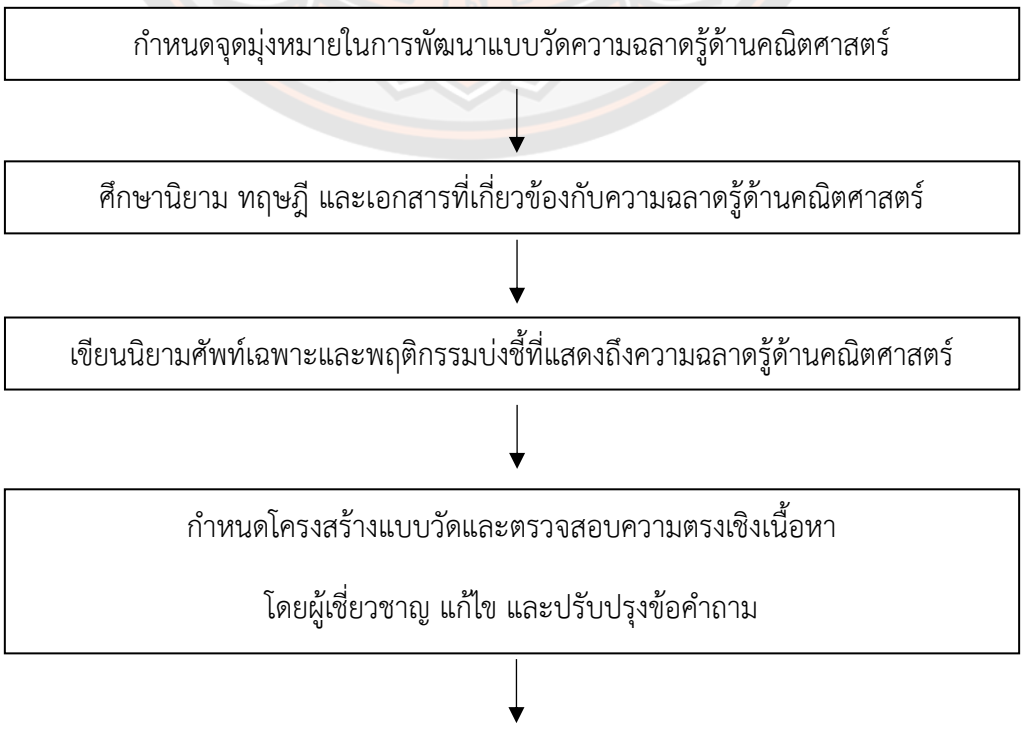
3. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

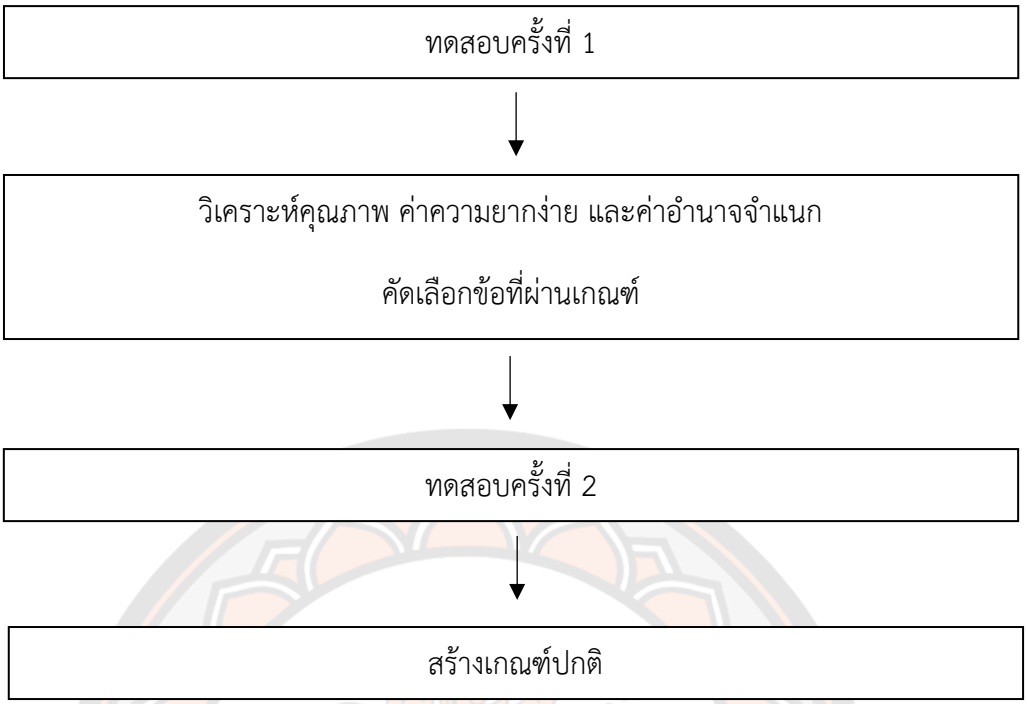
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน เป็นแบบสอบถาม ประกอบด้วย ชื่อ-นามสกุล ระดับชั้น ชื่อโรงเรียน

ตอนที่ 2 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 สถานการณ์ 24 ข้อ โดยแต่ละสถานการณ์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1.การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2.เนื้อหาคณิตศาสตร์ 3.บริบท

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ตามลำดับขั้นตอนดังนี้





จากภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1 เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ศึกษานิยาม ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความหมายและองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบได้แก่ 1) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2) เนื้อหาสาระ 3) บริบท และเขียนนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ในรูปของนิยามศัพท์เฉพาะ องค์ประกอบ และพฤติกรรมบ่งชี้ ซึ่งได้จากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. สร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2) เนื้อหาสาระ 3) บริบท มีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ โดยกำหนดลักษณะให้เป็นแบบวัดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก และ 4 ตัวเลือก ในแต่ละสถานการณ์มีความสอดคล้องทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบหรือ

ตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้งหมด 4 สถานการณ์ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ตารางแสดงข้อคำถาม 4 สถานการณ์ ที่มีความสอดคล้องทั้ง 3 องค์ประกอบ ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สถานการณ์ที่	การใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	เนื้อหาคณิตศาสตร์	บริบท
1.ภาษาพูด	การใช้คณิตศาสตร์, การคิด/แปลงปัญหา, การตีความและประเมิน	เซต	ส่วนบุคคล
2.รายได้เสริม	การใช้คณิตศาสตร์, การคิด/แปลงปัญหา, การตีความและประเมิน	เซต	อาชีพ
3.คริปโตเคอร์เรนซี	การใช้คณิตศาสตร์, การคิด/แปลงปัญหา, การตีความและประเมิน	ตรรกศาสตร์	สังคม
4.การผสมแสงสี	การใช้คณิตศาสตร์, การคิด/แปลงปัญหา, การตีความและประเมิน	ตรรกศาสตร์	วิทยาศาสตร์

4. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องขึ้น โดยนำนิยามไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินทางการศึกษาจำนวน 1 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาจำนวน 1 ท่าน โดยตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำนิยามกับข้อคำถาม แล้วพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น157-158) และปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการทดสอบหาคุณภาพต่อไป

5. การทดสอบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้นำแบบวัดฉบับปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 สถานการณ์ 24 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 จำนวน 33 คน เพื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคและหาอำนาจจำแนกโดยหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อและคะแนนรวม (item-total correlation) จากนั้นพิจารณาค่าความเชื่อมั่น 0.7 ขึ้นไป (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2545, น 177) คัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 (สุมาลี จันทร์ขลอ, 2542, น. 136) และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.185)

6. การทดสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้นำแบบวัดฉบับที่ปรับปรุงจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 จำนวน 330 คน เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ โดยใช้คะแนน T ปกติ มาสร้างสมการพยากรณ์

7. จัดทำแบบวัดฉบับสมบูรณ์และจัดทำคู่มือการใช้แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปยังโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. ติดต่อประสานงานกับทางโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทางโทรศัพท์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งกำหนดวัน เวลา ในการดำเนินการทำแบบวัด

3. ส่งเอกสารขออนุญาตเก็บข้อมูล พร้อมทั้งแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และคู่มือการใช้ให้ได้ทราบและดำเนินการสอบทางไปรษณีย์

4. เมื่อนักเรียนทำแบบวัดครบทุกคนแล้ว ให้ครูรวบรวมแบบวัดส่งกลับมาที่ผู้วิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป มีขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

2. การหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์หา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น

3. นำผลคะแนนสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) 5 ระดับ ได้แก่ สูง ค่อนข้างสูง ปานกลาง ค่อนข้างต่ำ ต่ำ โดยใช้การคำนวณหาตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ และหาค่าคะแนน T ปกติ โดยนำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนเป็นคะแนน T ปกติ ที่ปรับแก้ (T_c) เป็นสมการเส้นตรง

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

5.1.1 การหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Item Objective Congruency : IOC) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน คะแนนความคิดเห็นรวมของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

เกณฑ์การพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ใช้ค่าความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 ถือว่ามีความตรงเชิงเนื้อหา (ล้วนสายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น. 157-158)

5.1.2 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น

N แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

เกณฑ์การพิจารณาความยากง่าย โดยใช้ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 (สุมาลี จันทร์ขลอ, 2542, น. 136)

5.1.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สูตรดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนผู้ที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้ที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

5.1.4 การหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) KR – 20 คำนวนจากโปรแกรม spss

5.2 สถิติที่ใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติ

5.2.1 หาตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธินี, 2549, น. 266)

$$PR = (cf + \frac{1}{2}f)\frac{100}{N}$$

เมื่อ PR แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์

cf แทน ความถี่สะสม

f แทน จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนนั้น

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

5.2.2 **หาค่าคะแนน T ปกติ** โดยนำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนเป็นคะแนน T ปกติ ที่ปรับแก้ (T_c) เป็นสมการเส้นตรง โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธินี, 2549, น. 272-275)

$$T_c = a + b_x$$

และ $$b = \frac{N\sum xy + \sum x \sum y}{N\sum x^1 - (\sum x)^2}$$

เมื่อ T_c แทน คะแนนทีปกติที่ปรับแก้

a แทน Y-intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

b แทน ความซับซ้อนของเส้นตรง (ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือพยากรณ์)

X แทน คะแนนสอบ

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ

y แทน คะแนนทีปกติ

$\overline{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนทีปกติ

การประเมินคะแนนทีปกติเพื่อสรุปว่ามีคะแนนสูง ต่ำ เพียงใดต้องนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้กำหนดคะแนนการประเมินค่า T ปกติ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2554, น. 195)

ตั้วแต่ T65 และสูงกว่า แปลว่า สูง

ตั้งแต่ T55-T65 แปลว่า ค่อนข้างสูง

ตั้งแต่ T45-T55 แปลว่า ปานกลาง

(เฉพาะ T 50 แปลว่ามีความสามารถปานกลางพอดี และเป็นจุดหลักของการเปรียบเทียบ)

ตั้งแต่ T35-T45 แปลว่า ค่อนข้างต่ำ

ตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า แปลว่า ต่ำ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และเกณฑ์ปกติ ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการสร้างและหาคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ผลการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ส่วนที่ 2 ผลการหาคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ส่วนที่ 3 ผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ส่วนที่ 1 ผลการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 ตารางแสดงองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	พฤติกรรมบ่งชี้
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical reasoning) หมายถึง การให้เหตุผลทั้งแบบนิรนัย (การอ้างเหตุผลที่มีข้อสรุปตามหลักการความรู้พื้นฐานหรือสิ่งที่เป็นจริงอยู่แล้ว) และแบบอุปนัย (การอ้างเหตุผลจากข้อมูล การคาดคะเนและความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ได้มา) นำมาใช้ในการอธิบายถึงสถานการณ์ การเลือกกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกระบวนทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่	**1 การคิด/แปลงปัญหา (Formulate)** หมายถึง สมรรถนะในการแยกแยะและรู้ถึงโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์และใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลงสถานการณ์ให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ กระบวนการในการคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์นี้	1.1 การใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อจัดการสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ 1.2 การสร้างลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
	2. การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) หมายถึง สมรรถนะในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาซึ่งได้แปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้	2.1 การแสดงการคำนวณอย่างง่ายเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ และข้อสรุปอย่างง่าย 2.2 การใช้ข้อเท็จจริง กฎ อัลกอริทึม และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์นำมาสร้างแผนภาพ กราฟ และแบบจำลองสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างและสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านี้ในการหาคำตอบ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	พฤติกรรมบ่งชี้
	3. การตีความและประเมิน(Interpret and evaluate) หมายถึง สมรรถนะในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์และตีความสิ่งเหล่านี้ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นปัญหาเริ่มต้นได้ รวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของปัญหาแล้วพิจารณาว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลและมีความหมายในบริบทของปัญหาหรือไม่ ประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้	3.1 การตีความผลลัพธ์ และอธิบายเหตุผลว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ตามบริบทของปัญหาในชีวิตจริง 3.2 การประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริง

จากตารางที่ 5 พบว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา 2)การใช้คณิตศาสตร์ 3)การตีความและประเมิน รวม 6 พฤติกรรมบ่งชี้

ตาราง 6 ตารางแสดงข้อคำถาม 4 สถานการณ์ ที่มีความสอดคล้องทั้ง 3 องค์ประกอบ ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สถานการณ์ที่	การใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	เนื้อหาคณิตศาสตร์	บริบท	ข้อ
1.ภาษาพูด	การใช้คณิตศาสตร์, การคิด/แปลงปัญหา, การตีความและประเมิน	เซต	ส่วนบุคคล	1,2,3,4 5 6
2.รายได้เสริม	การใช้คณิตศาสตร์, การคิด/แปลงปัญหา, การตีความและประเมิน	เซต	อาชีพ	7,8,9,10 11 12
3.คริปโตเคอร์เรนซี	การใช้คณิตศาสตร์, การคิด/แปลงปัญหา, การตีความและประเมิน	ตรรกศาสตร์	สังคม	13,14,15,16 17 18
4.การผสมแสงสี	การใช้คณิตศาสตร์, การคิด/แปลงปัญหา, การตีความและประเมิน	ตรรกศาสตร์	วิทยาศาสตร์	19,20,21,22 23 24
	รวม			**24**

จากตารางที่ 6 พบว่า แบบวัดเชิงสถาณการณ์ ประกอบไปด้วย 4 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 ภาษาพูด ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในบริบทส่วนบุคคล ประกอบไปด้วยข้อ 1-6 สถานการณ์ที่ 2 รายได้เสริม ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในบริบทอาชีพ ประกอบไปด้วยข้อ 7-12 สถานการณ์ที่ 3 คริปโตเคอร์เรนซี ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ในบริบทสังคม ประกอบไปด้วยข้อ 13-18 และสถานการณ์ที่ 4 การผสมแสงสี ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ในบริบทวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อ 19-24 รวมทั้งหมด 24 ข้อ

ส่วนที่ 2 ผลการหาคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยนำข้อคำถามของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นทั้ง 4 สถานการณ์ 24 ข้อ ผู้วิจัยนำองค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบที่กำหนดไว้ และนำผลมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item - Objective Congruence) โดยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538) ดังตารางที่ 7

ตาราง 7 ตารางแสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item - Objective Congruence) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สถานการณ์ที่ 1 ภาษาพูด								
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2 รายได้เสริม								
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้

สถานการณ์ที่ 3 คริปโตเคอร์เรนซี								
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4 การผสมแสงสี								
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ 8 พบว่า แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ผ่านเกณฑ์ จำนวน 24 ข้อ ดังนั้น แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความตรงเชิงเนื้อหา จำนวน 24 ข้อ

ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้มีการให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในตัวลวงบางข้อที่มีการวัดในเรื่องของการคิดแปลงปัญหาหรือการตีความและประเมินมีความใกล้เคียงกันมากเกินไป

ส่วนที่ 3 ผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 24 ข้อ ซึ่งผ่านการพิจารณาแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 1 จำนวน 33 คน จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก จากนั้นพิจารณาค่าความยากง่ายโดยใช้เกณฑ์ 0.20 – 0.80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ล้วนสายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น.185) ดังตารางที่ 8

ตาราง 8 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ (n=33)

ข้อที่	(p)	แปลผล	(r)	แปลผล	ผลการพิจารณา
สถานการณ์ที่ 1 ภาษาพูด					
1	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.36	จำแนกได้	ใช้ได้
2	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.67	จำแนกได้	ใช้ได้
3	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.48	จำแนกได้	ใช้ได้
4	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.36	จำแนกได้	ใช้ได้
5	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.42	จำแนกได้	ใช้ได้
6	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2 รายได้เสริม					
7	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.55	จำแนกได้	ใช้ได้
8	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.61	จำแนกได้	ใช้ได้
9	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
10	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
11	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
12	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3 คริปโตเคอร์เรนซี					
13	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.24	จำแนกได้	ใช้ได้
14	0.73	ค่อนข้างยาก	0.36	จำแนกได้	ใช้ได้
15	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
16	0.76	ค่อนข้างยาก	0.42	จำแนกได้	ใช้ได้
17	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
18	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4 การผสมแสงสี					
19	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.61	จำแนกได้	ใช้ได้
20	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.30	จำแนกได้	ใช้ได้
21	0.79	ค่อนข้างง่าย	0.24	จำแนกได้	ใช้ได้
22	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.48	จำแนกได้	ใช้ได้

ข้อที่	(p)	แปลผล	(r)	แปลผล	ผลการพิจารณา
23	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.85	จำแนกได้	ใช้ได้
24	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้

จากตารางที่ 8 พบว่า ผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.79 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.85 จำนวน 24 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 24 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 9 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในด้านการใช้คณิตศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ (n=33)

ข้อที่	(p)	แปลผล	(r)	แปลผล	ผลการพิจารณา
สถานการณ์ที่ 1 ภาษาพูด					
1	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.36	จำแนกได้	ใช้ได้
2	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.67	จำแนกได้	ใช้ได้
3	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.48	จำแนกได้	ใช้ได้
4	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.36	จำแนกได้	ใช้ได้
7	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.55	จำแนกได้	ใช้ได้
8	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.61	จำแนกได้	ใช้ได้
9	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
10	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
13	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.24	จำแนกได้	ใช้ได้
14	0.73	ค่อนข้างยาก	0.36	จำแนกได้	ใช้ได้
15	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
16	0.76	ค่อนข้างยาก	0.42	จำแนกได้	ใช้ได้
19	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.61	จำแนกได้	ใช้ได้
20	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.30	จำแนกได้	ใช้ได้
21	0.79	ค่อนข้างง่าย	0.24	จำแนกได้	ใช้ได้
22	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.48	จำแนกได้	ใช้ได้

จากตารางที่ 9 พบว่า ผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านการใช้คณิตศาสตร์ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.79 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.73 จำนวน 16 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 16 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 10 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านการคิด/แปลงปัญหา จำนวน 4 ข้อ (n=33)

ข้อที่	(p)	แปลผล	(r)	แปลผล	ผลการพิจารณา
5	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.42	จำแนกได้	ใช้ได้
11	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
17	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
23	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.85	จำแนกได้	ใช้ได้

จากตารางที่ 10 พบว่า ผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านการคิด/แปลงปัญหา มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.76 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.42 – 0.85 จำนวน 4 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 4 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 11 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านตีความและประเมิน จำนวน 4 ข้อ (n=33)

ข้อที่	(p)	แปลผล	(r)	แปลผล	ผลการพิจารณา
6	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
12	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
18	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้
24	0.55	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.73	จำแนกได้	ใช้ได้

จากตารางที่ 11 พบว่า ผลการหาคุณภาพด้านความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านการตีความและประเมิน มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 – 0.61 และ ค่าอำนาจจำแนก 0.73 จำนวน 4 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 4 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คำนวนหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) KR – 20 ดังตารางที่ 12

ตาราง 12 ตารางแสดงผลการหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ (n=33)

Reliability Statistics		
แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	**KR-20**	**N of Item**
การใช้คณิตศาสตร์	0.871	16
การคิด/แปลงปัญหา	0.809	4
การตีความและประเมิน	0.842	4
รวมทั้งฉบับ	0.939	24

จากตารางที่ 12 พบว่า ผลการหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคทั้งฉบับ เท่ากับ 0.939 ประกอบไปด้วย การใช้คณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.871 การคิด/แปลงปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.809 และ การตีความและประเมิน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.842 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 24 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้

ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ เป็นการพัฒนาเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยนำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสวบคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา อำนาจจำแนก ความยากง่าย และความเชื่อมั่น ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 รวมทั้งสิ้น 330 คน โดยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel ในการเรียงลำดับของคะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากน้อยไปหามาก จากนั้นทำการแจกแจงความถี่และความถี่สะสมของคะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และคำนวณค่าเปอร์เซ็นไทล์ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับตารางตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์เป็นคะแนนทีปกติ (Normalized T-Score) และปรับขยายคะแนนทีปกติด้วยวิธีการสร้างสมการพยากรณ์ โดยได้สมการพยากรณ์ค่าคะแนนทีคือ T = 14.912+2.772x เพื่อนำมาวิเคราะห์คะแนนให้ครอบคลุมทุกค่าคะแนนดิบที่มีโอกาสเป็นไปได้ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 13

ตาราง 13 ตารางแสดงผลวิเคราะห์เกณฑ์ปกติของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ (n=330)

คะแนนดิบ	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซ็นไทล์	คะแนนที	T ปรับแก้
24	0	-	-	-	-
23	0	-	-	-	-
22	0	-	-	-	-
21	0	-	-	-	-
20	1	330	99.85	80	70
19	4	329	99.09	74	68
18	102	325	83.03	59	65
17	21	223	64.39	54	62
16	7	202	60.15	53	59
15	11	195	57.42	52	56
14	12	184	53.94	51	54
13	19	172	49.24	50	51
12	10	153	44.85	49	48
11	22	143	40.00	47	45
10	20	121	33.64	46	43

คะแนนดิบ	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซ็นไทล์	คะแนนที	T ปรับแก้
9	23	101	27.12	44	40
8	24	78	20.00	42	37
7	30	54	11.82	38	34
6	12	24	5.45	34	32
5	10	12	2.12	30	29
4	2	2	0.30	16	26
3	0	-	-	-	-
2	0	-	-	-	-
1	0	-	-	-	-
0	0	-	-	-	-
n = 330**, Min =** 4**, Max =** 20**, Mean =** 12.98**, S.D. =** 4.58					
Coefficient of Variation (%) = 0.210 **Skewness =** -0.199 **Kurtosis =** -1.475					

จากตารางที่ 13 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเต็ม 24 คะแนน ผลจากการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 330 คน พบว่า มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 4 – 20 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.98 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.58 มีช่วงคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile Rank) อยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 และช่วงคะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 26 ถึง 70

เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของข้อมูล (C.V.) มีค่าเท่ากับ 0.210% ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ -0.199 นั่นคือ คะแนนของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีการแจกแจงในลักษณะเบ้ซ้าย (ค่าความเบ้ < 0) แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย และค่าความโด่ง (Kurtosis) มีค่าเท่ากับ -1.475 นั่นคือ คะแนนของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีการแจกแจงในลักษณะเตี้ยแบน (ค่าความโด่ง < 0)

ผู้วิจัยได้แบ่งเกณฑ์การแปลผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไว้ 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้กำหนดคะแนนการประเมินค่า T ปกติ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ และคณะ 2554, น. 195)

ตั้งแต่ T65 และสูงกว่า แปลว่า มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

ตั้งแต่ T55-T65 แปลว่า มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ตั้งแต่ T45-T55 แปลว่า มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

(เฉพาะ T 50 แปลว่ามีความสามารถปานกลางพอดี และเป็นจุดหลักของการเปรียบเทียบ)

ตั้งแต่ T35-T45 แปลว่า มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับยังไม่พอใช้

ตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า แปลว่า มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับอ่อน

ตาราง 14 ตารางแสดงผลวิเคราะห์เกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Norms	คะแนนดิบ	ระดับ
ตั้งแต่ T65 และสูงกว่า	18-24	ดีมาก
ตั้งแต่ T55-T65	15-17	ดี
ตั้งแต่ T45-T55	11-14	พอใช้
T50	13	ปานกลางพอดี
ตั้งแต่ T35-T45	8-10	ยังไม่พอใช้
ตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า	0-7	อ่อน

จากตาราง 14 พบว่า เกณฑ์ปกติ(Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก มีคะแนนดิบตั้งแต่ 18 – 24 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T65 และสูงกว่า ซึ่งหมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ อยู่ในกลุ่มที่มีคะแนนสูงสุดเมื่อเทียบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับดี มีคะแนนดิบตั้งแต่ 15 – 17 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T55-T65 ซึ่งหมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ อยู่ในกลุ่มที่มีคะแนนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้ มีคะแนนดิบตั้งแต่ 11 – 14 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T45-T55 ซึ่งหมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลการวัดความฉลาดรู้ด้าน

คณิตศาสตร์ อยู่ในกลุ่มที่มีคะแนนปานกลางเมื่อเทียบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด ซึ่งควรได้รับการแก้ไขในองค์ประกอบที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำ

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางพอดี มีคะแนนดิบ 13 คะแนน มีคะแนนทีปกติ T50 ซึ่งใช้เป็นจุดหลักของการเปรียบเทียบตามเกณฑ์ที่กำหนดของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับยังไม่พอใช้ มีคะแนนดิบตั้งแต่ 8 – 10 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ ตั้งแต่ T35-T45 ซึ่งหมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ อยู่ในกลุ่มที่มีคะแนนต่ำเมื่อเทียบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด ซึ่งควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วนในองค์ประกอบที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำ

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับอ่อน มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 – 7 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า ซึ่งหมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ อยู่ในกลุ่มที่มีคะแนนปานกลางเมื่อเทียบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด ซึ่งควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในทุกองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

บทที่ 5
บทสรุป

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 330 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ คือ 1)การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2)เนื้อหาคณิตศาสตร์ 3)บริบท ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา (Formulate) 2) การใช้คณิตศาสตร์(Employ) 3) การตีความและประเมิน(Interpret and evaluate) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และโปรแกรม Microsoft Office Excel โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งสรุปผลการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ผลการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.1 การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยแบ่งองค์ประกอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(Mathematical reasoning) ออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา(Formulate) 2) การใช้คณิตศาสตร์(Employ) 3) การตีความและประเมิน(Interpret and evaluate) ซึ่งประกอบด้วย 6 พฤติกรรมบ่งชี้ ได้แก่ 1) การใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อจัดการสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ 2) การสร้างลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา 3) การแสดงการคำนวณอย่างง่าย เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ และข้อสรุปอย่างง่าย 4) การใช้ข้อเท็จจริง กฎ อัลกอริทึม และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์นำมาสร้างแผนภาพ กราฟ และ

แบบจำลองสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างและสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านี้ในการหาคำตอบ 5) การตีความผลลัพธ์ และอธิบายเหตุผลว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ตามบริบทของปัญหาในชีวิตจริง 6) การประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริง โดยมีข้อคำถามจำนวน 24 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ 4 ตัวเลือก

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ พบว่า แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ผ่านเกณฑ์ จำนวน 24 ข้อ ดังนั้น แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความตรงเชิงเนื้อหา จำนวน 24 ข้อ

1.3 ผลการหาคุณภาพด้านความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่าความยากง่ายโดยใช้เกณฑ์ 0.20 – 0.80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ล้วนสายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น.185)พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.79 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.85 จำนวน 24 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 24 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้ โดยข้อคำถามในองค์ประกอบที่ 1 ด้านการคิด/แปลงปัญหา มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.76 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.42 – 0.85 จำนวน 4 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 4 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้ ข้อคำถามในองค์ประกอบที่ 2 ด้านการใช้คณิตศาสตร์ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.79 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.73 จำนวน 16 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 16 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้ และข้อคำถามในองค์ประกอบที่ 3 ด้านการตีความและประเมิน มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 – 0.61 และ ค่าอำนาจจำแนก 0.73 จำนวน 4 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 4 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้ และผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) KR – 20 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคทั้งฉบับ เท่ากับ 0.939 ประกอบไปด้วย การใช้คณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.871 การคิด/แปลงปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.809 และ การตีความและประเมิน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.842 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 24 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้

2. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ จำนวน 6 โรงเรียน ซึ่งแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคำแนนเต็ม 24 คะแนน พบว่า มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 4 – 20 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.98 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.58 มีช่วงคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile Rank) อยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 และช่วงคะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 26 ถึง 70 โดยเกณฑ์ปกติ(Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก มีคะแนนดิบตั้งแต่ 18 – 24 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T65 และสูงกว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับดี มีคะแนนดิบตั้งแต่ 15 – 17 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T55-T65 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้ มีคะแนนดิบตั้งแต่ 11 – 14 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T45-T55 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับปานกลางพอดี มีคะแนนดิบ 13 คะแนน มีคะแนนทีปกติ T50 ซึ่งใช้เป็นจุดหลักของการเปรียบเทียบตามเกณฑ์ที่กำหนดของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับยังไม่พอใช้ มีคะแนนดิบตั้งแต่ 8 – 10 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ ตั้งแต่ T35-T45 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับอ่อน มีคะแนนดิบตั้งแต่ 0 – 7 คะแนน มีช่วงคะแนนทีปกติตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า

อภิปรายผล

1. ผลการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.1 การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากผลการศึกษา ผู้วิจัยอ้างอิงตามกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินของ OECD โดยผู้วิจัยได้แบ่งองค์ประกอบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(Mathematical reasoning) ออกเป็น 3

องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา(Formulate) 2) การใช้คณิตศาสตร์(Employ) 3) การตีความและประเมิน(Interpret and evaluate) ซึ่งประกอบด้วย 6 พฤติกรรมบ่งชี้ โดยมีข้อคำถามจำนวน 24 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ 4 ตัวเลือก

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ พบว่า แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 ข้อ ผ่านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ผ่านเกณฑ์ จำนวน 24 ข้อ ดังนั้น แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความตรงเชิงเนื้อหา จำนวน 24 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับ ล้วนสายยศและอังคณา สายยศ (2538, น. 157-158) ได้ระบุเกณฑ์การพิจารณาความตรง ใช้ค่าความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 ถือว่ามีความตรงเชิงเนื้อหา

1.3 ผลการหาคุณภาพด้านความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.79 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.85 จำนวน 24 ข้อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมตามเกณฑ์พิจารณาค่าความยากง่ายโดยใช้เกณฑ์ 0.20 – 0.80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ของล้วนสายยศและอังคณา สายยศ (2538, น.185) และผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) KR – 20 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคทั้งฉบับ เท่ากับ 0.939 ประกอบไปด้วย การใช้คณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.871 การคิด/แปลงปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.809 และ การตีความและประเมิน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.842 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทั้ง 24 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้ สอดคล้องกับ ไพฑูรย์ เอื้อบุญประดิษฐ์ (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ลำดับขั้นของคุณลักษณะ ผลการวิจัยพบว่า ค่าความเที่ยง โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Method) ได้ค่าความเที่ยงด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงเท่ากับ 0.763 ค่าความเที่ยงด้านการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.820 ค่าความเที่ยงด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเท่ากับ 0.842 และค่าความเที่ยงด้านการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.814 สำหรับการประมาณค่าความเที่ยงโดยใช้วิธีการวิเคราะห์พหุมิติด้วยค่าความเที่ยงแบบ EPA (EPA

Reliability) ได้ค่าความเที่ยงด้านการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงเท่ากับ 0.868 ค่าความเที่ยงด้านการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.917 ค่าความเที่ยงด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเท่ากับ 0.920 และค่าความเที่ยงด้านการตีความการประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.881 เป็นหลักฐานแสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง และสอดคล้องกับ ภูมิ สายรัตน์ (2562) ได้ศึกษา การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ดังนั้นแบบวัดฉบับนี้มีความตรงเชิงเนื้อหา ความยากและอำนาจจำแนก ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลการวิเคราะห์ดัชนีค่าความยากตั้งแต่ 0.36 - 0.63 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.43 - 0.7 ซึ่งแบบวัดทั้งฉบับมีค่าความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และความเที่ยง การตรวจสอบความเที่ยงใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค เท่ากับ 0.95

2. ผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) พบว่า มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 4 – 20 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.98 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.58 มีช่วงคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile Rank) อยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 และช่วงคะแนนทีปกติ ตั้งแต่ 16 ถึง 80 ซึ่งไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน ผู้วิจัยจึงทำการขยาย T ปกติ โดยใช้สมการพยากรณ์ T = 14.912+2.772x ทำให้ได้คะแนนทีปกติตั้งแต่ 26 ถึง 70 ทำให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ โดยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ มีกระจายของคะแนนสูง และมีคะแนนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของความรู้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ หรือโอกาสในการเข้าถึงความรู้ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ภูมิ สายรัตน์ (2562) ได้ศึกษา การสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การสร้างปกติวิสัย (Norm) ผลการประเมินผลการสร้างปกติวิสัย (Norm) ของคะแนน แบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า

คะแนนดิบอยู่ในช่วงตั้งแต่ 2-28 คะแนนเปอร์เซ็นไทล์ 0.25 - 99.37 และคะแนนปกติ ที่ อยู่ในช่วงตั้งแต่ 22 - 75 คะแนน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจควรศึกษาลักษณะของแบบวัด เกณฑ์การตรวจให้คะแนน และเกณฑ์การแปลความหมายของช่วงคะแนนให้เข้าใจ เพื่อนำไปแปลผลได้อย่างถูกต้อง

2. ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจที่นำเครื่องมือไปใช้สามารถนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการวางแผน ปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิชาที่เกี่ยวข้องได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจสามารถนำผลไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน หากผลการวิเคราะห์ออกมาไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจควรศึกษาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือศึกษาสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จารุนันท์ ขวัญแน่น. (2558). *การพัฒนารูปแบบการประเมินการรู้คณิตศาสตร์*. ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชญาทิพ ชูช่วย. (2563). *การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือ*. การค้นคว้าอิสระ. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

นงลักษณ์ วิรัชชัยและสุวิมล ว่องวาณิช. (2542). *การสังเคราะห์งานวิจัยทางการศึกษาด้วยการวิเคราะห์อภิมานและการวิเคราะห์เนื้อหา* (รายงานวิจัย). กรุงเทพฯ: สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2545). *การวัดประเมินการเรียนรู้*. คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ไพฑูรย์ เอื้อบุญประดิษฐ์. (2563). *การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ*. ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภูมิ สายรัตน์ และคณะ. (2562). *การสร้างแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. คณะศึกษาศาสตร์: มหาวิทยาลัยบูรพา.

มะลิวรรณ งามยิ่ง. (2563). *การพัฒนาหลักสูตรความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา*. (ปริญญานิพนธ์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2545). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. กรุงเทพฯ.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สำเริง บุญเรืองรัตน์ และคณะ.2554.*การวัดและประเมินผลการศึกษา* (เล่ม 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

สุมาลี จันทร์ชลอ. (2542). *การวัดและประเมินผล*. กรุงเทพฯ: เพลท หจก.สุเมตรฟิล์ม.

Allen, M. J., Yen, W. M. (1979). *Introduction to measurement theory*. California: Wadsworth

Ebel, R. L. (1965). *Confidence weighing and test reliability*. Journal of Educational Measurement, 2(1), 49–57.

Gabriele Kaiser and Torben W il lander (2004). *Development of mathematical literacy:results of an empirical study*. Oxford University

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill Book.

Gulliksen, H. (1950). *The reliability of speeded tests*. Psychometrika, 15, 259–271.

Hopkins, K. D., Stanley, J. C., Hopkins, B. R. (1990). *Education and psychological measurement and evaluation* (7th ed.). Englewood Cliffs, N J.: Prentice Hall.

PISA. (2022). *MATHEMATICS FRAMEWORK*, 27-28.

Stanley, Julian C. and Hopkins, Kenneth D. 1972. *Educational and Psychological Measurement and Evaluation* (5th ed). New Jersey : Prentice Hall, Inc.

Themba, M. M. (2013). *Exploring teacher's interpretations and implementations of the intended Mathematical literacy curriculum*. Thesis degree of Doctor of Philosophy School of Science Education in the Faculty of Humanities, University of the Witwatersrand, Johannesburg.

ภาคผนวก

ถานการณ์ที่ 1 ภาษาพูด

ที่มา : https://www.trueplookpanya.com/tcas/article/detail/82814

จากผลการสำรวจความนิยมของภาษาในปี 2566 ของประชาชนจำนวน 600 คน ที่ใช้ภาษาต่างประเทศในการทำงาน พบว่า มีผู้ที่พูดภาษาอังกฤษ ภาษาจีน ภาษาเกาหลี ดังนี้

พูดภาษาอังกฤษได้ 162 คน พูดภาษาจีนได้ 116 คน

พูดภาษาเกาหลีได้ 135 คน พูดภาษาอังกฤษและภาษาจีนได้ 38 คน

พูดภาษาจีนและภาษาเกาหลีได้ 35 คน พูดภาษาอังกฤษและภาษาเกาหลีได้ 32 คน

พูดภาษาอังกฤษ ภาษาจีนและภาษาเกาหลีได้ 20 คน

1. จำนวนประชาชนที่พูดไม่ได้ทั้ง 3 ภาษามีทั้งหมดกี่คน (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. 272 คน ข. 278 คน

ค. 298 คน ง. 413 คน

2. จำนวนประชาชนที่พูดภาษาอังกฤษได้เพียงภาษาเดียวมีทั้งหมดกี่คน (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. 20 คน ข. 38 คน

ค. 112 คน ง. 162 คน

3. จำนวนประชาชนที่พูดภาษาจีนได้เพียงภาษาเดียวมีทั้งหมดกี่คน (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. 38 คน ข. 88 คน

ค. 73 คน ง. 105 คน

4. จำนวนประชาชนที่พูดภาษาเกาหลีได้เพียงภาษาเดียวมีทั้งหมดกี่คน (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. 12 คน ข. 20 คน

ค. 55 คน ง. 63 คน

5. จากข้อมูลการสำรวจให้นักเรียน เรียงลำดับจำนวนประชากรที่ใช้ภาษาเพียงภาษาเดียวในการทำงานจากมากไปน้อย (การคิด/แปลงปัญหา)

ก. ภาษาอังกฤษ ภาษาเกาหลี ภาษาจีน

ข. ภาษาอังกฤษ ภาษาจีน ภาษาเกาหลี

ค. ภาษาจีน ภาษาอังกฤษ ภาษาเกาหลี

ง. ภาษาจีน ภาษาเกาหลี ภาษาอังกฤษ

6. จากข้อมูลการสำรวจ หากนักเรียนมีเวลาลงเรียนได้ไม่เพียง 2 ภาษาเพื่อจะนำมาใช้ต่อยอดในการทำงานในอนาคต นักเรียนจะเลือกเรียนภาษาใดเพราะเหตุใด (การตีความและประเมิน)

ก. ภาษาอังกฤษและภาษาจีน เพราะมีประชาชนที่อยู่ในวัยทำงานใช้มากที่สุดตามลำดับ

ข. ภาษาจีนและภาษาเกาหลี เพราะมีประชาชนที่อยู่ในวัยทำงานใช้มากที่สุดตามลำดับ

ค. ภาษาอังกฤษและภาษาเกาหลีเพราะมีประชาชนที่อยู่ในวัยทำงานใช้มากที่สุดตามลำดับ

ง. ไม่สามารถเลือกได้ เพราะทุกภาษาที่สำรวจมีการนำมาใช้ในการทำงานเท่าๆ กัน

สถานการณ์ที่ 2 รายได้เสริม

ที่มา : https://salehere.co.th/articles/parttime-job-student

นักเรียนคนหนึ่งต้องการหารายได้เสริมด้วยการทำอาหาร จึงทำการการสำรวจความชอบรับประทานอาหารโดย สำรวจเมนูอาหารเพียง 3 อย่าง คือข้าวมันไก่ ข้าวหมูแดง และข้าวหน้าเป็ด ของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งจำนวน 100 คน พบว่ามีนักเรียนชอบข้าวหน้าเป็ด 49 คน ชอบข้าวหน้าเป็ดและข้าวมันไก่ 22 คน ชอบข้าวมันไก่ 48 คน ชอบข้าวหน้าเป็ดและข้าวหมูแดง 32 คน ชอบข้าวหมูแดง 59 คน ชอบข้าวมันไก่และข้าวหมูแดง 27 คน และชอบทั้งสามอย่าง 15 คน จากสถานการณ์ต่อไปนี้ ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 7-12

7. จำนวนนักเรียนที่ไม่ชอบอาหารทั้งสามชนิดนี้เท่ากับกี่คน (การใช้คณิตศาตร์)

ก. 7 คน ข. 10 คน

ค. 15 คน ง. 17 คน

8. จำนวนนักเรียนที่ชอบข้าวหน้าเป็ดเพียงอย่างเดียวมีทั้งหมดกี่คน (การใช้คณิตศาตร์)

ก. 10 คน ข. 21 คน

ค. 31 คน ง. 49 คน

9. จำนวนนักเรียนที่ชอบข้าวมันไก่เพียงอย่างเดียวมีทั้งหมดกี่คน (การใช้คณิตศาตร์)

ก. 48 คน ข. 38 คน

ค. 24 คน ง. 14 คน

10. จำนวนนักเรียนที่ชอบข้าวหมูแดงเพียงอย่างเดียวมีทั้งหมดกี่คน (การใช้คณิตศาตร์)

ก. 59 คน ข. 40 คน

ค. 25 คน ง. 15 คน

11. จำนวนนักเรียนที่ชอบข้าวหน้าเป็ดเพียงอย่างเดียวมีมากกว่าจำนวนนักเรียนที่ชอบข้าวมันไก่เพียงอย่างเดียวใช่หรือไม่จงอธิบายว่าเพราะเหตุใด (การคิด/แปลงปัญหา)

ก. ใช่ เพราะมีนักเรียนชอบข้าวหน้าเป็ดเพียงอย่างเดียวมากกว่าข้าวมันไก่เพียงอย่างเดียว จำนวน 1 คน

ข. ใช่ เพราะมีนักเรียนชอบข้าวหน้าเป็ดเพียงอย่างเดียวมากกว่าข้าวมันไก่เพียงอย่างเดียว จำนวน 4 คน

ค. ไม่ใช่ เพราะมีนักเรียนชอบข้าวหน้าเป็ดเพียงอย่างเดียวน้อยกว่าข้าวมันไก่เพียงอย่างเดียว จำนวน 4 คน

ง. ไม่ใช่ เพราะมีนักเรียนชอบข้าวหน้าเป็ดเพียงอย่างเดียวน้อยกว่าข้าวมันไก่เพียงอย่างเดียว จำนวน 1 คน

12. หากโรงเรียนต้องการให้นักเรียนจัดร้านขายอาหาร นักเรียนจะมีการเลือกเตรียมวัตถุดิบของอาหารอย่างไรให้มีโอกาสขาดทุนน้อยที่สุด โดยอิงข้อมูลจากผลสำรวจ (การตีความและประเมิน)

ก. เลือกเตรียมวัตถุดิบเฉพาะข้าวหมูแดงเพียงอย่างเดียว เพราะมีคนชอบมากที่สุด

ข. เลือกเตรียมวัตถุดิบทั้งข้าวหมูแดงและข้าวหน้าเป็ด เพราะมีคนชอบทั้งสองอย่างมากที่สุด

ค. เลือกเตรียมวัตถุดิบอาหารทุกชนิดตามสัดส่วนของคนที่ชอบโดยเรียงจากมากไปน้อย

ง. เตรียมวัตถุดิบทุกอย่างในปริมาณที่เท่ากัน

กำหนดให้พิจารณาหาค่าความจริงในสถานการณ์ที่ 3 ดังนี้

โดยกำหนดขั้นตอนการพิจารณาการอ้างเหตุผลว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ดังนี้

[เหตุ1 ^ เหตุ2 ^ ... ^ เหตุ n] ⟶ ผล จะมีค่าความจริงเป็น เท็จ

- ถ้าค่าความจริงของประพจน์ย่อย ขัดแย้งกัน แสดงว่า เป็นสัจนิรันดร์ จึงสรุปว่า สมเหตุสมผล
- ถ้าค่าความจริงของประพจน์ย่อย คล้อยตามกัน แสดงว่า ไม่เป็นสัจนิรันดร์ จึงสรุปว่า ไม่สมเหตุสมผล
- ถ้าค่าความจริงของประพจน์ย่อย สรุปค่าความจริงไม่ได้ แสดงว่า ไม่เป็นสัจนิรันดร์ จึงสรุปว่า ไม่สมเหตุสมผล

สถานการณ์ที่ 3 คริปโตเคอร์เรนซี

ที่มา : https://www.ananda.co.th/blog/thegenc/cryptocurrency-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD/

จากเหตุและผลที่กำหนดให้ จงใช้ความรู้เรื่องตรรกศาสตร์ตอบคำถามข้อ 13-18

เหตุ 1. ถ้าเอกซื้อเหรียญบิทคอยแล้วเอฟซื้อเหรียญลูน่า

2. โปเต้ไม่ซื้อเหรียญเอด้า

3. ถ้าเอกไม่ซื้อเหรียญบิทคอยแล้วแพตไม่ซื้อเหรียญซิล

4. แพตซื้อเหรียญซิลหรือโปเต้ซื้อเหรียญเอด้า

ผล 1. แพตไม่ซื้อเหรียญซิล 2. เอกไม่ซื้อเหรียญบิทคอย

3. เอกซื้อเหรียญบิทคอยและเอฟไม่ซื้อเหรียญลูน่า 4. แพตซื้อเหรียญซิลและเอฟซื้อเหรียญลูน่า

กำหนดให้ประพจน์ q = เอกซื้อเหรียญบิทคอม r = เอฟซื้อเหรียญลูน่า

s = โปเต้ซื้อเหรียญเอด้า u = แพตซื้อเหรียญซิล

13. จากประโยคต่อไปนี้ “แพตไม่ซื้อเหรียญซิล” มีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. จริง ข. เท็จ

14. จากประโยคต่อไปนี้ “เอกไม่ซื้อเหรียญบิทคอย” มีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. จริง ข. เท็จ

15. จากประโยคต่อไปนี้ “เอกซื้อเหรียญบิทคอยและเอฟไม่ซื้อเหรียญลูน่า” มีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. จริง ข. เท็จ

16. จากประโยคต่อไปนี้ “แพตซื้อเหรียญซิลและเอฟซื้อเหรียญลูน่า” มีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. จริง ข. เท็จ

17. จงเขียนประโยคสัญลักษณะแทนข้อความ “แพตซื้อเหรียญซิลและเอฟไม่ซื้อเหรียญซิลก็ต่อเมื่อเอกซื้อเหรียญบิทคอยหรือโปเต้ไม่ซื้อเหรียญเอด้า” (การคิด/แปลงปัญหา)

ก. $(u \land \sim r) \longrightarrow (q \lor \sim s)$ ข. $(\sim u \lor r) \longrightarrow (\sim q \land s)$

ค. $(u \land \sim r) \longleftrightarrow (q \lor \sim s)$ ง. $(\sim u \lor r) \longleftrightarrow (\sim q \land s)$

18. การอ้างเหตุผลในข้อใดต่อนี้ มีความสมเหตุสมผล (การตีความและประเมิน)

ก. แพตไม่ซื้อเหรียญซิล ข. เอกไม่ซื้อเหรียญบิทคอย

ค. เอกซื้อเหรียญบิทคอยและเอฟไม่ซื้อเหรียญลูน่า ง. แพตซื้อเหรียญซิลและเอฟซื้อเหรียญลูน่า

กำหนดให้พิจารณาหาค่าความจริงในสถานการณ์ที่ 4 ดังนี้

โดยกำหนดขั้นตอนการพิจารณาการอ้างเหตุผลว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ดังนี้

[เหตุ1 ^ เหตุ2 ^ ... ^ เหตุ n] $\longrightarrow$ ผล จะมีค่าความจริงเป็น เท็จ

- ถ้าค่าความจริงของประพจน์ย่อย ขัดแย้งกัน แสดงว่า เป็นสัจนิรันดร์ จึงสรุปว่า สมเหตุสมผล
- ถ้าค่าความจริงของประพจน์ย่อย คล้อยตามกัน แสดงว่า ไม่เป็นสัจนิรันดร์ จึงสรุปว่า ไม่สมเหตุสมผล
- ถ้าค่าความจริงของประพจน์ย่อย สรุปค่าความจริงไม่ได้ แสดงว่า ไม่เป็นสัจนิรันดร์ จึงสรุปว่า ไม่สมเหตุสมผล

สถานการณ์ที่ 4 การผสมแสงสี

ที่มา :

https://www.facebook.com/pnhongondemand/photos/a.158795280840191/4215994778453534/

ในการศึกษาผสมแสงสีของแทน เอก เจม และเบส โดยกำหนดให้ประพจน์ต่อไปนี้มีค่าความจริงเป็นจริง

p = แทนผสมสีเขียวกับสีแดงได้สีเหลือง, q = เอกผสมสีแดงกับสีน้ำเงินได้สีม่วงแดง

r = เจมผสมสีเขียวกับสีน้ำเงินได้สีเขียวน้ำเงิน, u = เบสผสมสีแดงสีน้ำเงินสีเขียวได้สีขาว

จากสถานการณ์ต่อไปนี้ ให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องตรรกศาสตร์ในการหาความจริงของประพจน์ตอบคำถามข้อ 19-24

19. จากประโยคต่อไปนี้ “ถ้าเบสผสมสีแดงสีน้ำเงินและสีเขียวได้สีขาวแล้วเจมผสมสีเขียวกับสีน้ำเงินไม่ได้สีเขียวน้ำเงิน” ประโยคนี้มาค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. จริง ข. เท็จ

20. จากประโยคต่อไปนี้ “ถ้าแทนผสมสีเขียวกับสีแดงไม่ได้สีเหลืองแล้วเอกผสมสีแดงกับสีน้ำเงินได้สีม่วงแดง” ประโยคนี้มาค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. จริง ข. เท็จ

21. จากประโยคต่อไปนี้ “เบสผสมสีแดงสีน้ำเงินและสีเขียวได้สีขาวก็ต่อเมื่อเอกผสมสีแดงกับสีน้ำเงินได้สีม่วงแดง” ประโยคนี้มาค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. จริง ข. เท็จ

22. จากประโยคต่อไปนี้ “แทนผสมสีเขียวกับสีแดงไม่ได้สีเหลืองก็ต่อเมื่อเจมผสมสีเขียวกับสีน้ำเงินได้สีเขียวน้ำเงิน” ประโยคนี้มาค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ (การใช้คณิตศาสตร์)

ก. จริง ข. เท็จ

23. จงเขียนสัญลักษณ์ที่กำหนดให้แทนประพจน์ต่อไปนี้ “แทนผสมสีเขียวกับสีแดงไม่ได้สีเหลืองและเจมผสมสีเขียวกับสีน้ำเงินได้สีเขียวน้ำเงินก็ต่อเมื่อเอกผสมสีแดงกับสีน้ำเงินไม่ได้สีม่วงแดงหรือเบสผสมสีแดงสีน้ำเงินสีเขียวได้สีขาว” (การคิด/แปลงปัญหา)

ก. $(p \land \sim r) \longrightarrow (q \lor \sim u)$ ข. $(\sim p \lor r) \longrightarrow (\sim q \land u)$

ค. $(p \land \sim r) \longleftrightarrow (q \lor \sim u)$ ง. $(\sim p \lor r) \longleftrightarrow (\sim q \land u)$

24. ผลในข้อใดที่ทำให้การอ้างเหตุผลนั้นสมเหตุสมผล (การตีความและประเมิน)

ก. ถ้าเบสผสมสีแดงสีน้ำเงินและสีเขียวได้สีขาวแล้วเจมผสมสีเขียวกับสีน้ำเงินไม่ได้สีเขียวน้ำเงิน

ข. ถ้าแทนผสมสีเขียวกับสีแดงไม่ได้สีเหลืองแล้วเอกผสมสีแดงกับสีน้ำเงินได้สีม่วงแดง

ค. เบสผสมสีแดงสีน้ำเงินและสีเขียวได้สีขาวก็ต่อเมื่อเอกผสมสีแดงกับสีน้ำเงินได้สีม่วงแดง

ง. แทนผสมสีเขียวกับสีแดงไม่ได้สีเหลืองก็ต่อเมื่อเจมผสมสีเขียวกับสีน้ำเงินได้สีเขียวน้ำเงิน

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

ดร.สุภารัตน์ ใบยา	วุฒิการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (คณิตศาสตร์)
	ตำแหน่ง นักส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลอาวุโส
นางวารินทร์ คุณศรี	วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์)
	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
นางสาวกัญญาภัค จูฑพลกุล	วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์)
	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

ดร.ณกมล นกแก้ว	วุฒิการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและประเมินทางการศึกษา)
	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาไทย

นางสาววราพร หิตมูล	วุฒิการศึกษา ครุศาสตร์บัณฑิต (ภาษาไทย)
	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	ภาคภูมิ พิมพ์โพธิ์
วัน เดือน ปี เกิด	18 กรกฎาคม 2534
ที่อยู่ปัจจุบัน	59/1 ต.ฝายหลวง อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์ 53130
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวังพิกุลวิทยศึกษา
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูชำนาญการ
ประสบการณ์การทำงาน	7 ปี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาการศึกษาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา (แขนงวิชาฟิสิกส์) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร