การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

กมลทิพย์ ธูปคำ

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชานวัตกรรมทางการวัดผลการเรียนรู้
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

กมลทิพย์ ธูปคำ

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชานวัตกรรมทางการวัดผลการเรียนรู้
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ"

ของ กมลทิพย์ ธูปคำ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมทางการวัดผลการเรียนรู้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

ชื่อเรื่อง การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

ผู้วิจัย กมลทิพย์ ธูปคำ

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์

ประเภทสารนิพนธ์ การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. นวัตกรรมทางการวัดผลการเรียนรู้, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565

คำสำคัญ แบบสอบวินิจฉัย, ลำดับและอนุกรม, วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรมโดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ และตรวจสอบคุณภาพ ด้านความตรงตามเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าการเดา ค่าความเที่ยง และ 2) เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จำนวน 330 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย วิเคราะห์เนื้อหา และคำนวณคะแนนเชิงวินิจฉัยโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเบย์

ผลการวิจัย พบว่า 1) การสร้างแบบสอบวินิจฉัยด้วยวิธีลำดับขั้นได้จำนวน 6 คุณลักษณะ มีจำนวน 15 ข้อ คุณภาพแบบสอบวินิจฉัยมีค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) ระหว่าง -0.39 – 2.05 ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a) ระหว่าง 1.18 – 2.48 ค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดา (c) ระหว่าง 0.02 – 0.29 ค่าความตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.80 - 1.00 ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.79 2) ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องพบว่า นักเรียนมีความรอบรู้อย่างชัดเจนในคุณลักษณะที่ 1 (A1) คือ ด้านความเข้าใจในการอ่านโจทย์และวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และนักเรียนที่ขาดความรอบรู้ในคุณลักษณะที่ 6 (A6) คือ ด้านการแก้โจทย์ปัญหาอนุกรมเรขาคณิต

Title A DIAGNOSTIC TEST CONSTRUCTION OF PROBLEM SOLVING IN MATHEMATICS SEQUENCE AND SERIES THROUGH THE ATTRIBUTE HIERARCHY METHOD

Author Kamonthip Thupkham

Advisor Assistant Professor Namthip Ongrardwanich, Ph.D.

Academic Paper M.Ed. Independent Study in Innovation of Learning Measurement - (Plan B) (Teacher), Naresuan University, 2022

Keywords Diagnostic test, Sequence and series, The attribute hierarchy method

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) create a diagnostic test construction of problem solving in mathematics sequence and series through the attribute hierarchy method to verify the quality of the test in terms of accuracy, item difficulty, item discrimination, item guess, and validity to analyze the strengths and 2) weaknesses of Mattayom 5 students with regards to problem solving in Mathematics sequence and series through the Attribute Hierarchy Method. The total number of respondents were 330 Mattayom 5 students using the Multi-stage Random Sampling. The statistic instrument used to collect the data is a diagnostic test construction of problem solving in mathematics sequence and series through the Attribute Hierarchy Method, which were analyzed with descriptive statistics and content analysis. The diagnostic score calculation was conducted based on applied Bayes' Theorem.

The research had shown that: 1) the construction of diagnostic test through the Attribute Hierarchy Method consisting 6 units of 15 item test, has its level of difficulty (b) at -0.39 – 2.05, item discrimination (a) of 1.18 – 2.48, guess probability parameter (c) of 0.02 – 0.29, and the content validity is 0.80-1.00 with reliability of 0.79 2) The majority of defect found that students have wisdom

explicitly in attribute of problem reading comprehension is the first attribute (A1) and students are short of wisdom mostly in attribute of calculating acceleration of series is the sixth attribute (A6).

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำปรึกษาตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนการค้นคว้าอิสระเสร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งให้ความเมตตาต่อศิษย์เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สาขาวิจัยและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิมา นาคาพงศ์ อัศวรักษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สาขาวิจัยและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร รองศาสตราจารย์ ดร.กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สาขาวิจัยและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สาขาวิจัยและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติ เกตุคำ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์ และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากร และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจ่านกร้อง โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษา โรงเรียนบางกระทุ่มพิทยาคม โรงเรียนวังพิกุลวิทยศึกษา โรงเรียนเนินมะปรางศึกษาวิทยา โรงเรียนนครไทย โรงเรียนชาติตระการวิทยา โรงเรียนพรหมพิรามวิทยา และโรงเรียนวัดโบสถ์ศึกษา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูล

ขอขอบพระคุณโรงเรียนผดุงราษฎร์ จังหวัดพิษณุโลกเป็นอย่างสูง ที่ให้โอกาสในการพัฒนาตนเองด้านวิชาชีพ รวมถึงการสนับสนุนทุนการศึกษาตลอดจนจบหลักสูตร

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของผู้วิจัยและกัลยาณมิตรที่ดีที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน อย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดามารดา บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ที่ให้การสนับสนุน อบรมสั่งสอน เป็นกำลังใจและแรง

บันดาลใจ ชี้แนะแนวทางในการศึกษามาโดยตลอด จึงขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนของประเทศและผู้ที่สนใจ

กมลทิพย์ ธูปคำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

ประกาศคุณูปการ ..... ฉ

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาของปัญหา 1

จุดมุ่งหมายของการศึกษา 3

ขอบเขตของงานวิจัย 4

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 4

เนื้อหา 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 4

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

ตอนที่ 1 หลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) 6

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์ 6

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ 7

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ 8
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 8
คุณภาพผู้เรียน 9
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัย 12
2.1 ความหมายของการวินิจฉัย 12
2.2 ประเภทของการวินิจฉัย 13
2.3 ความหมายของแบบสอบวินิจฉัย 14
2.4 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย 15
2.5 เทคนิคการสร้างแบบสอบวินิจฉัย 19
2.6 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย 23
ตอนที่ 3 โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ (Attribute Hierarchy Model: AHM) 24
3.1 ลักษณะที่สำคัญของโมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ 25
3.2 ขั้นตอนการนำโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะไปใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบและการวินิจฉัย 27
ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา 32
ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 32
ขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์ 33
ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัย 39
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิด 42
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 43
ตอนที่ 1 ศึกษารูปแบบข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 43

กลุ่มตัวอย่าง 43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 44
การวิเคราะห์ข้อมูล 44
ตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ 44
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 46
การเก็บรวบรวมข้อมูล 46
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 47
การวิเคราะห์ข้อมูล 47
ขั้นตอนที่ 3 วินิจฉัยจุดเด่นและจุดด้อยสำหรับการใช้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .48
การวิเคราะห์ข้อมูล 48
บทที่ 4 ผลการวิจัย 50
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 51
1.1 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ 51
1.2 ผลการศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา....52
คณิตศาสตร์ 52
ตอนที่ 2 ผลการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ 52
ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ 52

2.1 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ 53
2.1.1 การกำหนดเนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัย 53
2.1.2 การกำหนดคุณลักษณะ.....53
2.1.3 ผลการกำหนดเมทริกซ์เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย 55
2.1.3.1 การกำหนด Binary adjacency matrix (A).....55
2.1.3.2 การกำหนด Reachability matrix (R).....55
2.1.3.3 การกำหนด Incidence matrix (Q).....55
2.1.3.4 การกำหนด Reduced Q Matrix (Qr).....56
2.1.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของ Q-Matrix.....58
2.1.5 ผลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยตาม Q Matrix 58
2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ 59
2.2.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity).....59
2.2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพระยะทดลองใช้เครื่องมือ.....67
2.2.2.1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ 67
2.2.2.2 ค่าความเที่ยงตรงแบบสอดคล้องภายในด้วยวิธีของฮอยท์ (Hoyt).....68
2.2.2.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในระยะใช้จริง.....68
ตอนที่ 3 วินิจฉัยจุดเด่นและจุดด้อยสำหรับการใช้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 70
บทที่ 5 บทสรุป.....74

สรุปผลการวิจัย.....75
อภิปรายผล.....77
ข้อเสนอแนะ.....80
บรรณานุกรม.....81
ภาคผนวก.....86
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย.....87
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ.....89
ประวัติผู้วิจัย.....101

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 เมทริกซ์การตอบข้อสอบที่คาดหวัง คะแนนรวม และคุณลักษณะของผู้สอบ สำหรับผู้สอบจำนวน 15 คน จากพื้นฐานโครงสร้างของลำดับขั้นในแผนภาพ C 30

ตาราง 2 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง.....46

ตาราง 3 ผลการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....51

ตาราง 4 หน่วยการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่บกพร่องมากที่สุด 52

ตาราง 5 คุณลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยตาม Reduced Q Matrix (Q_r).....56

ตาราง 6 กำหนดแผนผังการสร้างข้อสอบ (Table of specification).....59

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ.....60

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) 67

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพขอข้อสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่.....69

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....71

ตาราง 11 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความรอบรู้ในแต่ละคุณลักษณะ.....72

ตาราง 12 โครงสร้างของข้อสอบตามคุณลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย 97

ตาราง 13 เฉลยคำตอบของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ..... 100

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1โครงสร้างของลำดับขั้น.....26

ภาพ 2 โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม 54

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐาน ในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้า อย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การทดสอบระดับชาติ(O-net)ได้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของจังหวัดพิษณุโลก พบว่าในระหว่างปีการศึกษา 2559 – 2563 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 26.53, 33.49, 27.65, 28.53, และ 21.53 ตามลำดับ นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่า 50 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งปัญหาอาจเกิดจากการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และจากที่ได้ศึกษาข้อสอบ O-NET พบว่า ลักษณะของข้อสอบมีทั้งโจทย์ที่เป็นข้อความทางสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ และเป็นข้อความบรรยาย ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความสามารถด้านการอ่านและการตีความของคำในประโยคให้ออกมาในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์มาใช้ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ ดังนั้นจากผลการประเมินระดับชาติและรูปแบบของข้อสอบจะบ่งชี้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในการนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์(สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564)

จากผลการทดสอบระดับชาติ(O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อาจในด้านเนื้อหาความรู้ด้านทักษะกระบวนการ หรืออาจมีมโนทัศน์หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิชคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ถ้าในทางการแพทย์อาจเรียกได้ว่านักเรียนมีอาการ

ป่วยในวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับในเบื้องต้นของการรักษาจะต้องมีการวินิจฉัยถึงสาเหตุของอาการป่วยเหล่านั้นเพื่อนำไปสู่วิธีการรักษาที่ถูกต้อง โดยการวินิจฉัยนั้นเป็นการประเมินระหว่างเรียน (formative assesment) เพื่อพัฒนาแก้ไขหรือปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน (ปรารถนา พลอภิชาติ, 2556) โดยข้อมูลที่ได้จากการวินิจฉัยจะเป็นแนวทางให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับนักเรียนหรือจัดสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนเรื่องนั้น เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวินิจฉัยจึงเป็นกระบวนการสำคัญในการเชื่อมโยงและสร้างความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบหลักของการจัดการศึกษา ทั้งการบริหารจัดการการเรียนรู้และการวินิจฉัยจากการวัดและการประเมินผลการศึกษา (ทิพย์ ขำอยู่ & เสรี ชัดแช้ม, 2015)จึงได้มีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นจุดบกพร่องที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆของนักเรียนเป็นรายบุคคล พร้อมทั้งสามารถระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น เพื่อในไปสู่กระบวนการสอนซ่อมเสริม และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งการวัดผลเพื่อวินิจฉัย มีความสำคัญยิ่งในการเรียนการสอน เพราะ จะช่วยให้นักเรียนมีความเจริญงอกงามบรรลุตามจุดหมายที่วางไว้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินเชิงวินิจฉัย พบว่ามีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยจำนวนมาก ซึ่งใช้รูปแบบแนวคิด ขั้นตอนการสร้างข้อสอบเนื้อหาสาระที่มีลักษณะเหมือนกัน มีข้อสอบจำนวนมาก ขั้นตอนของการเรียงลำดับของเนื้อหาไม่ชัดเจน อาจจะทำให้ผลการวินิจฉัยคลาดเคลื่อน แต่ปัจจุบันนี้นักการศึกษาได้ให้สนใจ ในการนำแนวคิดทฤษฎีพุทธิปัญญา (Cognitive theory) มาใช้ในการวินิจฉัยอย่างกว้างขวาง ความเกี่ยวข้องระหว่างแนวคิดทฤษฎีทางพุทธิปัญญา โดยเฉพาะจิตวิทยาด้านพุทธิปัญญา และการวัดทางจิตมิติแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน ซึ่งแนวคิดดังกล่าวเป็นที่ยอมรับจากนักวิจัยจำนวนมาก เนื่องจากแบบทดสอบมีพื้นฐานมาจากการแก้ปัญหาทางพุทธิปัญญา (Cognitive problem solve task) จึงเริ่มมีการนำวิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ(Attribute Hierarchy Method: AHM)และโมเดลข้อสอบ (Item model) มาใช้ในการสร้างแบบสอบและข้อสอบ เช่น ตัวอย่างงานวิจัยที่หนึ่ง การพัฒนาคู่มือการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมโดยใช้โมเดลข้อสอบและวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะของ (ปรารถนา พลอภิชาติ, 2556)ได้นำเสนอการสร้างแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ (Attribute hierarchy method) และโมเดลข้อสอบ (Item model) ซึ่งเป็นการแก้ข้อจำกัดด้านการนำคุณลักษณะหรือความรู้ที่ใช้แก้ปัญหามาสร้างเป็นโมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ ซึ่งเป็นการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแนวใหม่ที่มีจำนวนข้อสอบน้อย แต่สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกสาระ โดยกำหนดขั้นตอนหลัก6 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่หนึ่ง กำหนดและเรียงลำดับคุณลักษณะ ขั้นตอนที่สองสร้างโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะ (Attribute hierarchy mode) ขั้นตอนที่สามสร้างเมทริกซ์กำหนดคุณลักษณะของข้อสอบ (Q - matrix) ขั้นตอนที่สี่สร้างแบบสอบตาม Q - matrix ขั้นตอนที่ห้าคำนวณคะแนนเชิงวินิจฉัยเป็นรายคุณลักษณะ และขั้นตอนที่หกสร้างแบบสอบวินิจฉัยโดยประยุกต์ใช้โมเดลข้อสอบ ตัวอย่างงานวิจัยที่สอง การพัฒนาวิธีวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษโดยใช้โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ: การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ของ (ทิพย์ ขำอยู่ & เสรี ชัดแช้ม, 2015) ได้นำเสนอ การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษ การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น4 ระยะ ได้แก่ 1) การพัฒนาชุดของข้อสอบแบบทดสอบแบบเขียนตอบบนกระดาษคำตอบ และคลังข้อสอบ 2) การพัฒนาชุดของข้อสอบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประเมินเชิงวินิจฉัย 3) การประเมินเชิงวินิจฉัยสถานะความรู้และแบบการคิดที่ผิดในการบวกลบเศษส่วน และ 4) การศึกษาคุณภาพและความคิดเห็นที่มีต่อวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นผลการวิจัยพบว่าวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแนวคิดทฤษฎีทางพุทธิปัญญาและทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ในการประเมินเชิงวินิจฉัยทางการศึกษาได้อย่างมีคุณภาพ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัย ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงกระบวนการวัดและประเมินผลทางการศึกษาที่ควรได้สารสนเทศทางการวัดและการประเมินสำหรับพัฒนาทักษะการเรียนรู้ให้ตรงกับปัญหาของผู้เรียนรายบุคคลมากกว่าการมองเป็นภาพรวม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการสร้างแบบสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาเรื่องลำดับและอนุกรม เนื่องจากในการแก้โจทย์ปัญหาต้องมีลำดับกระบวนการคิดแบบเป็นลำดับขั้นตอน จึงจะได้คำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ เพื่อวินิจฉัยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ว่าผู้เรียนมีจุดเด่นจุดด้อยในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาขั้นใด

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดพิษณุโลก มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 9 อำเภอ ทั้งหมด 39 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 4,955 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดพิษณุโลก ที่ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage random) ดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มตัวแทนของแต่ละอำเภอจากทั้งหมด 39 โรงเรียน จะได้จำนวน 9 อำเภอ

ขั้นที่ 2 สุ่มตัวแทนโรงเรียน 1 โรงเรียน จากแต่ละอำเภอ จะได้ 9 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนเป็นตัวแทนโรงเรียน 1 ห้องเรียน จาก 1 โรงเรียน จะได้รวมทั้งสิ้นเป็น 330 คน

เนื้อหา

1. เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีดังนี้ 1.) ลำดับเลขคณิต 2.) ลำดับเรขาคณิต 3.) อนุกรมเลขคณิต และ 4.) อนุกรมเรขาคณิต ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง)(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2. การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์** หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ ที่ต้องการคำตอบมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่ต้องค้นหาความจริง โดยต้องใช้ทักษะ ความรู้ ประสบการณ์ในการคิดหาคำตอบ และการตัดสินใจที่จะแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และตามขั้นตอนด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์

2.**แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์** หมายถึง แบบสอบที่สร้างตามวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ เพื่อใช้ระบุข้อบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. **คุณลักษณะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์** หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์ ทักษะ ความสามารถหรือวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ การหาลำดับเลขคณิต การหาอนุกรมเลขคณิต การหาลำดับเรขาคณิต และการหาอนุกรมเรขาคณิต

4.**ลำดับขั้นของคุณลักษณะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์** หมายถึง การกำหนดลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นลำดับขั้นก่อนและหลังของคุณลักษณะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการทำวิจัยครั้งนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1. ได้แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนำไปใช้ในการวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยพัฒนานักเรียนได้ตรงจุด

2. เพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ ในวิชาคณิตศาสตร์เนื้อหาอื่น ๆ สำหรับครูผู้สอนต่อไป

3. ได้ผลวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาที่สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่อง จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียน เพื่อให้เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอน นำไปพัฒนานักเรียนได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าการเดาและค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน 2) เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยโดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ และการวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยนำเสนอเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัย

ตอนที่ 3 โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัย

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิด

ตอนที่ 1 หลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๐

ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ

แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง (พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็นจำนวนและพีชคณิตเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพืชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆการวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิตการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูลการคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค ๑.๒ เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค ๑.๓ ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ ๒ การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๑ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค ๒.๒ เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ ๓ สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค ๓.๑ เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค ๓.๒ เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

๑. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

๒. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง

๓. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

๔. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

๕. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้ถูกต้อง ชัดเจน

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓

- อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ และ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- มีความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่ไม่เกิน ๑ มีทักษะการบวก การลบ เศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- คาดคะเนและวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เลือกใช้เครื่องมือและ หน่วยที่เหมาะสม บอกเวลา บอกจำนวนเงิน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

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

- อ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ ตารางทางเดียวและนำไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖

- อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่งอัตราส่วนและร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของ รูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแห่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแห่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทางและกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติ ของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้น สองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลัง สองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

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

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติและ ใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุก ประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจ นี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

-มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความ เข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

- มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปล ความหมายข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่องและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการ แก้ปัญหาในชีวิตจริง

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

- เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร และ สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

- เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการ แก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

- นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการ แก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

- เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปล ความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

สาระที่ ๑ จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.5	๑. เข้าใจความหมายและใช้สมบัติเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน และการไม่เท่ากันของจำนวนจริงในรูปกรณฑ์และจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	**เลขยกกำลัง** -รากที่ n ของจำนวนจริง เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า ๑ -เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

มาตรฐาน ค ๑.๒ เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.5	๑. ใช้ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชันอธิบายสถานการณ์ที่กำหนด	**ฟังก์ชัน** -ฟังก์ชันและกราฟของฟังก์ชัน (ฟังก์ชันเชิงเส้น ฟังก์ชันกำลังสอง ฟังก์ชันขั้นบันได ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล)
	๒. เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้	**ลำดับและอนุกรม** -ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต -อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๑.๓ ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.5	๑. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินในการแก้ปัญหา	**ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน** -ดอกเบี้ย -ค่ารายงวด -มูลค่าของเงิน

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัย

2.1 ความหมายของการวินิจฉัย

การวินิจฉัย หมายถึง การไตร่ตรอง การใคร่ครวญหรือการตัดสินชี้ขาด(ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) การวินิจฉัยในการศึกษามีการนิยามความหมายที่แตกต่างกันหลายความหมาย ขึ้นอยู่กับมุมมองที่แตกต่างกันของผู้นิยาม แต่นิยามส่วนใหญ่ของการวินิจฉัยทางการศึกษา เช่น การนิยามทาง

คลินิกให้คำนิยามการวินิจฉัยจากการตรวจร่างกายว่าเป็นการประเมินผลที่เอาสารสนเทศที่ได้ไปใช้เพื่อกำหนดโอกาสจากเงื่อนไขที่เป็นไปได้สูงสุดในแต่ละประเด็นที่(Ketterlin-Geller & Yovanoff, 2009) แต่ในทางตรงข้ามกันนั้นการวินิจฉัยในทางการเรียนการสอนให้คำนิยามว่า การวินิจฉัยเป็นการประเมินผลที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกี่ยวกับความรอบรู้ในเรื่องความรู้และทักษะในขอบเขตที่กำหนดไว้หรือนักเรียนเข้าใจผิดเกี่ยวกับเนื้อหาหรือแนวคิดที่ครูสอน และครูสามารถใช้สารสนเทศนี้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน โดยการระบุสิ่งที่นักเรียนรอบรู้และไม่รอบรู้ ซึ่งจะส่งผลให้ครูต้องทำแผนการสอนที่ต่างกัน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน (Ketterlin-Geller & Yovanoff, 2009) ความหมายของการวินิจฉัยที่ให้โดยนักการศึกษา สรุปได้ดังนี้

(Cohen et al., 1990)ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการกระทำหรือกระบวนการในการจำแนกหรือกำหนดความผิดปกติ โดยการตรวจพิจารณาหรือการทดสอบ

(Hopkins, 1990)ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการจำแนกสภาวะที่ไม่ดีหรือไม่เป็นไปตามที่ต้องการในลำดับการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

(Gregory et al., 1992) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการกำหนดลักษณะที่เป็นอยู่หรือแหล่งของพฤติกรรมที่ไม่ปกติเพื่อจำแนกแบบแผนของพฤติกรรมตามระบบการวินิจฉัยที่ได้รับการยอมรับ

(Gipp et al., 1995)ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการระบุปัญหาเฉพาะที่มีต่อความคิดหรือทักษะของนักเรียนแต่ละบุคคล

(Hornby, 2005)ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการค้นหาหรือการพิสูจน์เพื่อหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดสภาพที่ไม่ดีหรือสภาพที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าการวินิจฉัย หมายถึง กระบวนการในการจำแนกหรือระบุปัญหาเฉพาะที่มีต่อกระบวนความคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยพิจารณาจากแบบทดสอบ

2.2 ประเภทของการวินิจฉัย

(Underhill, 1972)ได้จำแนก ประเภทของการวินิจฉัยตามระดับความละเอียดในการวินิจฉัยเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การวินิจฉัยแบบทั่วไป (General diagnosis)

การวินิจฉัยแบบทั่วไปเป็นการวินิจฉัยระดับทั่วไป (General level) ขั้นการสำรวจเพื่อทราบระดับความสามารถทั่ว ๆ ไป ของนักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นและแบบทคสอบมาตรฐานอาจใช้การวินิจฉัย

โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติ (Norm) ซึ่งจะทำให้ทราบข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนอย่างกว้าง ๆ

2. การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ (Analytical diagnosis)

การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์เป็นการวินิจฉัยระดับเฉพาะ (Specific level) โดยการเก็บรวบรวม ข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนเพื่อทราบข้อบกพร่องของนักเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่มีเนื้อหาเฉพาะเจาะจงในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์มักดำเนินการภายหลังจากการวินิจฉัยแบบทั่วไปเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดที่ลึกซึ้งมากขึ้น

3. การวินิจฉัยแบบคลินิก (Clinical diagnostic)

การวินิจฉัยแบบคลินิกเป็นการวินิจฉัยระดับละเอียดลึกซึ้ง (Intensive level) เพื่อให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่พบในตัวผู้เรียนซึ่งอาจมีความซับซ้อน ดังนั้น การใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเดียวจึงไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งประกอบกัน เช่น การใช้ข้อมูลจากแบบทดสอบ ประกอบการสัมภาษณ์ การสังเกต การศึกษาสภาพครอบครัว เป็นต้น

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยในงานวิจัยนี้ เป็นการวินิจฉัยแบบวิเคราะห์(Analytical diagnosis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนเพื่อทราบข้อบกพร่องในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเฉพาะเจาะจงในเรื่องนั้น ๆ

2.3 ความหมายของแบสอบวินิจฉัย

(ศิริเดช สุชีวะ, 2550)ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อกันหาข้อบกพร่องจุดอ่อน หรือจุดด้อยของผู้เรียนทั้งในทางวิชาการและทางด้านจิตใจว่าผู้เรียนมีความสามารถในเรื่องใด และผู้เรียนมีผลการเรียนที่ไม่ดี เนื่องมาจากสาเหตุใด แบบทดสอบวินิจฉัยนี้เป็นประโยชน์ทางวิชาการและสามารถตรวจสอบความผิดปกติทางด้านร่างกายและจิตใจได้ด้วย

(บุญชม ศรีสะอาด, 2553)ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อให้เห็นข้อบกพร่องที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรคในการเรียนของนักเรียนแต่ละคน เพื่อจะหาทางแก้ไขได้ อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุสรรคในการเรียนหรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น

(ปรารถนา พลอภิชาติ, 2556)การระบุข้อบกพร่องของพฤติกรรม ความคิดหรือสิ่งที่ผิดปกติในตัวบุคคลด้วยวิธีการทดสอบที่เหมาะสม เพื่อแก้ไขหรือปรับปรุงพฤติกรรมที่ผิดปกตินั้น

(วิสารัตน์ วงศ์ภูรี, 2556)กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อยให้ครูได้ใช้เป็นสารสนเทศในการปรับปรับการเรียนการสอน นำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องได้อย่างตรงประเด็น และมีประสิทธิภาพ

(ปิยะธิดา ปัญญา, 2558)ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วินิจฉัยหาจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียน โดยทั่วไปจะใช้เพื่อหาข้อบกพร่องในด้านทักษะหรือความสามารถ เช่น แบบทสอบที่ใช้สำหรับระบุหาปัญหาในการเรียนส่วนใหญ่แล้วแบบทดสอบวินิจฉัยจะออกแบบมาเพื่อให้สามารถวัดคุณลักษณะนั้น ๆ ได้อย่างลึกซึ้งจนสามารถระบุหาสาเหตุของปัญหาได้ ถ้านำแบบทดสอบวินิจฉัยมาใช้สำรวจความบกพร่องของนักเรียนก่อนที่จะจัดการเรียนการสอนเพื่อตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนก่อนเรียน แบบทดสอบนี้ก็เป็นแบบทดสอบสำหรับวินิจฉัยก่อนเรียน

(ประกาย เครือเนตร, 2558)กล่าวว่า สรุปแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งผลจากแบบทดสอบทำให้ครูทราบว่า นักเรียนคนใดมีจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องใด แล้วสามารถนำสาเหตุหรือจุดบกพร่องนั้น ๆ ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขและจัดวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

(กมลรัตน์ นักพรรษา, 2559) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อน และสาเหตุของความบกพร่องของทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญของนักเรียนเป็นรายบุคคล ช่วยให้ครูสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของตนเองได้อย่างเหมาะสมและซ่อมเสริมนักเรียนได้ตรงกับข้อบกพร่องซึ่งเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องได้ตรงจุด

(สุชานาฎ คำพินันท์, 2559)กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นในการคันหาจุดบกพร้องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน ในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาสรุปได้ว่า แบบสอบวินิจฉัย หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนในแต่ละคน เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาปรับปรุง และพัฒนา

2.4 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย ไว้ ดังนี้

บลูม,(Bloom, 1971) อ้างถึงใน (สุพรรณี ภิรมยภักดี, 2541)กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า

1. เป็นแบบทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐาน เพื่อหาระดับความรอบรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นประ โยชน์ต่อครูในด้านปรับปรุงวิธีสอนและเพื่อหาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน เพื่อทำการสอนซ่อมเสริมในจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันของนักเรียนจำนวนมาก

2. ใช้เมื่อนักเรียนได้เรียนบทเรียนแต่ละบทเสร็จสิ้นลงแล้ว

3. ใช้ประเมินผลได้ทั้งพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain)ด้านจิตพิสัย (Affective domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain)

4. แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบจำนวนมาก ๆ และเป็นข้อสอบที่ ง่ายโดยแต่ละข้อมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป

5. การประเมินผลคะแนนจากแบบทดสอบอาจใช้ทั้งแบบอิงกลุ่มและแบบอิงเกณฑ์

6. วิธีการรายงานคะแนนจะอยู่ในรูปเส้นภาพ (Profile) ของคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

(Hornby, 2005)อ้างถึงใน (สมุาลี โชคสมุทร, 2535)ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยต้องมีความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เป็นสำคัญ

2. เกณฑ์โดยปกติไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย

3. แบบทดสอบวินิจฉัยต้องประกอบด้วยกลุ่มของข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ แล้วรวบรวมข้อสอบของนักเรียนที่เป็นปัญหาไว้ เพื่อกันหาจุดบกพร่องต่อไป

4. แบบทดสอบวินิจฉัยใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้กับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey test)

(วิสารัตน์ วงศ์ภูรี, 2556)ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องว่า เป็นแบบทสอบที่มีจำนวนข้อมาก ๆ ในแต่ละเนื้อหาวิชาที่มีการทดสอบวัตถุประสงค์ของการทดสอบเพื่อค้นหาสาเหตุของความยาก และปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนจึงพิจารณาเฉพาะคำตอบของข้อสอบแต่ละข้อหรือกลุ่มของข้อสอบส่วนคะแนนรวมมีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบประเภทนี้จึงไม่สนใจคะแนนรวมส่งผลให้การเรียนได้สำเร็จ

(กฤชรัตน์ วิทยาเวช, 2551)ได้ทำการศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยแล้วสรุปลักษณะที่สำคัญ 8 ประการ ดังนี้

1. เป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับกันหาข้อบกพร่อง และสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่องๆ ไป

2. ต้องครอบคลุมเนื้อหาโดยเน้นจุดประสงค์ที่สำคัญตามหลักสูตร

3. แบ่งออกเป็นแบบสอบย่อย หรือแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ตอน ตามลำดับขั้นการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

4. ข้อสอบจำนวนมากที่ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด เรียงตามลำดับขั้นของจุดประสงค์

5. ข้อสอบแต่ละข้อต้องตอบสนองสภาพการณ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด สามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิดของนักเรียนอย่างเพียงพอที่จะค้นคว้า วิเคราะห์อุปสรรคและความเข้าใจผิดในการเรียน

6. เป็นแบบสอบที่ไม่กำหนดเวลา ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติแต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่เหมาะสม เพื่อจะได้นำคะแนนจากการสอบมาเปรียบเทียบเกณฑ์ขั้นต่ำและตัดสินใจว่านักเรียนมีความบกพร่องทางด้านใด

7. มุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ หรือกลุ่มข้อสอบในแต่ละด้าน

8. ต้องวัดได้ทั้งข้อบกพร่องทางการเรียนที่ผ่านมา และวัดความก้าวหน้าทางการเรียนพร้อมกับค้นหาสาเหตุนั้น

(สุดารัตน์ มนต์นิมิตร, 2545)ได้สรุปลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. เป็นแบบสอบที่ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน

2. การสอบวินิจฉัยไม่ได้คำนึงถึงคะแนนจากการสอบเพียงอย่างเดียว แต่จะพิจารณาถึงรายละเอียดต่าง ๆ จากผลงานนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริม

3. คำถามมักเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย

4. สามารถช่วยให้ครูผู้สอนวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ว่า ใครมีสมรรถภาพเด่นหรือด้อยในด้านใดบ้าง เพื่อครูจะได้ช่วยแก้ไขปัญหาของนักเรียนได้ตรงจุดยิ่งขึ้น

5. เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่อง หรือจุดอ่อนในการเรียนแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป

6. มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลหาความบกพร่องในแต่ละด้าน

(Gronlund, 1976) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่ามีลักษณะดังนี้

1. ยึดความบกพร่องในการเรียนเป็นกรอบในการวัด

2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะเรื่อง

3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย

4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน

5. สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน

6. นำผลไปใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

(โชติ เพชรชื่น, 2549)ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ

2. แบ่งเป็นส่วน ๆ หรือเป็นฉบับย่อย ๆ การแบ่งเป็นส่วนหรือฉบับย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะความสามารถหรือทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน

3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือในฉบับย่อยมีจำนวนข้อมากพอที่จะวัดความสามารถ หรือทักษะย่อย ได้ด้วยความมั่นใจ

4. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้สำหรับเทียบ เพื่ออธิบายถึงความบกพร่องแต่ละความสามารถและทักษะ

5. เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

6. ตรวจค่าตอบแยกเป็นส่วน ๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของนักเรียนเป็นรายบุคคลจากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน

(กมลรัตน์ นักพรรษา, 2559) ได้สรุป ลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นแบบทดสอบทั้งง่าย และไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)แต่ต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำ (Low criteria) ที่เหมาะสมเพื่อเปรียบเทียบตัดสินว่านักเรียนคนใดมีข้อบกพร่องทางด้านใด

(กัญวลัญช์ จิตรดี, 2559) ได้กล่าวสรุป ลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนดังต่อไปนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็นแบบสอบย่อย ๆ หลายตอน แต่ละตอนวัดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีจุดมุ่งหมายที่จะทดสอบให้ครอบคลุมถึงเนื้อหาที่สำคัญ ๆ ขอบเขตของเนื้อหามี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยที่ยึดระดับชั้นเป็นหลัก เช่น แบบสอบวินิจฉัย เรื่อง การบวกสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับการบวกทำให้วินิจฉัยได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องใด และมีสาเหตุใดเพื่อจะได้ช่วยแก้ไขความบกพร่อง นี้ให้ตรงจุด

2. เนื้อหาของแบบทดสอบครอบคลุมทุกแง่มุมของคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการคิด คำนวณ ความหมายและนามธรรมกระบวนการคิดคำนวณ การคิดในใจ

3. เป็นแบบทดสอบทั้งง่าย และมีจำนวนมากข้อ

4. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงตามเนื้อหา (Content validity) เป็นสำคัญ

5. ข้อสอบได้มาจากการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียดและการศึกษาสิ่งที่เด็กมักทำผิดส่งผลให้ข้อสอบแต่ละข้อสามารถสืบค้นหาสาเหตุของการตอบข้อสอบผิดได้

6. ไม่จำกัดเวลาในการสอบ การสอบใช้สอบเมื่อเรียนแต่ละบทเสร็จสิ้นแล้ว

7. ไม่มีการสร้างเกณฑปักติ

8. นำผลไปใช้พิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

จากการศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย สรุปได้ดังต่อไป

1. เป็นแบบสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่อง และสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
2. เป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาโดยเน้นจุดประสงค์ และตัวชี้วัดตามหลักสูตรเป็นสำคัญ
3. แบบสอบวินิจฉัยเป็นข้อสอบที่ไม่กำหนดเวลา
4. เป็นข้อสอบที่มีลักษณะง่าย และมีจำนวนมาก

2.5 เทคนิคการสร้างแบบสอบวินิจฉัย

(บุญชม ศรีสะอาด, 2553) อ้างถึงใน (กิติกานต์ สารมาคม, 2546)กล่าวว่าแบบสอบวินิจฉัยสร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่จะส่งผลให้เรียนได้สำเร็จอาจดำเนินการสร้างแบบสอบวินิจฉัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎี วิธีการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบวินิจฉัยและวิธีการเขียนข้อสอบ
3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. กำหนดจุดประสงค์ องค์ประกอบหรือทักษะย่อย และทดสอบทักษะย่อยเพื่อที่จะวินิจฉัยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการดำเนินรายละเอียด
6. เขียนข้อคำ ถามเพื่อสำรวจเป็นแบบเติมคำ
7. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบ
8. วิเคราะห์ค่าความยากเป็นรายข้อ
9. สร้างแบบสอบวินิจฉัย โดยใช้ผล คัดเลือกปรับปรุงข้อสอบและสร้างตัวลวงจากคำตอบที่ผิด
10. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและกำหนดจุดตัด
11. ทดสอบครั้งที่ 1
12. วิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนก และปรับปรุงข้อสอบ
13. ทดสอบครั้งที่ 2
14. วิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อและทั้งฉบับของแบบทดสอบ
15. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

(โชติ เพชรชื่น, 2549) กล่าวว่า การสร้างแบบทคสอบวินิจฉัย ดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็นจุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชา
2. กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะข้อสอบ

3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านี้ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

4. ทดลองใช้และนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคำถาม

5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

6. สร้างเกณฑ์การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ

7. จัดคู่มือการใช้แบบทดสอบ

(กรมวิชาการ, 2539)ได้กล่าวถึง แนวปฏิบัติในการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดขอบเขตของเนื้อหา และระดับพฤติกรรมอย่างละเอียด

2. สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของวิชา/ รายวิชา

3. สร้างแบบสอบเพื่อสำรวจ (Survey test)

4. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้/ สมรรถภาพ สมรรถภาพย่อย

5. หาแบบผิด หรือข้อบกพร่องที่คิดว่าน่าจะเกิดในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

6. เขียน Script ของข้อสอบหรือลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (Item spccification)

7. เขียนข้อสอบตาม Script หรือ Item specification

8. ตรวจคุณภาพของข้อสอบรายข้อค่าความหมายรายข้อ (IOC) ความลำเอียง (Bias)

9. ทดลองสอบ หาค่าสถิติ ปรับปรุงคุณภาพข้อสอบ

10. จัดฉบับแบบสอบ ทคลองสอบ หาคุณภาพของแบบสอบ

11. เขียนคู่มือการสร้าง และการพัฒนาแบบสอบ คู่มือการใช้แบบสอบและแปลความหมายของคะแนนและคู่มือในการวิจัย

(ประภาพรรณ มั่นสวัสดิ์, 2548)ได้เสนอ เทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยของ มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของเนื้อหาและแบ่งเนื้อหาเป็นฉบับย่อย ๆ

4. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5. สร้างแบบทคสอบเพื่อสำรวจความพร่อง

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

7. นำไปทดลองเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียน

8. นำผลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้ผลที่ได้จากการสำรวจมาสร้างเป็นตัวลวง

9. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

10. ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ

11. นำไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

12. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย

13. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

(สุพรรณี ภิรมย์ภักดี, 2541)ได้เสนอ เทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสอบ

2. วิเคราะห์ทักษะและเนื้อหาออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ

3. เขียนคำถามตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องที่ไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น

5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ใช้คำตอบผิดที่วิเคราะห์แล้วเป็นตัวลวง

6. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และพัฒนาให้มีคุณภาพ

(สุชาติ สิริมีนนันท์, 2542)ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย มีดังนี้

1. ตั้งจุดหมายและวางแผนในการคำเนินการสร้างแบบทดสอบ

2. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน

3. สร้างแบบทดสอบสำรวจ โดยเขียนข้อคำถามตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

4.นำไปสอบและวิเคราะห์คำตอบเพื่อหาสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์

5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้คำตอบที่ผิดที่วิเคราะห์แล้วเป็นตัวลวง

6. นำแบบทดสอบไปใช้และพัฒนาแบบทดสอบเขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ

(วรนุช ชำนาญกิจ, 2559)ได้กล่าวสรุปเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์สาระเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดอย่างละเอียดแล้วกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

2. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยมีจำนวนข้อคำถามที่มากเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

3.ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้

4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสำรวจหาสาเหตุข้อบกพร่องเชิงพฤติกรรม

5.สร้างแบบทดสอบสำรวจโดยเขียนข้อคำถามตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

6.นำไปสอบและวิเคราะห์คำตอบเพื่อหาสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์

7. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้คำตอบที่ผิดที่วิเคราะห์แล้วเป็นตัวลวง

8. นำแบบทดสอบไปใช้และพัฒนาแบบทดสอบเขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ

9. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแบบทดสอบเพื่อกำหนดคะแนนเกณฑ์

10. ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ

11. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบวินิจฉัย

(คมสันต์ เอ็นคะวัน, 2553)ได้กล่าวสรุปถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

2. วิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดแบ่งเนื้อออกเป็นเนื้อหาเรื่องย่อย ๆ และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหานั้น

3. เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. วิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนจากการเลือกตอบแบบทดสอบวินิจฉัย

5. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน การทดสอบเพื่อสร้างตัวลวง ทดสอบเพื่อวิเคราะห์รายข้อจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างของแบบทดสอบวินิจฉัยผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ สาระสำคัญเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างของแบบทดสอบวินิจฉัยผลการสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับ ขั้นตอนการสร้างของแบบทดสอบวินิจฉัยจึงได้สรุปดังต่อ ไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

2. ศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 คู่มือครูและหนังสือแบบเรียน

3. วิเคราะห์เนื้อหา สาระสำคัญและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาค่าความสอดคล้องและสร้างแบบสอบวินิจฉัย

4. นำแบบสอบไปทดลองใช้

5. วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

6. นำแบบสอบไปทดลองใช้จริง

7. วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบรายข้อด้านค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

(ไอลดา มงคลสุข, 2563)ได้กล่าวสรุปถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบวินิจฉัย

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบวินิจฉัย

3. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดขอบเขตของเนื้อหา และวัตถุประสงค์สร้างแบบสอบวินิจฉัยเพื่อหาข้อบกพร่องผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ค่าความตรงเชิงเนื้อหา

6. นำแบบสอบไปทดลองใช้ และวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

7. นำแบบสอบไปทดลองใช้จริง วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบรายข้อด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

จากการศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย สรุปได้ดังต่อไป

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนการสร้างแบบสอบวินิจฉัย

2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3. วิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาค่าความสอดคล้องและสร้างแบบสอบวินิจฉัย

4. ทดลองใช้แบบทดสอบ

5. วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริง

7. วิเคราะคุณภาพแบบทดสอบรายข้อด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก

2.6 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในปัจจุบันนี้ความสำคัญมากเนื่องจากทำให้ทราบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ดังนั้นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องมีคุณภาพและมีประโยชน์เพราะจะนำไปสู่การวัดและประเมินผลที่มีคุณภาพด้วย ผู้วิจัย จึงเห็นว่า นักวิจัยและนักวิชาการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความสนใจและให้ความสำคัญในเรื่อง แบบทดสอบวินิจฉัยมากจึงพอกล่าวสรุปถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยดังต่อไปนี้

(กัญวลัญช์ จิตรดี, 2559) ได้กล่าวสรุปถึง ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นการนำแบบทดสอบวินิจฉัยไปใช้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างมากช่วยให้ครูเตรียมบทเรียนได้ตรงตามความต้องการของนักเรียน ได้ปรับการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน ทำให้ปัญหาที่ ที่เกิดขึ้นน้อยลง รวมทั้งประหยัดเวลาและแรงงานของครูในการวินิจฉัย ทำให้เกิดการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลมากขึ้น รวมไปถึงตัวนักเรียนเองก็ได้รับประโยชน์จากการวินิจฉัยตรงที่ทราบ

ว่าตนเองมีความบกพร่องเรื่องใด ซึ่งเป็นข้อมูลในการพัฒนาตนเอง และเกิดแรงจูงใจในการเรียนทำให้สนใจในการเรียนมากขึ้น

(วรนุช ชำนาญกิจ, 2559)ได้กล่าวสรุปถึง ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังต่อไปนี้

1. ช่วยให้ครูและนักเรียนที่ราบถึงข้อบกพร่องและสาเหตุข้อบกพร่องในการเรียน

2. เป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข กระบวนการสอนของครู

(วิสารัตน์ วงศ์ภูรี, 2556)ได้กล่าวสรุปถึง ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนและครูผู้สอนสามารถทราบจุดบกพร่องในการเรียนในแต่ละสาระการเรียนรู้

2. เป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เกิดจากความบกพร่องของตัวครูผู้สอน

3. ผู้บริหาร ครูผู้สอน และนักเรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการประเมินตนเองในการบริหารจัดการเรียนเพื่อเป็นการพัฒนาตนเอง

(ไอลดา มงคลสุข, 2563) ได้กล่าวสรุปถึง ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับผู้วิจัยจะนำไปใช้ ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยค่อนข้างละเอียด ใช้จำนวนข้อมาก ไม่มีขั้นตอนการระบุเนื้อหาที่ชัดเจน อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการทำข้อสอบได้ อีกทั้งแบบสอบวินิจฉัยเป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาสาเหตุจุดบกพร่องทางการเรียนเป็นรายบุคคลและมีส่วนช่วยครูจะได้ หาแนวทางการซ่อมเสริมต่อไปในอนาคตรวมไปถึงตัวนักเรียนเองก็จะได้รับประโยชน์จากการวินิจฉัยตรงที่ทราบว่าตนเองมีความจุดบกพร่องในเรื่องใด เป็นข้อมูลในการพัฒนาตนเองและเป็นการเตรียมความพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัย พบว่า มีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยจำนวนมาก ซึ่งใช้รูปแบบแนวคิดที่มีลักษณะเหมือนกัน ขั้นตอนการสร้างข้อสอบ เนื้อหาสาระขั้นตอนของการเรียงลำดับของเนื้อหาไม่ชัดเจน มีข้อสอบจำนวนมาก ซึ่งอาจทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และอาจทำให้เกิดการเดาข้อสอบ ผลการวินิจฉัยของนักเรียนที่ได้อาจเกิดความผิดพลาดและไม่สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนได้ จึงนำไปสู่การพัฒนาการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบใหม่ ที่ยึดโมเดลทางปัญญาเป็นสำคัญ (Cognitive model) ซึ่งสามารถลดจำนวนของข้อสอบ มีขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัย และลำดับเนื้อหาที่ชัดเจน ทำให้วินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนได้ตรงจุดและสามารถนำผลการวินิจฉัยไปปรับปรุงการเรียนการสอนได้

ตอนที่ 3 โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ (Attribute Hierarchy Model: AHM)

เป็นโมเดลตอบสนองข้อสอบทางพุทธิปัญญา (Cognitive Item Response Theory Model) พัฒนาขึ้นโดย Leighton,Gierl and Hunka ในปี ค.ศ. 2000 ในชื่อโมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะสำหรับการประเมินทางพุทธิปัญญา (The Attribute Hierarchy Model for Cognitive

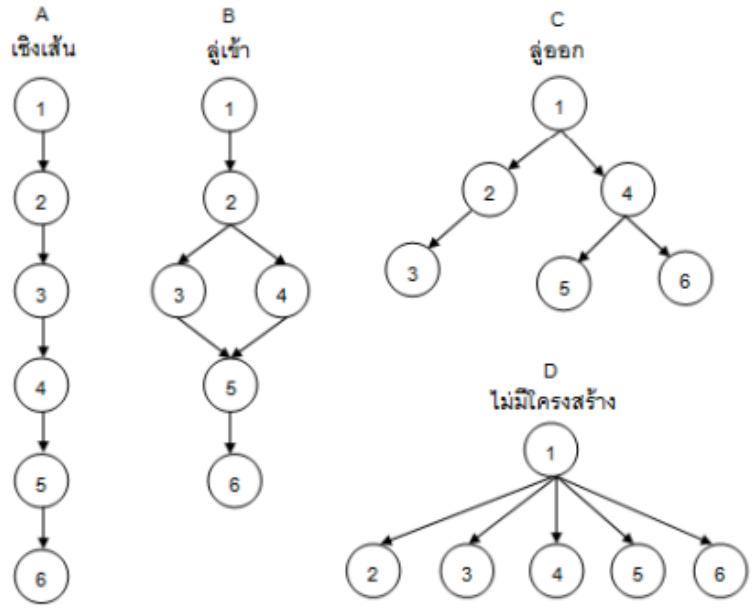
Assessment) และได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวัดผลทางการศึกษา โดยใช้ชื่อ โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ สำหรับการประเมินทางพุทธิปัญญากรณีศึกษาความผันแปร โดยวิธีรูลสเปซของทาสชูโอกะ โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ(Attribute Hierarchy Model: AHM) เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของ Rule - Space modelเพื่อให้การประเมินเชิงวินิจฉัยมีความชัดเจนเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และการพัฒนามากโดยการกำหนดจำนวนข้อสอบ ลักษณะข้อสอบ และแบบแผนการตอบข้อสอบให้ถูกต้อง เรียกว่า คุณลักษณะ (Attribute) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางพุทธิปัญญา (Cognitive theory) กับการวัดทางจิตมิติ (Psychometric practice) (Gierl et al., 2000)& โมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะมีลักษณะที่สำคัญและมีขั้นตอนในการนำไปใช้ ในการพัฒนาแบบสอบและการประเมินเชิงวินิจฉัย ดังนี้

3.1 ลักษณะที่สำคัญของโมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ

1. การให้คำจำกัดความและการจำแนกคุณลักษณะ

(Gierl et al., 2000)กล่าวว่า คุณลักษณะเป็นการบรรยายวิธีการหรือการอธิบายความรู้ที่ต้องใช้ในการทำงานที่มีขอบเขตเฉพาะ แม้ว่าคุณลักษณะจะ ไม่ใช้ยุทธวิธีแต่คุณลักษณะก็ช่วยสร้างยุทธวิธียิ่งไปกว่านั้นชุดของคุณลักษณะจะถูกจัดเข้าสู่ยุทธวิธีเพื่อสนับสนุน บทบาทในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นทันทีทันใดโดยไม่จำเป็นต้องเป็นกลุ่มยุทธวิธีคุณลักษณะเป็นเอกลักษณ์ที่มีลักษณะเป็นพลวัต (Dynamic) ชุดคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถในเวลา หนึ่งอาจจะไม่เหมือนชุดคุณลักษณะของที่มีความสามารถในอีกเวลาหนึ่ง ทั้งนี้อาจเกิดจากพัฒนาการ และ/ หรือขึ้นอยู่กับการเรียนการสอน ซึ่งหมายถึง ความก้าวหน้าของนักเรียนจากเวลาหนึ่งไปอีกเวลา หนึ่งเกิดจากการมีพัฒนาการและ/ หรือองค์ประกอบด้านการเรียนการสอน คุณลักษณะสำหรับ แบบทดสอบสามารถจำแนกได้โดยวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญการ วิเคราะห์งาน (Task analysis) การเขียนตอบของนักเรียนโดยควรตรวจสอบความตรงของการจำแนก คุณลักษณะทั้งจากผู้สอบและข้อสอบเปรียบเทียบกับกลุ่มประชากรเป้าหมาย

2. การกำหนดลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นลำดับขั้นของคุณลักษณะการกำหนดคุณลักษณะโดยอาจพิจารณาเชิงประจักษ์ จากการให้คำจำกัดความที่ชัดเจนหรือจากการวิเคราะห์เอกสารหรือจากทฤษฎีทางจิตวิทยาพัฒนาการ ยังต้องมีการจำแนกคุณลักษณะได้อย่างถูกต้อง เช่น จากขั้นพัฒนาการของเพียร์เจย์ เป็นต้น สำหรับโครงสร้างของลำดับขั้น Leighton, Gierl and Hunka (2004) ได้กำหนดโครงสร้างของลำดับขั้นอย่างง่ายที่ใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบไว้ 4 รูปแบบ ดังนี้



ภาพ 1โครงสร้างของลำดับขั้น

2.1 ลำดับขั้นเชิงเส้น (Linear hierarchy)

ลำดับขั้นเชิงเส้น (Linear hierarchy) มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงที่มีจุดสิ้นสุดจุดเดียว ดังโมเดล A แสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะที่ 1 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 2 คุณลักษณะที่ 2 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 3 คุณลักษณะที่ 3 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 4 คุณลักษณะที่ 4 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 5และคุณลักษณะที่ 5 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 6 เป็นต้น

2.2 ลำดับขั้นเชิงลู่เข้า (Hierarchy with a convergent branch)

ลำดับเชิงลู่เข้า (Hierarchy with a convergent branch มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ที่แยกออกเป็น 2 ทาง มีจุดสิ้นสุดที่จุดเดียวกัน ดังโมเดล : แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะที่ 1 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 2 คุณลักษณะที่ 2 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 3 และคุณลักษณะที่ 4 แล้วลู่เข้าคุณลักษณะที่ 5 และคุณลักษณะที่ 5 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 6 เป็นต้น

2.3 ลำดับขั้นเชิงลู่ออก (Hierarchy with a divergent branch)

ลำดับเชิงลู่ออก (Hierarchy with a divergent branch) มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ที่แยกออกเป็น 2 ทาง แต่ไม่มีจุดสิ้นสุดจุดเดียวกัน ดังโมเคล C แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะที่ 1จะต้องมีก่อนคุณลักษณะที่ 2และ คุณลักษณะที่ 2 จะด้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 3 และคุณลักษณะที่ 4 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 5 และคุณลักษณะที่ 6 เป็นต้น

2.4 ลำดับขั้นแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured hierarchy)

ลำดับขั้นแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured hierarchy) มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่มีความสัมพันธ์เดียวจากจุดเริ่มต้นและไม่มีจุดสิ้นสุดเพียงจุดเดียว ดังเช่น โมเดล D ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะที่ 1 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 2 คุณลักษณะที่ 3 คุณลักษณะที่ 4 คุณลักษณะที่ 5 และคุณลักษณะที่ 6 เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสาร พบว่า ลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นลำดับขั้นของคุณลักษณะที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้ คือ ลำดับขั้นเชิงลู่ออก (Hierarchy with a divergent branch) ลักษณะเป็นความสัมพันธ์ที่แยกออกเป็น 2 ทาง แต่ไม่มีจุดสิ้นสุดจุดเดียวกัน

3.2 ขั้นตอนการนำโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะไปใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบและการวินิจฉัย

การนำโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะไปใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบและการวินิจฉัย มีขั้นตอนทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน ดังนี้ (ปรารถนา พลอภิชาติ, 2556)

ขั้นตอนที่ 1 ระบุลักษณะและความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นที่มีลักษณะเฉพาะ

ขั้นตอนนี้ต้องทำความเข้าใจกระบวนการทางพุทธิปัญญาที่จะใช้วัดกลุ่มผู้สอบที่มีลักษณะเฉพาะให้ชัดเจน ให้คำจำกัดความคุณลักษณะอย่างรอบกอบ กำหนดความสัมพันธ์ที่เป็นลำดับขั้นและนำเสนอลำดับขั้น โดยใช้โครงสร้างรูปต้นไม้ (Tree structure) หรืออาจเรียกว่าโครงสร้างเครือข่าย (Network structure) ความสัมพันธ์ที่เป็นลำดับขั้นในข้อสอบแต่ละข้อจะต้องนำเสนอเพื่อให้ผู้สอบตอบข้อสอบอย่างไม่สับสน แม้ว่าจะมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง คุณลักษณะที่ทำได้กับลำดับที่นำเสนอให้ทำภายในเฉพาะแต่ละข้อ เช่น ยุทธวิธีในการนำเสนอจะต้องไม่มี 2 มโนทัศน์ในแต่ละข้อ ต้องวิเคราะห์และระบุลักษณะทางพุทธิปัญญาอย่างชัดเจน สมเหตุสมผล และเป็นไปตามหลักจิตวิทยา ทั้งนี้ควรกำหนดคุณลักษณะที่เป็นจุดเริ่มต้นซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องมีมาก่อน สำหรับคุณลักษณะทั้งหมดจากจุดเดียวกัน เพื่อช่วยให้นักพัฒนาแบบทดสอบตระหนักถึงคุณลักษณะ เริ่มต้นที่ผู้สอบทุกคนต้องมี

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเมทริกซ์เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนด Binary adjancency matrix (A) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางตรงระหว่างคุณลักษณะ โดยกำหนดให้ Matrix (A) มีขนาด k X k เมื่อ k แทน จำนวนคุณลักษณะ หมายเลข 1 ณ ตำแหน่ง (j, k) ในเมทริกซ์จะบ่งบอกถึงการมีความสัมพันธ์ทางตรงระหว่างคุณลักษณะที่ j ในลักษณะการเป็นคุณลักษณะที่ต้องมี มาก่อนคุณลักษณะที่ k ดังโมเดล C สามารถเขียนเป็นเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ตัวอย่างเช่น โมเดล C และเมทริกซ์ (A) แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะที่ 1 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 2 และคุณลักษณะที่ 4 เห็นได้จากตำเหน่งของสมาชิกใน เมทริกซ์ (1, 2) และ(1, 4) แทนด้วยหมายเลข 1 คุณลักษณะที่ 2 จะต้องมีมาก่อน คุณลักษณะที่ 3 เห็นได้จากตำเหน่งของสมาชิกในเมทริกซ์ (2,3) แทนด้วยหมายเลข 1 และ คุณลักษณะที่ 4 จะต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 5 และคุณลักษณะที่ 6 เห็นได้จากตำเหน่งของสมาชิก ในเมทริกซ์ (4, 5) และ (4, 6)
แทนด้วยหมายเลข 1

2. กำหนด Reachability matrix (R) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางตรงและทางอ้อมระหว่างคุณลักษณะโดยกำหนดให้ Matix (R) มีขนาด k X k เมื่อ k แทน จำนวนคุณลักษณะ Matrix (R) จะบ่งบอกเงื่อนไขใน โครงสร้างของลำดับขั้นซึ่งเป็นประ โยชน์ในกำหนดชุดย่อยของข้อคำถาม ซึ่งคำนวณจากสูตร R = (A + 1)" เมื่อ แทน จำนวนเต็ม และ I แทน เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity matrix) จาก Matrix (A) ในข้อ 2.1 โดยกำหนดเป็น matrix (R) ได้ดังนี้ แถวที่ 1หมายถึง คุณลักษณะที่ 1 ต้องมีมาก่อนทุกคุณลักษณะ แถวที่ 2 หมายถึง คุณลักษณะที่ 2 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 2 และ 3 แถวที่ 3 หมายถึง คุณลักษณะที่ 3 ไม่ได้เป็นคุณลักษณะที่ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะ ใด แถวที่ 4 หมายถึง คุณลักษณะที่ 4 เป็นคุณลักษณะที่ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 4, 5 และ 6 แถวที่ 5 และ แถวที่ 6แสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะที่ 5 และ 6 ไม่ได้เป็นคุณลักษณะที่ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะใด

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3. กำหนด Incidence matrix (Q) เพื่อแสดงชุดของข้อสอบและคุณลักษณะที่ต้องใช้ในการทำข้อสอบแต่ละข้อให้ถูกต้อง ชุดของข้อสอบที่เป็นไปได้มีขนาดเท่ากับ 2k -1 และ เมทริกซ์ 2 มีขนาดเท่ากับ (k, i) เมื่อ k แทน จำนวนคุณลักษณะ และ i แทน จำนวนข้อสอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากเมทริกซ์ R สามารถกำหนดเป็นเมทริกซ์ ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix}
1010101010101010101010101010101010101010101010101010101010101010\\
0110011001100110011001100110011001100110011001100110011001100110\\
0001111000011110000111100001111000011110000111100001111000011110\\
0000000111111110000000011111111000000001111111100000000111111110\\
0000000000000000111111111111111100000000000000001111111111111111\\
0000000000000000000000000000000011111111111111111111111111111111
\end{bmatrix}$$

เมทริกซ์ Q

จากตัวอย่างเมทริกซ์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ชุดของข้อสอบที่เป็นไปได้มีจำนวน 63 ข้อ และมีคุณลักษณะที่ต้องใช้ในการตอบข้อสอบให้ถูกต้องจำนวน 1 ถึง 6 คุณลักษณะในแต่ละข้อโดยจะมีจำนวนและคุณลักษณะที่ใช้ในการตอบข้อสอบแตกต่างกันไป เช่น ในคอลัมน์ที่ 1 ต้องใช้คุณลักษณะที่ 1 เพียงคุณลักษณะเดียวในการตอบข้อสอบให้ถูกต้อง เช่นเดียวกับคอลัมน์ที่ 2 ที่ต้องใช้คุณลักษณะที่ 2 เพียงคุณลักษณะเดียวในการตอบข้อสอบให้ถูกต้อง สำหรับคอลัมน์ที่ 3 ต้องใช้คุณลักษณะที่ 1 และ 2 จึงจะทำข้อสอบได้ถูกต้อง

4. กำหนด Reduce matrix (Q_r) เพื่อลดจำนวนชุดของของข้อสอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขโครงสร้างลำดับขั้นที่กำหนด จากเมทริกซ์ Q แสดงให้เห็นว่า ชุดของข้อสอบที่เป็นไปได้จะมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนคุณลักษณะ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ถึงแม้คุณลักษณะจะมีจำนวนไม่มาก แต่ชุดของข้อสอบที่เป็นไปได้มีจำนวนมาก เช่น ข้อ 2.3 มีจำนวนคุณลักษณะ 6 คุณลักษณะ แต่มีข้อสอบที่เป็นไปได้ถึง 63 ข้อ ดังนั้น เพื่อให้ข้อสอบมีจำนวนน้อยลงและข้อสอบมีลักษณะที่มีความเฉพาะมากขึ้น การกำหนดชุดของข้อสอบที่เป็นไปได้ สามารถทำได้โดยการนำเงื่อนไขโครงสร้างของลำดับขั้นมาพิจารณาและตัดข้อสอบที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขออกไป เช่นจากเมทริกซ์ Q ในข้อ 3. สามารถลดข้อสอบตามเงื่อนไขโครงสร้างของลำดับขั้น โดยตัดข้อสอบที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน เหลือเพียง 15 ข้อ ดังแสดงใน matix (Q_r) ดังนี้

$$Q_r = \begin{bmatrix}
111111111111111\\
011011011011011\\
001001001001001\\
000111111111111\\
000000111000111\\
000000000111111
\end{bmatrix}$$

ขั้นที่ 3 พัฒนาแบบทดสอบ

การพัฒนาแบบทดสอบดำเนินการโดยสร้างข้อสอบให้มีการใช้คุณลักษณะตามที่กำหนด

ขั้นที่ 4 กำหนดแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวัง (Expected item response pattern) คะแนนรวม (Total score) และคุณลักษณะของผู้สอบในแต่ละแบบแผนการตอบข้อสอบ จาก Matrix (Qr) ในข้อ 4. กำหนดการตอบแบบแผนข้อสอบที่คาดหวัง คะแนนรวมและคุณลักษณะของผู้สอบได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 เมทริกซ์การตอบข้อสอบที่คาดหวัง คะแนนรวม และคุณลักษณะของผู้สอบสำหรับผู้สอบจำนวน 15 คน จากพื้นฐานโครงสร้างของลำดับขั้นในแผนภาพ C

ผู้สอบ	เมทริกซ์การตอบที่คาดหวัง	คะแนนรวม	คุณลักษณะของผู้สอบ
1	100000000000000	1	100000
2	110000000000000	2	110000
3	111000000000000	3	111000
4	100100000000000	4	100100
5	110110000000000	5	110100
6	111111000000000	6	111100
7	100100100000000	7	100110
8	110110110000000	8	110110
9	111111111100000	9	111110
10	100100000100000	10	100101
11	110110000110000	11	110101
12	111111000111000	12	111101
13	100100100100100	13	100111
14	110110110110110	14	110111
15	111111111111111	15	111111

ขั้นตอนที่ 5 นำแบบสอบไปใช้ทดสอบนักเรียน

นำแบบสอบที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาแบบทดสอบดำเนินการโดยสร้างข้อสอบให้มีการใชhคุณลักษณะตามที่กำหนด ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนเพื่อนำไปหาคุณภาพของแบบสอบ

ขั้นตอนที่ 6 ประมาณค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบ (Estimating probability ofitem response)

การประมาณค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อจากแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวัง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องกับบุคคล (Person - fit indices) จากโอกาสในการตอบข้อสอบได้ ถูกต้องโดยใช้โมเดลทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT model) ซึ่งจะทำให้ได้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (A - parameter) และค่าความยากของข้อสอบ (B - parameter)กรณีที่ใช้โมเดลการตอบสนอง ข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ ทั้งนี้อาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณ เช่น โปรแกรม IRT PRO เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 7 จำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้

การจำแนกแบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้ มีขั้นตอน ดังนี้

1. การจำแนกเบื้องต้น (Preliminary classification) วิธี นี้ใช้การเปรียบเทียบแบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้กับแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังทั้งหมด และคำนวณค่าความเป็นไปได้สูงสุดที่แบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้จะสอดคล้องกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังไว้ ถ้ามีความเป็นไปได้สูงสุดที่แบบแผนการตอบ ข้อสอบที่คาดหวังแบบใดแสดงว่า แบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้นั้นมีคุณลักษณะของผู้สอบ ตามที่แบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังนั้นกำหนด เช่น นาย ก. มีแบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้เป็น1111000000000000 เมื่อนำไปเปรียบเทียบคำนวณหาความเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ0.5 ที่ ระดับความสามารถท่ากับ -0.5 ตรงกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวัง 111000000000000 ซึ่งมีดวามคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น 1 จุด และมีคุณลักษณะของผู้สอบเป็น 111000 แสดงว่า นาย ก. จัดให้ อยู่ในกลุ่มที่มีคุณลักษณะที่ 1, 2 และ 3 เป็นต้น

2. การตรวจสอบการจำแนกเบื้องต้น (Verification of preliminary classification) การจำแนกเบื้องต้นบางครั้งให้ค่าความน่าจะเป็นต่ำมากและจำแนกได้ไม่สอดคล้องกับโครงสร้างของลำดับขั้น เช่น นาย ก. มีแบบแผนการตอบที่สังเกตได้เป็น 1111111111111011เมื่อคำนวณค่าความเป็นไปได้พบว่า มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0318 ที่ระดับความสามารถเท่ากับ 2.37 ตรงกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวัง 1111111111111111 ซึ่งมีความคลาดเคลื่อน 1 จุดและมีคุณลักษณะของผู้สอบเป็น 111111 แสดงว่า นาย ก. จัดให้อยู่ในกลุ่มที่มีคุณลักษณะทุกข้อซึ่งในความเป็นจริงอาจไม่ได้เป็นอย่างนั้น เนื่องจากนาย ก. ตอบข้อสอบไม่ถูกต้องทุกข้อ ทำให้การจำแนกไม่ตรงกับข้อมูลจริง จึงต้องใช้การตรวจสอบการจำแนกเบื้องต้น โดยการตรวจสอบความสมเหตุสมผล (Logically) ของแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังทั้งหมดกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้ ถ้าแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังมีความสมเหตุสมผลกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้ แสดงว่าผู้สอบมีคุณลักษณะตามแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังนั้น ๆ แต่ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่า ไม่

สมเหตุสมผลกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังใดจึงคำนวณค่าความน่าจะเป็น เช่น แบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้ของนาย ก. เป็น 1111111111111011 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวัง จำนวน 16 แบบแผน พบว่า มีความคลาดเคลื่อนที่ไม่สมเหตุสมผลเกิดขึ้น 2 แบบแผน ดังนี้ แบบแผนที่ 15 คือ 1101101101101101 และแบบแผนที่ 16 ได้แก่ 1111111111111111ซึ่งพบว่าเกิดความคลาดเคลื่อนจาก ในข้อที่ 14 จำนวน 1 จุด เมื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นพบว่า แบบแผนที่ 15 มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.6835 ที่ระดับความสามารถ 1.54 มีคุณลักษณะของผู้สอบเป็น 110111 แบบแผนที่ 16 มีค่าความน่าจะเป็น 0.0318 ที่ระดับความสามารถ 2.37 มีคุณลักษณะของผู้สอบเป็น 111111 ดังนั้น แบบแผนการตอบข้อสอบที่สังเกตได้ของนาย ก. จึงมีความเป็นไปได้ที่จะสอดกล้องกับแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังแบบแผนที่ 15 มากกว่าแบบแผนที่ 16 แต่มีคุณลักษณะไม่ครบตามแบบแผนที่ 16 หมายถึง นาย ก. มีคุณลักษณะตามแบบแผนการตอบข้อสอบที่คาดหวังตั้งแต่แบบแผนที่ 2 ถึงแบบแผนที่ 14 โดยสอดคล้องกับแบบแผนที่ 15มากที่สุดแต่มีคุณลักษณะ ไม่ครบที่ตามกำหนดในแบบแผนที่ 16

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา

ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การนำเสนอความหมายของคำว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

(Anderson, 1973) กล่าวว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบเป็นเชิงปริมาณ หรือในรูปของจำนวนที่เป็นตัวเลขซึ่งผู้แก้ปัญหาจะแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมกับสภาพของปัญหาใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา

(Adam, 1977) กล่าวว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นโจทย์ที่เกี่ยวกับปัญหาของคำ (word problem) หรือปัญหาที่เป็นเรื่องราว (story problem) หรือปัญหาที่เกี่ยวกับภาษา (verbal problem) โดยโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการบรรยายสภาพสถานการณ์ด้วยถ้อยคำหรือข้อความตัวเลขโดยต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลขซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องหาวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อนั้น

(Cruikshank, 1992)กล่าวว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้หมายความว่าจะต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนตัวเลขเท่านั้นปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทางตรรกะศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนก็ได้

ดังนั้นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลายเป็นสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตจริงซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้วิธีการเหมาะสมกับสภาพของปัญหาใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์

การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ได้มีผู้เสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาไว้หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอแนวคิด ดังต่อไปนี้

ดไวท์ (Dwight, 1966)เสนอแนะกระบวนการในการสอนแก้โจทย์ปัญหาไว้ 7 ขั้นตอน คือ

1.ให้นักเรียนอ่านโจทย์ทั้งหมดเพื่อทำความเข้าใจอย่างคร่าวๆ

2.อ่านทบทวนอีกครั้งหนึ่งและจะบุให้ได้ว่า

2.1 โจทย์ต้องการให้หาอะไร

2.2 มีข้อมูลอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบ

3. ระบุให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความเกี่ยวข้องของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ไม่กำหนดให้ ที่จะนำไปสู่การหาคำตอบโดยแสดงออกเป็นคำพูดหรือประโยคที่ชัดเจน

4. เขียนประโยคสัญลักษณ์

5. คำนวณหรือหาตัวเลขที่จะทำให้ประโยคสัญลักษณ์เป็นจริง

6. ตรวจสอบคำตอบ

7. ใช้คำหรือประโยคแสดงวิธีทำ

ขั้นตอนทั้ง 7 ข้อนี้ ดไวท์ (Dwight, 1966) ระบุว่า ขั้นตอนที่ 3,4 และ 5 เป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้ถูกต้องนักเรียนสามารถก้โจทย์ปัญหาได้ดี กล่าวคือ จะต้องฝึกให้นักเรียนแยกแยะและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อความ ฝึกให้เขียนประโยคสัญลักษณ์ และสามารถคิดคำนวณได้อย่าง

ครูลิค (Krulik, 1977)อ้างข้อสรุปจากการสัมมนาวิธีสอนโจทย์ปัญหาว่าการสอนโจทย์ปัญหาที่ได้ผลดีนั้นจะต้องเป็นไปตามลำดับขั้นดังนี้

1.อ่านโจทย์และทำความเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร มีข้อมูลอะไรบ้างที่โจทย์บอกแล้วเขียนแผนภาพ

2. หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์บอกกับข้อมูลที่โจทย์ต้องการทราบ ด้วยการคิดย้อนกลับว่า เราเคยพบปัญหาเช่นนี้มาก่อนหรือไม่ แล้วเริ่มต้นตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อ

3. หาวิธีการที่ถูกต้องเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. ตรวจสอบคำตอบเพื่อให้ทราบว่าสิ่งที่ค้นพบนั้นถูกต้องแน่นอนเพียงไร

ครูลิค และรัดนิค (Krulik & Rudnick 1988)ได้เสนอแนะกระบวนการในการสอนการแก้โจทย์ปัญหา โดยสรุปมี5 ขั้นตอน ดังนี้

1.การอ่านทำความเข้าใจโจทย์

2. การสำรวจเงื่อนไขและข้อมูลในโจทย์ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

3. การเลือกวิธีการมาใช้ในการแก้ปัญหา

4. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

5. การตรวจสอบและนำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อนำไปใช้ต่อไป

(Rojas, 2010) กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ไม่ทราบค่าและโจทย์ต้องการรู้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ปัญหาและคาดคะแนนคำตอบพิจารณาแยกปัญหาใหญ่ ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วคิดอย่างเป็นระบบ โดยนำความรู้ความเข้าใจ ข้อมูลและประสบการณ์เดิมที่เคยศึกษามาแล้วมาคิดแก้ปัญหา คาดคะเนคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 จัดเตรียมปริมาณที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องคิดและเขียนในส่วนของกฎ หลักการ แนวคิดหรือสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่สามารถจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างกรอบแนวความคิด แผนภาพไดอะแกรมลงไปเพื่อที่นักเรียนจะสามารถอธิบายและสามารถวิเคราะห์ปัญหาในทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นตอนในการวางแผนแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าปัญหากับสิ่งที่ โจทย์ต้องการหาเกี่ยวข้องสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร นักเรียนจะต้องวางแผน กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา หรือหลาย ๆ ยุทธวิธีร่วมกัน เพื่อเตรียมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะกำหนดแผนไว้หลายแผน หากแผนใดไม่ประสบความสำเร็จก็จะสามารถใช้แผนอื่น มาทดแทนได้เช่นการนำสมการที่เกี่ยวข้องมาใช้ และคิดพิจารณาว่าสมการนั้นจะสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องดำเนินการ แก้ปัญหาตามแผนที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ได้คำตอบหรือแก้ปัญหาให้ได้ตามแผน

ขั้นตอนที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียน พิสูจน์ตรวจสอบสมการที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณว่ามีความถูกต้องหรือผิดพลาดในส่วนใดบ้าง และถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบข้อผิดพลาดนักเรียนก็สามารถจะประเมินคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบและประเมินคำตอบ หลังจากตรวจพิสูจน์ความสอดคล้องของสมการและ ได้มาเป็นผลลัพธ์นักเรียนทำการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้รับว่าสอดคล้องตรงตามโจทย์ต้องการหรือไม่และจากผลลัพธ์นำไปสู่คำตอบอย่างสมเหตุสมผลเพียงใดหรือไม่และส่งเสริมให้นักเรียนลองหาทางเลือกในการแก้ปญหาที่แตกต่างในการแก้ปัญหาเดิมเพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น

(จรูญ จียโชค, 2531)เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา และได้เสนอแนะกิจกรรมการสอนและ การตั้งคำถามของครู ไว้ดังนี้

1.ขั้นการอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหา นักเรียนต้องอ่านโจทย์และตอบคำถามของครูให้ได้ เช่น

1.1 โจทย์ต้องการทราบอะไร

1.2 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

1.3 สิ่งที่ต้องการหาคืออะไร

1.4 ส่วนใดในโจทย์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.5 สิ่งในโจทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ

2. ขั้นกำหนดทางเลือกที่ดีที่สุดในการอ่านโจทย์ปัญหา นักเรียนต้องระบุให้ได้ว่า

2.1 โจทย์ข้อนี้ต้องทำกี่ขั้นตอน

2.2 จะต้องทำขั้นตอนใดก่อน ขั้นตอนใดหลัง

2.3 วิธีทำโจทย์นี้คล้ายกับที่เคยพบ เคยทำมาแล้วบ้างหรือไม่

2.4 โจทย์นี้หาคำตอบได้กี่วิธี

2.5 วิธีใดเป็นวิธีที่ง่ายและคิดหาคำตอบได้เร็วที่สุด

2.6 ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์

3. ขั้นนการคิดคำนวณ นักเรียนต้องใช้ความสามารถในการคิดในขั้นตอนนี้ คือ

3.1 การกะประมาณคำตอบที่ใกล้เคียง

3.2 การใช้ภาษาที่กะทัดรัดประกอบการแก้โจทย์ปัญหา

3.3 ทักษะการคิดคำนวณ

4. ขั้นการตรวจสอบคำตอบ พฤติกรรมของนักเรียนที่ต้องแสดงในชั้นนี้ คือ

4.1 ตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ

4.2 การปรับปรุงคำตอบได้สมบูรณ์

(วิรัชดา เลิศรมยานันท์, 2562)ได้กล่าวถึงรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหาเละตัดสินว่าอะไรที่ต้องการค้นหา โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้อาจตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหาจนสามารถแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล เป็นการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ มีคำตอบหรือยุทธ วิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้อีกหรือไม่

รูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya ไว้ว่า กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (George Polya นักคณิตศาสตร์ชาวฮังกาเรียน ค.ศ. 1887 - 1985) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาเป็นการสำรวจว่าในปัญหามีคำ หรือวลี หรือประโยคย่อย ๆ อะไรบ้าง มีความหมายอย่างไร แล้วจำแนกเป็นส่วน ๆ ว่า โจทย์กำหนดอะไรให้ สิ่งที่ต้องการหาคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขอย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์รายละเอียดและหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา โดยใช้บทนิยาม สมบัติ และทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาก่อนแล้ว ในการพิจารณาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ได้ข้อสรุปที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้ เช่น การวาครูปประกอบ การสร้างตารางวิเคราะห์ การแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 คำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นของการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4ตรวจสอบผลเป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่หรือใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าว ๆ

ครูลิคและเรซ์(Krulik, 1977) ได้เสนอ ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าในปัญหา พิจารณาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขทีโจทย์กำหนดมาให้นั้นมีอะไรบ้าง สิงที่ โจทย์บอกมานั้นเหมาะสำหรับการแก้ปัญหา

2. วางแผนในการแก้ปัญหา หาความสัมพันธ์ระ หว่างสิงที่ โจทย์บอกกับ สิ่งที่ถาม ค้นหาทฤษฎี กฎ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

4. ตรวจสอบ เป็นขันทีตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมด และได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการครบถ้วน หรือไม่

(สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2538)กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าในปัญหา อาจใช้วิธีการต่าง ๆ ช่วยเช่น การเขียนรูปภาพ หรือแผนภูมิ

2. ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดจะแก้อย่างไร

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน กระทั้งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปทีขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา

(วัชรี บูรณสิงห์, 2546)ได้เสนอแนะเทคนิคที่นักเรียนจะนำไปใช้ในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีดังนี้

1. ฝึกการอ่าน การอ่านเนื้อหาหรือโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะแตกต่างจากการอ่านเนื้อหาอื่น ๆ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์จะมีคำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนบางคนไม่สามารถจะเข้าใจได้ การให้นักเรียนอ่าน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จึงต้องฝึกให้รักเรียนอ่านช้า ๆ และให้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาอ่านด้วย ครูไม่ควรถามนักเรียนว่า "นักเรียนอ่านโจทย์เรียบร้อยแล้วหรือยัง" ควรใช้ว่า "อ่านโจทย์ปัญหาให้ครูฟังหน่อยสิสมศรี" "ทุกคนฟังและติดตามไปด้วย" ครูต้องสังเกตและแก้ไขว่านักเรียนอ่าน ได้ถูกต้องหรือไม่ หยุดตามวรรคตอนที่ถูกต้องหรือไม่ อ่านสัญลักษณ์ถูกต้องหรือไม่ และถามนักเรียนเกี่ยวกับที่เขาอ่าน

2. สอนการใช้ทักษะทางเครื่องมือ บางประการเพื่อช่วยให้เข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น ทักษะทางเครื่องมือหมายถึงทักษะที่จะช่วยให้การวางแผนได้ชัดเจน ช่วยในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ หรือช่วยใช้กลวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครูควรสอนเทคนิคบางอย่างที่จะทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความเป็นรูปธรรม และมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น การทำตารางการเขียนสมการ การใช้สูตร การใช้การประมาณ การเขียนประโยคสัญลักษณ์ การเขียนภาพ และการวาดรูปจำลอง การเขียนโครงสร้าง ฯลฯ เทคนิคต่าง ๆ เหล่านี้ครูควรใช้ระกอบการสอนอยู่เสมอและชี้ให้นักเรียนเห็นว่าจะช่วยให้เข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างไร และฝึกให้นักเรียนนำไปใช้

3. การเปรียบเทียบ โดยใช้การเปรียบเทียบสถานการณ์ที่อยู่ไกลตัวนักเรียนให้ใกล้ตัวที่นักเรียนเคยประสบการณ์มาก่อน หรือข้อมูลมาก ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนงุนงงมาเป็นข้อมูลน้อยเมื่อนักเรียนเข้าใจขั้นตอนกระบวนการแล้ว จึงกลับไปฝึกฝนตามสถานการณ์หรือข้อมูลที่แท้จริงในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่อไป

4. การฝึกให้นักเรียนระลึกถึง ข้อมูลในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กันหรืออยู่ในแวดวงเดียวกัน

5. ฝึกให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้ภาษาความรู้และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยและเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้มาก

ขึ้น การสอนอาจเริ่มจากให้นักเรียนแปลงประโยคสัญลักษณ์ให้เป็นประโยคภาษา สร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการกระทำง่ายก่อนที่จะสร้างปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนขึ้น หรืออาจจะให้นักเรียนเติมปัญหาที่ครูกำหนดให้บางส่วนให้สมบูรณ์ขึ้น

6. ให้นักเรียนฝึกฝนทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้จากที่นักเรียนพบจริง ๆในชีวิตประจำวัน หรือไม่หากไม่ได้มาจากสภาพที่นักเรียนพบจริงก็ต้องเป็นสภาพที่นักเรียนนึกถึงได้

7. กระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง

8. แนะนำหรือกระตุ้นให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ โดยใช้วิธีการเดิมหรือใช้เทคนิควิธีการใหม่ ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เดียวกัน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาได้หลายวิชี ไม่ยึดติดรูปแบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะ

9. แก้ไขความผิดหรือข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่ควรแก้ไขเพียงให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ครูควรได้อธิบายเทคนิคที่ไม่ถูกต้องที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายความหมายหรือสิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจด้วย

10. กระตุ้นให้นักเรียนคิด ตรวจสอบ และพิจารณาข้อบกพร่องหรือแก้ไขข้อที่ผิดให้นักเรียนอธิบายข้อผิดพลาดและให้หาว่าทำไมถึงผิด หากนักเรียนหาพบและอธิบายข้อผิดพลาดได้นักเรียนจะเข้าใจได้มากขึ้นและ จะไม่ทำสิ่งที่ผิดพลาดนั้นๆอีก

11. ฝึกนิสัยนักเรียนให้วางแผนทั้งหมดก่อนลงมือทำ การวางวางแผนนั้นอาจทำได้โดยใช้การเขียนแผนภาพ การวาดภาพหรือการเขียนความสัมพันธ์ของสิ่งที่ โจทย์กำหนด และเน้นให้นักเรียนเห็นว่า กระบวนการที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นสำคัญกว่าคำตอบ

12. จัดหาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจที่ท้าทายความคิด และให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนมาให้นักเรียนคิดบ่อย ๆโดยให้นักเรียนใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลาย ๆ แบบ

13. ก่อนลงมือทำตามแผน ครูควรฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเสียก่อนว่าถูกต้องหรือไม่

14. ฝึกให้นักเรียนประมาณคำตอบหรือหาค่าโดยประมาณ

15. ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่หาได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบเหล่านั้นด้วย

16. ฝึกให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนจากข้อมูลที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน หรือโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แปลก ๆ และอาจมีการประกวดการสร้างโจทย์หรือการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โจทย์เพื่อส่งเสริมให้รักเรียนให้ความสนใจมากขึ้น

(ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2542)ได้เสนอแนะเทคนิคบางประการในการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การใช้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลายระดับโดยที่ครูประเมินโจทย์ไว้หลายระดับความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ของเด็กแต่ละคนเพื่อไม่ให้เด็กขาดแรงจูงใจในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในขณะเดียวกันก็พบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อสร้างแรงจูงใจในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้น

2. ฝึกเขียนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ เป็นการฝึกให้เด็กมีความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งอยู่ในรูปของประโยคภาษาให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์

3. การแสดงบทบาทสมมติ จะช่วยให้สภาพสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ดูจริงจังมากขึ้นจะช่วยให้เด็กมองเห็นเงื่อนไข แนวคิด และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

4. เขียนแผนภาพ เป็นการวิเคราะห์สภาพการณ์ของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ช่วยลดความเป็นนามธรรมให้น้อยลง และช่วยมองเห็นลู่ทางในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหาโดยสามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามหาอะไรและสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง 2) การวางแผนในการแก้ปัญหาในที่นี้คือ การเปลี่ยนจากข้อความเป็นสมการทางคณิตศาสตร์และ 3) การดำเนินการหาคำตอบซึ่งต้องใช้ทักษะทางการคำนวณมาช่วยในการหาคำตอบ

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัย

(ปรียาพร ศรีเกตุ, 2563)ได้ออกแบบและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารระคนของทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ : การประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ เพื่อ 1) สร้างแบบสอบวินิจฉัยความสามารถของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารระคนของทศนิยมโดยประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารระคนของทศนิยมที่พัฒนาขึ้น 3) วินิจฉัยความสามารถของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารระคนของทศนิยม ผลการวิจัยสรุปดังนี้

1) แบบสอบเชิงวินิจฉัยทักษะคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 คุณลักษณะ ได้แก่ (1) การตีความหมายสำคัญในโจทย์ปัญหาระคนได้ โดยสามารถเปลี่ยนจากประ โยคที่เป็นข้อความให้กลายเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง (2) การหาผลบวกของทศนิยมที่มีตัวบวกและ

ผลบวกเป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง (3) การหาผลลบของทศนิยมที่มีตัวลบและผลลบเป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง (4) การหาผลคูณของทศนิยมที่มีตัวดูณและผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง (5) การหาผลหารของทศนิยมที่มีตัวหารและผลหารเป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง

2) แบบสอบเชิงวินิจฉัยทักษะคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ มีจำนวน 15 ข้อโดยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม มีคุณภาพของข้อสอบมีค่าความยากรายข้อระหว่าง 0.32 ถึง 0.90 และมีค่าอำนาจจำแนกโดยคำนวณจากวิธีของเบรนแนน (brennan) ระหว่าง 0.22 ถึง 0.80 โดยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) พบว่าข้อสอบมีค่าความยาก (b) ระหว่าง -0.92 ถึง 1.91 มีค่าอำนาจจำแนก (a) ระหว่าง 0.84 ถึง 3.77 มีค่าการเดา (c) ระหว่าง 0.08 ถึง 0.32 ผลการตรวจสอบคุณภาพเชิงวินิจฉัยโดยใช้โมเดล DINA พบว่ามีค่าการเดา (guessing) เฉลี่ยเท่ากับ 0.348 ค่าความสะเพร่า (slipping) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.237 ความเหมาะสมของแบบสอบเป็นรายข้อด้วยดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (RMSEA มีค่า อยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.06และมีค่า IDI อยู่ระหว่าง 0.199 ถึง 0.612

3) ผลการวินิจฉัยจุดเด่นและจุดด้อยของทักษะคณิตศาสตร์ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารระคนของทศนิยมพบว่า นักเรียนขาดทักษะคณิตศาสตร์ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (non-mastery) อยู่ระหว่าง 19.50 ถึง 59.50 โดยนักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ในคุณลักษณะที่ 4 คิดเป็น ร้อยละ 59.50 ส่วนนักเรียนที่มีทักษะคณิตศาสตร์เพียงบางส่วน ยังมีมโนทัศน์ที่คลาดเกลื่อนแฝงอยู่ (partial mastery) อยู่ระหว่าง 19.00 ถึง 34.50 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้บางส่วนในคุณลักษณะที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 34.50 และนักเรียนมีทักษะคณิตศาสตร์ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารระคนของทศนิยม ได้อย่างถูกต้อง (mastery)อยู่ระหว่าง 21.00 ถึง 61.50 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องในคุณลักษณะที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 61.50

(ไอลดา มงคลสุข, 2563) ได้สร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงโดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อสร้างแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ และตรวจสอบคุณภาพค้านความยาก อำนาจจำแนก ความตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงและ 3) เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง ผลการวิจัยสรุปดังนี้

1. นักเรียนมีข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหา คือ 1) การอ่านและตีความโจทย์ 2) วิเคราะห์ความหมายสัญลักษณ์ของตัวแปรของโจทย์ 3) ปัญหาการคำนวณหาค่าต่าง ๆ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่นักเรียนบกพร่องมากที่สุด คือ การเคลื่อนที่

2. การสร้างแบบสอบวินิจฉัยด้วยวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ (Attribute hierarchy method)ได้คุณลักษณะจำนวน 7 คุณลักษณะ และได้ Reduced Q Matrix (Q) ที่มีจำนวนข้อสอบ 13 ข้อ คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นมีค่าความยากระหว่าง (-7.86) - 0.61 และค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง0.16 - 61.29 ความตรงตามเนื้อหาเท่ากับ 1.00 และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีของฮอยท์เท่ากับ .97

3. ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องส่วนใหญ่พบว่า นักเรียนมีความรอบรู้อย่างชัดเจนในคุณลักษณะด้านความเข้าใจการอ่านโจทย์ และนักเรียนขาดความรอบรู้มากที่สุดในคุณลักษณะด้านการหาความเร่งของการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง

(ปานทอง ชาลีเครือ, 2564) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย และแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อ 1) เพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 2) เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และ 3) เพื่อศึกษาแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปดังนี้

1. ข้อบกพร่องที่สำรวจพบในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ ขาดความเข้าใจในลักษณะของรูปทรงสามมิติ การมองภาพสามมิติและรูปคลี่ของรูปทรงสามมิติ จำสูตรไม่ได้เพราะขณะที่ครูทำการสอนขาดการสาธิตให้เห็นจริงทำให้นักเรียนไม่สามารถหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ ได้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรได้ และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงสามมิติ

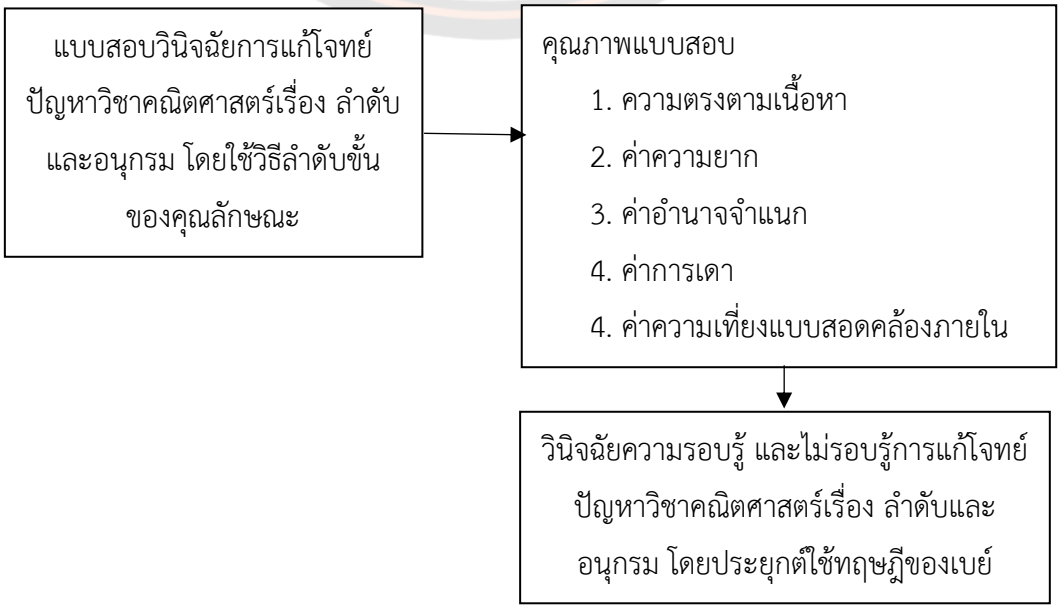
2. แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เมื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน พบว่า มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.12 ถึง 0.77 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ -0.18-0.72 จากนั้นคัดข้อสอบที่เข้าเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ผลจากการนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 170 คน พบว่า มีค่าความยากรายข้อตั้งแต่ 0.31-0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.21-0.73 ซึ่งเข้าเกณฑ์ทั้ง 30 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 ส่วนผลจากการหาค่าความเที่ยงตรงตามสภาพซึ่งใช้วิธีคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ กับเกดเฉลี่ยสะสมวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวม 5 ภาคเรียน ได้เท่ากับ 0.72 พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

(ปรารถนา พลอภิชาติ, 2556)ได้พัฒนาคู่มือการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกยา โดยใช้โมเดลข้อสอบและวิธีลำดับขั้นคุณลักษณะการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6ที่พบในการแก้โจทย์

ปัญหาคณิตศาสตร์ 2) เพื่อสร้างแบบสอบวินิจฉัยโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลข้อสอบและวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบที่พัฒนาขึ้นด้านความเที่ยง ความตรง ความยาก และอำนาจจำแนก 3) เพื่อวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน และ 4) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของคู่มือการสร้างแบบสอบวินิจฉัยโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา โดยประยุกต์ใช้โมเดลข้อสอบและวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ตัวอย่างวิจัยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1,252 คน และ 2) ครูคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 13 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบบันทึกการสัมภาษณ์แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย การวิเคราะห์เนื้อหา และคำนวณคะแนนเชิงวินิจฉัยโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเบย์ การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยใช้การ วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 พารามิเตอร์ ความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีของฮอยท์ และความเที่ยงระหว่างผู้ตรวจ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ เป็นแบบสอบที่มีจำนวนข้อไม่มากแต่สามารถครอบคลุมเนื้อหาได้ทั้งหมด สร้างโดยมีขั้นตอนที่ชัดเจน โดยกำหนดความสัมพันธ์ที่เป็นลำดับขั้นใช้โครงสร้างเครือข่าย เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ก่อนหลังของคุณลักษณะซึ่งแตกต่างจากวินิจฉัยในอดีตที่สร้างให้ข้อสอบมีจำนวนที่มาก ซึ่งอาจทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายในการทำข้อสอบ และใช้วิธีการเดาข้อสอบได้ ผู้วิจัยจึงนำวิธีลำดับขั้นคุณลักษณะมาใช้ในการสร้างแบบสอบวินิจฉัย เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิด



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้ลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยการวิจัยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ศึกษารูปแบบข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 3 วินิจฉัยจุดเด่นและจุดด้อยสำหรับการใช้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 1 ศึกษารูปแบบข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การดำเนินการวิจัย ในระยะนี้เป็นระยะที่ศึกษาข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนดังนี้

1. สัมภาษณ์ครูที่สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขเขต 39 จังหวัดพิษณุโลก เกี่ยวกับข้อบกพร่องการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามข้อคำถามที่สร้างไว้

2. รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์ สรุปประเด็นที่เกี่ยวกับข้อบกพร่องเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้ในการกำหนดเนื้อหา

3. นำข้อมูลที่ได้ไปใช้สร้างแบบสอบวินิจฉัยในขั้นตอนที่ 2 เพื่อนำไปกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 คนที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นครูสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้น

พื้นฐาน (สพฐ) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขเขต 39 จังหวัดพิษณุโลก มีประสบการณ์สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ต่ำกว่า 10 ปี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสัมภาษณ์แบ่งออก 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ดังนี้

1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ (สสวท.) เรื่อง เรื่อง ลำดับและอนุกรม

1.3 คู่มือครูรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ (สสวท.) เรื่อง เรื่อง ลำดับและอนุกรม

1.4 คู่มือประกอบการเรียนการสอนของสำนักพิมพ์ต่างๆ

2. สร้างแบบสัมภาษณ์ โดยมี 2 ประเด็นหลัก

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องและสาเหตุเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 หน่วยการเรียนรู้ที่มีความบกพร่องมากที่สุด คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องลำดับและอนุกรม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับข้อบกพร่องและหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่มีข้อบกพร่องมากที่สุดด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และวิเคราะห์ความถี่ (Frequency)

ตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

การดำเนินการสร้างแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศรวมทั้งฐานข้อมูลต่าง ๆ ในอินเตอร์เน็ต ที่เกี่ยวกับการใช้โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะและศึกษาเนื้อหาเรื่องลำดับและอนุกรม

2. นำเนื้อหามากำหนดคุณลักษณะ จัดเรียงลำดับคุณลักษณะและจัดทำแผนภาพคุณลักษณะโดยใช้โครงสร้างเครือข่าย (Network structure) เป็นโครงสร้างลำดับขั้นเชิงลู่ออก(Hierarchy with a divergent branch) มีลักษณะเป็นสัมพันธ์ที่แยกออกเป็น 2 ทาง ไม่มีจุดสิ้นสุดจุดเดียวกัน ตามความสัมพันธ์ลำดับขั้นก่อนและหลัง ตรวจสอบคุณลักษณะและแผนภาพคุณลักษณะ โดยพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

3. กำหนดเมทริกซ์เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย ดังนี้ 1) กำหนด Binaryadjacency matrix (A) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางตรงระหว่างคุณลักษณะ 2) กำหนด Reachability matrix (R) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางตรงและทางอ้อมระหว่างคุณลักษณะ 3) กำหนด Incidence matrix (Q) แสดงชุดข้อสอบ คุณลักษณะในการทำข้อสอบแต่ละข้อให้ถูกต้อง และกำหนดขนาดของข้อสอบ และ 4 กำหนด Reduced Q Matrix (Q_r) เพื่อลดจำนวนชุดข้อสอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของลำดับขั้นที่กำหนดจากเมทริกซ์ 2 จะได้ว่าชุดของข้อสอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขลำดับขั้น

4. ดำเนินการสร้างแบบสอบวินิจฉัยตาม Reduced Q Matrix (Q_r)โดยข้อสอบจะเน้นการอ่านโจทย์ วิเคราะห์ความหมายตัวแปรของโจทย์ และให้คะแนนแบบ 0,1 ตามที่กำหนดในเมทริกซ์ Q_r

5. จาก Reduced Q Matrix (Q_r) กำหนดเมทริกซ์การตอบข้อสอบที่คาดหวัง (Expected response matrix) คุณลักษณะของผู้สอบ (Examince attributes) ในแต่ละแบบแผนการตอบข้อสอบจาก Reduced Q Matrix (Q_r)

6. ตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัย โดยนำแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับอนุกรม ตามวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะมาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. นำแบบสอบวินิจฉัยไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง (Try out) เพื่อหาคุณภาพของแบบสอบด้านความยาก(Difficulry) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (Internal consistency)

8. นำแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ตามวิธีลำดับขั้นคุณลักษณะที่ผ่านการทดลองใช้แล้ว ไปใช้เก็บข้อมูลจริง เพื่อตรวจสอบคุณภาพและวิเคราะห์แบบทดสอบวินิจฉัยตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Item response theory: IRT)โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ พารามิเตอร์ค่าความยาก (b) พารามิเตอร์ค่าอำนาจจำแนก (a) และพารามิเตอร์โอกาสในการเดา (c)

9. นำผลการทำแบบสอบวินิจฉัยมาวิเคราะห์ข้อบกพร่อง จุดอ่อนและจุดแข็งในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ตามวิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีของเบย์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 9 อำเภอ ทั้งหมด 39 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 4,955 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดพิษณุโลก ที่ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage random) ดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มตัวแทนของแต่ละอำเภอจากทั้งหมด 39 โรงเรียน จะได้จำนวน 9 อำเภอ

ขั้นที่ 2 สุ่มตัวแทนโรงเรียน 1 โรงเรียน จากแต่ละอำเภอ จะได้ 9 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนเป็นตัวแทนโรงเรียน 1 ห้องเรียน จาก 1 โรงเรียน จะได้รวมทั้งสิ้นเป็น 330 คน แสดงดังนี้

ตาราง 2 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

อำเภอ	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
เมือง	จ่านกร้อง	311	45
บางระกำ	บางระกำวิทยศึกษา	146	33
บางกระทุ่ม	บางกระทุ่มพิทยาคม	127	32
วังทอง	วังพิกุลวิทยศึกษา	30	30
เนินมะปราง	เนินมะปรางศึกษาวิทยา	273	40
นครไทย	นครไทย	291	40
ชาติตระการ	ชาติตระการวิทยา	243	45
พรหมพิราม	พรหมพิรามวิทยา	170	35
วัดโบสถ์	วัดโบสถ์ศึกษา	126	30
	รวม	1717	330

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดำเนินการเก็บรวบข้อมูลด้วยตนเองและใช้แบบทดสอบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชั่น Quizizz โดยดำเนินการดังนี้

1. ทำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหารสถานศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ผู้วิจัยติดต่อกับครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมอธิบายขั้นตอนในการเก็บข้อมูลอย่างละเอียด และนัดหมายวันสอบของแบบสอบวินิจฉัย

3. ผู้วิจัยจัดสอบแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้แบบทดสอบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชั่น Quizizz (หมายเหตุ : หากนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จสิ้น แอปพลิเคชั่น Quizizz ผลการสอบจะแจ้งมาที่ผู้วิจัยทันที)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ซึ่งพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และนำคะแนนมาหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Item objective congruence: IOC) ข้อใดมี IOC สูงกว่า 0.50 ถือว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ มีสูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคุณลักษณะของข้อสอบที่ได้จาก (Q - matrix)

∑R คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. การวิเคราะห์ความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Item response theory) โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนสองค่า โดยใช้โมเดลการตอบสนองแบบ 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ พารามิเตอร์ค่าความยาก(b) พารามิเตอร์ค่าจำนาจจำแนก(a) และพารามิเตอร์โอกาสในการเดา(c)

3. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (Internal consistency) ด้วยวิธีของฮอยท์ (Hoyt's reliability) มีสูตรคำนวณดังนี้

$$r_{xx'} = \frac{MS_{residual}}{MS_{persons}}$$

เมื่อ $r_{xx'}$ คือ สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบ

$MS_{residual}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน

$MS_{persons}$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนผู้สอบ

ขั้นตอนที่ 3 วินิจฉัยจุดเด่นและจุดด้อยสำหรับการใช้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การดำเนินการวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็ง เป็นการนำผลการตอบข้อสอบของนักเรียนจำนวน 330 คน มาวิเคราะห์คะแนนเชิงวินิจฉัยโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเบย์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ที่สร้างขึ้น โดยนำ 100 ไปคูณกับความน่าจะเป็นของความรอบรู้เพื่อทำให้เป็นร้อยละ สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยจุดแข็งจุดอ่อนของนักเรียนเป็นรายคุณลักษณะใช้เกณฑ์ของ (Gierl et al., 2008) ดังนี้

ร้อยละ 0 - 40 หมายถึง นักเรียนขาดความรู้ในคุณลักษณะนั้น ๆ กล่าวคือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในคุณลักษณะนั้น ๆ

ร้อยละ 41 - 60 หมายถึง นักเรียนมีความรู้บางส่วนในคุณลักษณะนั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนทำข้อสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน บางครั้ง อาจจะทำถูก บางครั้งอาจจะทำผิด แต่ผิดเพราะยังไม่ เข้าใจอย่างชัดเจนยังมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแฝงอยู่

ร้อยละ 61 - 100 หมายถึง นักเรียนมีความรู้ในคุณลักษณะนั้น ๆ อย่างชัดเจน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การคำนวณคะแนนเชิงวินิจฉัยในรูปความน่าจะเป็นของความรอบรู้ในแต่ละคุณลักษณะ (Attribute probabilitices) ตามวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของเบย์ (Baye's theorem) มีรายละเอียดดังนี้

กำหนดให้ A_i แทนด้วย คุณลักษณะที่ i = 1,2,3,...,6

$A_{i,j}$ แทนด้วย คุณลักษณะที่ i ของข้อสอบข้อที่ j

โดยที่ i = 1,2,3,...,6 และ j = 1,2,3,...,15

$$P(A_i|Information) = \sum_{j=1}^{15} P(A_{i,j}|Information)$$

โดยที่ $P(A_i|Information)$ คือ ความน่าจะเป็นความรอบรู้ของ คุณลักษณะ i เมื่อทราบข้อมูลการตอบข้อสอบของนักเรียน

และโอกาสในการตอบถูกและตอบผิดซึ่งเรียกว่า น้ำหนัก (weight)

$Information$ คือ ข้อมูลการตอบข้อสอบเป็นรายข้อของนักเรียน (response) ซึ่งข้อมูลนี้เป็น ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการเก็บรวบรวมมา และโอกาสในการตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 50 และโอกาสในการตอบผิดคิดเป็นร้อยละ 50 เช่นเดียวกันเป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยสมมติขึ้นมา (assume) เรียกว่า น้ำหนัก

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ สร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมโดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยตรวจสอบคุณภาพด้าน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยง และ 2) เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยมีขั้นตอนเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความเข้าใจในการเสนอและเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

a	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ทฤษฎีการสอบสนองข้อสอบ)
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม)
b	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ (ทฤษฎีการสอบสนองข้อสอบ)
p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ (ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม)
c	แทน	ค่าโอกาสในการเดา (ทฤษฎีการสอบสนองข้อสอบ)
IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง (Index of objective congruence)

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสบการณ์การสอนตั้งแต่ 10 ปี ขึ้นไป จำนวน 5 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์คณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหา จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา สิ่งที่โจทย์ต้องการ ไม่สามารถเปลี่ยนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามเป็นตัวแปรได้ จึงทำให้ไม่สามารถแทนค่าในตัวแปร และไม่สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ แสดงดังตาราง

ตาราง 3 ผลการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คนที่	ข้อบกพร่อง
1	“นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ไม่ทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขที่โจทย์กำหนดให้ จึงเลือกสูตรไม่ตรงและไม่สามารถคำนวณค่าได้ถูกต้อง โจทย์ยาวทำให้นักเรียนไม่อ่านโจทย์ ไม่ยอมทำ บางครั้งนักเรียนอ่านโจทย์ได้ วิเคราะห์โจทย์ได้แต่ไม่สามารถคำนวณได้”
2	“นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร และไม่ทราบความหมายของตัวเลขที่โจทย์กำหนดให้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำค่าที่ได้จากโจทย์กำหนดไปแทนค่าสูตรเพื่อหาคำตอบได้”
3	“นักเรียนมีปัญหาเรื่องการเลือกสูตร เนื่องจากไม่ทราบความหมายของตัวเลขที่โจทย์กำหนด นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ ทำให้ไม่สามารถคำนวณคำตอบได้ถูกต้อง”
4	“นักเรียนมีปัญหาเรื่องการตีโจทย์ ไม่สามารถตีความสิ่งที่โจทย์ให้มาเป็นตัวแปรได้ หรือตีความผิดพลาดเมื่อโจทย์ใช้คำลวง “
5	“นักเรียนขาดการอ่านโจทย์ที่ละเอียดถี่ถ้วน วิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ ไม่ทราบว่าโจทย์ต้องการถามอะไร ส่งผลทำให้ไม่สามารถคำนวณคำตอบได้ถูกต้อง”

จากข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ดังกล่าวสามารถสรุปเป็นข้อบกพร่อง 3 ด้านหลักๆ ดังนี้ 1) การอ่านและตีความโจทย์ 2) การวิเคราะห์ความหมายคำสำคัญของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3) การคำนวณค่าต่าง ๆ ซึ่งข้อบกพร่องทั้ง 3 จะถูกนำไปกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการ

วินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยการประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ (Attribute Hierarchy Method)

1.2 ผลการศึกษาหน่วยการเรียนรู้ที่พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาหน่วยการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า มีทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนรู้ คือ 1) เลขยกกำลัง 2) ฟังก์ชัน 3) ลำดับและอนุกรม และ 4) ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ผู้วิจัยได้ศึกษาว่าหน่วยการเรียนรู้ที่บกพร่องมากที่สุด โดยสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 5 ท่าน พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่มีความบกพร่องมากที่สุดคือ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ลำดับและอนุกรม แสดงดังตาราง

ตาราง 4 หน่วยการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่บกพร่องมากที่สุด

หน่วยการเรียนรู้	**ครูผู้สอน**					**ความถี่**
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1.เลขยกกำลัง	/		/	/	/	4
2.ฟังก์ชัน	/	/			/	3
3. ลำดับและอนุกรม	/	/	/	/	/	5
4.ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน			/			1

จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยสามารถสรุปข้อบกพร่องแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) การอ่านและตีความโจทย์ 2) การวิเคราะห์ความหมายคำสำคัญของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3) การคำนวณค่าต่าง ๆ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่บกพร่องมากที่สุด คือ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ลำดับและอนุกรม ดังนั้นเนื้อหาที่ผู้วิจัยกำหนดนำไปสร้างแบบสอบวินิจฉัย คือ โจทย์ปัญหาเรื่องลำดับและอนุกรม

ตอนที่ 2 ผลการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ

ผลการวิจัยนี้เป็นการนำเสนอขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบที่สร้างขึ้น โดยผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ครั้งนี้เป็นการนำวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ (attribute hierarchy method : AHM) เข้ามามีส่วนในกระบวนการสร้างแบบสอบโดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการกำหนดเนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัยไปจนถึงขั้นตอนการวิเคราะห์คะแนนความรอบรู้ของนักเรียน และแนวคิดโมเดลข้อสอบ (item model) จะเข้ามามีบทบาทหลังจากที่สร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับโมเดลข้อสอบนั้นถูกนำมาใช้กับกระบวนการสร้างข้อสอบเพื่อให้ครูมีจำนวนข้อสอบมากขึ้น โดยที่ข้อสอบยังคงคุณลักษณะเดิมของข้อนั้น ๆ ซึ่งคล้ายกับการสร้างคลังข้อสอบ ทำให้ครูประหยัดเวลาในการสร้างข้อสอบในเนื้อหาเดิม ครูไม่ต้องสร้างข้อสอบเนื้อหาเดิมขึ้นมาใหม่ทุกครั้งที่ต้องการวินิจฉัยนักเรียน ผู้วิจัยขอนำเสนอขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะและโมเดลข้อสอบ ดังนี้

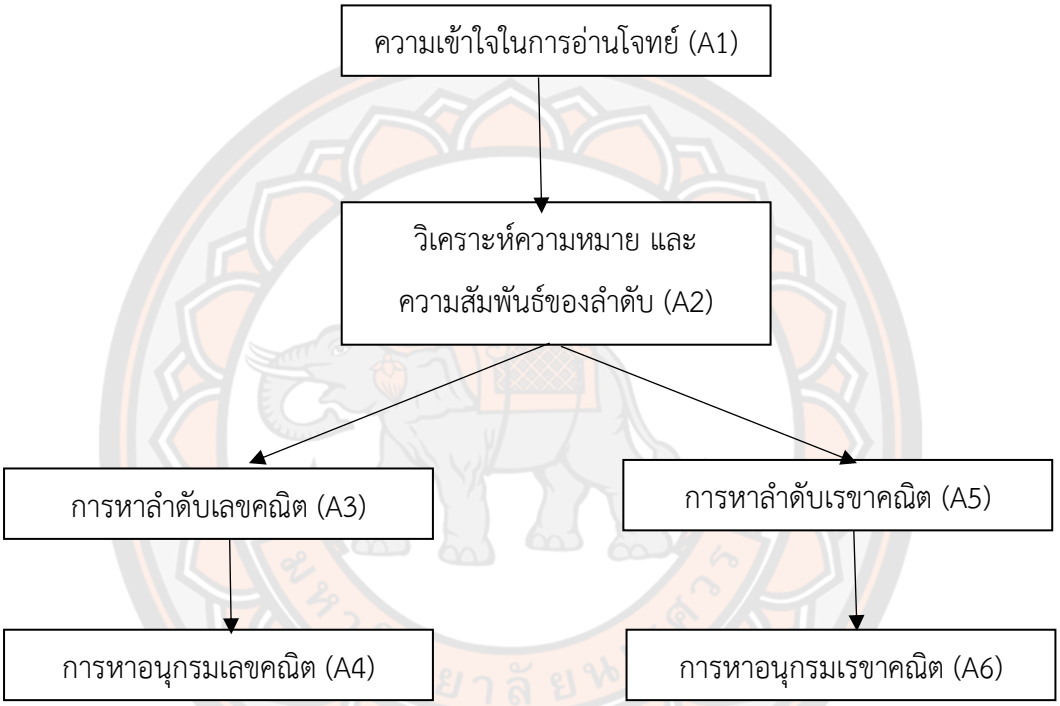
2.1.1 การกำหนดเนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวินิจฉัยครั้งนี้ คือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมโดยเนื้อหาที่ผู้วิจัยคัดเลือกนั้นมาจากผลการวิจัยในระยะที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกจากการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนมีจุดบกพร่องมากที่สุด สำหรับการเลือกเนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัยนั้น ควรเลือกเนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจง ไม่กว้างจนเกินไป ซึ่งจะทำให้ได้คุณลักษณะในเรื่องนั้น ๆ ในจำนวนที่พอเหมาะ ทำให้เมื่อนำไปสร้างโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะจะได้โมเดลที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป หากเลือกเนื้อหาที่กว้างมากเกินไป จะทำให้ผู้สร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้คุณลักษณะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องนั้น ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งจำนวนคุณลักษณะที่ได้มานั้น จะมีผลต่อกระบวนการสร้างโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะ กล่าวคือ ถ้าโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะมีความซับซ้อนมากเพียงใด การไล่เส้นทางในโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะก็จะซับซ้อนและยากขึ้นเพียงนั้น อีกทั้งยังส่งผลต่อการไล่เส้นทางในโมเดลที่ไม่ถูกต้อง เกิดความสับสนใจไล่เส้นทาง และทำให้ได้เมทริกซ์กำหนดคุณลักษณะของข้อสอบ (Q-matix) ไม่ครบทุกคุณลักษณะ นอกจากนี้ถ้าในกรณีที่ไล่เส้นทางครบ ก็อาจทำให้ได้ข้อสอบวินิจฉัยจำนวนมากเกินไป ทำให้เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียน อาจทำให้นักเรียนเกิดความเหนื่อยล้าในการทำข้อสอบ และต่อมานักเรียนอาจเดาคำตอบโดยไม่ผ่านการคิด ทำให้ได้ผลการวินิจฉัยที่คลาดเคลื่อน

2.1.2 การกำหนดคุณลักษณะ

การกำหนดคุณลักษณะได้นำเนื้อหามากำหนดคุณลักษณะ จัดเรียงคุณลักษณะ และจัดทำแผนคุณลักษณะ ตามความสัมพันธ์ลำดับขั้นก่อนและหลัง เพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์โดยใช้โครงสร้างเครือข่าย (Network structure) เป็นโครงสร้างลำดับขั้นลู่ออก (Hierarchy with a divergent

branch) มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ที่แยกออกเป็น 2 ทาง ไม่มีจุดสิ้นสุดเดียวกัน ได้กำหนดคุณลักษณะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ดังนี้ 1) ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ 2) วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ 3) การหาลำดับเลขคณิต 4)การหาอนุกรมเลขคณิต 5) การหาลำดับเรขาคณิต 6) การหาอนุกรมเรขาคณิต แสดงดังแผนภาพที่ 2 โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 4 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ 1 ท่าน ตรวจสอบคุณลักษณะและแผนภาพคุณลักษณะให้ถูกต้องและครบสมบูรณ์



ภาพ 2 โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีความถูกต้อง เหมาะสมและครอบคลุมตามคุณลักษณะที่ต้องนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ สามารถนำไปสร้างเมทริกซ์ลำดับขั้นคุณลักษณะได้

2.1.3 ผลการกำหนดเมทริกซ์เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย

2.1.3.1 การกำหนด Binary adjacency matrix (A)

เพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางตรงระหว่างคุณลักษณะ แสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะที่ 1 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ คุณลักษณะที่ 2 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 3 และคุณลักษณะที่ 5 คุณลักษณะที่ 3 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 4 คุณลักษณะที่ 4 ต้องไม่มีมาก่อนคุณลักษณะใด คุณลักษณะที่ 5 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 6 และคุณลักษณะที่ 6 ต้องไม่มีมาก่อนคุณลักษณะใด ซึ่งมีขนาดเมทริกซ์ 6×6 ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.1.3.2 การกำหนด Reachability matrix (R)

เพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางตรงและทางอ้อมระหว่างคุณลักษณะ โดยแถวที่ 1 เป็นคุณลักษณะที่ต้องมีมาก่อนทุกคุณลักษณะ แถวที่ 2 คุณลักษณะที่ 2 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 3 , 4 , 5 , 6 แถวที่ 3 คุณลักษณะที่ 3 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 4 แถวที่ 4 คุณลักษณะที่ 4 ต้องไม่มีมาก่อนคุณลักษณะใด แถวที่ 5 คุณลักษณะที่ 5 ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะที่ 6 และคุณลักษณะที่ 6 ต้องไม่มีมาก่อนคุณลักษณะใด ซึ่งมีขนาดเมทริกซ์เป็น 6×6 ดังนี้

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.1.3.3 การกำหนด Incidence matrix (Q)

แสดงชุดข้อสอบ คุณลักษณะในการทำข้อสอบแต่ละข้อให้ถูกต้อง และกำหนดขนาดข้อสอบโดยใช้ 2^k-1 = 2^6-1= 64 – 1 = 63 โดยกำหนด (k,i) ให้ k คือจะนวนคุณลักษณะทั้งหมด i คือจำนวนข้อสอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดในเมทริกซ์ R โดยจำนวนของข้อสอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด 63 ข้อ

2.1.3.4 การกำหนด Reduced Q Matrix (Qr)

เพื่อลดจำนวนชุดข้อสอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของลำดับขั้นที่กำหนดจากเมทริกซ์ Q โดยตัดชุดข้อสอบที่ไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งทางตรงและทางอ้อม และไม่สามารถไล่เส้นทางตามโมเดลคุณลักษณะที่สร้างขึ้นได้ จะได้ว่า ชุดข้อสอบมีจำนวน 6 คุณลักษณะ และมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 15 ข้อ

$$Q_r = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ตาราง 5 คุณลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยตาม Reduced Q Matrix (Q_r)

ข้อ	เมทริกซ์แสดงแบบแผนคุณลักษณะ	คุณลักษณะ	คุณลักษณะของแบบสอบ
1	100000	1	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1)
2	110000	1 , 2	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมายและความสัมพันธ์ของลำดับ (A2)
3	111000	1 , 2 , 3	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3)
4	100100	1 , 4	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4)
5	110100	1 , 2 , 4	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4)
6	111100	1 , 2 , 3 , 4	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4)

ข้อ	เมทริกซ์แสดงแบบแผนคุณลักษณะ	คุณลักษณะ	คุณลักษณะของแบบสอบ
7	100110	1 , 4 , 5	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5)
8	110110	1 , 2 , 4 , 5	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5)
9	111110	1 , 2 , 3 , 4 , 5	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5)
10	100101	1 , 4 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)
11	110101	1 , 2 , 4 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)
12	111101	1 , 2 , 3 , 4 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)
13	100111	1 , 4 , 5 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)

ข้อ	เมทริกซ์แสดงแบบแผนคุณลักษณะ	คุณลักษณะ	คุณลักษณะของแบบสอบ
14	110111	1 , 2 , 4 , 5 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)
15	111111	1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)

2.1.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของ Q-Matrix

ผู้วิจัยนำ Q-Matrix (Q_r) การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 15 ข้อ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม โดยพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 4 ท่าน แล 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผลการพิจารณาพบว่า Q-Matrix (Q_r) การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม มีความเหมาะสมและครอบคลุมทุกคุณลักษณะที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถนำเมทริกซ์ไปสร้างข้อสอบได้

2.1.5 ผลการสร้างแบบสอบวินิจฉัยตาม Q Matrix

นำเมทริกซ์แสดงบนแผนคุณลักษณะของข้อสอบตาม Q-Matrix สร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ตามวิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ โดยสร้างข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยมีจำนวน 6 คุณลักษณะ ให้คะแนนแบบ 0 , 1 ตามที่กำหนดใน Qr กำหนดแผนผังการสร้างข้อสอบ (Table of specification) ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 กำหนดแผนผังการสร้างข้อสอบ (Table of specification)

ข้อที่	คุณลักษณะของข้อสอบ	น้ำหนัก(ร้อยละ)	จำนวนข้อ
1	A1	6.67	1
2	A1, A2	6.67	1
3	A1 , A2 , A3	6.67	1
4	A1 , A4	6.67	1
5	A1 , A2 , A4	6.67	1
6	A1 , A2 , A3 , A4	6.67	1
7	A1 , A4 , A5	6.67	1
8	A1 , A2 , A4 , A5	6.67	1
9	A1 , A2 , A3 , A4 , A5	6.67	1
10	A1 , A4 , A6	6.67	1
11	A1 , A2 , A4 , A6	6.67	1
12	A1 , A2 , A3 , A4 , A6	6.67	1
13	A1 , A4 , A5 , A6	6.67	1
14	A1 , A2 , A4 , A5 , A6	6.67	1
15	A1 , A2 , A , A4 , A5 , A6	6.67	1
	รวม	100	15

2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ มีดังนี้

2.2.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนำแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 4 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ

จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งค่าดัชนี IOC ควรมีค่าสูงกว่า 0.50 จึงจะอยู่ในเกณฑ์ดี (ศิริชัย กาญจนาวาสี, 2548) ผลจากการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อนั้นพบว่า มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 ทุกข้อ แสดงว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ นั่นคือ แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำข้อสอบไปใช้ได้ ดังตารางที่ 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ

คำถาม	**IOC**
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์เรื่องลำดับและอนุกรม (A1) 1.ข้อใดกล่าวผิด 1. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = \frac{1}{n+1}$ คือ $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}$ 2. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = (\frac{1}{2})^n$ คือ $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}$ 3. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = 2^{n-1}$ คือ $1, 2, 4, 8, 16$ 4. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = (\frac{n}{2})^2$ คือ $\frac{1}{4}, 1, 1\frac{1}{4}, 4, 6\frac{1}{4}$ 5. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = \frac{4n-n^2}{n}$ คือ $3, 2, 1, 0, -1$	0.80
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) 2. พิจารณาลำดับที่กำหนดให้ต่อไปนี้ A กล่าวว่า $3, 7, 11, 15, \ldots$ เป็นลำดับเลขคณิต B กล่าวว่า $1, 4, 9, 16, \ldots$ เป็นลำดับเรขาคณิต C กล่าวว่า $-9, -2, 5, 12, \ldots$ เป็นลำดับเลขคณิต D กล่าวว่า $4, 8, 16, 32, \ldots$ เป็นลำดับเรขาคณิต ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด 1. A , B , C 2. B , C , D 3. A , C , D 4. A , B , D 5. A , B , C , D	1.00

คำถาม	IOC
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาลำดับเลขคณิต (A3) 3. ร้านขายผลไม้แห่งหนึ่ง ในช่วงฤดูกาลของทุเรียน ทำให้ลูกค้าให้ความสนใจเป็นจำนวนมากร้านค้าได้มีการบันทึกยอดการขายไว้ดังนี้ วันแรกขายได้ 200 กิโลกรัม วันที่สอง ขายได้ 182 กิโลกรัม วันที่สาม ขายได้ 164 กิโลกรัม วันที่สี่ ขายได้ 146 กิโลกรัม ยอดการขายเป็นเช่นนี้ เรื่อย ๆ อยากทราบว่าในวันที่ 10 ของการขาย ร้านขายผลไม้แห่งนี้ขายได้น้อยกว่าวันแรกกี่กิโลกรัม 1. 162 กิโลกรัม 2. 160 กิโลกรัม 3. 146 กิโลกรัม 4. 144 กิโลกรัม 5. 124 กิโลกรัม	0.80
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) 4. เมษาเริ่มออมเงินวันแรก 7 บาท วันที่สอง 15 บาท วันที่สาม 23 บาท ถ้าเมษาออมเงินเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ หากเมษาออมเงินครบ 30 วัน อยากทราบว่าเมษาจะมีเงินออมทั้งหมดกี่บาท 1. 3,390 บาท 2. 3,490 บาท 3. 3,590 บาท 4. 3,690 บาท 5. 3,790 บาท	1.00
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) 5. หอประชุมโรงเรียนแห่งหนึ่งจัดเก้าอี้ไว้ดังนี้ แถวแรก 14 ตัว แถวที่สอง 16 ตัว แถวที่สาม 18 ตัว จัดเช่นนี้เรื่อย ๆ ถ้าจัดเก้าอี้ไว้ในหอประชุม 12 แถว แล้วจะมีเก้าอี้ในหอประชุมนี้ทั้งหมดกี่ตัว 1. 290 ตัว 2. 300 ตัว 3. 310 ตัว 4. 320 ตัว 5. 330 ตัว	1.00

คำถาม	IOC
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาลำดับเลขคณิต (A3),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) 6. ในพิธีเปิดงานกีฬาสีของโรงเรียน สีชมพูได้จัดเตรียมการแสดงชื่อการแสดงว่า “สามเหลี่ยมแห่งความสามัคคี” โดยให้ผู้แสดงยืนเรียงแถวเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วแปรขบวนอย่างพร้องเพรียงกัน หากแต่ละแถวมีผู้แสดงเพิ่มขึ้นหนึ่งคน และประกอบด้วยแถวทั้งหมด 20 แถว อยากทราบว่า ในการแสดงครั้งนี้ต้องใช้ผู้แสดงทั้งหมดกี่คน 1. 190 คน 2. 195 คน 3. 200 คน 4. 205 คน 5. 210 คน	0.80
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),**การหาอนุกรมเลขคณิต** (A4),**การหาลำดับเรขาคณิต** (A5) 7. ผลบวก 32 พจน์แรกของลำดับเลขคณิต $6, 9, 12, 15, \ldots$ มีค่ามากกว่าพจน์ที่ห้าของลำดับเรขาคณิต $6, 18, 54, \ldots$ อยู่เท่าใด 1. 794 2. 894 3. 994 4. 1,094 5. 1,194	1.00

ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4),การหาลำดับเรขาคณิต (A5) 8. น้องเฟรมและน้องงามตั้งใจจะออมเงินเพื่อนำไปซื้อ Apple pencil โดยเฟรมเริ่มออมเงินวันแรก 20 บาท วันที่สอง 40 บาท วันที่สาม 80 บาท ออมเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบ 7 วัน ส่วนน้องงามเริ่มออมเงินวันแรก 20 บาท และออมเพิ่มขึ้นในวันถัดไปวันละ 20 บาท ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เป็นเวลา 10 วันเช่นกัน ข้อใดสรุปถูกต้อง 1. น้องงามออมเงินได้น้อยกว่าน้องเฟรม 1,440 บาท 2. น้องงามออมเงินได้มากกว่าน้องเฟรม 1,440 บาท 3. น้องงามกับน้องเฟรมออมเงินได้เงินเท่ากัน 4. น้องเฟรมและน้องงามนำเงินออมมารวมกันได้ทั้งหมด 3,540 บาท 5. น้องเฟรมและน้องงามนำเงินออมมารวมกันได้ทั้งหมด 3,740 บาท	1.00
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาลำดับเลขคณิต (A3),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4),การหาลำดับเรขาคณิต (A5) 9. ไฮดราเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมจะโตเต็มวัยใน 5 วัน และในระยะเวลาที่เท่ากันนั้นจะแตกหน่อได้ไฮดราตัวใหม่ 7 ตัว หากเริ่มต้นมีไฮดราตัวเต็มวัย 1 ตัว เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน ในวันที่ 30 จะมีไฮดรากี่ตัว 1. 16,807 ตัว 2. 15,807 ตัว 3. 14,807 ตัว 4. 13,807 ตัว 5. 12,807 ตัว	0.80
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4),การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6) 10. บริษัทแห่งหนึ่งเริ่มต้นก่อตั้ง 3 คน แต่ละคนหาพนักงานมาอยู่ในสายงานของตน 4 คน และพนักงานแต่ละคนก็หาพนักงานมาอยู่ในสายงานของตน 4 คน อย่างนี้ไปเรื่อย ๆ บริษัทแห่งนี้จะมีพนักงานกี่คน หากสายบังคับบัญชาสิ้นสุดที่ 5 ขั้น 1. 1,019 คน 2. 1,020 คน	1.00

3. 1,021 คน 4. 1,022 คน 5. 1,023 คน	
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4),การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6) 11. ในการอบรมสัมมนา ผู้นำได้ให้ผู้ร่วมสมมนาทำกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เริ่มจากตัวแทน 1 คน และหาเพื่อนมาอยู่กลุ่มตนเองดังนี้ รอบที่ 1 มีสมาชิก 1 คน รอบที่ 2 มีสมาชิก 2 คน รอบที่ 3 มีสมาชิก 4 คน รอบที่ 4 มีสมาชิก 8 คน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงรอบที่ 7 กลุ่มที่ 2 เริ่มจากตัวแทน 2 คน และหาเพื่อนมาอยู่ในกลุ่มของตอนเอง ดังนี้ รอบที่ 1 มีสมาชิก 2 คน รอบที่ 2 มีสมาชิก 5 คน รอบที่ 3 มีสมาชิก 8 คน รอบที่ 4 มีสมาชิก 11 คน ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนครบ 10 รอบ ข้อใดกล่าวถูกต้อง 1. กลุ่ม 1 มีจำนวนสมาชิกน้อยกว่ากลุ่ม 2 อยู่ 25 คน 2. กลุ่ม 1 มีจำนวนสมาชิกมากกว่ากลุ่ม 2 อยู่ 25 คน 3. กลุ่ม1 และกลุ่ม 2 มีสมาชิกเท่ากัน 4. กลุ่ม 2 มีจำนวนสมาชิกน้อยกว่ากลุ่ม 1 อยู่ 28 คน 5. กลุ่ม 2 มีจำนวนสมาชิกมากกว่ากลุ่ม 1 อยู่ 28 คน	1.00
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาลำดับเลขคณิต (A3),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4),การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6) 12. ยุทธเลือกฝากเงินกับธนาคาร 2 แห่ง ดังนี้ ธนาคาร A เดือนแรกฝาก 100 บาท เดือนที่สองฝาก 200 บาท เดือนที่สามฝาก 300 บาท เดือนที่สี่ฝาก 400 บาท ฝากเช่นนี้ไปเรื่อย ๆเป็นจำนวน 12 เดือน ธนาคาร B เดือนแรกฝาก 100 บาท เดือนที่สองฝาก 200 บาท เดือนที่สามฝาก 400 บาท เดือนที่สี่ฝาก 800 บาท ฝากเช่นนี้เรื่อย ๆ เป็นเวลา 6 เดือน เมื่อนำเงินฝากที่ฝากไว้ทั้ง 2 ธนาคารมารวมกัน ยุทธจะมีเงินฝากทั้งหมดเท่าใด	1.00

1. 12,100 บาท 2. 13,100 บาท 3. 14,100 บาท 4. 15,100 บาท 5. 16,100 บาท	
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4),การหาลำดับเรขาคณิต(A5),การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6) 13. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แนน ออมเงินโดยนำเงินหยอดกระปุกออมสิน ดังนี้ วันแรกหยอด 7 บาท และหยอดเพิ่มขึ้นวันละ 3 บาท เป็นเวลาครบ 30 วัน นนท์ ออมเงินโดยนำเงินใส่ถุงผ้าใบเล็ก ดังนี้ วันแรก 2 บาท วันที่สอง 4 บาท วันที่สาม 8 บาทวันที่สี่ 16 บาท ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เป็นเวลา 7 วัน (เมื่อออมครบ 7 วัน จะเริ่มนับวันแรกอีกครั้งเสมอ) ข้อใดกล่าวผิด 1. เมื่อครบ 30 วัน แนนมีเงินรวมทั้งหมด 1,515 บาท 2. เมื่อครบ 7 วัน นนท์จะมีเงินทั้งหมด 256 บาท 3. หากนนท์ออมเงิน 4 รอบ นนท์จะมีเงินรวมทั้งหมด 1,016 บาท 4. ในวันที่ 7 นนท์ต้องนำเงินใส่ถุงจำนวน 128 บาท 5. ในวันที่ 30 แนนนำเงินหยอดกระปุกออมสินเป็นจำนวน 94 บาท	1.00
ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1),วิเคราะห์ความหมายและความสัมพันธ์ของลำดับ (A2),การหาอนุกรมเลขคณิต (A4),การหาลำดับเรขาคณิต (A5) , การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6) 14. ชมรมนักวิ่งต้องการหาสมาชิกเพิ่ม โดยมีสมาชิกอยู่แล้ว 5 คน ซึ่งแต่ละคนต้องหาสมาชิกเพิ่ม 2 คน และสมาชิกที่เข้ามาทุกคคนต้องหาสมาชิกเพิ่มใหม่อีกคนละ 2 คน เช่นกัน ทำ	1.00

เช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เมื่อครบขั้นที่ 4 หลังจากนั้นชมรมขยายเวลารับสมาชิกอีก 7 วัน ทำให้มีสมาชิกที่สนใจขอย้ายเข้าชมรมนักวิ่งอีก ดังนี้ วันแรก 3 คน วันที่สอง 5 คน วันที่สาม 7 คน วันที่สี่ 9 คนเป็นเช่นนี้เรื่อย ๆ จนครบ 7 วัน หลังจากปิดรับสมาชิกเข้าชมรมแล้ว อยากทราบว่า ชมรมนักวิ่งมีสมาชิกทั้งสิ้นกี่คน

1. 135 คน
2. 138 คน
3. 141 คน
4. 144 คน
5. 147 คน

ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1), **วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ** (A2),**การหาลำดับเลขคณิต** (A3),**การหาอนุกรมเลขคณิต** (A4),**การหาลำดับเรขาคณิต** (A5),**การหาอนุกรมเรขาคณิต** (A6) 1.00

15. ผลการสำรวจการเจ็บป่วยของนักเรียนในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลกในช่วงเวลา 7 วันหลังเปิดภาคเรียนที่ 2 ปรากฏผลดังนี้

ไข้หวัดใหญ่

วันแรก พบนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ 2 คน
วันที่สอง พบนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ 4 คน
วันที่สาม พบนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ 6 คน
พบผู้ป่วยเช่นนี้จนครบ 7 วัน

โควิด

วันแรก พบนักเรียนเป็นโควิด 1 ราย
วันที่สอง พบนักเรียนเป็นโควิด 3 ราย
วันที่สาม พบนักเรียนเป็นโควิด 9 ราย
วันที่สี่ พบนักเรียนเป็นโควิด 27 ราย พบผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเช่นนี้ จนครบ 7 วัน

จากผลการสำรวจการเจ็บป่วยของนักเรียนในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลกในช่วงเวลา 7 วันหลังเปิดภาคเรียนที่ 2 ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 50 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,087 ราย

2. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 52 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,089 ราย

3. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 54 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,091 ราย

4. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 56 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,093 ราย

5. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 58 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,095 ราย

2.2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพระยะทดลองใช้เครื่องมือ

ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในระยะทดลองใช้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของเครื่องมือโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) และค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในดังนี้

2.2.2.1 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกโดยโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) พบว่ามีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.75 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นมีค่าความยากปานกลาง และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 1.00 ซึ่ง แสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยสามารถจำแนกได้ดี สอดคล้องกับหลักการสร้างแบบสอบวินิจฉัยของ (Bloom, 1971) ที่กล่าว แบบสอบวินิจฉัยควรเป็นข้อสอบที่ง่ายมีค่าตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป แบบสอบวินิจฉัยสามารถนำไปวินิจฉัยข้อบกพร่องได้ ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อแสดงดังตารางที่ 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.33	0.67	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง
2	0.5	1	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
3	0.75	0.5	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
4	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง
5	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง
6	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง
7	0.42	0.83	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
8	0.5	0.67	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
9	0.5	1	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
10	0.5	1	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
11	0.58	0.83	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
12	0.58	0.83	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง
13	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง
14	0.5	0.33	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
15	0.58	0.83	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง

2.2.2.2 ค่าความเที่ยงตรงแบบสอดคล้องภายในด้วยวิธีของฮอยท์(Hoyt)

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงแบบสอดคล้องภายในด้วยวิธีของฮอยท์(Hoyt) ของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า มีค่าความเที่ยงตรงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ 0.79 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70 สามารถนำไปวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนได้ (Hoyt, 1941) อ้างถึงใน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2.2.2.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในระยะใช้จริง

การตรวจสอบคุณภาพในประเด็นนี้ ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์พารามิเตอร์ตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (item response theory : IRT) โดยโมเดลการสอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ พบว่า มีพารามิเตอร์ค่าความ

ยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.39 ถึง 2.05 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบเรียงจากข้อง่ายไปยาก โดยข้อที่ง่ายที่สุด คือ ข้อที่ 1 (-0.39) มีค่าพารามิเตอร์ค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 1.18 ถึง 2.48 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบสามารถจำแนกนักเรียนได้ และพารามิเตอร์โอกาสในการเดา (c) อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.29 สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์มีเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.50 ถึง2.50 ค่าความยากของข้อสอบ ตั้งแต่ -2.50 ถึง 2.50 และค่าการเดาของข้อสอบ ไม่เกิน 0.30 (Urry, 1977) แสดงดังตารางที่ 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพขอข้อสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่

ข้อ	โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์		
	ค่าอำนาจจำแนก(a)	ค่าความยาก(b)	โอกาสในการเดา(c)
1	1.69	-0.39	0.29
2	1.53	-0.06	0.26
3	2.01	0.08	0.25
4	1.71	0.31	0.21
5	1.56	-0.02	0.20
6	2.26	0.21	0.16
7	2.46	0.49	0.07
8	1.59	0.44	0.19
9	1.18	2.05	0.22
10	2.99	0.24	0.03
11	2.48	0.43	0.02
12	2.24	0.06	0.11
13	2.40	0.27	0.16
14	2.06	0.06	0.26
15	1.84	0.27	0.18

ตอนที่ 3 วินิจฉัยจุดเด่นและจุดด้อยสำหรับการใช้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็ง โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ที่สร้างขึ้น เกณฑ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคลเป็นรายคุณลักษณะ ใช้เกณฑ์ของ Griel, Wang และ Zhou (2008) ดังนี้

ร้อยละ 0 - 40 หมายถึง นักเรียนขาดความรู้ในคุณลักษณะนั้น ๆ กล่าวคือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในคุณลักษณะนั้น ๆ

ร้อยละ 41 - 60 หมายถึง นักเรียนมีความรู้บางส่วนในคุณลักษณะนั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนทำข้อสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน บางครั้ง อาจจะทำถูก บางครั้งอาจจะทำผิด แต่ผิดเพราะยังไม่ เข้าใจอย่างชัดเจนยังมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแฝงอยู่

ร้อยละ 61 - 100 หมายถึง นักเรียนมีความรู้ในคุณลักษณะนั้น ๆ อย่างชัดเจน

ผลการวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนจำนวน 330 คน โดยแบ่งตามคุณลักษณะ พบว่านักเรียนมีความรอบรู้มากที่สุดในคุณลักษณะที่ 1 ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) รองลงมา คือ คุณลักษณะที่ 2 วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) และนักเรียนขาดความรอบรู้มากที่สุด คือ คุณลักษณะที่ 6 การคำนวณหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)

คุณลักษณะที่ 1 ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจโจทย์สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ (Mastery) ร้อยละ 62.42 รองลงมา คือ นักเรียนที่มีความรอบรู้บางส่วน (Partial mastery) ร้อยละ 28.79 และนักเรียนที่ขาดความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (Non - mastery) ร้อยละ 8.79

คุณลักษณะที่ 2 วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์ความหมาย ความสัมพันธ์ และสามารถบอกได้ว่าลำดับที่กำหนดให้เป็นลำดับเลขคณิต หรือลำดับเรขาคณิต (Mastery) ร้อยละ 58.18 รองลงมา คือ นักเรียนที่มีความรอบรู้บางส่วนในการวิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (Partial mastery) ร้อยละ 31.52 และนักเรียนที่ขาดความเข้าใจในการวิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (Non - mastery) ร้อยละ 10.30

คุณลักษณะที่ 3 การคำนวณหาลำดับเลขคณิต (A3) นักเรียนสามารถคำนวณหาลำดับเลขคณิตได้ถูกต้องมากที่สุด (Mastery) ร้อยละ 40.30 รองลงมา คือ นักเรียนที่มีความรอบรู้บางส่วนในการการคำนวณหาลำดับเลขคณิต (Partial mastery) ร้อยละ 30.31และนักเรียนที่ขาดความเข้าใจในการคำนวณหาลำดับเลขคณิต (Non - mastery) ร้อยละ 29.39

คุณลักษณะที่ 4 การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) นักเรียนขาดความรอบรู้ในกาคำนวณหาอนุกรมเลขคณิต (Non - mastery) ร้อยละ 35.46 รองลงมาเป็นนักเรียนที่มีความรอบรู้ในการคำนวณหาอนุกรมเลขคณิต(Mastery) ร้อยละ 33.64 และนักเรียนที่มีความรอบรู้บางส่วนในการคำนวณหาอนุกรมเลขคณิต(Partial mastery) ร้อยละ 30.91

คุณลักษณะที่ 5 การหาลำดับเรขาคณิต (A5) นักเรียนขาดความรอบรู้ในการคำนวณหาลำดับเรขาคณิต (Non - mastery) ร้อยละ 44.55 รองลงมาเป็นนักเรียนที่มีความรอบรู้ (Mastery) ร้อยละ 30.00 และนักเรียนที่มีความรอบรู้บางส่วน(Partial mastery) ร้อยละ 25.45

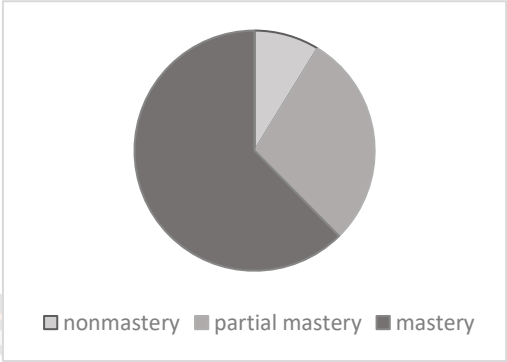
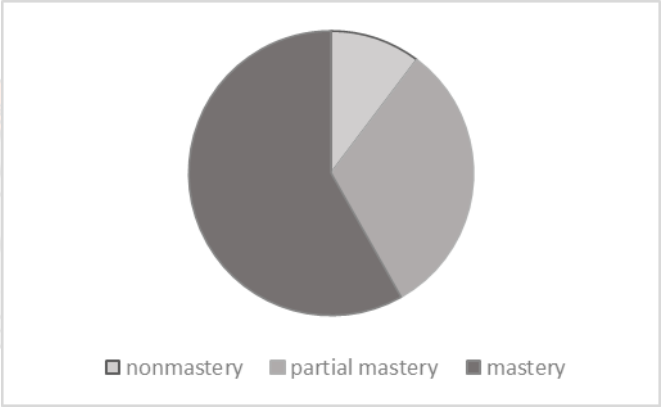
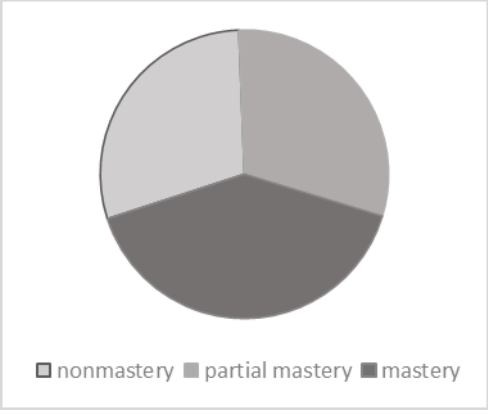
คุณลักษณะที่ 6 การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6) นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรอบรู้ในการคำนวณหาอนุกรมเรขาคณิต (Non - mastery) ร้อยละ 52.42 รองลงมาเป็นนักเรียนที่มีความรอบรู้ (Mastery) ร้อยละ 24.24 และ นักเรียนที่มีความรอบรู้บางส่วนเรื่องการคำนวณหาอนุกรมเรขาคณิต (Partial mastery) ร้อยละ 23.33 แสดงดังตาราง

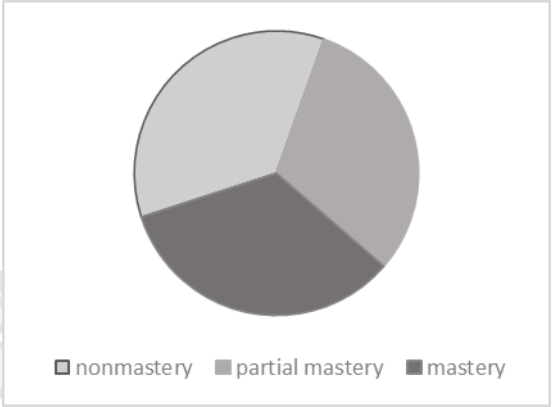
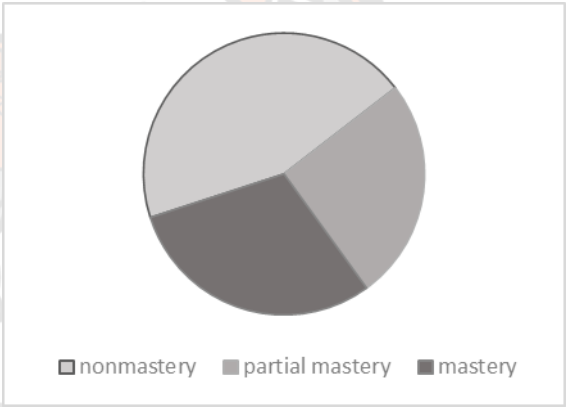
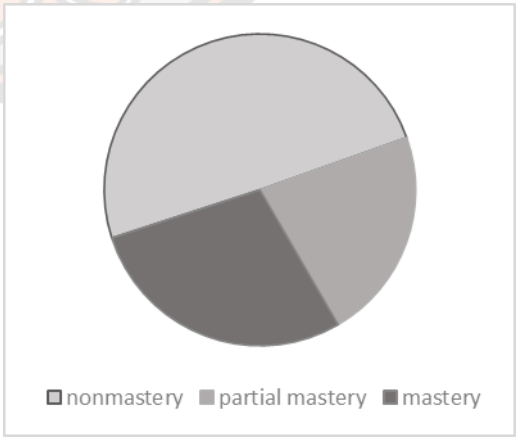
ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระดับความรอบรู้	คุณลักษณะ					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Mastery	206	192	133	111	99	80
	(62.42)	(58.18)	(40.30)	(33.64)	(30.00)	(24.24)
Partial mastery	95	104	100	102	84	77
	(28.79)	(31.52)	(30.31)	(30.91)	(25.45)	(23.33)
Non - mastery	29	34	97	117	147	173
	(8.79)	(10.30)	(29.39)	(35.46)	(44.55)	(52.42)

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงจำนวนนักเรียน และตัวเลขในวงเล็บแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียน

ตาราง 11 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความรอบรู้ในแต่ละคุณลักษณะ

คุณลักษณะ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความรอบรู้
คุณลักษณะที่ 1 ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1)	
คุณลักษณะที่ 2 วิเคราะห์ความหมาย และ ความสัมพันธ์ของลำดับ (A2)	
คุณลักษณะที่ 3 การคำนวณหาลำดับเลขคณิต (A3)	

คุณลักษณะ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความรอบรู้
คุณลักษณะที่ 4 การหาอนุกรมเลขคณิต (A4)	
คุณลักษณะที่ 5 การหาลำดับเรขาคณิต (A5)	
คุณลักษณะที่ 6 การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)	

บทที่ 5
บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดพิษณุโลก โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าการเดา ค่าความเที่ยง และ 2) เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ลำดับและอนุกรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมศึกษาในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 9 โรงเรียน รวมนักเรียน 330 คน กลุ่มตัวอย่างได้อยากวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน(Multi – stage random)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบบสอบที่สร้างขึ้นเป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 ข้อ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง (Try out) จำนวน 30 คน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อสอบหาค่าความยาก(Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และหาค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (Internal consistency) นำแบบสอบวินิจฉัยไปเก็บข้อมูลจริงกับนักเรียน 330 คน พิจารณาหาค่าความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) และโอกาสในการเดา(c) ตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Item response theory)

การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย โดยนำแบบสอบวินิจฉัยการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) วิเคราะห์ข้อสอบหาค่าความยาก(Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และหาค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (Internal consistency) และหาค่าความยาก (b) ค่าอำนาจจำแนก (a) และโอกาสในการเดา (c) ตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Item response theory : IRT) วิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเบย์ตามเกณฑ์ของ (Gierl et al., 2008)

วิธีดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) วิเคราะห์ข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) สร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ และ 3) วิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีรายละเอียด ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) การสร้างแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ 3) วิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

1. การวิเคราะห์ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการสัมภาษณ์ครูผ้าสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า 1) นักเรียนมีความบกพร่องด้านการอ่านโจทย์และตีความโจทย์ ไม่สามารถวิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหา จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา สิ่งที่โจทย์ต้องการได้ 2) ไม่สามารถเปลี่ยนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามเป็นตัวแปรได้ จึงทำให้ไม่สามารถแทนค่าในตัวแปร และ 3) ไม่สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้

1.2 หน่วยการเรียนรู้ที่พบข้อบกพร่องมากที่สุดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า โดยหน่วยการเรียนรู้ที่บกพร่องมากที่สุด คือ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ลำดับและอนุกรม ลำดับถัดมา คือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน และหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เนื้อหาที่ผู้วิจัยเลือกนำมาสร้างแบบสอบวินิจฉัย คือ โจทย์ปัญหาเรื่องลำดับและอนุกรม

2. การสร้างแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ และตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ

2.1 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและ

อนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างและผลการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยเพื่อกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบสอบวินิจฉัย

2.1.2 กำหนดคุณลักษณะ จัดเรียงลำดับคุณลักษณะ และจัดทำแผนภาพคุณลักษณะตามความสัมพันธ์ลำดับขั้นก่อนและหลัง เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ โดยใช้โครงสร้างเครือข่าย (Network structure) เป็นโครงสร้างลำดับขั้นลู่ออก (Hierarchy with divergent branch)

2.1.3 กำหนดเมทริกซ์คุณลักษณะของข้อสอบ (Q-matrix)

2.1.4 สร้างแบบสอบวินิจฉัยตามเมทริกซ์คุณลักษณะของข้อสอบ (Q-matrix) ที่กำหนดไว้

2.1.5 นำแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียน

2.1.6 คำนวณคะแนนเชิงวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และวินิจฉัยจุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียน

2.2 วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า ข้อสอบมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00

2.2.2 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในด้วยวิธีของฮอยท์ของแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม พบว่า มีค่าความเที่ยงตรงแบบสอดคล้องภายใน เท่ากับ 0.79

2.2.3 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าโอกาสในการเดา โดยใช้โมเดลการสอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ พบว่า มีค่าความยาก (b) อยู่ระหว่าง -0.39 ถึง 2.05 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบเรียงจากข้องายไปยาก โดยข้อที่ง่ายที่สุด คือ ข้อที่ 1 (-0.39) มีอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 1.18 ถึง 2.48 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบสามารถจำแนกนักเรียนได้ และค่าโอกาสในการเดา (c) อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.29

3. วิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

ผลการวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งนักเรียน จำนวน 330 คน โดยแบ่งตามคุณลักษณะ พบว่า นักเรียนมีความรอบรู้มากที่สุดในคุณลักษณะที่ 1 ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) รองลงมา

คือ คุณลักษณะที่ 2 วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2)คุณลักษณะที่ 3 การคำนวณหาลำดับเลขคณิต (A3) คุณลักษณะที่ 4 การหาอนุกรมเลขคณิต (A4)คุณลักษณะที่ 5 การหาลำดับเรขาคณิต (A5) และนักเรียนขาดความรอบรู้มากที่สุด คือ คุณลักษณะที่ 6 การคำนวณหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ แบ่งการอภิปรายออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ 3) วิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

1.ข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า 1) นักเรียนมีความบกพร่องด้านการอ่านโจทย์และตีความโจทย์ ไม่สามารถวิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหา จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ 2) ไม่สามารถเปลี่ยนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามเป็นตัวแปรได้ จึงทำให้ไม่สามารถแทนค่าในตัวแปร และ 3) ไม่สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ที่พบข้อบกพร่องมากที่สุดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าโดยหน่วยการเรียนรู้ที่บกพร่องมากที่สุด คือ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ลำดับและอนุกรม เมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ไปวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความรอบรู้ด้านการอ่านและตีความโจทย์ การวิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ แต่ขาดความรอบรู้ในการแทนค่าลงในสูตร การคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนบกพร่องในด้านการคำนวณมากกว่าการอ่าน และตีความโจทย์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์, 2543)ซึ่งอ้างถึงใน (ไอลดา มงคลสุข, 2563)ที่สรุปว่า ความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความลำบากในการ คิดคำนวณทางคณิตศาสตร์แม้ว่าจะเป็นการแก้โจทย์เลขที่ง่ายๆ ซึ่งการคิดคำนวณจะเกี่ยวข้องกับการคิด และการจดจำ จำนวนและสัญลักษณ์การจดจำข้อเท็จจริง เช่น การจำสูตรคูณ การเรียงลำดับตัวเลข และ ยังรวมไปถึงการเข้าใจความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรมอีกด้วย สอดคล้องกับ (ผดุง อารยะวิญญู, 2539)เด็กส่วนใหญ่ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านการ

คำนวณ พบว่า มีปัญหาในการนับเลขการเข้าใจความหมายของจำนวน การคำนวณพื้นฐาน และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ทำให้เด็กมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ตลอดทุกเนื้อหาวิชา

ผลการวิจัยในครั้งนี้ยังพบว่า เรื่องที่นักเรียนขาดความรอบรู้มากที่สุด คือ การหาอนุกรมเรขาคณิต เนื่องจากการหาอนุกรมเรขาคณิตนักเรียนต้องใช้ความรู้ครบทุกคุณลักษณะ ดังนั้นโจทย์ที่นักเรียนทำไม่ได้มากที่สุด คือ ข้อที่ 15

2. แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะ

แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์นี้ สร้างโดยใช้แนวคิดโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะของ(Gierl et al., 2000)โดยนำข้อบกพร่องในแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการสัมภาษณ์หน่วยการเรียนรู้ที่บกพร่องมากที่สุด สร้างเป็นคุณลักษณะ และเมทริกซ์คุณลักษณะของข้อสอบ (Q - matix) ตามความสัมพันธ์ลำดับขั้นก่อนและหลัง เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ โดยใช้โครงสร้างเครือข่าย (Network structure) เป็นโครงสร้างลำดับขั้นเชิงลู่ออก (Hierarchy with a divergent branch) ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะแยกออกเป็น 2 ทางไม่มีจุดสิ้นสุดจุดเดียวกัน นั่นคือ การกำหนดคุณลักษณะเริ่มต้น เป็นสิ่งที่ต้องมีมาก่อนคุณลักษณะอื่นเสมอ (Leighton, Gierl & Hunka, 2007) จากขั้นตอนการสร้างพบว่าขั้นตอนที่ทำได้ยาก คือการกำหนดเมทริกซ์คุณลักษณะของข้อสอบ (Q - mattix) การไล่เส้นทางของโมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะจะต้องทำการศึกษาแนวคิดของ AHM หากขาดความรู้ความเข้าใจอาจทำให้ไล่เส้นทางผิดได้ จากการดำเนินการได้ข้อสอบที่มีจำนวน 6 คุณลักษณะ 15 ข้อ แบบสอบวินิจฉัยมีจำนวนข้อที่ไม่มาก แต่คลอบคลุมทุกคุณลักษณะ ทำให้นักเรียนลดความเบื่อหน่ายในการทำข้อสอบทำให้เกิดการเดาข้อสอบและไม่ผ่านกระบวนการคิด วิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้โมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ปรารถนา พลอภิชาติ, 2556)ซึ่งอ้างถึงใน (ไอลดา มงคลสุข, 2563)ได้การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะได้กล่าวว่าการสร้างแบบสอบวินิจฉัยมีขั้นตอนการ ตั้งแต่การกำหนดเนื้อหา การกำหนดคุณลักษณะ การเรียงลำดับและการสร้างโมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะ จนถึงการคำนวณคะแนนเชิงวินิจฉัยโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีเบย์ (Bayes' theorem)

จากการทดสอบเพื่อตรวจคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย ด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์ IOC ควรมากกว่าหรือเท่ากับ .80 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

แสดงให้เห็นว่า แบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นวัดได้สอดคล้องกับเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (สรวาท ทองบุ, 2555) กล่าวว่า ความตรงตามเนื้อหาเป็นการตรวจสอบอย่างเป็นระบบในเนื้อหาและถูกต้องของแบบทดสอบที่สะท้อนความถูกต้องของความคิดรวบยอด (Concept)

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ โดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 พารามิเตอร์ ด้านค่าความยาก (b) ของแบบสอบวินิจฉัย มีค่าอยู่ระหว่าง -0.39 ถึง 2.05 ด้านค่าอำนาจจำแนก (a)ของแบบสอบวินิจฉัย มีค่าอยู่ระหว่าง 1.18 ถึง 2.48 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบค่อนข้างง่าย และมีอำนาจจำแนกสามารถจำแนกนักเรียนได้ และด้านค่าโอกาสในการเดา(c) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.29 สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ปรียาพร ศรีเกตุ, 2563) การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารระคนของทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 : การประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ วิเคราะห์โดยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ พบว่า ข้อสอบมีค่าความยาก (b) ระหว่าง -0.92 ถึง 1.91 มีค่าอำนาจจำแนก (a) ระหว่าง 0.84 ถึง 3.77 มีค่าการเดา (c) ระหว่าง 0.08 ถึง 0.32

ค่าความเที่ยงตรงแบบสอดคล้องภายในด้วยวิธีของฮอยส์ของแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีความเที่ยงตรง 0.79 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70 (Hoyt, 1941) อ้างถึงใน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ศิลากาญน์ รุ่งเรือง, 2558)อ้างถึงใน (ไอลดา มงคลสุข, 2563)การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาประยุกต์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการทำงานร่วมกันโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าความเที่ยงตรงแบบสอดคล้องภายใน 0.82

3. วิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

การวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียน โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถวินิจฉัยผู้สอบตามคุณลักษณะ พบว่า นักเรียนมีความรอบรู้มากที่สุด ในเรื่องความเข้าใจในการอ่านโจทย์ เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่ไม่ต้องมีความรู้ในการคิดคำนวณ ใช้เพียงความรู้ด้านการแปลความหมาย คุณลักษณะที่ขาดความรอบรู้มากที่สุด คือ การหาอนุกรมเรขาคณิต เนื่องจากนักเรียนต้องมีความรู้ในคุณลักษณะอื่นมาก่อน และต้องมีความรู้ในการคิดคำนวณ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (แสนเมืองชิน, 2551) กล่าวว่า ข้อผิดพลาดที่พบในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ได้แก่ ขั้นตอนการวิเคราะห์ สังเคราะห์โจทย์ปัญหาขาดทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณ และใช้สูตร และกฎตรงไม่ตรงกับนิยามที่โจทย์ให้ และ (สุนิสา พงษ์ประยูร, 2543)ได้ศึกษา ข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ กล่าวว่า ข้อบกพร่องของนักเรียนคือการแก้สมการหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ คิดเป็นร้อยละ 80

การจัดเนื้อหาออกเป็นลำดับขั้นคุณลักษณะเป็นวิธีการที่ดีในการค้นหาสาเหตุและแก้ไขข้อบกพร่อง เพราะการวินิจฉัยเป็นลำดับขั้นคุณลักษณะ สามารถบอกได้ว่าผู้เรียนมีความบกพร่องในคุณลักษณะใดมากน้อยเพียงใด และสาเหตุของความบกพร่องนั้นคืออะไร จะได้มีการแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนได้ตรงจุด แสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้วิธีลำดับขั้นคุณลักษณะจะทำให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Gronlund, 1976) อ้างถึงใน (ไอลดา มงคลสุข, 2563) ที่กล่าวว่า การสร้างแบบสอบวินิจฉัยก็เพื่อหาข้อบกพร่องของนักเรียนและข้อสอบแต่ละข้อสามารถค้นหาสาเหตุของการตอบผิดได้ (Brown, 1976) ที่กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนว ได้ตรงจุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อปรับปรุงวิธีการสอนให้สอดคล้องกับข้อบกพร่องของนักเรียน พร้อมทั้งวินิจฉัยจุดอ่อนและจุดแข็ง โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ และให้มีคุณภาพด้าน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกความตรงตามเนื้อหาและความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน ครูสามารถนำผลวิจัยไปปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้

2. หากต้องการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะควรมีการศึกษาหลักการสร้างอย่างละเอียดทุกขั้นตอน ตั้งแต่การกำหนดคุณลักษณะ รวมไปถึงการกำหนด Q - Matrix จะทำให้การวินิจฉัยมีความชัดเจนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำไปพัฒนาวิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยด้วยวิธีลำดับขั้นคุณลักษณะในวิชาอื่น ๆ เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียน

2. ควรนำวิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีลำดับขั้นคุณลักษณะไปประยุกต์ใช้กับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

3. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการวินิจฉัยโดยใช้โมเดลประเภทอื่น ๆ เช่น Log linear Congnitive Diagnosis Model (LCDM) หรือ General Diagnostic Model (GDM) เป็นต้น มาเป็นแนวคิดพัฒนาวิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัย

บรรณานุกรม

Adam, E., and Bceson, . (1977). *Teaching mathematics with emphasis on the diagnostic approach*

Anderson, a. P. (1973). *Problem-solving in mathematics>* Washindton D.C.].

Bloom, B. S. (1971). Handbook on formative and summative evaluation of student learning.

Brown, F. G. (1976). *Principles of educational and psychological testing*. New York; Montreal: Holt, Rinehart and Winston.

Cohen, J. J., Harrington, J. T., Kassirer, J. P., & Madias, N. E. (1990). Measurement of renal function in chronic renal disease. *Kidney Int*, *38*, 167-184.

Cruikshank, S., & Linda Jensen. (1992). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics*. Merrill Publishing Company.

Dwight, L. A. (1966). *Modern mathematics for the elementary teacher*. Holt, Rinehart and Winston.

Gierl, M. J., Leighton, J. P., & Hunka, S. M. (2000). An NCME instructional module on exploring the logic of Tatsuoka's Rule-Space Model for test development and analysis. *Educational Measurement: Issues and Practice*, *19*(3), 34-44.

Gierl, M. J., Wang, C., & Zhou, J. (2008). Using the Attribute Hierarchy Method to Make Diagnostic Inferences about Examinees' Cognitive Skills in Algebra on the SAT. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, *6*(6), n6.

Gipp, J. J., Bailey, H. H., & Mulcahy, R. T. (1995). Cloning and sequencing of the cDNA for the light subunit of human liver **γ**-glutamylcysteine synthetase and relative RNA levels for heavy and light subunits in human normal tissues. *Biochemical and biophysical research communications*, *206*(2), 584-589.

Gregory, C. D., Phipps, D. J., Evans, D. L., Milner, A. E., & Wyllie, A. H. (1992). Analysis and discrimination of necrosis and apoptosis (programmed cell death) by multiparameter flow cytometry. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research*, *1133*(3), 275-285.

Gronlund. (1976). Measurement and Evaluation in Teaching.

Hopkins, C. D., and Antes, R.L. (1990) (1990). Educational reserch: A structur for inquiry. 3rd.

Hornby, a. S. (2005). *A Long Way Down: the international bestseller*. Penguin UK.

Hoyt. (1941). Test reliability estimated by analysis of variance. *Psychometrika*, *6*(3), 153-160.

Ketterlin-Geller, L. R., & Yovanoff, P. (2009). Diagnostic assessments in mathematics to support instructional decision making. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, *14*(1), 16.

Krulik, & Rudnick (1988). *Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. ERIC.

Krulik, S. (1977). Problems, problem solving, and strategy games. *The Mathematics Teacher*, *70*(8), 649-652.

Rojas. (2010). *Administración de pequeñas empresas*. McGraw-Hill Interamericana.

Underhill. (1972). Turkish participles. *Linguistic inquiry*, *3*(1), 87-99.

Urry, V. W. (1977). Tailored testing: A successful application of latent trait theory. *Journal of educational measurement*, 181-196.

แสนเมืองชิน, จ. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

และร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ *3* มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม]. คณะศึกษาศาสตร.

โชติ เพชรชื่น. (2549). แบบสอบวินิจฉัยในการวัดและประเมินผลการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไอลดา มงคลสุข. (2563). การ สร้าง แบบ สอบ วินิจฉัย การ แก้ โจทย์ ปัญหา วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง การ เคลื่อนที่ แนว เส้น ตรง โดย ใช้ วิธี ลำดับ ขั้น ของ คุณลักษณะ. พัฒนา เทคนิค ศึกษา, *34*(123), 122-122.

กมลรัตน์ นักพรรษา. (2559). การ พัฒนา แบบ ทดสอบ วินิจฉัย ข้อ บกพร่อง ด้าน ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์ ขั้น บูร ณา การ สำหรับ นักเรียน ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 3 ใน โรงเรียน สังกัด สำนักงาน เขต พื้นที่ การ ศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28 1-10. *Ubon Ratchathani Journal of Research and Evaluation*, *5*(2), 1-10.

กรมวิชาการ. (2539). แนวทางสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551. (*ฉบับปรับปรุง*2560)*.

กฤชรัตน์ วิทยาเวช. (2551). การ พัฒนา แบบ สอบ วินิจฉัย ทักษะ การ แก้ โจทย์ ปัญหา คณิตศาสตร์ ตาม แนวคิด เม ตา คอก นิ ชัน ด้าน ความ รู้ สำหรับ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ *3* จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย].

กัญวลัญช์ จิตรดี. (2559). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *6* สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มหาวิทยาลัยบูรพา]. คณะศึกษาศาสตร์

กิติกานต์ สารมาคม. (2546). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านคำภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *3* ในอำเภอบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต *2* มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช].

คมสันต์ เอ็นคะวัน. (2553). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5* สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

จรูญ จียโชค. (2531). "โจทย์ปัญหา : สัมฤทธิ์ผลและขั้นตอนการสอน".

ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2542). รูปแบบการเรียนรู้กรณีศึกษาโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร. เดอะมาสเตอร์กร๊ป แมเจอเม้นท์.

ทิพย์ ขำอยู่, & เสรี ชัดแช้ม. (2015). การ วินิจฉัย ทักษะ การ อ่าน ภาษา อังกฤษ โดย ประยุกต์ โมเดล ลำดับ ขั้น คุณลักษณะ และ การ ทดสอบ แบบ ปรับ เหมาะ ด้วย คอมพิวเตอร์. วารสาร วิทยาการ วิจัย และ วิทยาการ ปัญญา, *10*(2), 54-69.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. สุวิริยาสาส์น.

ประกาย เครือเนตร. (2558). การสร้างแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5* มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม].

ประภาพรรณ มั่นสวัสดิ์. (2548). การสร้างแบบสอบวินิจฉัยการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *3* มหาวิทยาลัยรามคำแหง].

ปรารถนา พลอภิชาติ. (2556). การ พัฒนา คู่มือ การ สร้าง แบบ สอบ วินิจฉัย การ แก้ โจทย์ ปัญหา คณิตศาสตร์ สำหรับ ครู ประถม ศึกษา โดย ใช้ โมเดล ข้อสอบ และ วิธี ลำดับ ขั้น ของ คุณลักษณะ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

ปรียาพร ศรีเกตุ. (2563). การวินิจฉัยออกแบบและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารระคนของทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *6*:ประยุกต์ใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น].

ปานทอง ชาลีเครือ. (2564). การสร้างแบบสอบวินิจฉัย และแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3* มหาวิทยาลัยมหาสาราคาม].

ปิยะธิดา ปัญญา. (2558). การ สร้าง แบบ ทดสอบ วินิจฉัย จุด บกพร่อง ใน การ เรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง การ บวก และ การ ลบ สำหรับ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ 4. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, *21*(1), 283-296.

ผดุง อารยะวิญญู. (2539). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับเด็กที่มีความบกพร่อง. แว่นแก้วการพิมพ์.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.*2542*. นานมีบุ ค. พับลิเคชั่นส จำกัด.

วรนุช ชำนาญกิจ. (2559). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6* มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม].

วัชรี บูรณสิงห์. (2546). การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคลในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิรัชดา เลิศรมยานันท์. (2562). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.

วิสารัตน์ วงศ์ภูรี. (2556). การ สร้าง แบบ ทดสอบ วินิจฉัย จุด บกพร่อง ใน การ เรียน วิชา คณิตศาสตร์ สาระ ที่ *4* พีชคณิต เรื่อง การ แก้ โจทย์ ปัญหา ด้วย สม การ สำหรับ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ *6*

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์. (2543). ความบกพร่องในการเรียนรู้หรือแอลดี : ปัญหาการเรียนแก้ไขได้. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

ศิริเดช สุชีวะ. (2550). การวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของผู้เรียน.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนาวาสี. (2548). ทฤษฎีการประเมิน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิลากาญน์ รุ่งเรือง. (2558). การ พัฒนา ทักษะ การ แก้ โจทย์ ปัญหา ประยุกต์ ทาง คณิตศาสตร์ และ ทักษะ การ ทำงาน ร่วม กัน โดย ใช้ กระบวนการ แก้ ปัญหา ของ โพ ล ยา ร่วม กับ การ จัดการ เรียน รู้ แบบ ร่วมมือ ของ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ 6. วารสาร บัณฑิต วิจัย, *7*(2), 107-121.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2564).

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย. (2538). การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพฯ.

สมุาลี โชคสมุทร. (2535). การสร้างแบบสอบวินิจฉัยในการเรียนเรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *6* ในจังหวัดมหาสารคาม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม].

สรวาท ทองบุ. (2555). การวิจัยทางการศึกษา.

สุชาติ สิริมีนนันท์. (2542). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ *4* ในกรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ].

สุชานาฎ คำพินันท์. (2559). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *6* มหาวิทยาลัยบูรพา]. คณะศึกษาศาสตร์.

สุดารัตน์ มนต์นิมิตร. (2545). การ ใช้ เทคนิค การ คิด ออกเสียง เป็น เครื่องมือ ใน การ วินิจฉัย ความ สามารถ ใน การ แก้ ปัญหา โจทย์ คณิตศาสตร์ เพื่อ จัด สอน ซ่อม เสริม สำหรับ นักเรียน ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ *3* จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย].

สุนิสา พงษ์ประยูร. (2543). การศึกษาข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

สุพรรณี ภิรมยภักดี. (2541). การสร้างแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

สุพรรณี ภิรมย์ภักดี. (2541). การสร้างแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาบริหารวิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สาขาวิจัยและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิมา นาคาพงศ์ อัศวรักษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สาขาวิจัยและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล

3. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สาขาวิจัยและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา สาขาวิจัยและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติ เกตุคำ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

.....

แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

คำชี้แจง

แบบสอบวินิจฉัยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในงานวิจัย เรื่อง เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดพิษณุโลก

รายละเอียดแบบสอบวินิจฉัย

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 7 หน้า
2. แบบทดสอบมีจำนวน 15 ข้อ รวม 15 คะแนน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวฝนด้วยดินสอ 2B ลงในกระดาษคำตอบ

1.ข้อใดกล่าวผิด **(A1)**

1. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = \frac{1}{n+1}$ คือ $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}$

2. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = (\frac{1}{2})^n$ คือ $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}$

3. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = 2^{n-1}$ คือ $1, 2, 4, 8, 16$

4. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = (\frac{n}{2})^2$ คือ $\frac{1}{4}, 1, 1\frac{1}{4}, 4, 6\frac{1}{4}$

5. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = \frac{4n-n^2}{n}$ คือ $3, 2, 1, 0, -1$

2. พิจารณาลำดับที่กำหนดให้ต่อไปนี้ **(A1 , A2)**

A กล่าวว่า $3, 7, 11, 15, \ldots$ เป็นลำดับเลขคณิต

B กล่าวว่า $1, 4, 9, 16, \ldots$ เป็นลำดับเรขาคณิต

C กล่าวว่า $-9, -2, 5, 12, \ldots$ เป็นลำดับเลขคณิต

D กล่าวว่า $4, 8, 16, 32, \ldots$ เป็นลำดับเรขาคณิต

ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

1. A , B , C
2. B , C , D
3. A , C , D
4. A , B , D
5. A , B , C , D

3. ร้านขายผลไม้แห่งหนึ่ง ในช่วงฤดูกาลของทุเรียน ทำให้ลูกค้าให้ความสนใจเป็นจำนวนมากร้านค้าได้มีการบันทึกยอดการขายไว้ดังนี้วันแรกขายได้ 200 กิโลกรัม วันที่สอง ขายได้ 182 กิโลกรัม วันที่สาม ขายได้ 164 กิโลกรัม วันที่สี่ ขายได้ 146 กิโลกรัม ยอดการขายเป็นเช่นนี้ เรื่อย ๆ อยากทราบว่าในวันที่ 10 ของการขาย ร้านขายผลไม้แห่งนี้ขายได้น้อยกว่าวันแรกกี่กิโลกรัม **(A1 , A2 , A3)**

1. 162 กิโลกรัม
2. 160 กิโลกรัม
3. 146 กิโลกรัม
4. 144 กิโลกรัม
5. 124 กิโลกรัม

4. เมษาเริ่มออมเงินวันแรก 7 บาท วันที่สอง 15 บาท วันที่สาม 23 บาท ถ้าเมษาออมเงินเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ หากเมษาออมเงินครบ 30 วัน อยากทราบว่าเมษาจะมีเงินออมทั้งหมดกี่บาท **(A1 , A4)**

1. 3,390 บาท
2. 3,490 บาท
3. 3,590 บาท
4. 3,690 บาท
5. 3,790 บาท

5. หอประชุมโรงเรียนแห่งหนึ่งจัดเก้าอี้ไว้ดังนี้ แถวแรก 14 ตัว แถวที่สอง 16 ตัว แถวที่สาม 18 ตัว จัดเช่นนี้เรื่อย ๆ ถ้าจัดเก้าอี้ไว้ในหอประชุม 12 แถว แล้วจะมีเก้าอี้ในหอประชุมนี้ทั้งหมดกี่ตัว **(A1 , A2 , A4)**

1. 290 ตัว
2. 300 ตัว
3. 310 ตัว
4. 320 ตัว
5. 330 ตัว

6. ในพิธีเปิดงานกีฬาสีของโรงเรียน สีชมพูได้จัดเตรียมการแสดงชื่อการแสดงว่า “สามเหลี่ยมแห่งความสามัคคี” โดยให้ผู้แสดงยืนเรียงแถวเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วแปรขบวนอย่างพร้องเพรียงกัน หากแต่ละแถวมีผู้แสดงเพิ่มขึ้นหนึ่งคน และประกอบด้วยแถวทั้งหมด 20 แถว อยากทราบว่า ในการแสดงครั้งนี้ต้องใช้ผู้แสดงทั้งหมดกี่คน **(A1 , A2 , A3 , A4)**

1. 190 คน
2. 195 คน
3. 200 คน
4. 205 คน
5. 210 คน

7. ผลบวก 32 พจน์แรกของลำดับเลขคณิต $6 , 9 , 12 , 15, \ldots$ มีค่ามากกว่าพจน์ที่ห้าของลำดับเรขาคณิต $6 , 18 , 54, \ldots$ อยู่เท่าใด **(A1 , A4 , A5)**

1. 794
2. 894
3. 994
4. 1,094
5. 1,194

8. น้องเฟรมและน้องงามตั้งใจจะออมเงินเพื่อนำไปซื้อ Apple pencil โดยเฟรมเริ่มออมเงินวันแรก 20 บาท วันที่สอง 40 บาท วันที่สาม 80 บาท ออมเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบ 7 วัน ส่วนน้องงามเริ่มออมเงินวันแรก 20 บาท และออมเพิ่มขึ้นในวันถัดไปวันละ 20 บาท ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เป็นเวลา 10 วันเช่นกัน ข้อใดสรุปถูกต้อง **(A1 ,A2 , A4 , A5)**

1. น้องงามออมเงินได้น้อยกว่าน้องเฟรม 1,440 บาท
2. น้องงามออมเงินได้มากกว่าน้องเฟรม 1,440 บาท
3. น้องงามกับน้องเฟรมออมเงินได้เงินเท่ากัน
4. น้องเฟรมและน้องงามนำเงินออมมารวมกันได้ทั้งหมด 3,540 บาท
5. น้องเฟรมและน้องงามนำเงินออมมารวมกันได้ทั้งหมด 3,740 บาท

9. ไฮดราเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมจะโตเต็มวัยใน 5 วัน และในระยะเวลาที่เท่ากันนั้นจะแตกหน่อได้ไฮดราตัวใหม่ 7 ตัว หากเริ่มต้นมีไฮดราตัวเต็มวัย 1 ตัว เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน ในวันที่ 30 จะมีไฮดรากี่ตัว **(A1 , A2 , A3 , A4 , A5)**

1. 16,807 ตัว
2. 15,807 ตัว
3. 14,807 ตัว
4. 13,807 ตัว
5. 12,807 ตัว

10. บริษัทแห่งหนึ่งเริ่มต้นก่อตั้ง 3 คน แต่ละคนหาพนักงานมาอยู่ในสายงานของตน 4 คน และพนักงานแต่ละคนก็หาพนักงานมาอยู่ในสายงานของตน 4 คน อย่างนี้ไปเรื่อย ๆ บริษัทแห่งนี้จะมีพนักงานกี่คน หากสายบังคับบัญชาสิ้นสุดที่ 5 ขั้น **(A1 , A4 , A6)**

1. 1,019 คน
2. 1,020 คน
3. 1,021 คน
4. 1,022 คน
5. 1,023 คน

11. ในการอบรมสัมมนา ผู้นำได้ให้ผู้ร่วมสมมนาทำกิจกรรมสร้างความสัมพันธ์ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เริ่มจากตัวแทน 1 คน และหาเพื่อนมาอยู่กลุ่มตนเองดังนี้

รอบที่ 1 มีสมาชิก 1 คน รอบที่ 2 มีสมาชิก 2 คน รอบที่ 3 มีสมาชิก 4 คน รอบที่ 4 มีสมาชิก 8 คน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงรอบที่ 7

กลุ่มที่ 2 เริ่มจากตัวแทน 2 คน และหาเพื่อนมาอยู่ในกลุ่มของตอนเอง ดังนี้

รอบที่ 1 มีสมาชิก 2 คน รอบที่ 2 มีสมาชิก 5 คน รอบที่ 3 มีสมาชิก 8 คน รอบที่ 4 มีสมาชิก 11 คน ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนครบ 10 รอบ

ข้อใดกล่าวถูกต้อง **(A1 , A2 , A4 , A6)**

1. กลุ่ม 1 มีจำนวนสมาชิกน้อยกว่ากลุ่ม 2 อยู่ 25 คน
2. กลุ่ม 1 มีจำนวนสมาชิกมากกว่ากลุ่ม 2 อยู่ 25 คน
3. กลุ่ม1 และกลุ่ม 2 มีสมาชิกเท่ากัน
4. กลุ่ม 2 มีจำนวนสมาชิกน้อยกว่ากลุ่ม 1 อยู่ 28 คน
5. กลุ่ม 2 มีจำนวนสมาชิกมากกว่ากลุ่ม 1 อยู่ 28 คน

12. ยุทธเลือกฝากเงินกับธนาคาร 2 แห่ง ดังนี้

ธนาคาร A

เดือนแรกฝาก 100 บาท เดือนที่สองฝาก 200 บาท เดือนที่สามฝาก 300 บาท เดือนที่สี่ฝาก 400 บาท ฝากเช่นนี้ไปเรื่อย ๆเป็นจำนวน 12 เดือน

ธนาคาร B

เดือนแรกฝาก 100 บาท เดือนที่สองฝาก 200 บาท เดือนที่สามฝาก 400 บาท เดือนที่สี่ฝาก 800 บาท ฝากเช่นนี้เรื่อย ๆ เป็นเวลา 6 เดือน

เมื่อนำเงินฝากที่ฝากไว้ทั้ง 2 ธนาคารมารวมกัน ยุทธจะมีเงินฝากทั้งหมดเท่าใด **(A1 , A2 , A3 , A4 , A6)**

1. 12,100 บาท
2. 13,100 บาท
3. 14,100 บาท
4. 15,100 บาท
5. 16,100 บาท

13. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

แนน ออมเงินโดยนำเงินหยอดกระปุกออมสิน ดังนี้

วันแรกหยอด 7 บาท และหยอดเพิ่มขึ้นวันละ 3 บาท เป็นเวลาครบ 30 วัน

นนท์ ออมเงินโดยนำเงินใส่ถุงผ้าใบเล็ก ดังนี้

วันแรก 2 บาท วันที่สอง 4 บาท วันที่สาม 8 บาทวันที่สี่ 16 บาท ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เป็นเวลา 7 วัน (เมื่อออมครบ 7 วัน จะเริ่มนับวันแรกอีกครั้งเสมอ)

ข้อใดกล่าวผิด **(A1 , A4 , A5 , A6)**

1. เมื่อครบ 30 วัน แนนมีเงินรวมทั้งหมด 1,515 บาท
2. เมื่อครบ 7 วัน นนท์จะมีเงินทั้งหมด 256 บาท
3. หากนนท์ออมเงิน 4 รอบ นนท์จะมีเงินรวมทั้งหมด 1,016 บาท
4. ในวันที่ 7 นนท์ต้องนำเงินใส่ถุงจำนวน 128 บาท
5. ในวันที่ 30 แนนนำเงินหยอดกระปุกออมสินเป็นจำนวน 94 บาท

14. ชมรมนักวิ่งต้องการหาสมาชิกเพิ่ม โดยมีสมาชิกอยู่แล้ว 5 คน ซึ่งแต่ละคนต้องหาสมาชิกเพิ่ม 2 คน และสมาชิกที่เข้ามาทุกคคนต้องหาสมาชิกเพิ่มใหม่อีกคนละ 2 คน เช่นกัน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เมื่อครบขั้นที่ 4 หลังจากนั้นชมรมขยายเวลารับสมาชิกอีก 7 วัน ทำให้มีสมาชิกที่สนใจขอย้ายเข้าชมรมนักวิ่งอีก ดังนี้ วันแรก 3 คน วันที่สอง 5 คน วันที่สาม 7 คน วันที่สี่ 9 คนเป็นเช่นนี้เรื่อย ๆ จนครบ 7 วัน หลังจากปิดรับสมาชิกเข้าชมรมแล้ว อยากทราบว่า ชมรมนักวิ่งมีสมาชิกทั้งสิ้นกี่คน **(A1 , A2 , A4 , A5 , A6)**

1. 135 คน
2. 138 คน
3. 141 คน
4. 144 คน
5. 147 คน

15. ผลการสำรวจการเจ็บป่วยของนักเรียนในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก ในช่วงเวลา 7 วันหลังเปิดภาคเรียนที่ 2

ปรากฏผลดังนี้

ไข้หวัดใหญ่

วันแรก พบนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ 2 คน

วันที่สอง พบนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ 4 คน

วันที่สาม พบนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ 6 คน

พบผู้ป่วยเช่นนี้จนครบ 7 วัน

โควิด

วันแรก พบนักเรียนเป็นโควิด 1 ราย

วันที่สอง พบนักเรียนเป็นโควิด 3 ราย

วันที่สาม พบนักเรียนเป็นโควิด 9 ราย

วันที่สี่ พบนักเรียนเป็นโควิด 27 ราย พบผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเช่นนี้ จนครบ 7 วัน

จากผลการสำรวจการเจ็บป่วยของนักเรียนในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก ในช่วงเวลา 7 วันหลังเปิดภาคเรียนที่ 2 ข้อใดกล่าวถูกต้อง **(A1 , A2 , A3 , A4 , A5 , A6)**

1. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 50 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,087 ราย

2. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 52 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,089 ราย

3. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 54 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,091 ราย

4. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 56 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,093 ราย

5. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 58 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,095 ราย

แบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้สำหรับผู้ที่สนใจเพื่อบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

วัตถุประสงค์

แบบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ฉบับนี้ สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยข้อบกพร่องการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำกับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของครูให้มีประสิทธิภาพและเพื่อพัฒนาความรู้ของนักเรียน

โครงสร้างและลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

แบบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ฉบับนี้ ประกอบด้วย ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ มีคุณลักษณะจำนวน 6 คุณลักษณะ ดังนี้ 1)ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) 2) วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ(A2) 3) การคำนวณหาลำดับเลขคณิต (A3) 4) การหาอนุกรมเลขคณิต(A4) 5)การหาลำดับเรขาคณิต (A5) และ 6)การคำนวณหาอนุกรมเรขาคณิต (A6) ซึ่งในแต่ละข้อมีโครงสร้างของข้อสอบ ดังนี้

ตาราง 12 โครงสร้างของข้อสอบตามคุณลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย

ข้อ	เมทริกซ์แสดงแบบแผนคุณลักษณะ	คุณลักษณะ	คุณลักษณะของแบบสอบ
1	100000	1	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1)
2	110000	1 , 2	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมายและความสัมพันธ์ของลำดับ (A2)

ข้อ	เมทริกซ์แสดงแบบแผนคุณลักษณะ	คุณลักษณะ	คุณลักษณะของแบบสอบ
3	111000	1 , 2 , 3	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3)
4	100100	1 , 4	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4)
5	110100	1 , 2 , 4	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4)
6	111100	1 , 2 , 3 , 4	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4)
7	100110	1 , 4 , 5	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5)
8	110110	1 , 2 , 4 , 5	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5)
9	111110	1 , 2 , 3 , 4 , 5	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3)

ข้อ	เมทริกซ์แสดงแบบแผนคุณลักษณะ	คุณลักษณะ	คุณลักษณะของแบบสอบ
			- การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5)
10	100101	1 , 4 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)
11	110101	1 , 2 , 4 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)
12	111101	1 , 2 , 3 , 4 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)
13	100111	1 , 4 , 5 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)
14	110111	1 , 2 , 4 , 5 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)

ข้อ	เมทริกซ์แสดงแบบแผนคุณลักษณะ	คุณลักษณะ	คุณลักษณะของแบบสอบ
15	111111	1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6	- ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ (A1) - วิเคราะห์ความหมาย และความสัมพันธ์ของลำดับ (A2) - การหาลำดับเลขคณิต (A3) - การหาอนุกรมเลขคณิต (A4) - การหาลำดับเรขาคณิต (A5) - การหาอนุกรมเรขาคณิต (A6)

ตาราง 13 เฉลยคำตอบของแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้วิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ

ข้อที่	เฉลยคำตอบ
1	5. ห้าพจน์แรกของลำดับที่ $a_n = \frac{4n-n^2}{n}$ คือ $3, 2, 1, 0, -1$
2	3. A , C , D
3	1. 162 กิโลกรัม
4	5. 3,790 บาท
5	2. 300 ตัว
6	5. 210 คน
7	5. 1,194
8	1. น้องงามออมเงินได้น้อยกว่าน้องเฟรม 1,440 บาท
9	1. 16,807 ตัว
10	5. 1,023 คน
11	5. กลุ่ม 2 มีจำนวนสมาชิกมากกว่ากลุ่ม 1 อยู่ 28 คน
12	3. 14,100 บาท
13	2. เมื่อครบ 7 วัน นนท์จะมีเงินทั้งหมด 256 บาท
14	2. 138 คน
15	4. มีนักเรียนป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่รวมทั้งสิ้น 56 ราย และมีนักเรียนป่วยเป็นโควิดรวมทั้งสิ้น 1,093 ราย