



การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

THE DEVELOPMENT OF FOUR-TIER MATHEMATICS DIAGNOSTIC TEST
FOR GRADE 9 ENGLISH PROGRAMME STUDENTS

สุกิจ ชีรนวนิชย์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF FOUR-TIER MATHEMATICS DIAGNOSTIC TEST
FOR GRADE 9 ENGLISH PROGRAMME STUDENTS



SUKIT CHIRANORAWANIT

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY
(Doctor of Philosophy Program in Educational Measurement Evaluation and Research)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปฏิญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสําลำดับชั้น สาระพีชคณิต
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ของ

สุกิจ ชีรนรวิชัย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปฏิญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย มีชาญ) (รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี จันทร์เพ็ญ)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิกา ตั้งประภา)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับชั้น สาระพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
ผู้วิจัย	สุกิจ ชีรนรวิชัย
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ มีชาญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. วิไลลักษณ์ ดังกา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 3) ศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้น และ 4) เพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับชั้น สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบสมการเชิงเส้น อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแยกตัวประกอบพหุนาม สมการกำลังสองตัวแปรเดียว และฟังก์ชันกำลังสอง ทั้งนี้แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นมี 5 ฉบับ ได้แก่ 1) ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 10 ข้อ 2) อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 10 ข้อ 3) การแยกตัวประกอบพหุนาม จำนวน 5 ข้อ 4) สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 10 ข้อ และ 5) ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 10 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ส่วนของคำตอบของคำถาม ส่วนที่ 2 ส่วนของระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม ส่วนที่ 3 ส่วนของเหตุผลของคำตอบ และส่วนที่ 4 ส่วนของระดับของเหตุผลของคำตอบ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์เสร็จสิ้นแล้วในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 200 คน ซึ่งทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ผลการวิจัยพบว่า ข้อคำถามของแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.23 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.14 – 0.73 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ คือ .95 .83 .73 และ .77 แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สามารถวัดแนวคิดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแนวคิดถูกต้อง กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และกลุ่มขาดความรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนสำหรับกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และได้จัดทำคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและมีความเห็นว่าคู่มือมีความเหมาะสมด้านองค์ประกอบอยู่ระดับ มากที่สุด และมีความเหมาะสมของการนำคู่มือไปใช้ในระดั บมาก

คำสำคัญ : แบบทดสอบวินิจฉัย, สี่ลำดับชั้น, พีชคณิต

Title	THE DEVELOPMENT OF FOUR-TIER MATHEMATICS DIAGNOSTIC TEST FOR GRADE 9 ENGLISH PROGRAMME STUDENTS
Author	SUKIT CHIRANORAWANIT
Degree	DOCTOR OF PHILOSOPHY
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Surachai Meechan
Co Advisor	Associate Professor Dr. Wilailak Langka

The purposes of this research are as follows: (1) to develop a four-tier diagnostic test on algebra for Grade 9 students in the English Program; (2) to examine the quality of the tests; (3) to study the misconceptions of the students on algebra; (4) to develop guidelines to solve misconceptions about mathematics and the manual of a mathematics diagnostic test for Grade 9 students in the English Program. The algebraic topics used in this study were simultaneous equations, inequalities, factorization, quadratic equations and function. There were five tests following the topics with 10 questions on simultaneous equations, 10 questions on inequalities, 5 questions on factorization, 10 questions on quadratic equations, and 10 questions on function. The sample were 200 ninth grade students in the 2022 academic year in Bangkok. The study found that the difficulty index was between 0.23-0.78. The discrimination index was between 0.14-0.73, and the reliability was .95, .83, .73, .81 and .77. The four-tier diagnostic test on algebra could categorize the students in four groups: correct concept, lack of confidence, misconception and lack of knowledge. It also found the higher learning achievement of the misconceptions of students on functions after treatment. After the study, the manual for four-tier algebraic diagnostic test was created and it was approved by the experts on the prospects of content and suitability of use.

Keyword : Diagnostic Test, Four-tier, Algebra

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. พชรี จันทรพิง ประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ มีชาญ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ดังกา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปริญญานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนะและความเห็นต่าง ๆ ต่อการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ในสาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษาทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้อันเป็นประโยชน์ ช่วยเสริมทักษะ และประสบการณ์ ที่สามารถนำไปใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านในการช่วยตรวจสอบเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงผู้บริหารโรงเรียน ครู ผู้ประสานงานและนักเรียนในโครงการภาคภาษาอังกฤษ (English Programme) ในการเอื้อและอำนวยความสะดวกต่อการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

ขอขอบคุณห้องสมุด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และห้องสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่อำนวยความสะดวกและเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตร่วมรุ่นทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือเรื่องข้อมูลต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนและการทำวิจัย

สุกิจ ชีรนวนิชย์

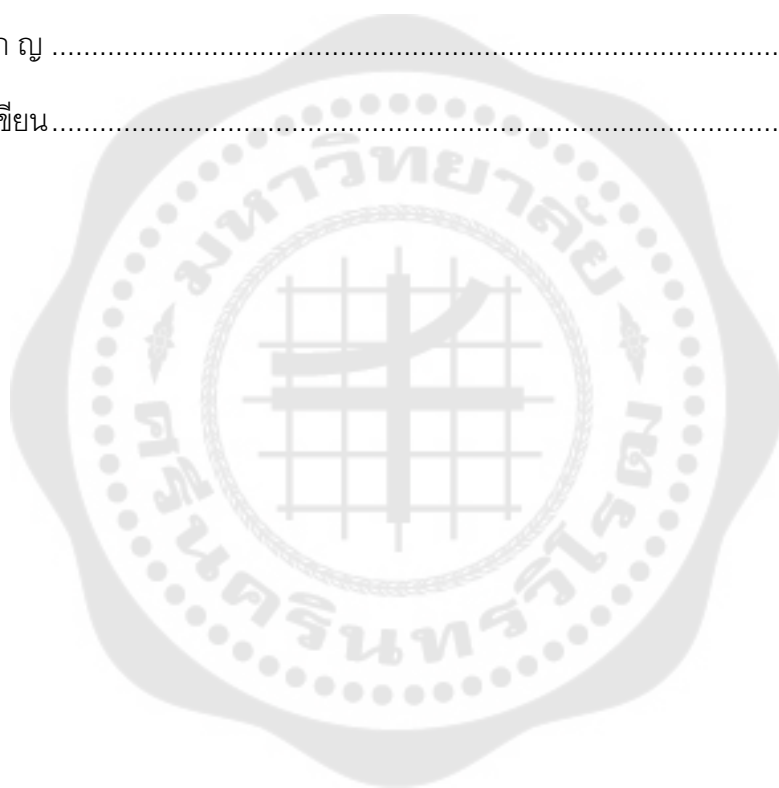
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจจัย.....	12
1.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจจัย.....	12
1.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัย.....	12
1.3 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจจัย.....	14
1.4 เกณฑ์การสร้างแบบทดสอบวินิจจัย.....	16
1.5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจจัย.....	17
2. แบบทดสอบวินิจจัยทางคณิตศาสตร์.....	19

2.1 ความหมายของการวิจัยทางคณิตศาสตร์.....	19
2.2 แบบทดสอบวิจัยทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน.....	20
2.3 ประเภทของแบบทดสอบวิจัย.....	22
2.4 เปรียบเทียบแบบทดสอบวิจัยแต่ละประเภท.....	29
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	32
3.1 โครงสร้างสาระคณิตศาสตร์.....	32
3.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	33
3.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	34
3.4 วัตถุประสงค์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต.....	36
4. วิธีสอนทางคณิตศาสตร์.....	37
5. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวิจัย.....	45
5.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวิจัย.....	45
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52
6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวิจัยในประเทศ.....	52
6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวิจัยในต่างประเทศ.....	71
6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน.....	75
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	77
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหา.....	79
ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	80
ขั้นตอนที่ 3 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	80
ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	81
ขั้นตอนที่ 5 สร้างแบบทดสอบวิจัยสัปดาห์ที่ระดับชั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต.....	82

ชั้นตอนที่ 6 ศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อน.....	93
ชั้นตอนที่ 7 สร้างแนวทางแก้ไขสำหรับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน.....	99
ชั้นตอนที่ 8 ทดลองสอนกับกลุ่มทดลองตามแนวทางแก้ไขที่จัดทำไว้.....	99
ชั้นตอนที่ 9 เก็บข้อมูลการสอน.....	99
ชั้นตอนที่ 10 วิเคราะห์ความเข้าใจในแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหลังทดลองสอน.....	99
ชั้นตอนที่ 11 สรุปผลและจัดทำคู่มือวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต.....	99
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	104
ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ.....	104
ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น.....	114
ตอนที่ 3 การศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ.....	119
ตอนที่ 4 การพัฒนาแนวทางแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้ แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต สำหรับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ.....	126
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	132
สรุปผลการวิจัย.....	136
อภิปรายผลการวิจัย.....	139
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	141
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	141
บรรณานุกรม.....	142
ภาคผนวก.....	147
ภาคผนวก ก.....	148

ภาคผนวก ข.....	151
ภาคผนวก ค.....	154
ภาคผนวก ง.....	160
ภาคผนวก จ.....	162
ภาคผนวก ฉ.....	172
ภาคผนวก ฉ.....	176
ภาคผนวก ญ.....	185
ประวัติผู้เขียน.....	196



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แบบทดสอบย่อยการอ่านของสแตนฟอร์ด (SDRT)	22
ตาราง 2 แบบทดสอบย่อยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสแตนฟอร์ด (SDAT).....	22
ตาราง 3 แสดงร้อยละของการตอบของผู้สอบใน first tier และ two-tier	26
ตาราง 4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3.....	35
ตาราง 5 การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้างด้วยวิธีของคาร์เวอร์.....	48
ตาราง 6 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ด้วยวิธีของคาร์เวอร์.....	49
ตาราง 7 การหาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของสวามิathanan แสมเบิดตัน และอัลจินา.....	51
ตาราง 8 ตัวชี้วัดและจำนวนข้อของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต จำแนกตามรายฉบับ ของแบบทดสอบ.....	83
ตาราง 9 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดในข้อสอบแต่ละฉบับ สาระ พีชคณิต	84
ตาราง 10 ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เก็บข้อมูลในการวิจัย	94
ตาราง 11 ลักษณะของคำตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับชั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต	97
ตาราง 12 การจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนตามรหัส.....	98
ตาราง 13 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 1 ระบบสมการ เชิงเส้น	104
ตาราง 14 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 2 อสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียว.....	106
ตาราง 15 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 3 การแยกตัว ประกอบของพหุนาม	107

ตาราง 16 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	108
ตาราง 17 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง.....	109
ตาราง 18 แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต.....	110
ตาราง 19 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น	114
ตาราง 20 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	115
ตาราง 21 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม	116
ตาราง 22 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว.....	117
ตาราง 23 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง	118
ตาราง 24 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น จากนักเรียน 44 คน.....	119
ตาราง 25 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากนักเรียน 22 คน	121
ตาราง 26 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม จากนักเรียน 45 คน.....	122
ตาราง 27 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จากนักเรียน 30 คน.....	123
ตาราง 28 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง จากนักเรียน 59 คน.....	124

ตาราง 29 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง..... 127

ตาราง 30 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีความคิดคลาดเคลื่อนและขาดความรู้ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง ก่อนเรียนและหลังเรียน 127

ตาราง 31 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับการประเมินขององค์ประกอบของคู่มือ 130

ตาราง 32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับการประเมินของผู้ประเมินความเหมาะสมในการนำคู่มือไปใช้ 131



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างการออกแบบแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น (two-tier diagnostic test) โดยอ้างอิงวิธีของ Treagust (1988)	23
ภาพประกอบ 3 แสดงการวิเคราะห์การการตอบของผู้สอบแบบสองลำดับขั้น (two-tier diagnostic test)	25
ภาพประกอบ 4 แสดงลักษณะของข้อคำถามของแบบสอบถามสามลำดับขั้น (three-tier diagnostic test)	28
ภาพประกอบ 5 แสดงลักษณะข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น (four-tier diagnostic test)	29
ภาพประกอบ 6 แสดงการจัดกลุ่มผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น (four-tier) และสามลำดับขั้น (three-tier)	31
ภาพประกอบ 7 วิธีดำเนินการวิจัย	78
ภาพประกอบ 8 ลักษณะของคำตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สารพีชคณิต...	96

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมปัจจุบันได้มีการพัฒนาและเจริญอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่มีผลทำให้การติดต่อสื่อสารมีความรวดเร็ว ทำให้ผู้คนต้องมีการพัฒนาตนเองตลอดเวลาเพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจและเทคโนโลยี ซึ่งในศตวรรษที่ 21 คนจะต้องมีการพัฒนาทักษะหลายด้านประกอบกัน โดยทักษะหนึ่งที่สำคัญคือการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งจะต้องรู้จักการแก้ปัญหา ประกอบกับประเทศไทยได้เป็นสมาชิกของประชาคมโลกที่ต้องมีความสัมพันธ์กับประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะโครงสร้างเศรษฐกิจไทยที่มีความเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจและสังคมโลก ทำให้ประเทศต้องมีการปรับตัว และพัฒนาคุณภาพคนคุณภาพการศึกษา ทั้งนี้เห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ที่ยึดหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน และคนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา การเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนและเสริมสร้างศักยภาพของคน มีทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะความพร้อมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่การพัฒนาคนให้เป็นที่ไปในแนวทางดังกล่าวจะต้องมีการพัฒนาความรู้ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐานที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้และพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการสอบโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) สำหรับนักเรียนอายุ 15 ปี พ.ศ. 2561 พบว่าผลการประเมินนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ซึ่งได้ 489 คะแนน และเมื่อพิจารณาผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ซึ่งวัดความรู้ การประยุกต์และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พ.ศ.2558 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 431 คะแนน อยู่ในอันดับที่ 27 จาก 39 ประเทศ ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมินที่ได้ 500 คะแนน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (ONET) สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาคณิตศาสตร์ ในปีการศึกษา 2560 2561, 2562 คะแนนเฉลี่ยที่ได้คือ 26.30, 30.04 และ 26.73 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องต้องให้ความสำคัญ หาวิธีการแก้ไข หาข้อบกพร่อง

ของผู้เรียนและอุปสรรคในการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ ซึ่งหมายความว่าผู้สอนต้องสามารถหาจุดบกพร่องที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง ดังคำกล่าวของ วิจิตพาณี เจริญขวัญ (2554, น. 170) ที่ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ช่วยให้ผู้ปกครองและนักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว ช่วยให้ครูและทางโรงเรียนได้ข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ทั้งนี้การจะทราบข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้นั้นจะต้องมีการทดสอบผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test)

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 แบ่งเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น และจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มสาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น ในปีการศึกษา 2561 เท่ากับ 25.38, 33.89, 35.11 คะแนน ตามลำดับ ส่วนคะแนนในปีการศึกษา 2562 เท่ากับ 26.6, 20.66, 24.60 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าคะแนนในกลุ่มสาระจำนวนและพีชคณิตอยู่ในระดับต่ำกว่ากลุ่มสาระอื่น ๆ แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยในปี 2562 ในกลุ่มจำนวนและพีชคณิตจะสูงกว่าในกลุ่มสาระอื่น ๆ แต่ก็ยังพบว่ามีระดับคะแนนที่ต่ำ

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาปัญหาการเรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจว่าผู้เรียนมีความบกพร่องในเนื้อหาส่วนใดบ้าง ไม่ว่าจะเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือการขาดความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อหาแนวทางการปรับปรุง แก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น ทั้งนี้เครื่องมือในการวัดสมรรถภาพทางสมองหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้ คือแบบทดสอบ ดังที่ เยาวดี วิบูลย์ศรี (2551, น. 16) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่มักมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งมีหลายประเภท ได้แก่ ข้อสอบแบบตอบสั้น ข้อสอบแบบเรียงความ และข้อสอบแบบปรนัย (ข้อสอบแบบเลือกตอบ) ซึ่งแบบทดสอบแบบเลือกตอบจะได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากสามารถวัดเนื้อหาได้ครอบคลุมที่สุด นำไปใช้สอบและตรวจให้คะแนนได้ง่าย (อนันต์ ศรีโสภา, 2522, น. 216) นอกจากนี้ ชวลิต ชูกำแหง (2550, น. 98) และ ชวาล แพร์ตกุล (2552, น. 107) กล่าวว่าแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความเชื่อมั่นสูง สามารถควบคุมความยากง่ายของข้อสอบได้ วินิจฉัยข้อบกพร่องหรือความไม่เข้าใจเนื้อหาได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบบทดสอบแบบเลือกตอบนั้นจัดเป็นแบบทดสอบวินิจฉัย มักจะ

พบว่าในการทดสอบของครูผู้สอนนิยมใช้แบบทดสอบลักษณะนี้ โดยมีข้อคำถามและตัวเลือกให้นักเรียนเลือกตอบ แบบทดสอบลักษณะนี้จัดเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยขั้นเดียว แบบทดสอบลักษณะดังกล่าวไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างผู้ตอบที่ตอบถูกต้องด้วยเหตุผลที่ถูกต้องกับผู้ตอบถูกต้องด้วยเหตุผลที่ไม่ถูกต้อง หรือการตอบถูกนั้นอาจเกิดจากการคาดเดา ซึ่งสามารถแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าวด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น ที่มีส่วนที่ 1 เป็นข้อสอบเลือกตอบ และส่วนที่ 2 เป็นตัวเลือกที่แสดงเหตุผลของการตอบในส่วนที่ 1 Wiersma W. et al (1990, น. 18) และ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, น. 168) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สามารถหาจุดเด่นและจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้ และระบุปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าอยู่ตรงจุดใด เพื่อว่าครูสามารถปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสม อันนำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามแบบทดสอบแบบสองลำดับขั้น ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างผู้ตอบที่ไม่มีความรู้ (lack of knowledge) และผู้ตอบที่มีความคิดคลาดเคลื่อน นอกจากนี้ตัวเลือกที่เป็นส่วนของเหตุผลในส่วนที่ 2 ทำให้ผู้ตอบสามารถคาดเดาคำตอบได้ จึงมีการพัฒนาเป็นแบบทดสอบสามลำดับขั้น (Three-tier diagnostic test) โดยเพิ่มระดับความมั่นใจในการตอบ (Confidence level) จากแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น ทำให้สามารถแยกผู้สอบที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (misconception) และผู้ที่ไม่มีความรู้ (lack of knowledge) ได้อย่างชัดเจน กล่าวคือ ถ้านักเรียนตอบผิดและมั่นใจในการตอบแสดงว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ถ้านักเรียนตอบผิดและไม่มั่นใจในการตอบแสดงว่านักเรียนขาดความรู้ อย่างไรก็ตามแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสามลำดับขั้นยังมีข้อจำกัด ที่การวัดระดับความมั่นใจในคำตอบที่วัดทั้งในคำตอบส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 พร้อม ๆ กัน ทำให้ไม่มีความชัดเจน หากนักเรียนมีระดับความมั่นใจในคำตอบของส่วนที่ 1 และ 2 แตกต่างกัน

เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ลำดับขั้นที่ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 คือส่วนของคำตอบของคำถาม ส่วนที่ 2 คือ ระดับความมั่นใจในการตอบส่วนที่ 1 ส่วนที่ 3 คือเหตุผลของการตอบในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 4 คือระดับความมั่นใจในการตอบส่วนที่ 3 ซึ่งสามารถแยกแนวคิดที่คลาดเคลื่อนกับการขาดความรู้ของนักเรียนได้ นอกจากนี้ได้พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นแบบสองลำดับขั้นซึ่งไม่มีความละเอียดในการวิเคราะห์กลุ่มผู้เรียน และมีการวินิจฉัยบทเรียนด้านสาระพีชคณิตในบางหัวข้อเท่านั้น เช่นงานวิจัยของ สหชาติ เหล็กชาย (2538) ที่ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามและสมการกำลังสอง สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 3

กรุงเทพมหานคร ภัณฑลัญช์ จิตรดี (2559) ที่ศึกษาเรื่องการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่องตัวประกอบจำนวนนับ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดพื้นที่การศึกษานครนายก

ผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์และข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น และสามารถวัดจุดบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต พร้อมทั้งการจัดทำคู่มือการวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นซึ่งช่วยครูผู้สอนในการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในสาระพีชคณิต เพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียนในลำดับต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
3. เพื่อศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
4. เพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ความสำคัญของการวิจัย

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้สอนมักพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อถัดไป ส่วนผู้เรียนก็ไม่เกิดความรู้สึกอยากที่จะศึกษาต่อ เพราะมีพื้นฐานความรู้ที่ไม่เพียงพอ ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต จึงเป็นสิ่งที่สามารถช่วยให้ครูผู้สอนสามารถระบุจุดบกพร่องของผู้เรียน อันจะเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในอนาคต

ทั้งนี้การจัดทำคู่มือวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 5 ฉบับตามเนื้อหาหลักสูตรที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งคู่มือนี้จะให้ข้อมูลจุดบกพร่องที่พบพร้อมทั้งรายละเอียดของแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในปีการศึกษา 2564 ในโครงการภาคภาษาอังกฤษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 45 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 45 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียน 1,350 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 7 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 200 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ของโรงเรียนในเขตต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร

เนื้อหาพิชคณิตที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในสาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย

1. ระบบสมการเชิงเส้น
 - 1.1 การแก้สมการโดยการเขียนกราฟ
 - 1.2 การแก้สมการโดยการแทนค่า
 - 1.3 การแก้สมการโดยการกำจัดตัวแปร
 - 1.4 การเขียนประโยคสัญลักษณ์แทนระบบสมการเชิงเส้น
 - 1.5 โจทย์ประยุกต์การแก้ระบบสมการเชิงเส้น
2. อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 - 2.1 การเขียนประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 การเขียนอสมการจากคำตอบบนเส้นจำนวน
 - 2.3 การแก้สมการโดยใช้สมบัติการบวกของการไม่เท่ากัน

2.4 การแก้สมการโดยใช้สมบัติการคูณของการไม่เท่ากัน กรณีตัวคูณ
หรือหารเป็นจำนวนบวก

2.5 การแก้สมการโดยใช้สมบัติการคูณของการไม่เท่ากัน กรณีตัวคูณ
หรือหารเป็นจำนวนลบ

2.6 การเขียนกราฟแสดงคำตอบของสมการเชิงเส้น

2.7 การหาคำตอบของสมการตั้งแต่สองสมการขึ้นไป

2.8 โจทย์ปัญหาและความสมเหตุสมผล

3. การแยกตัวประกอบของพหุนาม

3.1 การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยการดึงตัวร่วม

3.2 การแยกตัวประกอบของ ax^2+bx+c เมื่อ พจน์ท้ายเป็นบวกและ
 $a = 1$

3.3 การแยกตัวประกอบของ ax^2+bx+c เมื่อ พจน์ท้ายเป็นบวกและ
 $a > 1$

3.4 การแยกตัวประกอบของ ax^2+bx+c เมื่อ พจน์ท้ายเป็นลบ

3.5 การแยกตัวประกอบของผลต่างกำลังสอง $a - b = (a-b)(a+b)$
สัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็ม

4. สมการกำลังสองตัวแปรเดียว

4.1 แก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวโดยการดึงตัวร่วมออก

4.2 แก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในรูป $ax^2+bx+c = 0$ โดยการ
แยกตัวประกอบของพหุนามให้อยู่ในรูปการคูณกันของพหุนามดีกรีหนึ่งสองพหุนาม

4.3 แก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในรูป $ax^2+bx+c = 0$ โดยทำให้เป็น
กำลังสองสมบูรณ์

4.4 แก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในรูป $ax^2+bx+c = 0$ ใช้ผลต่าง
กำลังสอง

4.5 แก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวโดยใช้สูตร

4.6 โจทย์ปัญหาลำดับสองตัวแปรเดียว

5. ฟังก์ชันกำลังสอง

5.1 การสร้างกราฟพาราโบลาจากคู่ลำดับ

5.2 การพิจารณากราฟจากค่า a

5.3 การสังเกตกราฟให้ค่าสูงสุดหรือต่ำสุด

5.4 การหาแกนสมมาตรจากกราฟที่กำหนดให้

5.5 การพิจารณาความกว้างของกราฟพาราโบลา

5.6 การหาจุดยอดของสมการพาราโบลา

5.7 การหาแกนสมมาตร จุดสูงสุด/ต่ำสุด ค่าสูงสุด/ต่ำสุดจากสมการพาราโบลาที่กำหนดให้

5.8 การเขียนสมการของกราฟพาราโบลาในรูป $y = a(x-h)^2+k$ จากค่า a และจุดยอดที่กำหนดให้

5.9 การหาแกนสมมาตร จากสมการของกราฟพาราโบลารูปทั่วไป $y = ax^2+bx+c$

5.10 การหาจุดยอดจากสมการพาราโบลารูปทั่วไป $y = ax^2+bx+c$

5.11 การหาค่าสูงสุด/ต่ำสุดจากสมการพาราโบลารูปทั่วไป $y = ax^2+bx+c$

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบเพื่อสำรวจความเข้าใจในแนวคิดวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต เป็นแบบทดสอบคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต เป็นข้อคำถามที่ให้ผู้ตอบแสดงวิธีทำ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานและสำรวจจุดบกพร่องที่พบ

2. แนวคิดทางคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ประกอบด้วย แนวคิดที่ถูกต้อง การขาดความมั่นใจในความรู้ แนวคิดที่คลาดเคลื่อน และการขาดความรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 แนวคิดที่ถูกต้อง (Correct concept) หมายถึง การที่นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจสอดคล้องกับความรู้หรือหลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยที่ลำดับขั้นสามารถตรวจสอบได้เมื่อนักเรียนตอบถูกต้องทั้งในส่วนคำตอบของคำถามและในส่วนสาเหตุผลของคำตอบและมีความมั่นใจในคำตอบในส่วนของคำตอบของคำถาม และส่วนสาเหตุผลของคำตอบ

2.2 การขาดความมั่นใจในความรู้ (Lack of confidence) หมายถึง การที่นักเรียนมีความรู้แต่ไม่มั่นใจในความรู้ ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยที่ลำดับขั้นสามารถตรวจสอบได้เมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องทั้งในส่วนของคำถามและส่วนสาเหตุผล แต่ไม่มีความมั่นใจในส่วนคำตอบของคำถาม และ/หรือส่วนสาเหตุผลของคำตอบ

2.3 แนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconception) หมายถึง นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ แตกต่างไปจากความรู้หรือหลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ สารระพีชคณิต ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยที่ ลำดับชั้นสามารถตรวจสอบได้เมื่อนักเรียนตอบผิดในส่วนของคำถามหรือส่วนของเหตุผลอย่างใด อย่างหนึ่งหรือตอบผิดทั้งสองส่วนและมีความมั่นใจในคำตอบในส่วนของคำถาม และ/หรือส่วน เหตุผลของคำตอบ

2.4 การขาดความรู้ (Lack of knowledge) หมายถึง การที่นักเรียนมีความรู้ไม่ เพียงพอในการตอบคำถาม ซึ่งคำตอบที่นักเรียนตอบนั้นเกิดจากการเดา ซึ่งจากการตรวจสอบจาก การทำแบบวินิจฉัยแบบสี่ลำดับชั้นจะพบว่านักเรียนตอบผิดและไม่มีความมั่นใจในคำตอบในส่วน ของคำถาม และ/หรือส่วนเหตุผลของคำตอบ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับชั้น สารระพีชคณิต หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สารระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับนักเรียนที่ศึกษาในโครงการภาคภาษาอังกฤษ ซึ่งหัวข้อที่ทดสอบ ได้แก่ ระบบสมการเชิงเส้น อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแยกตัวประกอบพหุนาม สมการกำลัง สองตัวแปรเดียว และฟังก์ชันกำลังสองตัวแปรเดียว ทั้งนี้ขอบเขตของเนื้อหาเป็นไปตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะของแบบทดสอบจะมี 5 มีจำนวนข้อ ดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ

ฉบับที่ 2 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ

ฉบับที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 4 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ

ฉบับที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ

โดยแต่ละข้อคำถามประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบของคำถาม ซึ่งมี 4 ตัวเลือก แต่ละข้อคำถามจะมีตัวเลือกที่ถูก เพียงตัวเลือกเดียว ส่วนตัวเลือกอีกสามตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่ได้จากแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและ แบบทดสอบสำรวจ

ส่วนที่ 2 คือ ระดับความเชื่อมั่นจากการตอบคำถามในส่วนที่ 1 คือ มั่นใจและไม่ มั่นใจ

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของการตอบในส่วนที่ 1 ประกอบด้วย 3 ตัวเลือก โดยมีตัวเลือกที่ถูกต้องเพียง 1 ตัวเลือก อีก 2 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่แสดงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ส่วนตัวเลือกที่ 4 จะเป็นเหตุผลอื่น ๆ ที่ผู้ตอบสามารถเขียนอธิบายได้ ในกรณีที่นักเรียนมีแนวคิดแตกต่างจากตัวเลือกที่กำหนดให้

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของการตอบส่วนที่ 3 ประกอบด้วย มั่นใจและไม่มั่นใจ

4. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่ม

5. คู่มือการวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สารระพีชคณิต หมายถึง คู่มือที่ใช้ในการวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สารระพีชคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ซึ่งสามารถระบุได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องใดและมีสาเหตุของความบกพร่องจากอะไร ประกอบด้วย คำแนะนำการใช้คู่มือประโยชน์ของคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัย กลุ่มแนวคิด แบบทดสอบวินิจฉัยจำนวน 5 ฉบับ คำตอบของแบบทดสอบ การกรอกรหัสคำตอบ แบบกรอกรหัส และการแปลความรหัสคำตอบ

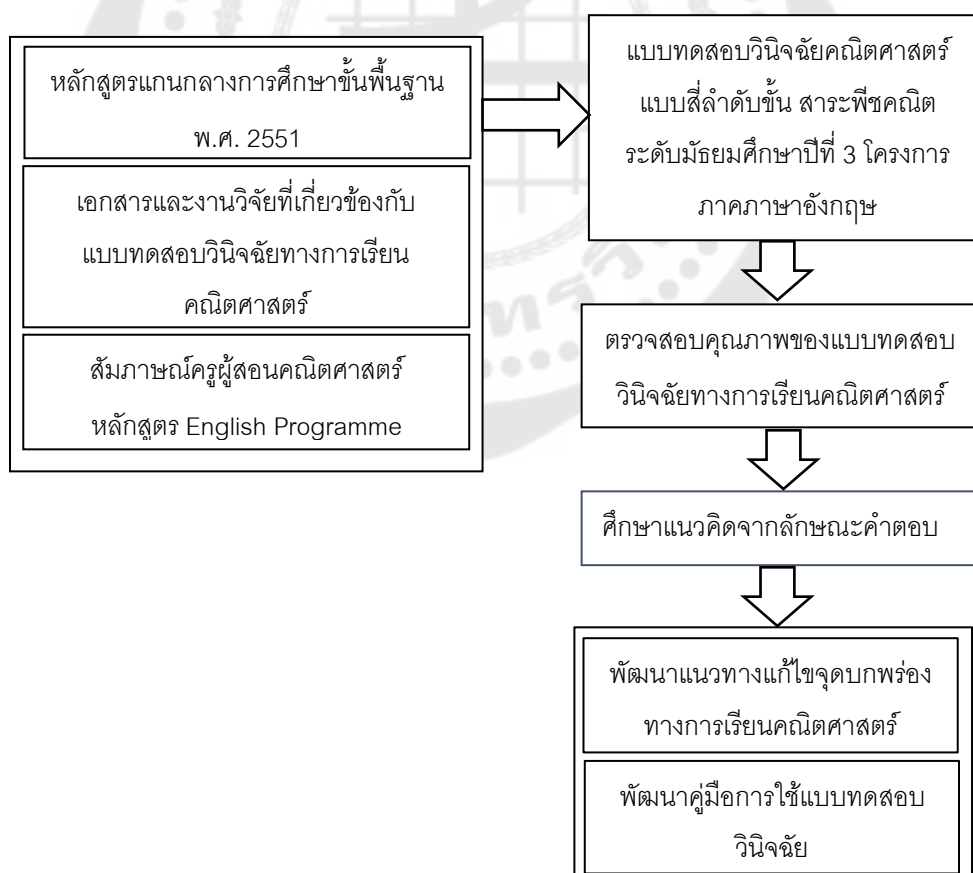
กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยได้นำมาจัดทำกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

กรอบแนวคิดการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบแบบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สารระพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยได้พัฒนากรอบแนวคิดในการวิจัยจากผลการศึกษาขอบเขตเนื้อหาการเรียนรู้อิฐาคณิตศาสตร์ สารระพีชคณิต ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแหล่งข้อมูล ประกอบด้วย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ และการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรภาคภาษาอังกฤษ (English Programme) ซึ่งข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น

ในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ การตรวจสอบค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ซึ่งได้คัดข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผ่าน

เกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ แล้วจึงทำการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Mania et al. 2018; Mutlu et al. 2015; Uyulgan et al. 2014; สุภาภรณ์ มณีประวีติ. 2562) เมื่อได้แบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ลำดับขั้นแล้ว จากนั้นทำการศึกษาแนวคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิตจากลักษณะคำตอบที่ได้ (สุพรรณษา หอมฤทธิ์. 2559) ทั้งนี้เพื่อพิจารณาว่า กลุ่มตัวอย่างมีแนวคิดทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ในแต่ละหัวข้ออย่างไร สำหรับการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ (สิทธิกร พิมอักษร. 2554) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนเป็นร้อยละในแต่ละหัวข้อ แลในแต่ละกลุ่มแนวคิดทางการเรียน เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มเป็นอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยจะนำผลที่ทำการวิเคราะห์หามาแก้ไขจุดบกพร่องในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนและขาดความรู้ จากกรอบแนวคิดดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสามารถประมวลผลเพื่อการจัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ เพื่อเป็นสารสนเทศสำหรับบุคลากรที่สอนในภาคภาษาอังกฤษ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอตามหัวข้อ
ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจจัย
 - 1.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจจัย
 - 1.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัย
 - 1.3 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจจัย
 - 1.4 เกณฑ์การสร้างแบบทดสอบวินิจจัย
 - 1.5 การสร้างแบบทดสอบวินิจจัย
2. แบบทดสอบวินิจจัยทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจจัยทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 แบบทดสอบวินิจจัยทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน
 - 2.3 ประเภทของแบบทดสอบวินิจจัย
 - 2.4 เปรียบเทียบแบบทดสอบวินิจจัยแต่ละประเภท
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์
 - 3.1 โครงสร้างสาระคณิตศาสตร์
 - 3.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 3.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
4. วิธีสอนทางคณิตศาสตร์
5. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจจัย
 - 5.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจจัย
6. งานที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจจัยในต่างประเทศ
 - 6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย

1.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

Brown (1970) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่แบ่งเป็นฉบับย่อยๆ เพื่อหาจุดแข็ง จุดอ่อนของผู้เรียนแต่ละคนในทักษะแต่ละด้าน ทั้งนี้เพื่อบ่งชี้ถึงสาเหตุของความบกพร่อง

Gay (1991, p. 119) ได้สรุปว่า แบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยแบบทดสอบฉบับย่อยหลายฉบับเพื่อหาความบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้สอนในการหาวิธีการแก้ไขเพื่อช่วยเหลือผู้เรียน

Anastasi (1968) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัย คือ แบบทดสอบที่ใช้ในการวิเคราะห์หาจุดแข็ง จุดอ่อนในแต่ละด้านของผู้เรียน และให้ข้อมูลสาเหตุของความบกพร่องของผู้เรียนในด้านนั้นๆ

โชติ เพชรชื่น (2544) แบบทดสอบวินิจฉัย คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดเพื่อวิเคราะห์หาจุดเด่น จุดด้อยในการเรียน และบ่งชี้สาเหตุของความบกพร่องของผู้เรียนแต่ละคน

บุญชม ศรีสะอาด (2523) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งของนักเรียนแต่ละคน ทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียน ทั้งนี้เพื่อหาวิธีแก้ไขให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียน

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยได้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้หาข้อบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องของผู้เรียนแต่ละคน โดยแบบทดสอบจะแบ่งเป็นฉบับย่อยในแต่ละด้าน ทั้งนี้เพื่อหาวิธีแก้ไขให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียน

1.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

โชติ เพชรชื่น (2544) ให้ลักษณะของแบบทดสอบที่สำคัญ ดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
2. แบ่งเป็นฉบับหรือส่วนย่อยๆ ขึ้นอยู่กับทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน
3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือฉบับมีจำนวนมากพอในการวัดทักษะหรือความสามารถได้
4. มีการกำหนดเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้เพื่อการเปรียบเทียบ และอธิบายความบกพร่องในแต่ละทักษะหรือความสามารถ

5. เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

6. ตรวจสอบคำตอบแยกเป็นส่วนๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

บุญชม ศรีสะอาด (2523) ให้ลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. มุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป ซึ่งอาจมีแบบทดสอบย่อย ๆ เพื่อวัดทักษะย่อยหลายทักษะ

2. มีคะแนนของแต่ละด้าน แต่ละตอนของนักเรียนแต่ละคน เพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้านของผู้เรียนแต่ละคน ดังนั้นคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนจึงไม่สามารถให้ข้อมูลว่านักเรียนมีจุดบกพร่องด้านใด

3. การวัดทักษะย่อย ๆ ในแบบทดสอบจะต้องมีจำนวนข้อสอบมากพอในการบ่งชี้ถึงความสามารถของนักเรียน

4. มักเป็นแบบทดสอบที่ไม่เร่งรัดเวลาในการทำ (power test) โดยจะเริ่มจากข้อที่ง่ายแล้วค่อยๆ เพิ่มความยากขึ้น

5. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจะสร้างจากการศึกษาข้อบกพร่องที่มักเกิดกับผู้เรียน

6. แบบทดสอบวินิจฉัยมาตรฐานที่ดีต้องมีความเป็นปรนัย และดำเนินการสอบภายใต้สภาพการเดียวกัน

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบวินิจฉัย ได้ดังนี้

1. มุ่งเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

2. แบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อวัดทักษะที่แตกต่างกัน

3. มีการกำหนดเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำของแต่ละด้าน เพื่ออธิบายความบกพร่องในแต่ละด้านของผู้เรียน

4. เป็นแบบทดสอบที่ไม่เร่งรัดในการทำ โดยเริ่มจากข้อที่ง่ายแล้วค่อยๆ เพิ่มความยาก

5. จำนวนข้อสอบในแต่ละด้านมีมากพอในการวัดทักษะของผู้เรียน

ผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มักประกอบด้วยหลายฉบับ ที่ข้อคำถามจะสร้างจากความบกพร่องของผู้เรียนและไม่เน้นความยากของข้อคำถาม แต่จะวัดจุดบกพร่องในแต่ละด้านของผู้เรียน และจะไม่เร่งรัดเวลาในการทำข้อสอบ

1.3 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญและช่วยในการประเมินผลการเรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้สอน นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

คันทิงแฮม (1986) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. ช่วยให้ข้อมูลทางการเรียนแก่ผู้สอนถึงให้ทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของผู้เรียน ซึ่งช่วยในการปรับการเรียนการสอน

2. ทำให้ผู้สอนทราบถึงประสิทธิผลของการจัดการเรียนการสอน

ลินควิสท์ (Linguist, 1966, p. 37) กล่าวถึงข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างละเอียด
2. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงองค์ประกอบของเนื้อหาวิชา ลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอนตลอดจนจุดบกพร่อง

3. ครูสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยของนักเรียนเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน

4. ประหยัดเวลาและแรงงาน ทำให้ครูมีเวลาในการจัดการเรียนซ่อมเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้

5. นักเรียนสามารถทราบข้อบกพร่องของตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนของตนเองได้

บลูม (Bloom, 1971, pp. 91-101 อ้างอิงใน วิทยาดา ชอนขำ, 2550) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ใช้ในการวัดพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนก่อนเข้าเรียน
2. ใช้ในการวัดระดับความรอบรู้
3. ใช้ในการแยกนักเรียนเป็นกลุ่มตามความเข้าใจในเนื้อหา เพื่อหาวิธีการสอนที่เหมาะสม

โชติ เพชรชื่น (2544, น. 10-11) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีต่อนักเรียน ครู และผู้บริหารไว้ดังนี้

1. นักเรียนสามารถรู้ข้อบกพร่องของตนเอง โดยดูผลการสอบแต่ละส่วน หากพบว่าส่วนใดมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ นักเรียนสามารถปรับปรุงหรือฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ เป็นการเฉพาะ

2. ครูผู้สอนสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุด ทำให้ปัญหาของนักเรียนได้รับการแก้ไขโดยเร็ว นอกจากนี้ครูยังได้ตระหนักถึงวิธีการสอนที่ใช้อยู่ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสม ควรแสวงหาวิธีการสอนใหม่

3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนและนักเรียนได้ตรงความต้องการ เป็นผลให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2533, น. 66-67) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยนั้นมีประโยชน์ต่อครูและนักเรียน ซึ่งมีดังนี้

1. ช่วยปรับปรุงการสอนของครู เพื่อครูจะได้ทราบว่าควรสอนเรื่องอะไรและหัวข้อใดที่นักเรียนยังมีข้อบกพร่องอยู่

2. ช่วยในการเตรียมการสอนของครูให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน โดยใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน หากครูทราบว่าเนื้อหาส่วนใดที่ผู้เรียนมีปัญหา ครูจะต้องให้ความสนใจมากเป็นพิเศษ และหาวิธีการสอนที่จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จได้

3. ผลการสอบจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ทำให้ผู้เรียนทราบถึงข้อบกพร่องของตนเองและประเมินตนเองได้

4. ผลการสอบจากแบบวินิจฉัยการเรียน ทำให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองมีความเข้าใจหรือมีทักษะในเรื่องนั้นหรือไม่ ตลอดจนมีความพร้อมที่จะเรียนต่อหรือไม่

5. เป็นแรงจูงใจในการเรียนให้นักเรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ หากผู้เรียนทราบว่าจบบทแล้วจะมีการทดสอบวินิจฉัย ผู้เรียนก็จะให้ความสนใจในการเรียนเพราะกลัวการล้มเหลว

จากประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาแล้วผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยผู้สอนในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียน เพื่อนำมาปรับปรุงการเรียนการสอน
2. ทำให้ผู้เรียนทราบข้อบกพร่องของตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนของตน
3. ทำให้ผู้บริหารได้ข้อมูลในการจัดการ สนับสนุนให้กับผู้เรียนและผู้สอนได้ตรงตามความต้องการ เป็นผลให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนของหลักสูตร

ผู้วิจัยสามารถสรุปประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยได้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ให้สารสนเทศทั้งแก่ผู้สอนและผู้เรียน ที่ผู้สอนสามารถนำสารสนเทศที่ได้จากการทำข้อสอบของผู้เรียนไปจัดการเรียนการสอนให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคน หรือจัดการเรียนซ่อมเสริม นอกจากนี้ยังสามารถใช้วัดพื้นความรู้ของผู้เรียน ในส่วนของผู้เรียน แบบทดสอบวินิจฉัยจะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนว่ายังมีจุดบกพร่องในเรื่องใดบ้างเพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมตัวเรียนได้อย่างถูกต้อง

1.4 เกณฑ์การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องของผู้เรียนและทำให้ครูผู้สอนสามารถปรับปรุงวิธีการเรียนการสอนได้ถูกต้อง ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้ดังนี้

ลินควิสต์ (Lindquist, 1963, pp. 37-38) กล่าวว่าเกณฑ์การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพ ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยต้องมีความสอดคล้องกับหลักสูตรและมีความชัดเจนในจุดประสงค์ที่จะทดสอบ
2. ข้อคำถามในแบบทดสอบต้องสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
3. ข้อคำถามต้องได้จากการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยได้จากการทดลองหรือการไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองและหาข้อบกพร่องในการเรียนได้
5. แบบทดสอบต้องสามารถเสนอแนะจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบการเรียนได้อย่างถูกต้อง
6. แบบทดสอบต้องครอบคลุมกฎเกณฑ์ทางการเรียนรู้อย่างทั่วถึง

7. แบบทดสอบต้องสามารถชี้ให้เห็นถึงความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน จากคำตอบที่ได้จากการทดสอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2523) กล่าวถึงสิ่งที่ต้องคำนึงในการสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัย ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะต้องครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และทักษะ พื้นฐานทุกด้าน โดยจะต้องมีจำนวนข้อสอบหลายข้อในแต่ละด้าน เพื่อให้ผลการวินิจฉัยมีความ น่าเชื่อถือ

2. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย มุ่งค้นหาจุดอ่อนของผู้เรียนแต่ละคน ไม่ได้ชี้ ถึงระดับของความชำนาญ คล่องแคล่วในการทำแบบทดสอบ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยจะชี้ให้เห็นถึงชนิดของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับ นักเรียนแต่ละคน แต่ไม่ได้ชี้ให้เห็นถึงสาเหตุของความผิดพลาดนั้น

4. แบบทดสอบวินิจฉัยให้ข้อมูลประกอบเพื่อวินิจฉัยอุปสรรคของนักเรียน จึง ควรพิจารณาองค์ประกอบด้านอื่นๆ ด้วย เช่น ความสามารถในการอ่าน สติปัญญา การได้ยิน การ มองเห็น และองค์ประกอบด้านอารมณ์ เป็นต้น

จากข้อมูลเกณฑ์การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยสามารถสรุปเกณฑ์ได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยต้องสอดคล้องและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ จะทดสอบ

2. ข้อคำถามในแบบทดสอบต้องได้จากการวิเคราะห์อย่างละเอียด จากการ ไม่เข้าใจในการเรียนเป็นปกติ และสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการทดสอบ

3. แบบทดสอบต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองและหาข้อบกพร่อง ทาง การเรียนได้ โดยไม่เน้นความชำนาญ คล่องแคล่วในการทำแบบทดสอบ

4. แบบทดสอบจะต้องชี้ให้เห็นถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนแต่ละคน แต่ไม่ได้ชี้ให้เห็นถึงสาเหตุของความผิดพลาด

1.5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

โชติ เพชรชื่น (2544) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็น จุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชา

2. กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะข้อสอบ

3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านั้น ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

4. ทดลองใช้และนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคำถาม

5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

6. สร้างเกณฑ์การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ

7. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

สุชาติ สิริเมื่อนันท์ (2542, น. 16) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมาย และวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

2. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน

3. สร้างแบบทดสอบสำรวจ โดยเขียนข้อคำถามตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่

กำหนดไว้

4. นำไปสอบและวิเคราะห์คำตอบเพื่อหาสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้คำตอบที่ผิดที่วิเคราะห์แล้วเป็นตัวลวง

6. นำแบบทดสอบไปใช้และพัฒนาแบบทดสอบ

7. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ

พร้อมพรรณ อุดมลิน (2533, น. 67) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัยอย่างละเอียด แล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ เป็นตอน ๆ

2. วิเคราะห์ทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยในเนื้อหาของแต่ละขั้นตอน

3. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาแต่ละทักษะย่อย

4. เขียนข้อสอบให้สามารถวัดทักษะย่อยเหล่านั้น โดยให้มีจำนวนมากพอที่จะบ่งชี้ถึงความบกพร่องในแต่ละจุด

5. ข้อสอบแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้น ควรเป็นข้อสอบที่ง่าย และอาจจะแบ่งข้อสอบออกเป็นแบบสอบย่อยตามเนื้อหาแต่ละขั้นตอน

6. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบ แล้วนำไปทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบสอบให้มีประสิทธิภาพ

7. เขียนคู่มือการใช้และแบบแผนการวินิจฉัย

จากข้อมูลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวินิจฉัยอย่างละเอียด แล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ เป็นตอน ๆ

2. วิเคราะห์ทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยในเนื้อหาของแต่ละชั้นตอน

3. สร้างแบบทดสอบสำรวจ โดยเขียนข้อคำถามตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาแต่ละทักษะย่อย

5. เขียนข้อสอบให้สามารถวัดทักษะย่อยเหล่านั้น โดยให้มีจำนวนมากพอที่จะบ่งชี้ถึงความบกพร่องในแต่ละจุด

6. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบสอบให้มีประสิทธิภาพ

7. เขียนคู่มือการใช้และแบบแผนการวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยมีความจำเพาะที่แตกต่างจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยทั่วไป ซึ่งสามารถให้ข้อมูลสารสนเทศแก่ผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะแก่ผู้เรียนและผู้เรียนก็ได้รับประโยชน์ที่ทำให้รู้จักจุดอ่อนของตน เพื่อนำไปปรับวิธีการเรียนที่เหมาะสมขึ้นเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยคือศาสตร์ด้านการเรียนการสอน ในการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ได้มีการประยุกต์ใช้แบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียน

2. แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของการวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์มักจะมีปัญหาด้านความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งการจะวินิจฉัยเพื่อให้ทราบข้อบกพร่องนั้นสามารถนำไปสู่การช่วยเหลือผู้เรียนได้ ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวินิจฉัยไว้ดังนี้

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2533, น. 65) กล่าวว่า การวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การค้นหาข้อบกพร่องหรือจุดที่เป็นอุปสรรคของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับไปยัง

ผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่วน ดวงเดือน อ่อนน้อม (2533, น. 35) กล่าวว่า การวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การวิเคราะห์หรือรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดด้อยในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้สรุปการวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ได้ว่า คือ การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียนและผู้สอน เป็นผลให้เกิดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2 แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน

พร่อมพรรณ อุดมสิน (2533, น. 67-69) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้กันแพร่หลายส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานในต่างประเทศ ซึ่งมีหลายชุด ได้แก่

1. แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนของลอส แองเจลิส (Los Angles Diagnostic Tests in Arithmetic) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยสำนักทดสอบแคลิฟอร์เนีย (California Test Bureau) พิมพ์ในปี ค.ศ. 1925 – 1926 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2 – 8 และระดับชั้น 3 – 9 แบ่งเป็น 2 เรื่องใหญ่ ๆ คือ

1.1 พื้นฐานของเลขคณิต (Fundamental of Arithmetic) มี 2 ฉบับ ใช้กับนักเรียนระดับชั้น 2 – 8 ซึ่งแต่ละฉบับจะมีกำหนดเวลาในการทำ 40 นาที ประกอบด้วยทักษะย่อย คือ การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม

1.2 เหตุผลในเลขคณิต (Reasoning in Arithmetic) ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 3 – 5 และกำหนดเวลาทำ 40 นาที สำหรับนักเรียนระดับ 6 – 9 จะมีทักษะย่อย ได้แก่ ปัญหาพื้นฐาน ปัญหายาก และปัญหาที่เกี่ยวกับจำนวนที่เป็นตัวหาร และร้อยละ

2. แบบทดสอบวินิจฉัยและช่วยเหลือตนเองทางเลขคณิต (The Diagnostic Tests and Self-Helps in Arithmetic) สร้างโดยสำนักทดสอบแคลิฟอร์เนีย ในปี ค.ศ. 1955 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 3 – 12 ไม่กำหนดเวลาสอบ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 แบบทดสอบที่ใช้คัดแยก (Screening Test) ประกอบด้วยแบบทดสอบ 4 ฉบับ ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง จำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม และความรู้และทักษะทั่วไปทางเลขคณิต

2.2 แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน (Diagnostic Test) ประกอบด้วยแบบทดสอบ 23 ฉบับ แบ่งการวินิจฉัยออกเป็น 6 เรื่อง ดังนี้

- 2.2.1 ข้อเท็จจริงพื้นฐาน 5 ฉบับ
- 2.2.2 การบวก ลบ คูณ หาร ร้อยละ 1 ฉบับ
- 2.2.3 การบวก ลบ คูณ หาร ร้อยละ 1 ฉบับ
- 2.2.4 การบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม 4 ฉบับ
- 2.2.5 การบวก ลบ คูณ หาร มาตรฐาน 1 ฉบับ
- 2.2.6 การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน 7 ฉบับ

ในการใช้แบบทดสอบนั้น จะทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ใช้คัดแยกก่อน แล้วนำผลมาพิจารณาเพื่อดำเนินการสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยตามความเหมาะสมต่อไป โดยจะมีตอนที่ให้ช่วยเหลือตนเองเป็นแบบฝึกหัดซ่อมเสริมที่มีเฉลยอยู่ด้านหลังของแบบทดสอบ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้เลขคณิตแบบคีย์เมธ (The Key Math Diagnostic Arithmetic Test) เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยที่ใช้วัดพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นอนุบาลจนถึงระดับชั้น 8 ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 14 ฉบับ แต่ละฉบับจะประกอบด้วยเนื้อหาการคำนวณ และการนำไปใช้ แบบทดสอบนี้สามารถวินิจฉัยได้ 4 แบบ คือ แบบรวมทั้งหมด วินิจฉัยเป็นตอน ๆ วินิจฉัยในทักษะย่อย ๆ และวินิจฉัยเป็นรายข้อ ผู้จัดสอบสามารถศึกษาความแตกต่างของความสามารถของนักเรียนและแปลความหมายจากผลการสอบได้ โดยการอธิบายพฤติกรรมบางอย่างจากการตอบคำถามในแต่ละตอนของแบบทดสอบ นอกจากนี้ผู้ใช้แบบทดสอบยังสามารถนำคะแนนที่ได้มาเป็นแนวทางในการสอนคณิตศาสตร์ได้

4. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสแตนฟอร์ด (The Stanford Diagnostic Mathematic Test: MDST) แบบทดสอบนี้ใช้กับการสอนเป็นกลุ่ม ประเมินได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์ และอิงกลุ่ม แบบทดสอบแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยการอ่านของสแตนฟอร์ด (Stanford Diagnostic Reading Test: SDRT) และแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้เลขคณิตของสแตนฟอร์ด (Stanford Diagnostic Arithmetic Test: SDAT) ซึ่งแบบทดสอบแต่ละแบบแบ่งเป็น 2 ระดับ ระดับที่ 1 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2 – 4 และระดับที่ 2 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 4 – 8 ซึ่งในแต่ละแบบจะแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ ดังนี้

ตาราง 1 แบบทดสอบย่อยการอ่านของสแตนฟอร์ด (SDRT)

ระดับที่ 1	ระดับที่ 2
ความเข้าใจในการอ่าน	ความเข้าใจในการอ่าน
ศัพท์	ศัพท์
ความแตกต่างของสิ่งที่ได้ยิน	การแยกพยางค์
การแยกพยางค์	ความแตกต่างของเสียง
เสียงต้นและท้ายคำ	ความกลมกลืนของเสียง
ความกลมกลืนของเสียง	อัตราความเร็วในการอ่าน
ความแตกต่างของเสียง	

ตาราง 2 แบบทดสอบย่อยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสแตนฟอร์ด (SDAT)

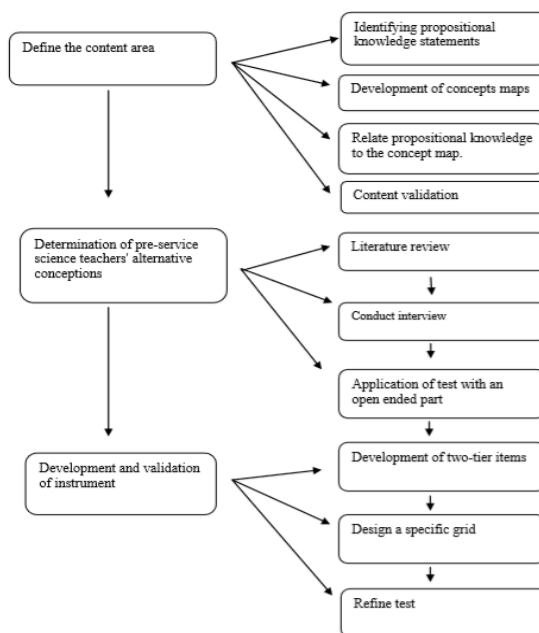
ระดับที่ 1	ระดับที่ 2
มโนทัศน์ของจำนวนและตัวเลข	มโนทัศน์ของจำนวนและตัวเลข
การคำนวณ	การคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม
ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับตัวเลข	เศษส่วนแท้
	เศษส่วน ทศนิยม
	ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับตัวเลข

แบบทดสอบนี้อาจจะประเมินจากเกณฑ์ปกติที่ได้จากนักเรียนในสหรัฐอเมริกา หรือจะพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญหลายคนก็ได้

2.3 ประเภทของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยถูกนำมาใช้ในการหาข้อบกพร่องการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจากการค้นคว้าวิจัยพบว่ารูปแบบของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้มี 3 ประเภท ดังนี้

2.3.1. แบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น (Two-tier diagnostic test)



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างการออกแบบแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น (two-tier diagnostic test) โดยอ้างอิงวิธีของ Treagust (1988)

จากภาพประกอบ 2 แสดงวิธีการออกแบบแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองลำดับขั้น (two-tier diagnostic test) ที่แบ่งเป็น 3 ช่วง 10 ขั้นตอน ได้แก่ ช่วงที่ 1 การศึกษาขอบข่ายของเนื้อหา พิจารณาว่าเนื้อหาอะไรบ้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้ผู้ศึกษา ช่วงที่ 2 ศึกษาจุดบกพร่องของการเรียนรู้ในเนื้อหานั้นโดยการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ และออกแบบข้อคำถามปลายเปิด ช่วงที่ 3 ทำการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัย

จากการศึกษางานวิจัยของ Bayrak B. K. (2013) ได้กล่าวถึงการออกแบบแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองลำดับขั้น (two-tier) ว่า แบบวินิจฉัยจะประกอบด้วยสองส่วน ส่วนแรกคือ first tier เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบตั้งแต่สองถึงสี่ตัวเลือก ซึ่งจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวเลือกอื่นๆ เป็นตัวลวง ซึ่งก็จะเหมือนกับแบบทดสอบแบบเลือกตอบทั่วไป แต่จะต่างตรงส่วนที่สองที่จะให้ผู้สอบตอบเหตุผลของการตอบในส่วนที่หนึ่ง โดยตัวเลือกเหตุผลในส่วนที่สองนี้จะสัมพันธ์กับตัวเลือกในส่วนที่หนึ่ง ตัวเลือกในส่วนที่สองนี้จะเป็นตัวเลือกที่ผู้ออกแบบได้ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ หรือการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การให้ผู้สอบทำแบบทดสอบและเขียนอธิบายถึงเหตุผลในการตอบ ซึ่งจะได้ข้อมูลที่ผู้สอบมีความบกพร่องในเรื่องนั้นๆ นำมาจัดทำเป็นตัวลวงโดยตัวลวงที่ดีนั้นต้องเป็นตัวลวงที่ผู้ตอบมีความถี่ในการตอบผิดมากที่สุด

การได้มาของข้อคำถามใน first tier นั้นผู้ออกแบบสอบจะต้องศึกษาขอบข่ายของเนื้อหา ศึกษาวัตถุประสงค์ของเนื้อหา ดูความเหมาะสมกับผู้สอบและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ข้อคำถามจะเป็นแบบเลือกตอบ สำหรับส่วนที่สอง (second tier) เป็นส่วนของเหตุผลการตอบคำถามของส่วนที่ 1 ผู้ออกแบบสอบจะต้องหาข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ในเนื้อหานั้นๆ (misconception) ซึ่งสามารถทำได้โดยการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ ซึ่งข้อคำถามในการสัมภาษณ์อาจมีความคล้ายกับข้อคำถามในส่วนที่ 1 (first tier) ข้อมูลที่ได้เกี่ยวกับจุดบกพร่องทางการเรียนรู้นั้น ผู้ออกแบบสอบจะนำมาใช้ในการออกแบบตัวลวง (distractors) โดยข้อมูลที่เป็นจุดบกพร่องที่มีผู้ตอบมากที่สุด (จากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์) จะถูกนำมาเป็นตัวลวง ข้อคำถามในส่วนนี้จะเป็นตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก โดยจำนวนตัวเลือกในส่วนที่หนึ่งและสองนั้นอาจแตกต่างกันได้ และมีพื้นที่ให้ผู้ตอบอธิบายเหตุผลของคำตอบ ในกรณีที่ไม่มีความจำเป็นต้องการในตัวเลือกที่กำหนดให้

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองลำดับขั้น (two-tier diagnostic test) นั้น จะมีการตรวจสอบค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ การตรวจสอบการทำหน้าที่ของตัวลวง การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงพินิจ และความตรงตามโครงสร้าง

ในการให้คะแนนเพื่อวิเคราะห์ผลการตอบของผู้ตอบนั้น ผู้ตอบจะได้ 1 คะแนนหากตอบถูกทั้งสองส่วนในข้อนั้นๆ หากตอบผิดส่วนใดส่วนหนึ่งจะได้คะแนนเป็น 0 ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยแบบ two-tier จะสามารถแยกผู้สอบที่ตอบถูก (มีความเข้าใจ) กับผู้ที่ตอบผิด ซึ่งไม่สามารถทราบได้ว่าผู้ตอบผิดนั้นผิดเพราะไม่เข้าใจในเนื้อหา (misconcept) หรือไม่มีความรู้ (lack of knowledge)

สุพรรณษา หอมฤทธิ (2559) กล่าวว่า ข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้นคือ ทำให้ทราบว่าคำตอบของผู้สอบนั้นมาจากเหตุผลที่ถูกต้องหรือไม่ และทราบเหตุผลของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน นอกจากนี้แบบทดสอบลักษณะนี้ยังลดโอกาสการเดาของนักเรียนได้มากกว่าแบบทดสอบแบบเลือกตอบโดยทั่วไป กล่าวคือถ้าผู้สอบทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โอกาสที่ผู้สอบจะเดาคำตอบถูกมีถึงร้อยละ 20 ขณะที่แบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองลำดับขั้น (two-tier diagnostic test) แบบ 5 ตัวเลือกในส่วนที่หนึ่งและ 5 ตัวเลือกในส่วนที่สอง ผู้สอบมีโอกาสการเดาคำตอบถูกเพียงร้อยละ 4 เท่านั้น อย่างไรก็ตามแบบทดสอบลักษณะนี้มีข้อจำกัดคือไม่สามารถจำแนกผู้ตอบผิดจากการมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (misconception) กับผู้ตอบผิดจากการขาดความรู้ (lack of knowledge) ขณะเดียวกันก็ยังไม่สามารถจำแนกผู้ตอบที่

ตอบถูกต้องจากการเข้าใจที่แท้จริง (genuine understanding) ออกจากผู้ตอบถูกต้องจากการเดา (guessing) ได้

การวิเคราะห์การตอบแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองลำดับขั้น ทำให้ทราบข้อมูลลักษณะการตอบของผู้สอบในแต่ละตัวเลือก ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 3

6) Which of the following statements is TRUE concerning NH ₃ , CH ₃ COOH, and HCl?		
a- CH ₃ COOH is a base.		
b- The pH value of NH ₃ is greater than the pH value of CH ₃ COOH.		
c- All are acids.		
d- NH ₃ is an acid.		
Reason:		
1- NH ₃ , CH ₃ COOH and HCl contain only H ⁺ ion in their structures.		
2- CH ₃ COOH is a base because it contains OH ⁻ ion.		
3- NH ₃ is an acid because it contains H ⁺ ion.		
4- pH values of bases are greater than the pH values of acids.		
5- None of the above; I selected the option because:		
<hr/>		
6 Which of the following statements is TRUE concerning NH ₃ , CH ₃ COOH, and HCl?		N (%)
A1- CH ₃ COOH is a base.	a NH ₃ , CH ₃ COOH and HCl contain only H ⁺ ion in their structures.	2 (3,6)
	b CH ₃ COOH is a base because it contains OH ⁻ ion.	
	c NH ₃ is an acid because it contains H ⁺ ion.	
	d pH values of bases are greater than the pH values of acids.	
	e Blank	
TOTAL		4 (7,2)
<hr/>		6 (10,7)
A2- All are acids.	a NH ₃ , CH ₃ COOH and HCl contain only H ⁺ ion in their structures.	4 (7,2)
	b CH ₃ COOH is a base because it contains OH ⁻ ion.	
	c NH ₃ is an acid because it contains H ⁺ ion..	
	d pH values of bases are greater than the pH values of acids.	
	e Blank	
TOTAL		3 (5,4)
<hr/>		4(7,2)
<hr/>		3 (5,4)
TOTAL		14 (25)
A3 NH ₃ is an acid.	a NH ₃ , CH ₃ COOH and HCl contain only H ⁺ ion in their structures.	2 (3,6)
	b CH ₃ COOH is a base because it contains OH ⁻ ion.	
	c NH ₃ is an acid because it contains H ⁺ ion.	
	d pH values of bases are greater than the pH values of acids.	
	e Blank	
TOTAL		6 (10,7)
<hr/>		8 (14,3)
B- The pH value of NH ₃ is greater than the pH value of CH ₃ COOH.	a NH ₃ , CH ₃ COOH and HCl contain only H ⁺ ion in their structures..	2 (3,6)
	b CH ₃ COOH is a base because it contains OH ⁻ ion	
	c NH ₃ is an acid because it contains H ⁺ ion.	
	d pH values of bases are greater than the pH values of acids.	
	e Blank	
TOTAL		2 (3,6)
<hr/>		16 (28,6)
<hr/>		2(3,6)
TOTAL		22 (39,3)
<hr/>		
C (Blank)	a NH ₃ , CH ₃ COOH and HCl contain only H ⁺ ion in their structures.	6 (10,7)
	b CH ₃ COOH is a base because it contains OH ⁻ ion.	
	c NH ₃ is an acid because it contains H ⁺ ion.	
	d pH values of bases are greater than the pH values of acids	
	e Blank	
TOTAL		6 (10,7)
<hr/>		6 (10,7)
TOTAL		56 (100)

ภาพประกอบ 3 แสดงการวิเคราะห์การตอบของผู้สอบแบบสองลำดับขั้น
(two-tier diagnostic test)

ที่มา: Bayrak B. K. (2013)

จากภาพประกอบ 3 แสดงคำตอบที่ผู้สอบตอบใน first tier และร้อยละของเหตุผลที่ตอบใน second tier ซึ่งพบว่าผู้สอบที่ตอบผิดส่วนใหญ่ตอบ A2 คิดเป็นร้อยละ 25 และเมื่อพิจารณาเหตุผลของการตอบพบว่าส่วนใหญ่ตอบ a หรือ d

ตาราง 3 แสดงร้อยละของการตอบของผู้สอบใน first tier และ two-tier

Question Number	First Tier	Two-Tier
1	82,14	71,43
2	50	46,43
3	69,52	58,93
4	69,64	58,93
5	48,21	41,07
6	46,43	37,50
7	60,71	39,29
8	53,57	42,86
9	69,64	58,93
10	67,86	55,36
11	85,71	76,79
12	76,79	55,36
13	46,43	39,29
14	62,50	46,43
15	58,93	46,43

ที่มา: Bayrak B. K. (2013)

จากตาราง 3 แสดงร้อยละของผู้ตอบถูกใน first tier และ two-tier ซึ่งพบว่าร้อยละของผู้สอบตอบข้อคำถามใน first tier ได้มากกว่า two-tier หมายความว่าผู้สอบสามารถคำนวณได้ แต่ไม่รู้ความหมายหรือการตีความของการแก้โจทย์ปัญหาหรืออาจเรียนรู้ด้วยการจดจำจากการได้ทำซ้ำๆ กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าผู้ที่ตอบถูกส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการเดา ขณะที่ผู้ที่ตอบผิดอาจเกิดจากการมีความคิดคลาดเคลื่อน (misconception) หรือไม่มีความรู้ (lack of knowledge)

2.3.2 แบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับชั้น (Three-tier diagnostic test)

จากการศึกษางานวิจัย พบว่าลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสามลำดับชั้น (three-tier diagnostic test) จะมีด้วยกันสามส่วน ซึ่งสองส่วนแรกจะเหมือนและมีวิธีการเช่นเดียวกับแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับชั้น (two-tier) แต่แบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับชั้น (three-tier) มีการเพิ่มในส่วนของระดับความมั่นใจ (confidence tier) เข้าไปในตอนท้ายของข้อคำถามแต่ละข้อ ซึ่งจะถามผู้ตอบเกี่ยวกับความมั่นใจในการตอบในส่วนที่ 1 (first tier) และ 2 (second tier) นอกจากนั้นแล้วจะมีการตรวจสอบความตรงของแบบสอบ โดยการหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของ two-tier กับคะแนนของ confidence tier หากได้ค่าสหสัมพันธ์สูงแสดงว่าผู้สอบที่มีความเชื่อมั่นสูงจะได้คะแนนจากการสอบสูง อย่างไรก็ตามแบบทดสอบวินิจฉัยแบบ three-tier ก็ต้องมีการตรวจสอบค่า Point-biserial coefficient ของข้อคำถามแต่ละข้อเพื่อตรวจสอบการทำหน้าที่ของข้อคำถาม ถ้าค่า Point-biserial coefficient มีค่ามากกว่า .40 (Crocker & Algina, 1986) แสดงว่า เป็นข้อคำถามที่ดีมาก หากค่าอยู่ระหว่าง .30 - .40 แสดงว่าข้อคำถามทำหน้าที่ดี สำหรับค่าความเชื่อมั่น (reliability) ซึ่งนิยมใช้ค่าความเชื่อมั่น Cronbach alpha เพื่อดูความน่าเชื่อถือของแบบสอบวินิจฉัย โดยการเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นทั้งแบบ first tier, two-tier และ three-tier พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสามลำดับชั้น (three-tier) จะให้ค่าความเชื่อมั่น (reliability) สูงกว่าแบบ first tier และ two-tier หมายความว่าแบบทดสอบวินิจฉัยแบบ three-tier มีความน่าเชื่อถือมากกว่าแบบ first-tier และ two-tier แบบทดสอบวินิจฉัย แบบ three-tier สามารถแบ่งกลุ่มผู้สอบออกได้เป็นสามกลุ่ม คือ ผู้มีความรู้ (genuine understanding) ผู้ที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (misconception) และผู้ที่ไม่มีความรู้ (lack of knowledge)

สุพรรณษา หอมฤทธิ์ (2559) และ Kirbulut Z. D. and Geban O. (2014) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสามลำดับชั้นสามารถจำแนกผู้สอบที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (misconcept) ออกจากผู้สอบที่ขาดความรู้ได้ (lack of knowledge) นั้นหมายความว่าผู้สอบที่ตอบผิดและมั่นใจในคำตอบแสดงว่าผู้สอบมีความคิดคลาดเคลื่อน แต่ถ้าผู้สอบตอบผิดและไม่มั่นใจในคำตอบแสดงว่าผู้สอบขาดความรู้ในเรื่องที่ทำการทดสอบ อย่างไรก็ตามแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสามลำดับชั้นมิได้ให้รายละเอียดถึงระดับความมั่นใจของผู้สอบที่มีความมั่นใจในส่วน first tier และ second tier แตกต่างกัน

Tiers	A sample three-tier question
First tier	1.1. The chemistry teacher in your class has two beakers and these beakers contain two solutions in the same volume. The teacher tells you that one of the beakers contains, X, a weak acid solution, and the other contains, Y, a strong acid solution. In order to determine which beaker contains <u>the strong acid solution</u> , which of the following information that the teacher gives to you would be <u>merely enough</u> to determine? (a) The concentration of the solutions (b) The pH of the solutions (c) The number of hydrogen atoms in the formulas (d) The dissociation of the solutions (e) The color change rate of litmus paper
Second tier	1.2. Which one of the followings is the reason of your answer for the previous question? (a) As the number of ions in a solution increases, the strength of an acid increases (b) As the dissociation of an acid increases, the strength of an acid increases (c) As the concentration of a solution increases, the strength of an acid increases (d) As the pH of a solution increases, the strength of an acid decreases (e) Strong acids change the color of a solution fast (f) As the number of hydrogen atoms in a molecular formula increases, the strength of an acid increases (g)
Third tier	1.3. Are you sure about your answers for the previous two questions; (a) I am sure. (b) I am not sure.

ภาพประกอบ 4 แสดงลักษณะของข้อคำถามของแบบสอบถามสามลำดับขั้น
 (three-tier diagnostic test)

ที่มา: Cetin-Dindar A. and Geban O. (2011)

2.3.3 แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น (Four-tier diagnostic test)

จากการสังเคราะห์งานวิจัย (สุพรรณษา หอมฤทธิ์, 2559; Friyani & Rusilowati, 2017; Gurel D. K., 2015) พบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ลำดับขั้น (four-tier) เป็นแบบทดสอบที่ได้พัฒนาจากแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น และแบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้น เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น และแบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้น โดยเพิ่มระดับความมั่นใจในคำตอบที่ผู้สอบเลือกในส่วนที่หนึ่ง (first tier) และส่วนที่สอง (second tier) ซึ่งทำให้สามารถระบุสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของผู้สอบได้ละเอียดยิ่งขึ้น แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 first-tier จะเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบซึ่งมีคำตอบถูกเพียงหนึ่งคำตอบและตัวเลือกที่เหลือเป็นตัวเลือก ส่วนที่ 2 second-tier เป็นระดับความมั่นใจของผู้สอบในการเลือกคำตอบในส่วนที่ 1 ส่วนที่ 3 third-tier เป็นส่วนของเหตุผลในการเลือกคำตอบในส่วนที่ 1 โดยจะเป็นแบบตัวเลือกและมีตัวเลือกสุดท้ายเพื่อให้ผู้สอบเขียนอธิบายเหตุผลในกรณีที่ผู้สอบมีแนวคิดหรือเหตุผลต่างไปจากตัวเลือกที่กำหนดให้ และส่วนที่ 4 Fourth-tier เป็นระดับความมั่นใจในการเลือกคำตอบในส่วนที่ 3 โดยแบบทดสอบวินิจฉัย แบบ four-tier สามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบออกได้เป็น ผู้มีความรู้ ผู้มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (misconcept) และผู้ที่ไม่มีความรู้ (lack of knowledge) โดยมีความน่าเชื่อถือในการหาจำนวนผู้สอบที่ไม่มีความรู้ (lack of knowlege) มากกว่าการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย แบบ three-tier ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 5

Question
Answer Choice: a. b. c. d. e.
Are you satisfied with your answers? a. Sure b. Not Sure
Reasons a. b. c. d. e.
Are you satisfied with your answers? a. Sure b. Not Sure

ภาพประกอบ 5 แสดงลักษณะข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
(four-tier diagnostic test)

ที่มา: Afif N. F. et al. (2017)

2.4 เปรียบเทียบแบบทดสอบวินิจฉัยแต่ละประเภท

จากการศึกษาวิจัยของ Gurel D. K. (2015) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบเครื่องมือแบบทดสอบวินิจฉัยแบบต่างๆ ในการระบุข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. การสัมภาษณ์ เป็นการเก็บข้อมูลในเชิงลึก และค่อนข้างมีความยืดหยุ่น ซึ่งการสัมภาษณ์จัดเป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่วิธีหนึ่งที่ใช้กันโดยทั่วไปในการได้ข้อมูลที่นักเรียนยังมีความเข้าใจผิดอยู่ โดยเฉพาะการสัมภาษณ์กลุ่มนั้นจะทำให้ได้ข้อมูลความคิดและการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน อย่างไรก็ตามการสัมภาษณ์อาจทำให้เสียเวลาในการได้ข้อมูลที่เพียงพอ หากว่าต้องทำการสัมภาษณ์คนจำนวนมาก ผู้สัมภาษณ์จะต้องได้รับการอบรมวิธีการสัมภาษณ์ที่ดีให้ได้ข้อมูลที่ตรงรวมถึงการตั้งข้อคำถามในการสัมภาษณ์ด้วย ผู้สัมภาษณ์อาจมีอคติต่อสิ่งที่ทำการสัมภาษณ์ซึ่งอาจทำให้ได้ข้อค้นพบที่ไม่ถูกต้องนัก และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์อาจมีความยุ่งยากซับซ้อน

2. แบบทดสอบปลายเปิด (Open-ended test) เป็นวิธีที่ให้ผู้สอบได้ใช้เวลาในการคิดหาคำตอบ แต่อาจมีความยุ่งยากในการประเมินผลจากปัญหาด้านภาษา หรือผู้สอบเองไม่ค่อยเขียนคำอธิบายให้ละเอียด ส่งผลให้การระบุข้อบกพร่องทางการเรียนมีความยากลำบาก

3.แบบทดสอบเลือกตอบ (Ordinary multiple-choice tests) เป็นแบบทดสอบที่สามารถประมวลผลคะแนนได้รวดเร็ว ซึ่งแบบทดสอบนี้สามารถเข้าร่วมกับการสัมภาษณ์หลังจากที่ได้เก็บข้อมูลมาแล้ว เพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียน ข้อดีของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ได้แก่

1. สามารถทดสอบได้ครอบคลุมหลายหัวข้อในเวลาอันสั้น
2. เป็นแบบทดสอบที่มีประโยชน์หลายด้าน รวมถึงการวัดการเรียนรู้ในระดับต่างๆ
3. เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดตามวัตถุประสงค์ ทำให้มีความเชื่อมั่นสูง
4. สามารถคำนวณคะแนนได้ง่ายและรวดเร็ว
5. เหมาะกับผู้เรียนที่เข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนแต่ไม่ชอบเขียนอธิบาย
6. สามารถวิเคราะห์รายข้อได้ง่าย สำหรับข้อเสียของแบบทดสอบเลือกตอบคือ

1. การแปลความจากแบบสอบที่ได้กลับมาจากผู้สอบหากแบบทดสอบนั้นไม่ได้มีการจัดวางโครงสร้างแบบทดสอบที่ดี
2. คำตอบที่ถูกอาจมาจากการเดาของผู้สอบ ทำให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำลง
3. ตัวเลือกที่ผู้สอบตอบไม่ได้ให้ข้อมูลการเรียนรู้ที่เข้าใจผิดของผู้สอบ
4. ผู้ตอบไม่มีทางเลือกอื่นในการตอบ
5. การเขียนข้อคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนั้นทำได้ยาก
6. แบบทดสอบแบบเลือกตอบไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างผู้ตอบที่ตอบถูกต้องด้วยเหตุผลที่ถูกต้องกับผู้ตอบถูกต้องด้วยเหตุผลที่ไม่ถูกต้อง

4.แบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น (Two-tier diagnostic test) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบเลือกตอบในส่วนที่ 1 และส่วนที่เป็นตัวเลือกที่แสดงผลในส่วนที่ 2 การให้คะแนนผู้สอบจะได้คะแนนเมื่อผู้สอบตอบถูกต้องทั้งสองส่วน หากตอบถูกต้องเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งจะได้คะแนนเป็นศูนย์ สำหรับตัวลวงในส่วนของเหตุผล (ส่วนที่ 2) ได้มาจากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์หรือการตอบแบบทดสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด ข้อดีของแบบทดสอบลักษณะนี้คือ สอดคล้องกับนักเรียนในการตอบ ผู้สอนไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องส่วนใด สอดคล้องกับการใช้กับการสอบที่มีผู้สอบจำนวนมากๆ การจัดทำคะแนนทำได้ง่าย ทำให้รู้ถึงข้อมูลจุดอ่อนของผู้เรียน อย่างไรก็ตามแบบทดสอบนี้ก็ยังมีข้อเสีย คือตัวเลือกที่เป็นเหตุผลในส่วนที่ 2 นั้นทำให้ผู้สอบสามารถคาดเดาคำตอบได้ นอกจากนี้ยังไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างผู้สอบไม่มีความรู้ (lack of knowledge) และผู้สอบที่มีความคิดคลาดเคลื่อน (misconception)

5.แบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้น (Three-tier diagnostic test) เป็นแบบทดสอบที่มีด้วยกันสามส่วนคือ ส่วนที่เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ หรือ first tier ส่วนที่สองเป็นส่วนของแบบเลือกตอบที่อธิบายเหตุผลของการตอบในส่วนที่หนึ่ง เรียก second tier และส่วนที่สามที่บอกระดับความมั่นใจในการตอบส่วนที่หนึ่งและสอง เรียก third tier โดยการให้คะแนนนั้นผู้สอบต้องตอบถูกในสองส่วนแรก และส่วนที่สามต้องตามด้วยระดับความมั่นใจสูง จึงจะได้

คะแนน หากผู้สอบตอบผิดทั้งสองส่วนแรกและส่วนที่สามตอบด้วยระดับความมั่นใจสูงจะถือว่าผู้สอบนั้นไม่มีความเข้าใจในเนื้อหา (misconception) แบบทดสอบนี้สามารถแยกผู้สอบที่แนวคิดคลาดเคลื่อน (misconception) และผู้ที่ไม่มีความรู้ (lack of knowledge) ให้เห็นได้ชัดเจน อย่างไรก็ตามแบบทดสอบนี้ตามระดับความมั่นใจของการตอบในส่วนที่ 1 และ 2 พร้อมๆกัน ทำให้สัดส่วนของผู้สอบที่ไม่มีความรู้ (lack of knowledge) มีความคลาดเคลื่อน

6. แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น (Four-tier diagnostic test)

เนื่องจากแบบทดสอบสามลำดับขั้น (three-tier) มีข้อจำกัดในการให้ระดับความมั่นใจใน first tier และ second tier พร้อมกัน ทำให้สัดส่วนของจำนวนคนที่ถูกตัดสินว่าไม่มีความรู้ (lack of knowledge) มีความผิดพลาด เพราะคนในกลุ่มนี้อาจเป็นคนที่ไม่มีความรู้หรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อนก็ได้

Four-tier Test			Three-tier test	
Confidence for the 1st tier	Confidence for the 3rd tier	Decision of researcher for LK in four-tier test	Corresponding possible student selection in three-tier test	Decision of researcher for LK in three-tier test
Sure	Sure	No LK	Sure	No LK
Sure	Not sure	LK	Sure	No LK if "sure"
Not sure	Sure	LK	Not sure	LK if "not sure"
Not sure	Not sure	LK	Sure	No LK if "sure"
			Not sure	LK if "not sure"
			Not Sure	LK

LK: Lack of Knowledge

ภาพประกอบ 6 แสดงการจัดกลุ่มผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น (four-tier) และสามลำดับขั้น (three-tier)

ที่มา: Gurel D. K. et al. (2015)

จากภาพประกอบ 6 แสดงการเปรียบเทียบการตัดสินผู้สอบของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น (four-tier) และแบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้น (three-tier) พบว่าการตัดสินของ three-tier test ในกลุ่มคนที่ไม่มีความรู้ (lack of knowledge) ยังมีข้อจำกัด นั่นหมายความว่าถ้าผู้สอบมั่นใจในการตอบใน first-tier (sure) และไม่มั่นใจในการตอบในส่วน second-tier (not sure) หากเป็นการสอบแบบ four-tier test ผู้สอบจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มคนที่ไม่มีความรู้ (lack of knowledge) ขณะที่การสอบแบบ three-tier test ที่มีการตอบในลักษณะเดียวกัน ที่ผู้สอบตอบในส่วนที่ 1 ด้วยความมั่นใจ (sure) ในส่วนที่สองอาจตอบ sure หรือ not sure หากในส่วนที่สาม

(third-tier) ผู้สอบตอบว่า not sure ผู้สอบจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีความรู้ (lack of knowledge) แต่ถ้าผู้สอบตอบว่า sure ผู้สอบจะถูกจัดอยู่ในกลุ่ม มีความรู้ (no lack of knowledge)

แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์มีหลายประเภทและแต่ละประเภทก็ให้ข้อมูลรายละเอียดของผู้เรียนแตกต่างกัน ขึ้นกับว่าวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ซึ่งการจะทำให้แบบทดสอบวินิจฉัยสามารถให้ข้อมูลได้ได้ตรงประเด็น ผู้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยต้องศึกษาขอบเขตของเนื้อหาที่จะวัดผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยทำการศึกษาลักษณะการศึกษาระดับชั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในหลักสูตรภาคภาษาอังกฤษ

3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.1 โครงสร้างสาระคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยในการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันนำไปสู่การพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1)

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ดังนี้

จำนวนและพีชคณิต ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน เรขาคณิต

วิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

3.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อผู้เรียนจบมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เรียนควรจะสามารถ ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
5. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจเหล่านี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
6. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
7. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ
8. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
9. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

10. มีความรู้ในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

13. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

14. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตาราง 4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้	1. เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองในการแก้ปัญหา	การแยกตัวประกอบของพหุนาม นาม -การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง
	2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ฟังก์ชันกำลังสอง -กราฟฟังก์ชันกำลังสอง -การนำความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ในการแก้ปัญหา
มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้	1. เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว -อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว -การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว -การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา
	2. ประยุกต์ใช้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	สมการกำลังสองตัวแปรเดียว -สมการกำลังสองตัวแปรเดียว -การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว -การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา
	3. ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ระบบสมการเชิงเส้น -ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร -การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร -การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหา

3.4 วัตถุประสงค์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

เรื่อง	วัตถุประสงค์การเรียนรู้
1. ระบบสมการเชิงเส้น	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านและแปลความหมายของกราฟของระบบสมการเชิงเส้นได้ 2. แก่ระบบสมการเชิงเส้นได้ 3. นำระบบสมการเชิงเส้นไปใช้แก้ปัญหา พร้อมตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
2. อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านและเขียนกราฟแสดงคำตอบของสมการได้ 2. แก่สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ 3. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหาคำตอบของโจทย์ปัญหาพร้อมตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
3. การแยกตัวประกอบพหุนาม	<ol style="list-style-type: none"> 1. แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ตัวแปรเดียวที่มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์เป็นจำนวนเต็มและมีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์ในพหุนามตัวประกอบเป็นจำนวนเต็มได้ 2. แยกตัวประกอบของพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์เป็นจำนวนเต็ม โดยวิธีกำลังสองสมบูรณ์ได้
4. สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	<ol style="list-style-type: none"> 1. แก่สมการกำลังสองตัวแปรเดียวได้ 2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
5. ฟังก์ชันกำลังสอง	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความรู้เกี่ยวกับพาราโบลา สมการพาราโบลา และกราฟของพาราโบลา และนำความความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้ 2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

การศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระพีชคณิต ทำให้ทราบโครงสร้างของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน อันเป็นข้อมูลสำหรับผู้สอนในการหาวิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ และบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

4. วิธีสอนทางคณิตศาสตร์

วิธีสอนทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นขึ้นกับหัวข้อที่จะสอน วัตถุประสงค์ และการดำเนินการของครูผู้สอน นอกจากนี้ครูผู้สอนสามารถเลือกวิธีสอนที่หลากหลายผสมผสานกันได้ ซึ่งวิธีสอนจะชี้ให้เห็นถึงสิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม ทิศนา แคมมณี (2550) ได้เสนอวิธีสอนทางไว้ดังนี้

4.1 วิธีสอนแบบอุปนัย (Inductive Method) เป็นการสอนที่ครูให้นักเรียนศึกษาจากตัวอย่างแล้วให้นักเรียนสังเกต ตีวงแคบเข้าจนสามารถกำหนดนิยามทั่วไป สรุปถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการได้

4.1.1 ข้อดี

- 1) ผู้เรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้ดี
- 2) ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้
- 3) ผู้เรียนทั้งทั้งเนื้อหาความรู้และกระบวนการ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ได้

4.1.2 ข้อจำกัด

- 1) เป็นวิธีการสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก
- 2) เป็นวิธีการสอนที่อาศัยตัวอย่าง หากผู้สอนขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญของแนวคิดที่สอน การสอนจะไม่ประสบผลสำเร็จ
- 3) เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง หากขาดทักษะพื้นฐานการคิด และการทำงานเป็นกลุ่ม อาจไม่เกิดผลที่ต้องการ

4.2 วิธีสอนแบบนิรนัย (Deductive Method) เป็นการสอนที่มุ่งแต่ผลให้ผู้เรียนคิดได้ คำนวณได้ นำไปใช้ได้ โดยผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎ หลักการ และนำเสนอตัวอย่าง

4.2.1 ข้อดี

- 1) เป็นวิธีการสอนที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก
- 2) เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝนนำทฤษฎี/หลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
- 3) เป็นวิธีการสอนที่เอื้อให้ผู้ที่มีความสามารถในการเรียนรู้ได้เร็วสามารถพัฒนา โดยไม่ต้องรอผู้เรียนที่ช้ากว่า

4.2.2 ข้อจำกัด

- 1) ผู้สอนต้องมีการเตรียมตัวตัวอย่าง/สถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ
- 2) เป็นวิธีการสอนที่ขึ้นกับความเข้าใจและความสามารถของผู้สอนในการนำเสนอทฤษฎี หลักการ
- 3) เป็นวิธีการสอนที่ผู้ที่เรียนรู้อาจช้า อาจจะไม่ทันเพื่อน และอาจทำให้เกิดปัญหาในการเรียนรู้

4.3 วิธีสอนแบบทดลองหรือปฏิบัติการ (Laboratory Method) เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงจากการสังเกตและทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล อันนำไปสู่ข้อสรุปของการเรียนรู้ วิธีการสอนแบบทดลองช่วยให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง มีความรับผิดชอบและมีระเบียบวินัย

4.4 วิธีสอนแบบโครงการ (Project Method) เป็นวิธีการสอนโดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และแก้ปัญหาจากการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนสามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสืบค้นข้อมูล และนำเสนอโครงการ วิธีการสอนแบบโครงการสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเพราะได้ลงมือปฏิบัติจริง ทั้งยังช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และการทำงานอย่างมีแบบแผน การรู้จักประเมินผลงานตนเอง

4.5 วิธีสอนแบบแก้ปัญหา (Problem solving Method) เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนโดยการกำหนดปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล พิสูจน์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหา หรือผู้สอนอาจกำหนดปัญหาร่วมกับผู้เรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้แก้ปัญหา หรือหาคำตอบ ปัญหาที่กำหนดควรเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่เคยประสบมาก่อนและต้องไม่เกินความสามารถทางเขาวิชาของผู้เรียน

4.5.1 ข้อดี

- 1) การนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน
- 2) ผู้เรียนได้ฝึกการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ทำให้ได้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย
- 3) ผู้เรียนเกิดความเข้าใจจากประสบการณ์ตรง ทำให้มีความกระฉับกระเฉงในสิ่งที่เรียนรู้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

4.5.2 ข้อจำกัด

- 1) ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ค่อนข้างมาก
- 2) ปัญหาที่น่าสนใจต้องน่าสนใจเหมาะสมกับวัยและสติปัญญาของผู้เรียน
- 3) ผู้เรียนต้องมีทักษะในการค้นหาข้อมูล มิฉะนั้นจะได้ข้อมูลที่ไม่เพียงพอต่อการสรุปหรือตัดสินใจ
- 4) ผู้สอนต้องมีความสามารถในการแนะแนวทางในการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน

4.6 วิธีสอนแบบสืบสวน (Inquiry Method) สมฤดี จงพฤษะ (2547) กล่าวว่าวิธีสอนแบบสืบสวนทำโดยผู้สอนจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจและท้าทาย เพื่อให้เกิดแรงกระตุ้นต่อผู้เรียน โดยผู้เรียนจะทำการสืบสวนจากข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้ได้คำตอบ เป็นการเรียนรู้จากการสังเกต อธิบาย พยากรณ์ และนำไปใช้ เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง บุญชม ศรีสะอาด (2541) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสวนว่า

ข้อดี

- 1) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จากการค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ก่อให้เกิดความกระตือรือร้นและความรับผิดชอบ
- 2) ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองในการสืบสวนสอบสวน ได้แนวทางการพัฒนาระบบการคิดมากขึ้น
- 3) ความรู้ที่ได้จากประสบการณ์จริงจากการทำกิจกรรม จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาจากเหตุการณ์จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้
- 4) การเรียนการสอนแบบสืบสวน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จริง ปฏิบัติจริง จนเกิดการเรียนรู้ในการตัดสินใจ

ข้อจำกัด

- 1) ข้อมูลที่มีอาจถูกจำกัดและอยู่ในเวลาที่ระบุตามกิจกรรม
- 2) ผู้เรียนอาจไม่สนใจศึกษาและแสดงความคิดเห็นเพราะไม่เข้าใจ

บทบาทของตนเอง

- 3) ผู้สอนต้องมีความรับผิดชอบสูงและสร้างความพึงพอใจต่อผู้เรียน

4.7 วิธีสอนแบบค้นพบ (Discovery Method) ชัยยุทธ บุญธรรม (2549) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบค้นพบว่าเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าแสวงหาคำตอบ ด้วยการสืบค้น การใช้เหตุผล และศึกษาแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการและฝึกทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง หากผู้เรียนไม่สามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเองครูจะต้องให้คำแนะนำแนวทางโดยใช้คำถามกระตุ้นพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อสรุปของผู้เรียน สำหรับข้อดีและข้อจำกัด บุญชม ศรีสะอาด (2541) ได้สรุปไว้ดังนี้

ข้อดี

- 1) การที่ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองจะทำให้สามารถจำความรู้นั้นได้นาน มีความภาคภูมิใจ และเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้
- 2) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในสิ่งที่ต้องศึกษาต่อไปอีก
- 3) ผู้เรียนพัฒนาทักษะและเจตคติที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 4) ผู้เรียนพัฒนาความสามารถทางสมองระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการหยั่งรู้
- 5) ผู้เรียนเรียนรู้จากการอ้างอิงโดยคิดอย่างมีเหตุผลทั้งอุปนัยและนิรนัย
- 6) ผู้เรียนเข้าใจงานของนักปราชญ์อย่างลึกซึ้ง

ข้อจำกัด

- 1) ผู้เรียนต้องใช้เวลาเรียนมาก
- 2) ผู้เรียนมักค้นพบสิ่งต่าง ๆ นอกเหนือไปจากที่มุ่งหวังให้ค้นพบ
- 3) ผู้เรียนบางคนไม่สามารถค้นพบความรู้ตามที่คาดหวังไว้

4.8 วิธีสอนแบบโปรแกรม (Programme Instruction) ทิศนา แชมมณี (2550) กล่าวว่า การสอนแบบโปรแกรมเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเอง โดยมีการแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย และผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที

ข้อดี

- 1) เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง
- 2) เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเป็นรายบุคคลสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตน เป็นการตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 3) เป็นวิธีการสอนที่ช่วยลดภาระครู และช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู

ข้อจำกัด

- 1) เป็นวิธีการสอนที่พึ่งบทเรียนแบบโปรแกรมมาก หากบทเรียนไม่มีคุณภาพที่ดีพอย่อมส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 2) การสร้างบทเรียนให้มีคุณภาพที่ดี ต้องใช้เวลาและมีความยุ่งยากในการจัดทำ ประกอบกับผู้สร้างต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการสร้างบทเรียน
- 3) บทเรียนแบบโปรแกรมที่คุณภาพไม่ดีพอจะไม่น่าสนใจและทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้

4.9 วิธีสอนแบบสาธิต (Demonstration Method) ทิศนา ข้ามมณี (2550) สรุปว่า วิธีการสอนแบบสาธิต เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการแสดงหรือทำสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ให้ผู้เรียนสังเกตซักถาม อภิปราย และสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตการสาธิต มีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดี

- 1) เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง เป็นสิ่งที่เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการจดจำในเรื่องที่สาธิตได้ดีและนาน
- 2) เป็นวิธีสอนที่ช่วยประหยัดเวลา อุปกรณ์และค่าใช้จ่าย หากใช้ทดแทนการทดลอง
- 3) เป็นวิธีที่สามารถสอนผู้เรียนได้จำนวนมาก

ข้อจำกัด

- 1) หากผู้เรียนมีขนาดกลุ่มใหญ่ ผู้เรียนอาจสังเกตเห็นการสาธิตไม่ชัดเจนและทั่วถึง
- 2) ผู้สอนเป็นผู้สาธิต จึงอาจไม่เห็นพฤติกรรมของผู้เรียน
- 3) ผู้เรียนอาจมีส่วนร่วมไม่ทั่วถึงหรือมากพอ
- 4) เป็นวิธีที่ผู้เรียนไม่ได้ลงมือทำเอง จึงอาจไม่เกิดความรู้สึกซึ่งเพียงพอ

4.10 วิธีสอนแบบอภิปราย (Discussion Method) ทิศนา เขมมณี (2550) กล่าวว่า การสอนแบบอภิปรายเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยให้ผู้เรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนด และสรุปการอภิปรายออกมาเป็นข้อสรุปของกลุ่ม

ข้อดี

- 1) ผู้เรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) ผู้เรียนและผู้สอนได้ข้อมูลที่หลากหลาย ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้าง
- 3) ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการพูด การแสดงความคิดเห็น การวิพากษ์วิจารณ์ การโต้แย้ง เป็นต้น

ข้อจำกัด

- 1) เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก
- 2) หากผู้เรียนไม่รับบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มที่ดี การอภิปรายอาจไม่ได้ผลดี
- 3) หากสมาชิกกลุ่มและผู้สอนไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ได้ดี อาจเกิดปัญหาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้

4.11 วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2554) กล่าวว่า วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์เป็นวิธีสอนที่ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีหลักเกณฑ์ แบบแผน ใช้เหตุผล ทำให้เกิดการค้นหาคำตอบของปัญหา แล้วกำหนดเป็นขั้นตอนของการค้นคว้าไว้

ข้อดี

- 1) ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริง ทำให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่างชัดเจน
- 2) ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
- 3) ผู้เรียนรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบ มีวินัย และใฝ่เรียนรู้

ข้อจำกัด

- 1) ผู้สอนต้องมีความสามารถในการตั้งคำถามให้ผู้เรียนเห็นปัญหา เข้าใจปัญหาและวิเคราะห์ปัญหา
- 2) ผู้สอนต้องกำกับดูแลการปฏิบัติงานของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

4.12 วิธีสอนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation Technique) ทิศนา แชมมณี (2550) กล่าวว่า การสอนแบบสถานการณ์จำลองเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนลงไปเล่นในสถานการณ์ที่มีบทบาท ข้อมูล และกติกาการเล่น ที่สะท้อนความเป็นจริง โดยใช้ข้อมูลที่มีสภาพคล้ายกับข้อมูลในความเป็นจริง ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสถานการณ์จำลอง มีดังนี้

ข้อดี

- 1) ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องที่มีความสัมพันธ์ซับซ้อนได้อย่างเข้าใจ เนื่องจากได้มีประสบการณ์ที่เห็นประจักษ์ชัดด้วยตนเอง
- 2) ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานเพราะได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูงมาก
- 3) ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ จำนวนมาก เช่น กระบวนการสื่อสาร การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น การตัดสินใจ การแก้ปัญหา และกระบวนการคิด เป็นต้น

ข้อจำกัด

- 1) มีค่าใช้จ่ายสูง เพราะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ และข้อมูลสำหรับผู้เล่นทุกคน
- 2) ใช้เวลาในการเตรียมการมาก เพราะผู้สอนต้องศึกษารายละเอียด
- 3) ใช้เวลามาก เพราะต้องใช้เวลาแก่ผู้เล่นในการเล่นและการอภิปราย

4.13 วิธีสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (Learning Centre) สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2554) กล่าวว่า การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้กันเองจากศูนย์การเรียนรู้ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้จัดเตรียมศูนย์การเรียนรู้ ให้คำแนะนำ ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ข้อดีและข้อจำกัด มีดังนี้

ข้อดี

- 1) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
- 2) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการกระตือรือร้นในการเรียนรู้

3) ช่วยให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ทันทีที่เรียนจบ

4) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มย่อยได้

ข้อจำกัด

1) ผู้สอนต้องใช้เวลามากในการจัดเตรียมชุดการสอน วัสดุอุปกรณ์
รวมถึงสถานที่

2) ใช้งบประมาณมาก เพราะต้องใช้สื่อ และวัสดุต่าง ๆ จำนวนมาก

4.14 วิธีสอนแบบใช้ชุดการเรียนการสอน (Instructional Package) นูจรีนทร์ สิทธิเลิศประสิทธิ์ (2550) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถพัฒนาศักยภาพของแต่ละบุคคลต้องอาศัยสื่อเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ชุดการเรียนการสอนเป็นชุดของสื่อประสม โดยมีการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนด้วยชุดการเรียนการสอน มีดังนี้

ข้อดี

1) ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ผู้สอน เพราะได้จัดเตรียมเนื้อหากิจกรรมและสื่อการสอนได้ในชุดการสอนโดยสมบูรณ์

2) ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปในทางเดียวกัน

3) ช่วยให้การเรียนการสอนเป็นอิสระจากอารมณ์และความสามารถของผู้สอน

4) ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกการทำงานร่วมกัน แสดงความคิดเห็นและรับผิดชอบต่อตนเอง

5) ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนตลอดเวลาเพราะต้องประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง เป็นผลให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

6) ช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ ความสนใจ และตามโอกาสที่เอื้อ

4.15 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน (Computer Assisted Mathematics Programme) ไพโรจน์ เบาลู (2548) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นพัฒนามาจากบทเรียนสำเร็จรูป โดยคอมพิวเตอร์สามารถเก็บได้ทั้งภาพและเสียงทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสาทสัมผัสมากยิ่งขึ้นเป็นผลให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

ข้อดี

- 1) ช่วยดึงดูดความสนใจและเพิ่มความตั้งใจเรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยภาพและเสียง มีสีสันน่าสนใจทำให้ผู้เรียนอยากเรียน
- 2) สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถและความต้องการ
- 3) ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ ได้คิดวิเคราะห์

- 4) ช่วยการเสริมแรง ทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจมากขึ้น
- 5) ใช้สะดวก ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ผู้เรียนเลือกเวลาเรียนเองได้เมื่อมีความพร้อม

- 6) ช่วยลดเวลาเรียน ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็ว เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีทั้งภาพและเสียง

- 7) เพิ่มประสิทธิภาพการสอน

ข้อจำกัด

- 1) บุคลากรที่มีความรู้ด้านการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมกับระบบการเรียนการสอน
- 2) ขาดบทเรียนสำเร็จรูปที่ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนของประเทศไทย

การเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้ผลนั้นปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึง คือ วิธีการสอน ซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีความแตกต่างกันขึ้นกับความมุ่งหมายของการสอน ลักษณะของเนื้อหาวิชาหรือบริบทที่มีความเฉพาะ แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ทำให้ผู้สอนได้ข้อมูลจุดบกพร่องของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมจึงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

5. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

5.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นสิ่งสำคัญในการทำให้ผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนมีความถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยได้หาคุณภาพของแบบทดสอบในแนวอิงเกณฑ์ ดังนี้

5.1.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p)

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดและข้อเสนอแนะถึงการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งมีดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2556) กล่าวว่า ค่าความยากของข้อสอบอิงเกณฑ์พิจารณาได้จากสัดส่วนของผู้ตอบข้อสอบข้อที่ 1 ได้ถูกต้อง

สมนึก ภัททิยธนี (2562) กล่าวว่า ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์เน้นความสามารถในการวัดตามจุดประสงค์ ข้อสอบที่ยากหรือง่ายไม่ได้บ่งบอกว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ดังนั้นค่าความยากจึงมักไม่ได้นำมาชี้คุณภาพ และไม่ได้เป็นเกณฑ์สำคัญในการคัดข้อสอบ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, น. 196) กล่าวว่า ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์จะพิจารณาค่าความยากง่ายแตกต่างจากแบบอิงกลุ่ม โดยข้อสอบแบบอิงเกณฑ์แต่ละข้อควรมีค่าความยากง่ายแต่ละข้อควรมีค่าน้อยกว่า 0.4 ก่อนที่นักเรียนได้รับการสอน และควรมีค่าความยากง่ายมากกว่า 0.75 หลังนักเรียนได้รับการสอน ทั้งนี้ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ไม่ได้เน้นที่จะนำค่าความยากง่ายเพื่อมาเลือกข้อสอบ แต่จะเน้นที่คุณภาพการสอนของครู ซึ่งการคำนวณมีสูตรดังนี้

$$p = \frac{R}{N} \quad \text{เมื่อ} \quad \begin{aligned} p &= \text{ดัชนีค่าความยากง่าย} \\ R &= \text{จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก} \\ N &= \text{จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด} \end{aligned}$$

5.1.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, น. 197) กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์จะเป็นการจำแนกระหว่างกลุ่มที่ยังไม่รู้ (Nonmaster) กับกลุ่มที่รู้แล้ว (Master) ซึ่งข้อสอบอิงเกณฑ์จะไม่เน้นค่าอำนาจจำแนก ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้ในการวัดผลกับการเรียนการสอนแบบมีระบบ (Systematic instruction) ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นคุณภาพของครู กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ถ้าครูสอนดีนักเรียนทุกคนนักเรียนจะเรียนรู้ได้หมด เป็นผลให้นักเรียนมีคะแนนเต็มหรือใกล้เต็มกันทุกคน ซึ่งจะทำให้ค่าอำนาจจำแนกเป็น 0 หรือใกล้ 0 ทั้งนี้ ดังนั้นค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์ควรมีค่าเท่ากับหรือเข้าใกล้ 0

การคำนวณค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมี 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คำนวณจากการทำแบบทดสอบฉบับเดิมซ้ำสองครั้ง แล้วคำนวณสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องก่อนได้รับการสอนกับหลังได้รับการสอน ซึ่ง Cox and Vargas (1966), Tucker and Vargas (1971) and Vargas (1969) ได้เสนอเป็นสูตร ดังนี้

$$PPDI = \frac{R_{pos}}{n} - \frac{R_{pre}}{n}$$

เมื่อ PPDI = ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์

R_{pos} = จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกหลังได้รับการสอน

R_{pre} = จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกก่อนได้รับการสอน

n = จำนวนนักเรียนที่ทำการสอบทั้งหมด

วิธีที่ 2 คำนวณจากผลการสอบเพียงครั้งเดียว วิธีนี้เอาแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้อันแล้ว แล้วคำนวณหาสัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์กับกลุ่มที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งวิธีนี้จำเป็นต้องทราบคะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบก่อน สามารถคำนวณจากสูตรของเบรนนัน (Brennan) ดังนี้

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B = ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

U = จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มที่สอบผ่าน

L = จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มที่สอบไม่ผ่าน

n_1 = จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์

n_2 = จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

5.1.3 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ลิวิน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2539) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบหมายถึงแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ความถนัด เจตคติ จริยธรรม บุคลิกภาพ และอื่น ๆ แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงซึ่งจะทำให้ผลการวัดมีความถูกต้องตรงตามที่ต้องการ

สมนึก ภัททิยณี (2562) ได้สรุปค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา วิธีนี้จะอาศัยดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการวัดผล ซึ่งใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC: Index of Item Objective Congruence) โดยสูตรของโรวินลลี (Rovineli) และแฮมเบิลตัน (Hambleton) ดังนี้

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ทั้งหมด

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างจะสามารถวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่ง สมนึก ภัททิยธนี (2562) กล่าวว่า การทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผล ตรวจสอบความเที่ยงตรง ทั้งสองประเภทพร้อมกัน ถือเป็น การตรวจสอบที่ดีวิธีหนึ่ง ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการหาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างคือวิธีของคาร์เวอร์ (Carver Method) วิธีนี้มีแนวความคิดว่า ผู้ที่เรียนแล้วน่าจะสอบผ่าน และผู้ที่ยังไม่ได้เรียนน่าจะสอบไม่ผ่าน วิธีการทำจะเริ่มจากการนำผลการสอบมาจัดลงตาราง ดังนี้

ตาราง 5 การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้างด้วยวิธีของคาร์เวอร์

	กลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน	กลุ่มที่เรียนแล้ว
สอบผ่าน	a	b
สอบไม่ผ่าน	c	d

สูตรคำนวณค่าความเที่ยงตามโครงสร้างทั้งฉบับ เป็นดังนี้

$$r = \frac{a + c}{N}$$

เมื่อ r_c แทน ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

a แทน จำนวนผู้ที่เรียนแล้วสอบผ่าน

c แทน จำนวนผู้ที่ยังไม่ได้เรียน สอบไม่ผ่าน

N แทน จำนวนคนสอบทั้งหมด

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) โดยสูตรของโรวินेलลี (Rovinel) และแฮมเบิลตัน (Hambleton) ในการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

5.1.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2562, น. 223) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ จำแนกได้เป็น 2 แนวคิด ดังนี้

แนวคิดที่ 1 ความเชื่อมั่นที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ โดยกลุ่มนี้มีความเชื่อว่า แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นจะสามารถจำแนกผู้รอบรู้ (สอบผ่าน) และผู้ไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่าน) ได้ ทั้งนี้วิธีการพิจารณาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้นั้น ทำได้ 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ใช้แบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว 1 ครั้ง

แบบที่ 2 ใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดียว 2 ครั้ง

ทั้ง 2 แบบมีวิธีการคำนวณ 3 วิธี คือ

1.1 วิธีของคาร์เวอร์ (Carver Method)

วิธีนี้เป็นการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยนำแบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ซึ่งวัดในจุดประสงค์เดียวกันทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน 1 ครั้ง นำผลการสอบมาจัดลงในตารางและหาความค่าความเชื่อมั่น ดังนี้

ตาราง 6 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ด้วยวิธีของคาร์เวอร์

ฉบับ ข	สอบผ่าน	สอบไม่ผ่าน
ฉบับ ก		
สอบผ่าน	a	b
สอบไม่ผ่าน	d	c

โดยมีสูตรการคำนวณความเชื่อมั่น ดังนี้

$$r = \frac{a + c}{N}$$

เมื่อ r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ
a	แทน	จำนวนคนที่สอบผ่านทั้งฉบับ ก และ ฉบับ ข
c	แทน	จำนวนคนที่สอบไม่ผ่านทั้งฉบับ ก และ ฉบับ ข
N	แทน	จำนวนคนสอบทั้งหมด ($a+b+c+d$)

ทั้งนี้ สูตรของคาร์เวอร์สามารถใช้กับกรณีที่ใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว 2 ครั้ง เวลาห่างกัน 1 – 8 สัปดาห์ ก็ได้

1.2 วิธีของแฮมเบิลตัน และ โนวิก (Hambleton and Novick Method)

วิธีนี้เป็นการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยนำแบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว หรือใช้แบบทดสอบฉบับเดียว ทดสอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดิมก็ได้ ซึ่งหลักการและวิธีการจะคล้ายกับวิธีคาร์เวอร์ แต่จะต่างกันเฉพาะการใช้สัญลักษณ์ในการแทนค่าสูตร ดังนี้

$$P_0 = p_{11} + p_{22}$$

เมื่อ P_0	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
p_{11}	แทน	อัตราส่วนของผู้รอบรู้ที่สอบผ่านทั้ง 2 ครั้ง หรือ 2 ฉบับต่อจำนวนคนสอบทั้งหมด
p_{22}	แทน	อัตราส่วนของผู้ไม่รอบรู้ที่สอบไม่ผ่าน ทั้ง 2 ครั้ง หรือ 2 ฉบับต่อจำนวนคนสอบทั้งหมด

3 วิธีของสวามินาธาน แฮมเบิลตัน และอัลจินา (Seaminathan, Hambleton and Algina Method)

วิธีนี้เป็นการหาความเชื่อมั่นโดยใช้นิยามของความเชื่อมั่นในรูปเดียวกันกับวิธีของคาร์เวอร์และแฮมเบิลตันและโนวิก แต่จะมีความละเอียดกว่า 2 วิธีแรก เพราะทำการหักค่าความสอดคล้องที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญที่อาจจะปนอยู่กับความสอดคล้องจริง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้จาก 2 วิธีแรกสูงกว่าที่เป็นจริง

วิธีนี้อาจนำแบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว 1 ครั้ง หรืออาจนำแบบทดสอบฉบับเดียวทดสอบซ้ำกับนักเรียนเดิม 2 ครั้งก็ได้ แล้วจัดคะแนน ดังนี้

ตาราง 7 การหาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของสวามินาธาน แสมเบิลตัน และอัลจินา

		ฉบับ ข (สอบครั้งที่ 2)		
		สอบผ่าน	สอบไม่ผ่าน	รวม
ฉบับ ก (สอบครั้งที่ 1)	สอบผ่าน	a	b	a+b
	สอบไม่ผ่าน	d	c	c+d
รวม		a+d	b+c	N

$$\text{สูตรคำนวณความเชื่อมั่น} : K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

เมื่อ K แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
 P_o แทน อัตราส่วนของความสอดคล้องในการจำแนกว่าเป็นผู้
 ครอบรู้และผู้ไม่ครอบรู้
 P_e แทน อัตราส่วนความสอดคล้องที่คาดหวังไว้

$$= \frac{a+c}{N}$$

$$= \frac{(a+b)(a+d) + (b+c)(c+d)}{N^2}$$

แนวคิดที่ 2 ความเชื่อมั่นชนิดที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคนที่แปรปรวนไปจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่มครั้งเดียว มีการคำนวณหลายวิธี ในที่นี้จะขอกว่าถึง 2 วิธี คือ

2.1 วิธีของลิวิงตัน (Livingston Method)

วิธีนี้นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ 1 ฉบับไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวเพียง 1 ครั้ง สามารถนำผลการสอบมาคำนวณหาความเชื่อมั่นได้จากสูตร ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{r_n S^2 + (\bar{X} - C)^2}{S^2 + (\bar{X} - C)^2}$$

สูตร
 เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งคำนวณโดยวิธี KR-20 หรือวิธี KR-21
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบ
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ
C	แทน	คะแนนเกณฑ์ (ควรใช้เกณฑ์ผ่าน 60% - 80%)

2.2 วิธีของโลเวทท์ (Lovett Method)

วิธีนี้นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ 1 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว เพียง 1 ครั้ง แล้วนำผลการสอบมาคำนวณ หาความเชื่อมั่นจากสูตร ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{n \sum X - \sum X^2}{(n-1) \sum (X-C)^2}$$

สูตร

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	X	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนจุดตัด (ควรใช้เกณฑ์ผ่าน 60% - 80%)

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความตรงเชิงเนื้อหา และค่าความเชื่อมั่น เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพราะมีผลต่อความน่าเชื่อถือของเครื่องมือแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น และความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อพิจารณาว่าควรมีการตรวจสอบคุณภาพอย่างไรสำหรับงานวิจัยที่มีบริบทที่แตกต่างกัน

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยในประเทศ

อุไรวรรณ ทศนบุตร (2523) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดนครสวรรค์ เครื่องมือที่ใช้แบ่งเป็นสองประเภทคือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจเรื่องเศษส่วน และแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองประเภทประกอบด้วยแบบทดสอบ 5 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 พื้นฐานความเข้าใจเรื่องเศษส่วน

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกเศษส่วน

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การลบเศษส่วน
 แบบทดสอบฉบับที่ 4 การคูณเศษส่วน
 แบบทดสอบฉบับที่ 5 การหารเศษส่วน
 แบบทดสอบฉบับที่ 6 โจทย์ปัญหาเศษส่วน
 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
 2. ศึกษาเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรในการสอนเรื่องเศษส่วน ในระดับ
 มัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ และจุดการเรียนรู้
 แล้วเขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมสำหรับแต่ละจุดการเรียนรู้

3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบสั้น โดยยึด
 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเป็นหลัก และเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
 จุดมุ่งหมายละห้าข้อ

ในการประเมินผลว่านักเรียนแต่ละคน จะมีความสามารถบรรลุตามจุดมุ่งหมาย
 เชิงพฤติกรรมใดหรือไม่นั้น จะใช้เกณฑ์ที่ว่าถ้านักเรียนสามารถทำข้อสอบซึ่งสอดคล้องกับ
 จุดมุ่งหมายนั้นถูกไม่ต่ำกว่าสี่ข้อ ถือว่านักเรียนผ่านจุดมุ่งหมายนั้น ถ้าได้ต่ำกว่าถือว่านักเรียนมี
 ความบกพร่องในเรื่องนั้น

4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 135 คน เพื่อหา
 คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ

5. ปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากไม่ถึงเกณฑ์ที่ต้องการ
 คือข้อที่มีค่าความยากน้อยกว่า .50 และค่าอำนาจจำแนก .00 ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากความ
 บกพร่องในการเขียนข้อสอบ เช่น มีความกำกวมในการใช้ภาษา เป็นต้น

6. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน
 270 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้ออีกครั้งหนึ่ง

7. หาค่าสถิติพื้นฐานและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่ได้

8. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 225 คน เพื่อ
 รวบรวมข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหาเรื่องเศษส่วนของนักเรียน

9. นำข้อผิดพลาดหรือคำตอบผิดของนักเรียนมาวิเคราะห์ว่า การที่นักเรียนตอบ
 คำตอบนั้น ๆ มีสาเหตุมาจากอะไร หรือนักเรียนใช้วิธีการในการอย่างไรในการแก้ปัญหา ซึ่งในการ

การวิเคราะห์หาสาเหตุของความผิดพลาด ได้กระทำร่วมกับผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครุคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่าห้าปี จำนวนสามคน

10. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน โดยดัดแปลงแบบทดสอบเพื่อสำรวจให้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก ด้วยการนำคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนมากตอบมาเป็นตัวลวง และผลจากการวิเคราะห์คำตอบผิดของนักเรียนครั้งนี้จะเป็นเครื่องมือให้เห็นถึงสาเหตุของการที่นักเรียนทำผิดหรือความบกพร่องของนักเรียน

11. นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 360 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ คือ ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายชื่อ

12. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน และสามารถนำไปใช้ในการสอบเพื่อวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วนได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย

13. จัดทำรูปเล่ม

ผลการศึกษา พบว่าแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .50-.90 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรอย่างง่ายและมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00-.89 โดยใช้ PointBiserial Correlation สำหรับค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบทดสอบวินิจฉัยทุกฉบับมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทุกฉบับคำนวณโดยใช้สูตร KR-20 แล้วปรับแก้โดยวิธีหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ของลิฟวิงตัน มีค่าตั้งแต่ .906-.967 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งหกฉบับซึ่งพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสูง

ผลการวิเคราะห์คำตอบผิดของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจทั้งหกฉบับ พบความบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. พื้นความรู้เกี่ยวกับเศษส่วน

1.1 ไม่เข้าใจความหมายของเศษส่วน

1.2 ไม่เข้าใจการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน และทำเศษเกินให้

เป็นจำนวนคละ

1.3 บกพร่องในการคิดคำนวณ

1.4 ไม่เข้าใจวิธีการทำส่วนให้เท่ากัน ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบ

ค่าของเศษส่วนได้

2. การบวกเศษส่วน

- 2.1 ไม่เข้าใจขบวนการหรือใช้ขบวนการที่ผิด
- 2.2 บกพร่องในการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
- 2.3 บกพร่องในการทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละ
- 2.4 บกพร่องในการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน
- 2.5 บกพร่องในการทำส่วนให้เท่ากัน
- 2.6 บกพร่องในการคิดคำนวณ
- 2.7 ใช้วิธีการผิด

3. การลบเศษส่วน

- 3.1 ไม่เข้าใจขบวนการหรือใช้ขบวนการที่ผิด
- 3.2 บกพร่องในการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
- 3.3 บกพร่องในการทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละ
- 3.4 บกพร่องในการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน
- 3.5 บกพร่องในการทำส่วนให้เท่ากัน
- 3.6 บกพร่องในการคิดคำนวณ
- 3.7 ใช้วิธีการผิด

4. การคูณเศษส่วน

- 4.1 ไม่เข้าใจขบวนการหรือใช้ขบวนการที่ผิด
- 4.2 บกพร่องในการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
- 4.3 บกพร่องในการทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละ
- 4.4 บกพร่องในการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน
- 4.5 บกพร่องในการคิดคำนวณ
- 4.6 ใช้วิธีการผิด

5. การหารเศษส่วน

- 5.1 ไม่เข้าใจขบวนการหรือใช้ขบวนการที่ผิด
- 5.2 บกพร่องในการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
- 5.3 บกพร่องในการทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละ
- 5.4 บกพร่องในการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน
- 5.5 บกพร่องในการคิดคำนวณ

5.6 ใช้วิธีการผิด

6. โจทย์ปัญหาเศษส่วน

6.1 ใช้ขบวนการผิด

6.2 ใช้วิธีการผิด

6.3 บกพร่องในการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

6.4 บกพร่องในการทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละ

6.5 บกพร่องในการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกิน

6.6 บกพร่องในการทำส่วนให้เท่ากัน

6.7 แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง

วรรณดี ชุณหาศุณยานนท์ (2524) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยหก ฉบับ ดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 การบวกและการลบโมโนเมียล

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกและการลบโพลิโนเมียล

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การคูณโพลิโนเมียล

แบบทดสอบฉบับที่ 4 การหารโพลิโนเมียล

แบบทดสอบฉบับที่ 5 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบฉบับที่ 6 โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ลำดับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

2. วางแผนสร้างแบบทดสอบ ขั้นตอน ดังนี้

2.1 โดยมีการศึกษาทฤษฎี ลักษณะของแบบทดสอบ วิธีการสร้างแบบทดสอบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือการสอนคณิตศาสตร์ หนังสือแบบเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหา

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ในการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล เพื่อแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.4 สร้างแบบทดสอบจำนวนหกฉบับ คือ แบบทดสอบการบวกและการลบ โหมโนเมียล การบวกและการลบโพลิโนเมียล การคูณโพลิโนเมียล การหารโพลิโนเมียล สมการ เส้นตรงเชิงเส้นตัวแปรเดียว และโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งแบบทดสอบเพื่อสำรวจเป็นแบบแสดงวิธีทำและเติมคำ แล้วดัดแปลงเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบชนิดสี่ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาเป็นตัวลวง

3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ โดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจทั้งหกฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 230 คน เพื่อสำรวจหาจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด

5. นำข้อผิดพลาดหรือคำตอบผิดของนักเรียนมาวิเคราะห์ว่า นักเรียนทำอย่างไร จึงผิด ซึ่งจะวิเคราะห์หาสาเหตุของการทำผิดร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล จำนวน 3 คน และคัดเลือกคำตอบผิดเพื่อนำไปสร้างเป็นตัวลวงในแบบทดสอบวินิจฉัย

6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล เป็นแบบทดสอบชนิดสี่ตัวเลือก โดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

7. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 140 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

8. วิเคราะห์ข้อสอบ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ มีขั้นตอนดังนี้

8.1 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด ตอบเกินกว่า 1 ข้อหรือไม่ตอบเลย ให้ 0 คะแนน

8.2 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรคำนวณอย่างง่าย

8.3 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรของเบรนนัน ซึ่งเรียกว่า ค่าดัชนีค่าอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) และแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ และใช้คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นจุดตัดระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ในการกำหนดคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบแต่ละฉบับได้มีการกำหนดร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล 3 คน

8.4 คัดเลือกข้อสอบ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่วัดจุดประสงค์เดียวกันควรมีค่าความยากใกล้เคียงกัน ข้อสอบที่มีค่าความยากห่างจากข้อสอบข้ออื่นที่วัดจุดประสงค์เดียวกันก็จะถูกคัดออก ส่วนค่าอำนาจจำแนกจะพิจารณา

ข้อสอบที่มีค่าอำนาจตั้งแต่ .00 ขึ้นไป เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยมีจุดประสงค์เพื่อว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนใดมากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

8.5 ปรับปรุงข้อสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ข้อ 8.4 โดยปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าความยากใกล้ .50

9. ทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับที่คัดเลือกและปรับปรุงจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 165 คน เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

10. วิเคราะห์ข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบ

11. ทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหกฉบับที่คัดเลือกมาจากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 215 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

12. หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์จุดบกพร่อง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้หาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรอย่างง่าย หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรของเบรนนัน หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 นอกจากนี้ยังหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล จำนวน 3 คน เป็นผู้พิจารณา ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องจากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยของนักเรียนว่านักเรียนทำอย่างไร และใช้วิธีการอย่างไร ได้มีการวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล จำนวน 3 คน

13. จัดทำคู่มือการทดสอบและจัดพิมพ์รูปเล่ม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ค่าความยากง่ายของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย มีค่าตั้งแต่ .50 - .97 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ .03 - .79 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าตั้งแต่ .7349 - .9558 และแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาสามารถวัดเรื่องโพลิโนเมียลได้จริง

ผลการวิเคราะห์ความบกพร่องของนักเรียนในการตอบแบบวินิจฉัยทั้งหกฉบับ มีดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 การบวกและการลบโมโนเมียล พบว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้ ไม่เข้าใจความหมายของโมโนเมียล ไม่เข้าใจความหมายของสัมประสิทธิ์โมโนเมียล ไม่เข้าใจความหมายของดีกรีของโมโนเมียล ไม่เข้าใจความหมายของโมโนเมียลคล้าย ไม่เข้าใจการบวกและลบจำนวนเต็ม ไม่เข้าใจการเปลี่ยนการลบให้อยู่ในรูปของการบวก นำกำลังของตัวแปรบวกกัน นำกำลังของตัวแปรกำลังหนึ่งบวกกัน นำกำลังของตัวแปรที่เป็นตัวเลขปรากฏอยู่บวกกัน นำตัวแปรลบกัน สับสนเครื่องหมายในการบวก สับสนเครื่องหมายในการลบ

แบบทดสอบฉบับที่ 2 การบวกและการลบโพลิโนเมียล พบว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้ ไม่เข้าใจความหมายของโพลิโนเมียล ไม่เข้าใจความหมายของดีกรีของโพลิโนเมียล ไม่เข้าใจการนับจำนวนพจน์ ไม่เข้าใจการบวกและการลบจำนวนเต็ม สืบสนเครื่องหมายในการบวกและการลบ สืบสนเครื่องหมายในการจัดหมู่ รวมโมโนเมียลไม่คล้าย เข้าวงเล็บโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมายตรงข้าม ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของพจน์ที่เป็นตัวลบ ใช้วิธีบวกแทนลบ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การคูณโพลิโนเมียล พบว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้ ไม่เข้าใจการคูณเลขยกกำลัง บกพร่องในการใช้คุณสมบัติการกระจาย บกพร่องในการรวมโมโนเมียล ผิดพลาดเครื่องหมายพจน์แรกที่ได้จากการคูณ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 การหารโพลิโนเมียล พบว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้ ไม่เข้าใจการหารเลขยกกำลัง ไม่เข้าใจการหารลงตัว ไม่เข้าใจความหมายของผลหารและเศษ บกพร่องในการใช้คุณสมบัติการกระจาย สืบสนเครื่องหมายในการลบ สืบสนเครื่องหมายในการคูณ สืบสนเครื่องหมายในการหาร ลบโดยไม่สนใจเครื่องหมายของพจน์ที่เป็นลบ

แบบทดสอบฉบับที่ 5 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้ ไม่สามารถหาสมการสมมูลได้ ไม่เข้าใจลักษณะของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กำจัดสัมประสิทธิ์ของตัวแปรโดยย้ายข้างเป็นจำนวนตรงข้ามไปหาร สืบสนการย้ายข้างเพื่อรวมโมโนเมียลคล้าย สืบสนเครื่องหมายในการถอดวงเล็บ ไม่ได้เอาตัวคงที่หน้าวงเล็บคูณพจน์ท้ายในวงเล็บ ไม่ได้เอา ค.ร.น. คูณทุกจำนวน เอาส่วนหารตัวคงที่ที่หารลงตัวได้ บกพร่องในการรวมโมโนเมียล

แบบทดสอบฉบับที่ 6 โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์แทนข้อความได้ ไม่สามารถสรุปรวบยอดข้อความเป็นสมการได้ ไม่ได้ใส่วงเล็บ แปลความหมายของโจทย์ไม่ถูกต้อง ใช้สัญลักษณ์การคูณแทนข้อความว่า “มากกว่า” “ผลบวกของ” และ “แก่กว่า” เอาตัวเลขเป็นตัวตั้งและตัวแปรเป็นตัวลบ เอาจำนวนที่มีส่วนเป็นตัวเลขมากกว่าตัวตั้ง บกพร่องความรู้พื้นฐาน บกพร่องในการแก้สมการ

สหชาติ เหล็กชาย (2538) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามและสมการกำลังสอง สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1,287 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่แบบทดสอบสำรวจ เพื่อสำรวจรวบรวมคำตอบที่ผิด และจุดบกพร่องต่าง ๆ มีจำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม และฉบับที่ 2 เรื่องสมการ

กำลังสอง และแบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 5 ตัวเลือก เพื่อใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการตอบของนักเรียน

ลำดับขั้นในการดสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามและสมการกำลังสอง สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาเป็นประโยชน์ในการซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน

2. ศึกษาทฤษฎี ลักษณะของแบบทดสอบ และวิธีการสร้างแบบทดสอบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3. ศึกษาหลักสูตร ได้แก่ คู่มือครูการสอนคณิตศาสตร์ หนังสือแบบเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อทราบขอบเขตของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ

4. วิเคราะห์เนื้อหาทักษะพื้นฐาน และจุดประสงค์รายวิชาการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม และสมการกำลังสอง

5. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม จำนวน 7 ข้อ และฉบับที่ 2 เรื่อง สมการกำลังสอง จำนวน 10 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องตามเนื้อหา

6. นำข้อผิดพลาดหรือคำตอบผิดของนักเรียนมาวิเคราะห์ว่า นักเรียนทำอย่างไรจึงผิด ซึ่งจะวิเคราะห์หาสาเหตุของการทำผิด และคัดเลือกคำตอบผิดเพื่อนำไปสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย

7. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดที่ได้จากการสำรวจครั้งแรกมาสร้างเป็นตัวลงใน

8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างไปทดสอบครั้งที่ 1 และนำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก และคัดข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ส่วนค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่คัดเลือกจะต้องไม่เป็นลบ

9. ทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการนำแบบทดสอบที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขจากการทดสอบครั้งที่ 1 ทั้งสองฉบับไปทดสอบอีกครั้ง และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .50 และค่าอำนาจจำแนกไม่ติดลบ

10. ทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบคือค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย

11. จัดทำคู่มือการทดสอบและจัดพิมพ์รูปเล่ม

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยค่าความยากง่ายตั้งแต่ .50 - .89 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .03 - .65 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 และ 0.65 และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีผลสอดคล้องระหว่างข้อสอบแบบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.80 – 1.00

ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับ มีดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม

1. ไม่เข้าใจความหมายของการแยกตัวประกอบโดยใช้คุณสมบัติการแจกแจง และการคำนวณตัวเลขผิดพลาด

2. ความบกพร่องที่เกิดจากการไม่เข้าใจวิธีการหาจำนวนซึ่งผลบวกและผลคูณเท่ากับจำนวนที่โจทย์กำหนด ได้แก่ ไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบพจน์กลางกรณีที่มีพจน์หน้าและพจน์ท้ายมีเครื่องหมายเป็นบวก ไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบพจน์กลางกรณีที่มีพจน์หน้าและพจน์ท้ายมีเครื่องหมายเป็นลบ ไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบพจน์กลางกรณีที่มีพจน์หน้าและพจน์ท้ายใดพจน์หนึ่งมีเครื่องหมายเป็นลบ การคำนวณตัวเลขผิดพลาด

3. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองกรณีที่มีสัมประสิทธิ์ของ x เป็น 1 และมากกว่า 1 ได้แก่ ไม่เข้าใจวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ไม่เข้าใจการบวกลบพหุนามด้วยพหุนาม การคำนวณตัวเลขผิดพลาดขาดการตรวจสอบ

4. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ ได้แก่ ไม่เข้าใจความหมายของการแยกตัวประกอบโดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ เข้าใจผิดพลาดในวิธีการแยกตัวประกอบโดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ การคำนวณตัวเลขผิดพลาด

5. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจสูตรที่ใช้ในการคำนวณและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในรูปผลต่างกำลังสอง ได้แก่ ไม่เข้าใจวิธีการเขียนพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง จำสูตรผลต่างกำลังสองผิด แทนค่าตัวเลขและคำนวณตัวเลขผิด

6. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาผลต่างหรือผลบวกกำลังสามของพหุนาม ได้แก่ แทนค่าลงในสูตรไม่ถูกต้อง ใช้สูตรผิดมาคำนวณเขียนพหุนามในรูปผลบวก หรือผลต่างกำลังสามผิด

7. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสาม ได้แก่ แปลงพหุนามในรูปผลบวกหรือผลต่างกำลังสามผิด ใช้สูตรกำลังสามผิด แปลงพหุนามในรูปผลต่างกำลังสองผิด ใช้สูตรผลต่างกำลังสองผิด

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่องสมการกำลังสอง

1. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจหลักพื้นฐานในการแก้สมการกำลังสอง ได้แก่ ไม่เข้าใจหลักการใช้คุณสมบัติการเท่ากัน ไม่เข้าใจวิธีการแยกตัวประกอบพหุนาม การคำนวณผิดพลาด ไม่เข้าใจหลักการบวก ลบ พจน์ที่มีเครื่องหมายอยู่ด้วย

2. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจวิธีการของกำลังสองสมบูรณ์ในการแก้สมการกำลังสอง ได้แก่ ไม่เข้าใจวิธีการนำกำลังสองสมบูรณ์มาใช้ในการแก้สมการ ไม่เข้าใจวิธีการทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ กรณีที่สัมประสิทธิ์ของตัวไม่ทราบค่ามากกว่า 1 คิดตัวเลขผิด ไม่เข้าใจวิธีการตรวจคำตอบที่หามาได้

3. ความบกพร่องเกี่ยวกับสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบของสมการ ได้แก่ ไม่เข้าใจความหมายของตัวเลขอยู่ในเครื่องหมายรากมีค่าติดลบของสมการ สับสนในเรื่องเครื่องหมาย การแทนค่าลงในสูตรผิด ใช้สูตรผิดมาคำนวณ

4. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการกำลังสอง ได้แก่ ไม่เข้าใจวิธีการกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์กำหนด ไม่เข้าใจหลักการแปลงประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ ไม่เข้าใจหลักการสร้างสมการจากสิ่งที่โจทย์กำหนด การคิดเลขผิด การตรวจคำตอบผิด

สุพรรณณี ภิรมย์ภักดี (2541) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน จำนวน 5 ฉบับ

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

1. ทดสอบเพื่อสำรวจโดยการนำแบบทดสอบสำรวจจำนวน 5 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 347 คน เพื่อรวบรวมคำตอบผิดของนักเรียนสร้างเป็นตัวเลือกในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

2. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 332 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบวินิจฉัยรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบ

3. ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ที่ได้คัดเลือกไว้แล้ว หลังจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 339 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบไว้

4. ทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ที่ได้คัดเลือกไว้แล้ว จากการทดสอบครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 354 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับมีค่าตั้งแต่ 0.9647 – 0.9925 ค่าความเที่ยงตรงซึ่งพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ มีดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องความหมายของฟังก์ชัน มีข้อบกพร่องคือ ยังสรุปความคิดรวบยอดของฟังก์ชันไม่ได้ ไม่เข้าใจการตรวจสอบฟังก์ชันจากกราฟ ใช้สัญลักษณ์ของช่วงไม่ถูกต้อง

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่องตัวอย่างฟังก์ชันที่ควรรู้จัก มีข้อบกพร่องคือ สร้างความสัมพันธ์สมการไม่ได้ เข้าใจคำถามไม่ตรงกับที่โจทย์ต้องการ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่องฟังก์ชันคอมโพสิท มีข้อบกพร่องคือ ยังสรุปความคิดรวบยอดของฟังก์ชันคอมโพสิทไม่ได้ ยังไม่เข้าใจการแทนค่าของฟังก์ชัน

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่องฟังก์ชันอินเวอร์ส มีข้อบกพร่องคือ ยังไม่เข้าใจเรื่องของช่วง ยังหาโอเปอเรชันของเซตไม่ได้ ยังใช้แกนสมมาตรของกราฟของฟังก์ชันกับกราฟของฟังก์ชันอินเวอร์สไม่ถูกต้องและยังสรุปนิยามของฟังก์ชันอินเวอร์สไม่ได้

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่องพีชคณิตของฟังก์ชัน มีข้อบกพร่องคือ ไม่เข้าใจการบวก ลบ คูณและหารกันของฟังก์ชัน โดยนำโดเมนไปปฏิบัติการด้วย ไม่เข้าใจเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารกันของพหุนาม

สิทธิกร พิมอักษร (2554) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนสาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบสำรวจความรู้พื้นฐานสาระพีชคณิต และแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนสาระพีชคณิต ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ ได้แก่

ฉบับที่ 1 แบบรูปและความสัมพันธ์ จำนวน 10 ข้อ

ฉบับที่ 2 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 15 ข้อ

ฉบับที่ 3 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 15 ข้อ

ฉบับที่ 4 สมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 15 ข้อ

ฉบับที่ 5 กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 15 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ มีดังนี้

1. การกำหนดข้อวินิจฉัย

1.1 วิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสาระพีชคณิต

1.2 วิเคราะห์ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

1.3 วิเคราะห์สาระสำคัญของสาระพีชคณิตที่เป็นตัวชี้วัดในแบบทดสอบแต่ละฉบับ

1.4 กำหนดจำนวนฉบับของแบบทดสอบจากการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสาระพีชคณิต นำมากำหนดเป็นโครงสร้างของแบบทดสอบ จำนวน 5 ฉบับ

2. การสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

2.1 กำหนดตัวชี้วัดแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ

2.2 สร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดในแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยเป็นข้อคำถามแบบเติมคำ แสดงวิธีทำและบอกเหตุผลในการตอบ

2.3 นำแบบทดสอบสำรวจทั้ง 5 ฉบับ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ด้วยวิธีของโรวินลีย์และแฮมเบิลตัน

2.4 นำแบบทดสอบสำรวจทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาจุดบกพร่องของการตอบและคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียน

3. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

3.1 นำผลของแบบทดสอบสำรวจมาพิจารณาหาจุดบกพร่องของการตอบผิด แล้วนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

3.2 สร้างข้อคำถามเพื่อวินิจฉัยจุดบกพร่อง โดยคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือก โดยแบบทดสอบที่สร้างจะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ

3.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นทั้ง 5 ฉบับ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัดในแบบทดสอบแต่ละฉบับ

3.4 นำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หรือรายข้อค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรเบรนนันและหาจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ โดยคำนวณตามวิธีของแกลล์ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

กัญวลัญญ์ จิตรดี (2559) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครนายก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก ซึ่งตัวลองได้จากคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดจากการทำแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ที่ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดและอธิบายเหตุผล จำนวน 5 ฉบับ รวมทั้งสิ้น 18 ข้อ ดังนี้

ฉบับที่ 1 ตัวประกอบและการหาตัวประกอบ จำนวน 6 ข้อ

ฉบับที่ 2 จำนวนเฉพาะและตัวประกอบเฉพาะ จำนวน 4 ข้อ

ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบ จำนวน 4 ข้อ

ฉบับที่ 4 ตัวหารร่วมมาก จำนวน 2 ข้อ

ฉบับที่ 5 ตัวคูณร่วมน้อย จำนวน 2 ข้อ

แบบทดสอบวินิจฉัยที่ได้มี 5 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ รวมจำนวน 100 ข้อ มีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ค่าความตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ ซึ่งได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและนักวัดผลการศึกษา จำนวน 5 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ .80 – 1.00

ซึ่งถือว่าข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ที่ระบุว่าค่า IOC ควรมากกว่าหรือเท่ากับ .80

2. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ พบว่าผู้สอบได้ค่าคะแนนเฉลี่ย คือ 12.45, 12.90, 12.33, 12.92 และ 11.98 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยมากกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม

3. ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ พบว่ามีค่าความยากตั้งแต่ .54 - .70 โดยอยู่ระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .54 - .86 โดยอยู่ในระดับถูกต้องส่วนใหญ่ โดยพิจารณาจากเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากของ สมนึก ภัททิยธนี (2553) ค่าความยากตั้งแต่ .40 - .60 ข้อสอบปานกลางนำไปใช้ได้ และค่าความยากง่ายตั้งแต่ .61 - .80 ข้อสอบค่อนข้างง่ายนำไปใช้ได้ และพิจารณาจากเกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนกของ Brennan et al. (1974) ค่า B-index ตั้งแต่ .50 - .99 สามารถจำแนกผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ได้ถูกต้อง

4. คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ ซึ่งหาโดยวิธีของ Angoff พบว่าทุกฉบับมีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 60.92, 63.22, 58.33, 63.22 และ 57.47 ตามลำดับ

5. ความตรงตามสภาพ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ .762 - .986 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 ในระดับสูงมาก เนื่องจากมีความสัมพันธ์ระหว่างอันดับที่คะแนนของนักเรียนที่ทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยและอันดับที่ของนักเรียนที่ครูกำหนดมีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับสูง โดยพิจารณาจากเกณฑ์ของ ชูศรี วงศ์รัตน์ (2553) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 1 (ประมาณ .70 - .90) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันสูง (ถ้าสูงกว่า .90 ถือว่าอยู่ในระดับสูงมาก)

6. ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ ด้วยสูตรของ Livigston ใช้คะแนนจุดตัด 12 คะแนน มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ .96 - .97 โดยแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูงมาก พิจารณาจากเกณฑ์ของ ชูศรี วงศ์รัตน์ (2533) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถ้าสูงกว่า .90 ถือว่าอยู่ในระดับสูงมาก

ผลการศึกษาพบว่าข้อบกพร่องของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ มีดังนี้

ฉบับที่ 1 ตัวประกอบและการหาตัวประกอบ พบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจ ความหมายของตัวประกอบและการหาตัวประกอบของจำนวนนับ

ฉบับที่ 2 จำนวนเฉพาะและตัวประกอบเฉพาะ ข้อบกพร่องที่พบคือ การไม่เข้าใจความหมายของจำนวนเฉพาะ

ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบ ข้อบกพร่องที่พบคือ การไม่สามารถเขียน ตัวประกอบในรูปผลคูณให้เป็นจำนวนเฉพาะ

ฉบับที่ 4 ตัวหารร่วมมาก ข้อบกพร่องที่พบคือ การไม่สามารถหา ห.ร.ม ได้ถูกต้อง โดยนำตัวหารร่วมไปคูณกับจำนวนใดจำนวนหนึ่ง

ฉบับที่ 5 ตัวคูณร่วมน้อย ข้อบกพร่องที่พบคือ การนำพหุคูณของจำนวน ใดจำนวนหนึ่งที่ต้องการหา ค.ร.น มาเป็น ค.ร.น

พัตชา บุญหาร (2561) ได้ศึกษาคำอธิบายข้อบกพร่องทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องสมบัติของเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มทวารวดี จังหวัดปราจีนบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจ และแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมบัติของเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย มีดังนี้

1. แบบทดสอบเพื่อสำรวจ

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์เนื้อหา

สาระสำคัญ

1.3 สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ เพื่อสำรวจ รวบรวมคำตอบผิด และข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการคิด ของนักเรียน

1.4 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา

1.5 ปรับปรุง แก้ไข แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง

1.6 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมบัติของ เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย แบบสี่ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยนำ ข้อบกพร่องที่ได้จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจมาสร้างเป็นตัวลงในข้อคำถามของแบบทดสอบ วินิจฉัย

2.2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณา ความสอดคล้องของข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อ วิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก

3. นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนไปทดสอบครั้งที่ 2 กับ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และตรวจสอบค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ซึ่งพบว่ามีค่าตาม เกณฑ์ที่กำหนด และความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .84

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบเพื่อสำรวจและ แบบทดสอบวินิจฉัย โดยมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ .67 – 1.00 ซึ่งแสดงว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นวัดได้ ตรงและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเนื้อหาในหลักสูตรได้จริง

2. ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบเพื่อสำรวจและแบบทดสอบเพื่อ วินิจฉัยมีค่าตั้งแต่ .19- .88 ส่วนค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .04 – 53 และค่าความเชื่อมั่นมีค่า เท่ากับ .84

ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยของ นักเรียน มีดังนี้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 1.1 ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการคูณจำนวนเต็มลบ คิดเป็นร้อยละ 76.60

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 1.2 ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวกหรือลบเลขผิด คิดเป็นร้อยละ 20.80

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 1.3 ข้อบกพร่องเกี่ยวกับการเปลี่ยนทศนิยมเป็น เศษส่วน คิดเป็นร้อยละ 83

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2.1 ข้อบกพร่องจากการนำเลขฐานคูณกับเลขชี้ กำลัง คิดเป็นร้อยละ 16.60

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2.2 ข้อบกพร่องเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นเลขยกกำลังแต่นำเลขชี้กำลังมาบวกกัน คิดเป็นร้อยละ 21.50

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3.1 ข้อบกพร่องโดยการนำเลขชี้กำลังที่เท่ากันมาลบกัน โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมายและฐาน คิดเป็นร้อยละ 12.80

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3.2 ข้อบกพร่องโดยการนำฐานมาดำเนินการตามเครื่องหมายโดยไม่คำนึงถึงเลขชี้กำลัง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3.3 ข้อบกพร่องโดยการนำเลขฐานคูณกับเลขชี้กำลัง

ไพศาล ดาแร่ (2561) ได้สร้างระบบแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก และ e-learning เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง

2. ออกแบบระบบแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการของสมอง

3. พัฒนาระบบแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องโดยใช้หลักการ โพลยา ในการดำเนินการ และการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการ

4. ประเมินคุณภาพระบบแบบทดสอบวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและทดลองกับกลุ่มนักเรียนตัวอย่าง

5. ใช้ระบบแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องกับกลุ่มตัวอย่าง

6. สรุปผลที่ได้จากการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย ทำโดยนำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดระหว่าง 0.70 – 1.00 และได้คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่สูงกว่า 0.70 จำนวน 40 ข้อ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพรายข้อ โดยหาค่าความยากและค่า

อำนาจจำแนกโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนนแนน ได้ค่าความยากง่ายตั้งแต่ .30 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .22 - .64 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .9289

ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวินิจฉัย พบว่านักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้

1. นักเรียนสามารถเข้าใจโจทย์ 71.02 เปอร์เซ็นต์
2. ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของโจทย์ 13.35 เปอร์เซ็นต์
3. หาส่วนสำคัญของปัญหาไปสู่การหาคำตอบไม่ได้ 15.62 เปอร์เซ็นต์
4. นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ 40.06 เปอร์เซ็นต์
5. ขาดความสามารถในการแปลภาษาโจทย์ไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ 52.27 เปอร์เซ็นต์
6. นักเรียนขาดความสามารถปฏิบัติตามแผน 45.45 เปอร์เซ็นต์
7. การคำนวณผิด 26.70 เปอร์เซ็นต์
8. วิธีผิด 36.64 เปอร์เซ็นต์
9. นักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบได้ 28.69 เปอร์เซ็นต์
10. แทนค่าสมบรูณ์ไม่ถูกต้อง 26.98 เปอร์เซ็นต์
11. ขาดความเข้าใจในวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบกับการตรวจคำตอบ 39.77 เปอร์เซ็นต์

สุภาภรณ์ มณีประวัติ (2562) ได้ศึกษาการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมและเศษส่วนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 สหวิทยาเขตวังทองหลวง กรุงเทพมหานคร โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยสร้างเครื่องมือแบบทดสอบคู่ขนานที่ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ และหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าสัมประสิทธิ์ของแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .29 - .75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .26 - .89 ค่าความเที่ยงตรงตั้งแต่ .6 - 1.0 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .876

ผลการวิเคราะห์พบว่านักเรียนมีมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านความรู้ ความเข้าใจของกฎ สูตร ทฤษฎี บทนิยาม สมบัติและข้อเท็จจริง คิดเป็นร้อยละ 56.0 โดยพบว่า นักเรียนขาดความรู้ ความเข้าใจและมีความสับสนในสมบัติของจำนวนจริง และความแม่นยำในพื้นฐานความรู้ที่จะใช้ต่อยอดในเรื่องอื่น ๆ

2. ด้านการคิดคำนวณและการคิดคำนวณที่ถูกต้อง ขาดความละเอียดรอบคอบ รีบเร่งในการตัดสินใจ

3. ด้านการตีความของสัญลักษณ์ที่ใช้ในคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 40.3 โดยพบว่านักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนจำนวนที่อยู่ในรูปทศนิยมให้เป็นเศษส่วนได้ ความสับสนในการระบุค่าประจำหลักและค่าของเลขโดดในทศนิยม การไม่เข้าใจรูปที่ใช้แสดงการแทนค่าของจำนวน และความสับสนของความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมกับเศษส่วน

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 1.1 ได้แก่ การไม่ตอบ การไม่สรุปผลแน่ชัด

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยในต่างประเทศ

เซนกีช ทุยสุซ (2009) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นเกรด 9 โดยมีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ แบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ ทำโดยการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 21 คน ด้วยคำถามปลายเปิด ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างตัวลองสำหรับข้อคำถามในแบบทดสอบวินิจฉัย

2. การสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยนักเรียนจะต้องอธิบายเหตุผลของการตอบตัวเลือกในแต่ละข้อ ทั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูลข้อบกพร่องของการตอบผิดของนักเรียนในแต่ละข้อ ซึ่งได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมีเป็นผู้ตรวจสอบ

3. การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสองขั้นตอนแบบเลือกตอบ โดยได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่มีข้อคำถามทั้งสิ้น 15 ข้อ ซึ่งนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 141 คน

ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวินิจฉัย มีดังนี้

1. นักเรียนไม่สามารถบอกความแตกต่างของสารผสมละประเภท จำนวน 34%

2. นักเรียนไม่เข้าใจความแตกต่างของธาตุ สารประกอบ และสารผสม ทำให้ไม่สามารถบอกวิธีการแยกสารได้ จำนวน 52%

3. นักเรียนไม่สามารถบ่งบอกคุณสมบัติที่แตกต่างกันของสารได้ จำนวน 69%

4. นักเรียนไม่สามารถบอกการแยกสารผสมที่ประกอบด้วยสารมากกว่าสามชนิด จำนวน 71%

เมลิส อาชู อูยูลกัน และคณะ (Uyulgan M A. et al, 2014) ได้ศึกษาความเข้าใจในเรื่องรูปทรงและโครงสร้างของโมเลกุลของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาในสาขาการสอนเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยาในปีการศึกษา 2013-2014 จำนวน 110 คน โดยให้นักศึกษาตอบคำถามจากกรณีศึกษา ข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 25 ข้อ มีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเชื่อมั่น โดยความตรงเชิงเนื้อหาจะตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเคมี จำนวน 4 คน สำหรับค่าความเชื่อมั่นตรวจสอบโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา คอนบาร์ค ซึ่งมีค่า 0.856 นอกจากนี้ได้มีการตรวจคุณภาพข้อและค่าความยากง่าย ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.251-0.537 และ 0.187-0.826 ตามลำดับ เกณฑ์ในการประเมินความเข้าใจ ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ 1 ตอบถูกและเหตุผลถูกต้อง 2 ตอบผิดแต่เหตุผลถูก 3 ตอบถูกแต่ไม่มีเหตุผล 4 ตอบถูกแต่เหตุผลผิด 5 ตอบผิดแต่ไม่มีเหตุผล 6 ตอบผิดและเหตุผลผิด 7 ไม่ตอบและไม่มีเหตุผล

ผลการศึกษาพบว่านักศึกษาที่ตอบข้อคำถามได้ถูกต้องและด้วยเหตุผลที่ถูกต้อง อยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละไม่ถึง 50% ข้อคำถามที่นักศึกษาทำผิดอยู่ในระดับสูง ได้แก่ ข้อ 1, 7, 9, 1,5 18, 20, 22, 23 และ 25 ส่วนเรื่องที่พบว่านักศึกษามีความเข้าใจผิดพลาดมากที่สุด ได้แก่ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล และ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของหลุยส์และ VSEPR

คันลิ (Kanli U, 2015). ได้ศึกษาการวิเคราะห์จุดบกพร่องเกี่ยวกับแนวคิดวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนและครู ในประเทศตุรกี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมปลาย จำนวน 176 คน นักศึกษาสาขาการสอนฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ จำนวน 208 คน และครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 174 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองขั้นตอน โดยขั้นตอนที่หนึ่งเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ ส่วนตอนที่สองเป็นการถามผู้ตอบว่ามีความมั่นใจหรือไม่จากการตอบในส่วนที่หนึ่ง สำหรับการตรวจสอบคุณภาพ ผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ส่วนการหาความตรงเชิงโครงสร้างได้ใช้การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนที่หนึ่งกับขั้นตอนที่สอง ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสามฉบับที่ใช้ทดสอบกลุ่มนักเรียน นักศึกษา และครู เป็น .62, .65 และ .78 ส่วน ส่วนค่าความตรงเชิงโครงสร้างมีค่า .60, .66 และ .87 ตามลำดับ ซึ่งการที่สหสัมพันธ์เพียร์สันมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถอธิบายได้ว่าแบบทดสอบมีค่าความตรงเชิงโครงสร้าง

นั่นคือกลุ่มตัวอย่างที่ตอบคำถามถูกทั้งสองส่วนมีระดับความมั่นใจสูง ขณะที่ผู้ที่ตอบผิดจะมีระดับความมั่นใจต่ำ

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างยังคงมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับดาราศาสตร์อย่างเห็นได้ชัด ในหัวข้อต่อไปนี้

1. ดาวหางจัดเป็นดาวดวงหนึ่ง (นักศึกษาและครู)
2. ดาวตกเป็นการเคลื่อนของดวงดาว (นักเรียนมัธยม)
3. ดาราศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง
4. ดวงดาวไม่หมุนรอบแกนของมันเอง (นักศึกษาและครู)
5. ดวงจันทร์ไม่หมุนรอบแกนของมันเอง (นักเรียนและนักศึกษา)
6. พลังงานแสงอาทิตย์มาจากการแตกหักของวัตถุเป็นชิ้นเล็ก ๆ (นักเรียนมัธยม)
7. พลังงานแสงอาทิตย์เกิดจากแสงที่ได้จากการชนกันของวัตถุในอากาศ
8. ปรากฏการณ์สุริยุปราคาเกิดนานกว่าจันทรุปราคา (นักศึกษาและครู)
9. จุดบนดวงอาทิตย์คือจุดที่เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ครู)
10. เราสามารถเห็นจันทรุปราคาที่ได้ก็ได้ในตอนกลางวัน แต่สุริยุปราคาเห็นได้เฉพาะบางจุดเท่านั้น (ครู)

มีทูลู แอเฟอร์ และคณะ (Mutlu A. et al, 2015). ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองขั้นตอนในการหาจุดบกพร่องในการเรียนรู้วิชาเคมีพื้นฐานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่ศึกษาสำเร็จวิชาเคมีทั่วไป 2 แล้ว และมีเศรษฐกิจใกล้เคียงกัน จำนวน 219 คน การพัฒนาแบบทดสอบ แบ่งได้เป็น 3 ระยะ ตามหลักการออกแบบทดสอบวินิจฉัยของ Treagust (1998) ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาขอบเขตของเนื้อหา ได้แก่

- 2.1 กำหนดตัวบ่งชี้
- 2.2 สร้างแผนผังแนวคิด
- 2.3 สร้างความสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้กับผังแนวคิด
- 2.4 ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

ระยะที่ 2 การตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาวิชาของนักศึกษา

- 2.1. การทบทวนวรรณกรรม
- 2.2 ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง

2.3 ทำแบบทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งแบบทดสอบจะเป็นแบบเขียนตอบและอธิบายเหตุผลของคำตอบ ทั้งนี้แบบทดสอบจะได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ คำตอบที่ได้จะถูกนำมาปรับใช้เป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

ระยะที่ 3 การพัฒนาและทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัย

3.1 การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกจะเป็นแบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก และขั้นที่สองเป็นการอธิบายถึงเหตุผลของคำตอบที่ตอบในขั้นตอนแรก สำหรับตัวลวงนั้นได้มาจากคำตอบที่นักศึกษาตอบผิดมากที่สุด การทบทวนวรรณกรรม และการสัมภาษณ์

3.2 การออกแบบข้อคำถามตามตัวบ่งชี้

3.3 ทำการทดสอบ

ผลการศึกษาพบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยมีจำนวนข้อคำถามทั้งสิ้น 44 ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.3 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.64 และค่าความเชื่อมั่น 0.84 ซึ่งพิจารณาได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่ได้มีความน่าเชื่อถือและสามารถหาจุดบกพร่องของนักศึกษาได้

ซิสวานิงซี และคณะ (Siswaningsih W. et al, 2017). ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนเรื่องโมลของนักเรียนระดับมัธยมปลาย ในประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน โดยได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นสี่ขั้นตอน คือ การพัฒนาข้อคำถาม การตรวจสอบความเที่ยงตรง การคัดเลือกข้อคำถาม และการนำแบบทดสอบไปใช้ ทั้งนี้ในการกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของเนื้อหาเพื่อออกแบบข้อคำถามสำหรับแบบทดสอบ ผู้วิจัยใช้การทบทวนวรรณกรรมเพื่อรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับโมล โดยข้อคำถามจะเป็นแบบสองขั้นตอน ซึ่งทั้งสองตอนจะเป็นแบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก โดยขั้นที่สองเป็นตัวเลือกเกี่ยวกับเหตุผลของการตอบในขั้นที่หนึ่ง ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงในขั้นนี้ได้จากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นทำโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ และได้ค่าความเที่ยงตรง (CVR) เท่ากับ 1 และได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการคำนวณความน่าเชื่อถือมีค่าเท่ากับ .659 ซึ่งแสดงว่าเครื่องมือมีคุณภาพ

มานีเย และคณะ (Mania S. et al, 2018). ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองขั้นตอนเพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบสี่ขั้นตอนคือ การกำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์ การจัดทำข้อคำถาม การตรวจสอบคุณภาพของ

แบบทดสอบ และการใช้แบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล สำหรับการตรวจสอบคุณภาพ ผู้วิจัยได้ใช้การตรวจสอบความตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนกของข้อคำถาม และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวเลือก โดยได้ค่าดัชนีความตรงเท่ากับ 1 ค่าความน่าเชื่อถือเท่ากับ .737 ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบที่ได้มีคุณภาพเพียงพอ

6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน

ว่าที่ ร.ต. อรรถพล คำภู (2543) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย วิธีการสอนแบบนิรนัย และวิธีการสอนตามคู่มือครู โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ห้อง ๆ ละ 40 คน จากการสุ่มอย่างง่าย และแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนแบบอุปนัย กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบนิรนัย และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ One-way Analysis of Covariance พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็มของนักเรียนจากการสอนทั้งสามแบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอุปนัยกับแบบนิรนัย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบนิรนัยกับวิธีการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอุปนัยกับวิธีการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นันทพร ระภักดี (2550) ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนมัธยมหนองศาลา อำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 40 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย ใช้แผนการวิจัยแบบ One-Short Case Study และใช้สถิติ t-test one group ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากที่ได้สอนแบบอุปนัย-นิรนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีธรรณ์ สังกะ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถ

ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัย และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัย กับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม ทำการทดลองสอนจำนวน 23 คาบ คาบละ 50 นาที และใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัย สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัย สูงกว่าก่อนได้รับการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารด้านเขียนและพูดของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นिरนัย สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

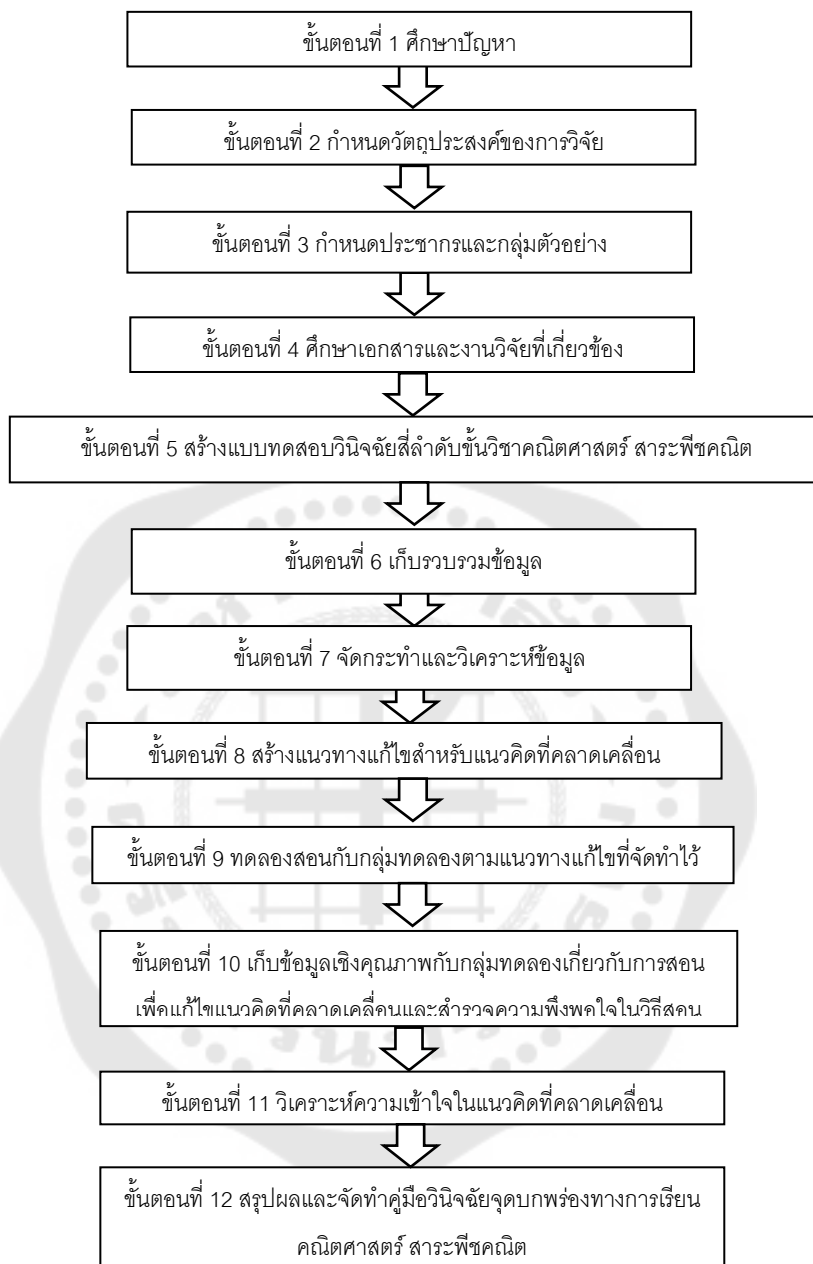


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
 2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์สาระพีชคณิต ในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 3. เพื่อศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
 4. เพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
- ทั้งนี้ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหา

ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่าผลคะแนนการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปี พ.ศ. 2560, 2561 และ 2562 ดังนี้ 26.30, 30.04 และ 26.37 คะแนน ตามลำดับ จัดได้ว่าคะแนนที่ได้ค่อนข้างต่ำ และเมื่อตรวจสอบผลการทดสอบของโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ปี พ.ศ. 2555, 2558 และ 2561 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ดังนี้ 419, 415 และ 419 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) และ เมื่อพิจารณาผลการสอบของโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเทียบกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2558 พบว่าคะแนนวิชาคณิตศาสตร์เป็น 427 คะแนน และ 431 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และยังจัดว่ามีคะแนนต่ำมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ ทำให้ไม่สามารถแข่งขันในระดับสากล

นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยได้พิจารณาผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2560 2561 และ 2562 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.44, 41.64 และ 33.25 พบว่ายังอยู่ในระดับต่ำ

สัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ในเขตกรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ครูต่างชาติผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าแบบทดสอบที่ครูผู้สอนส่วนใหญ่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีทั้งแบบที่เป็นปรนัยและอัตนัย ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเขียนอธิบาย ซึ่งสามารถวัดการเรียนรู้ด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการสังเคราะห์

อย่างไรก็ตามแบบทดสอบที่ครูผู้สอนจัดทำนั้นจะเป็นแบบทดสอบขั้นเดียวและครอบคลุมเนื้อหาหลายส่วนในหัวข้อที่ได้สอนไป เป็นผลให้ครูผู้สอนไม่สามารถระบุแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ กล่าวคือกรณีที่นักเรียนตอบข้อคำถามถูก ครูผู้สอนจะไม่สามารถอธิบายได้ว่านักเรียนตอบถูกเพราะความเข้าใจในเนื้อหาหรือตอบถูกเพราะเกิดจากการเดา เช่นเดียวกันหากนักเรียนตอบผิดก็ไม่สามารถบอกได้ว่านักเรียนตอบผิดเพราะขาดความรู้หรือมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์สาระพีชคณิต ในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
3. เพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้น
4. เพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบลำดับขั้น สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ที่ศึกษาในปีการศึกษา 2564 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในเขตกรุงเทพมหานคร จากโรงเรียน 45 แห่ง จำนวน 1,350 คน

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยนี้ได้มีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเลือกจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโครงการภาคภาษาอังกฤษ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 การเก็บข้อมูลเพื่อสำรวจจุดบกพร่องของนักเรียน ได้แบ่งแบบทดสอบเป็น 5 ฉบับ และให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับละ 30 คน สำหรับแบบทดสอบวินิจฉัย ได้แบ่งออกเป็น 5 ฉบับ ซึ่งในการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับละ 30 คน จากนั้นได้เก็บข้อมูลเพื่อศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนและตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ซึ่งมีจำนวนนักเรียนในแต่ละฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 จำนวน 44 คน ฉบับที่ 2 จำนวน 22 คน ฉบับที่ 3 จำนวน 45 คน ฉบับที่ 4 จำนวน 30 คน และฉบับที่ 5 จำนวน 59 คน และในการพัฒนาการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียน ใช้จำนวนนักเรียนจำนวน 30 คน

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 1.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 1.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 1.3 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 1.4 เกณฑ์การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 1.5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน
 - 2.3 ประเภทของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 2.4 เปรียบเทียบแบบทดสอบวินิจฉัยแต่ละประเภท
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 3.1 โครงสร้างสาระคณิตศาสตร์
 - 3.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 3.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
4. วิธีสอนทางคณิตศาสตร์
5. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 5.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย
6. งานที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยในต่างประเทศ
 - 6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 5 สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. กำหนดข้อวินิจฉัย

ในการกำหนดข้อวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารหลักสูตร และมาตรฐานตัวชี้วัดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

1.1 วิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสาระพีชคณิต

1.2 วิเคราะห์สาระสำคัญของสาระพีชคณิตที่เป็นตัวชี้วัดในแบบทดสอบแต่ละฉบับ

1.3 กำหนดจำนวนฉบับของแบบทดสอบ จากการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในสาระพีชคณิต แล้วนำมากำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ ซึ่งมีจำนวน 5 ฉบับ ได้แก่

ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น

ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนาม

ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว

ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง

2. การสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

2.1 กำหนดตัวชี้วัดแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ

2.2 สร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด โดยเป็นข้อคำถามแบบเติมคำตอบให้นักเรียนแสดงวิธีทำและบอกเหตุผลของการตอบ จำนวน 5 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 6 ข้อ ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 9 ข้อ ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนาม จำนวน 5 ข้อ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 14 ข้อ ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 9 ข้อ ดังตาราง 8

ตาราง 8 ตัวชี้วัดและจำนวนข้อของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต จำแนกตามรายฉบับของแบบทดสอบ

ฉบับที่	ตัวชี้วัด	จำนวนข้อ
ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น	ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหา	6
ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	9
ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนาม	เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	5
ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	ประยุกต์ใช้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	14
ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง	เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	9

2.3 นำแบบทดสอบสำรวจทั้ง 5 ฉบับ ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัดในข้อสอบแต่ละฉบับ ของสาระพีชคณิต

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและตัวชี้วัดของวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ให้ท่านพิจารณาว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดหรือไม่ โดยมีการให้คะแนน ดังนี้

-ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด ให้ใส่เครื่องหมาย ✓

ลงในช่องหมายเลข 1

-ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด ให้ใส่เครื่องหมาย ✓

ลงในช่องหมายเลข 0

-ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อความไม่มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด ให้ใส่เครื่องหมาย ✓

ลงในช่องหมายเลข -1

ตาราง 9 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับตัวชี้วัดในข้อสอบแต่ละฉบับ สาระ
พีชคณิต

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
ระบบสมการเชิงเส้น ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปรในการแก้ปัญหา	0) In a two digit- number, The units digit is thrice the tens digit. If 36 is added to the number, the digits interchange their place. Find the number.			
อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่ เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	0) If $5x - 10 < 15$ what is x ?			
การแยกตัวประกอบพหุนาม เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบ ของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองใน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	0) What is the value of x . $x^3 + x^2 - x - 1 = 0$			

ตาราง 9 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ประยุกต์ใช้สมการกำลังสอง ตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	0) Nancy walks 15 m diagonally across a rectangular field. She then returns to her starting position along the outside of the field. The total distance she walks is 36 m. What are the dimensions of the field?			
ฟังก์ชันกำลังสอง เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	0) Find the value of x. $2x^2 - 1 = 15$ $3x + 6 = 0$			

2.4 นำแบบทดสอบสำรวจเพื่อการวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนและการจัดทำตัวดวงสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่อง

2.5 วิเคราะห์แนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่ได้จากการแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ เพื่อนำมาสร้างตัวดวงในส่วนของเหตุผลของการตอบ (R-tier) ของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้น

ตัวอย่าง แบบทดสอบสำรวจวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น

Instruction: The question below is for the students to demonstrate how to solve.

0) Find the value of x and y.

$$2x + y = 1$$

$$x - y = 2$$

.....

Solution $2x + y = 1$(1)

$$x - y = 2$$
.....(2)

$$(1) + (2) \quad 3x = 3$$

$$x = 3/3$$

$$x = 1$$

Substitute $x = 1$ in (2)

$$1 - y = 2$$

$$y = -1$$

ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

Instruction: The question below is for the students to demonstrate how to solve.

0) If $5x - 10 < 15$ what is x?

.....

.....

Solution $5x - 10 < 15$

$$5x < 25$$

$$x < 25/5$$

$$x < 5$$

ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม

Instruction: The question below is for the students to demonstrate how to solve.

0) What is the value of x.

$$x^3 + x^2 - x - 1 = 0$$

.....

Solution	$(x^3 + x^2) - (x + 1)$	=	0
	$x^2(x + 1) - (x + 1)$	=	0
	$(x + 1)(x^2 - 1)$	=	0
	$(x + 1)(x + 1)(x - 1)$	=	0
	x	=	1, -1

ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว

Instruction: The question below is for the students to demonstrate how to solve.

0) Find the value of x.

$$4x^2 - 1 = 0$$

.....

Solution	$4x^2 - 1$	=	0
	$(2x + 1)(2x - 1)$	=	0
	2x	=	1, -1
	x	=	1/2, -1/2

ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง

Instruction: The question below is for the students to demonstrate how to solve.

0) Find the value of x.

$$2x^2 - y = 15$$

$$3x + 6 = 0$$

Solution $2x^2 - y = 15$(1)

$$3x + 6 = 0$$
.....(2)

Consider (2): $3x + 6 = 0$

$$x = -6/3$$

$$x = -2$$

Substitute $x = -2$ in (1)

$$2(-2)^2 - y = 15$$

$$y = 8 - 15$$

$$y = -7$$

3. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น สารพีชคณิต

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น สารพีชคณิตมีวิธีการ ดังนี้

3.1 นำผลของแบบทดสอบเพื่อสอบถามว่าผู้ได้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมาพิจารณาหาจุดบกพร่องของการตอบผิด จากนั้นนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

3.2 สร้างข้อคำถามเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง โดยคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือก ข้อคำถามจะสร้างตามสภาพปัญหาที่นักเรียนมีข้อบกพร่อง ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัย มีทั้งสิ้น 5 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนาม จำนวน 10 ข้อ

ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 20 ข้อ

ตัวอย่าง แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระ
พีชคณิต สี่ลำดับขั้น

ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น

Find the value of x from the following simultaneous equations

$$x + y = 6 \dots\dots\dots(1)$$

$$x - y = 4 \dots\dots\dots(2)$$

- a) $x = 1$
- b) $x = -1$
- c) $x = 5$
- d) $x = -11$

Are you sure about your choice of answers?

- a) Sure
- b) Not sure

Reason

- a) $2x = 10$ then $x = 5$
- b) $2y = 10$ then $y = 5$
- c) $2x = 2$ then $x = 1$
- d) $-2y = 10$ then $y = -5$

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

Find the value of x.

$$-2x < 10$$

- a) $x < 5$
- b) $x < -5$
- c) $x > 5$
- d) $x > -5$

Are you sure about your choice of answers?

- a) Sure
- b) Not sure

Reason

a) $-\frac{2x}{-2} < -5$

b) $-\frac{2x}{-2} < 5$

c) $-\frac{2x}{-2} > 5$

d) $-\frac{2x}{-2} > -5$

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนาม

Factorise $x^2 + 2x - 3$

- a) $(x + 3)(x + 1)$
- b) $(x + 3)(x - 1)$
- c) $(x - 3)(x + 1)$
- d) $(x - 3)(x - 1)$

Are you sure about your choice of answers?

- a) Sure
- b) Not sure

Reason

a) $(x + 3)(x + 1)$

b) $\frac{x^2 + 2x - 3}{x + 3} = x - 1$

c) $x \cdot x - 3 \cdot x - 3 \cdot 1 = x^2 + 2x - 3$

$$d) \frac{x^2 + 2x - 3}{x - 1} = x - 3$$

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว

Solve $x^2 - 4x + 2 = 0$

- a) $x = 2 + \sqrt{2}, 2 - \sqrt{2}$
- b) $x = 2 + \sqrt{6}, 2 - \sqrt{6}$
- c) $x = -2 + \sqrt{2}, -2 - \sqrt{2}$
- d) $x = -2 + \sqrt{6}, -2 - \sqrt{6}$

Are you sure about your choice of answers?

- a) Sure
- b) Not sure

Reason

$$a) x = \frac{4 \pm \sqrt{4^2 - 4 \cdot 1 \cdot 2}}{2 \cdot 1}$$

$$b) x = \frac{4 \pm \sqrt{4^2 - (-4) \cdot 1 \cdot 2}}{2 \cdot 1}$$

$$c) x = \frac{-4 \pm \sqrt{(-4)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 2}}{2 \cdot 1}$$

$$d) x = \frac{-4 \pm \sqrt{4^2 - (-4) \cdot 1 \cdot 2}}{2 \cdot 1}$$

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง

Which of the following describe the graph of $y = 2x^2 - 2x + 4$?

- a) The graph opens upward.
- b) The graph opens downward.
- c) The graph opens to the right.
- d) The graph opens to the left.

Are you sure about your choice of answers?

- a) Sure
- b) Not sure

Reason

- a) The coefficient of x^2 is positive.
- b) The coefficient of x is negative.
- c) The coefficient of x^2 is greater than 1.
- d) The coefficient of x is less than 1.

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

3.3 ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

3.4 นำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ครั้งที่ 1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก

3.4.1 ค่าความยากง่าย (p) มีเกณฑ์การให้คะแนนจากการตอบของนักเรียน ดังนี้

ถ้านักเรียนตอบถูกต้องในส่วนของคำถาม (A-tier) และส่วนของเหตุผล (R-tier) จะได้ 1 คะแนน

ถ้านักเรียนตอบผิดในส่วนของคำถาม (A-tier) หรือตอบผิดในส่วนของเหตุผล (R-tier) หรือตอบผิดทั้งสองส่วน จะได้ 0 คะแนน

ทั้งนี้การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้น วิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสาระพีชคณิต จะไม่นำระดับความมั่นใจในการตอบของนักเรียนมาพิจารณา โดยค่าความยากง่ายที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80

3.4.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ถ้านักเรียนตอบถูกทั้งในส่วนของคำถาม (A-tier) และส่วนของเหตุผล (R-tier) จะได้ 1 คะแนน

ถ้านักเรียนตอบผิดในส่วนของคำถาม (A-tier) หรือตอบผิดในส่วนของเหตุผล (R-tier) หรือตอบผิดทั้งสองส่วน จะได้ 0 คะแนน

ทั้งนี้การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น วิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสาระพีชคณิต จะไม่นำระดับความมั่นใจในการตอบของนักเรียนมาพิจารณา โดยค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.20 – 1.00

3.5 นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ถ้านักเรียนตอบถูกทั้งในส่วนของคำตอบของคำถาม (A-tier) และส่วนของเหตุผลของคำตอบ (R-tier) จะได้ 1 คะแนน

ถ้านักเรียนตอบผิดในส่วนของคำตอบของคำถาม (A-tier) หรือตอบผิดในส่วนของเหตุผลของคำตอบ (R-tier) หรือตอบผิดทั้งสองส่วน จะได้ 0 คะแนน

ทั้งนี้ในการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสี่ลำดับขั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคภาษาอังกฤษ จะไม่นำระดับความมั่นใจในคำตอบของนักเรียนมาพิจารณา

การคำนวณหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับจะใช้สูตร KR-20 ของคูเดอริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

ขั้นตอนที่ 6 ศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อน

นำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิตที่สร้างและพัฒนาจนมีประสิทธิภาพแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โปรแกรมภาคภาษาอังกฤษ จากโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 รวม 200 คน ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

ตาราง 10 ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เก็บข้อมูลในการวิจัย

ขั้นตอน	ฉบับที่	หัวข้อ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง (คน)
1. แบบทดสอบเพื่อสำรวจ: สำรวจจุดบกพร่องของ นักเรียน	ฉบับที่ 1	ระบบสมการเชิงเส้น	30
	ฉบับที่ 2	อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	30
	ฉบับที่ 3	การแยกตัวประกอบพหุนาม	30
	ฉบับที่ 4	สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	30
	ฉบับที่ 5	ฟังก์ชันกำลังสอง	30
2.แบบทดสอบวินิจฉัย			
2.1ตรวจสอบค่าความยาก ง่าย และค่าอำนาจจำแนก	ฉบับที่ 1	ระบบสมการเชิงเส้น	30
	ฉบับที่ 2	อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	30
	ฉบับที่ 3	การแยกตัวประกอบพหุนาม	30
	ฉบับที่ 4	สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	30
	ฉบับที่ 5	ฟังก์ชันกำลังสอง	30
2.2 คี ก ษ า แ น ว คิ ด คลาดเคลื่อนและตรวจสอบ ค่าความเชื่อมั่น	ฉบับที่ 1	ระบบสมการเชิงเส้น	44
	ฉบับที่ 2	อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	22
	ฉบับที่ 3	การแยกตัวประกอบพหุนาม	45
	ฉบับที่ 4	สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	30
	ฉบับที่ 5	ฟังก์ชันกำลังสอง	59
3. การทดลองสอนตามแนว ทางการแก้ไขจุดบกพร่อง	-	ฟังก์ชันกำลังสอง	30

การจัดกระทำข้อมูล

การกำหนดรหัส

ในการทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับชั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระ
พีชคณิต จะกำหนดเกณฑ์การให้รหัส ดังนี้

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A-tier)

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบผิด ให้รหัส 0

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในการตอบส่วน A-tier

ถ้านักเรียนมั่นใจในการตอบ ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจในการตอบ ให้รหัส 0

ส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R-tier) มี 4 ตัวเลือก

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

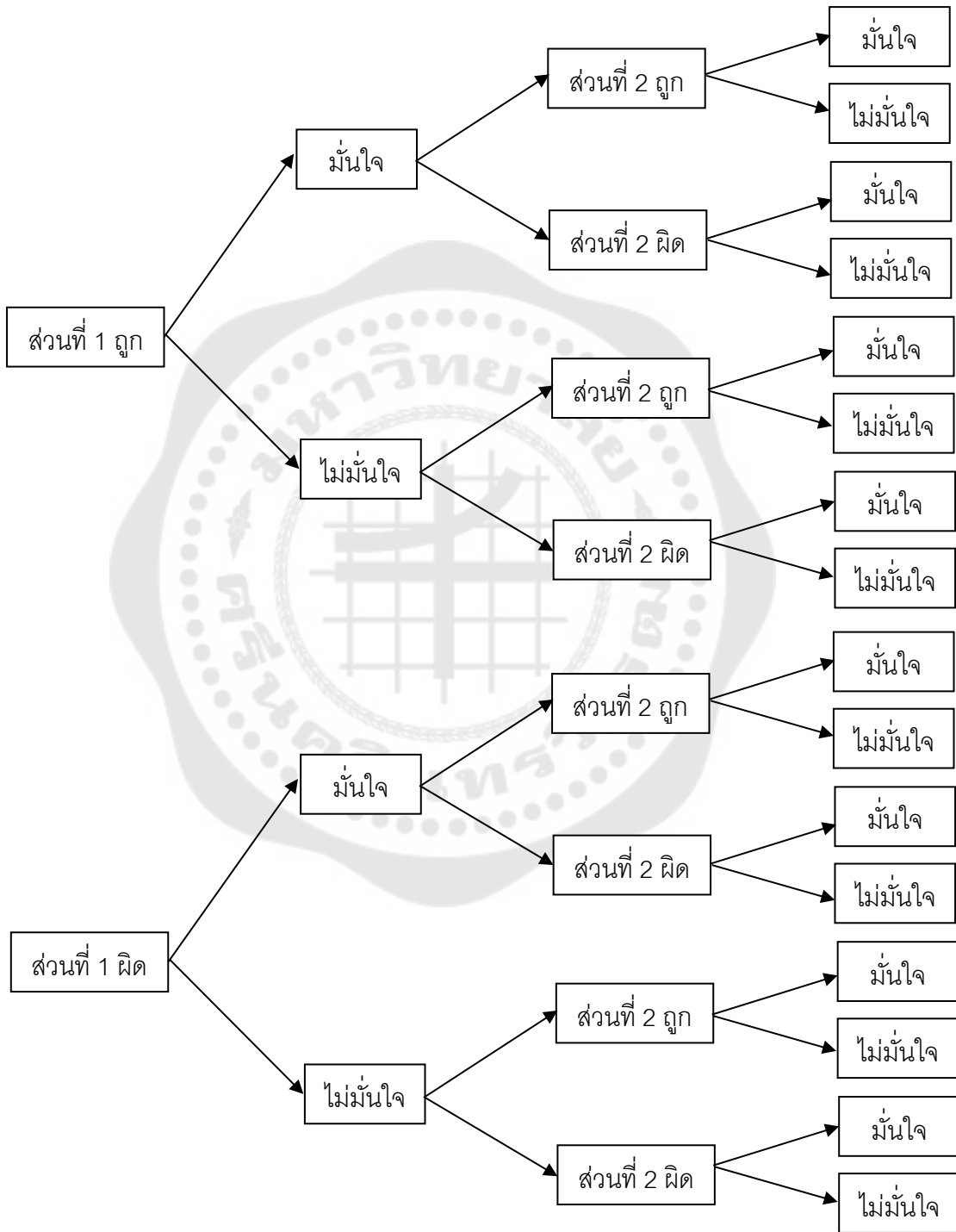
ถ้านักเรียนตอบผิด ให้รหัส 0

ส่วนที่ 4 ระดับความมั่นใจในการตอบส่วน R-tier

ถ้านักเรียนมั่นใจในการตอบ ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจในการตอบ ให้รหัส 0

จากการพิจารณาการให้รหัส ของทั้ง 4 ส่วน ของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้น ทำให้ได้
ลักษณะของคำตอบของนักเรียน ทั้งหมด 16 ลักษณะ ซึ่งเขียนเป็นแผนผัง ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 8 ลักษณะของคำตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

สาระพีชคณิต

จากลักษณะของคำตอบของนักเรียนสามารถนำมากำหนดรหัส ดังตาราง 11

ตาราง 11 ลักษณะของคำตอบของแบบทดสอบวินิจจัยสี่ลำดับชั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

ลักษณะคำตอบที่	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	ส่วนที่ 4	รหัส (Code)
1	1	1	1	1	1111
2	1	1	1	0	1110
3	1	1	0	1	1101
4	1	1	0	0	1100
5	1	0	1	1	1011
6	1	0	1	0	1010
7	1	0	0	1	1001
8	1	0	0	0	1000
9	0	1	1	1	0111
10	0	1	1	0	0110
11	0	1	0	1	0101
12	0	1	0	0	0100
13	0	0	1	1	0011
14	0	0	1	0	0010
15	0	0	0	1	0001
16	0	0	0	0	0000

จากตาราง 11 ลักษณะคำตอบทั้ง 16 ลักษณะ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสามารถนำมาจัดกลุ่มแนวคิดได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิตที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนจะตอบถูกต้องทั้งในส่วนคำตอบของคำถาม (A-tier) และส่วนของเหตุผล (R-tier) และมีความมั่นใจทั้งในส่วนของการคำตอบของคำถามและส่วนเหตุผลของคำตอบ ได้แก่ รหัส 1111

กลุ่มที่ 2 กลุ่มนักเรียนที่ขาดความมั่นใจในความรู้ในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งพิจารณาจากการที่นักเรียนตอบถูกต้องทั้งในส่วนของการคำตอบของคำถามและส่วนของ

เหตุผล แต่ไม่มั่นใจในการตอบของคำถามและ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ ได้แก่ รหัส 1110, 1011 และ 1010

กลุ่มที่ 3 กลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต โดยพิจารณาจากการที่นักเรียนตอบผิดและมีความมั่นใจในคำตอบในส่วนของคำตอบของคำถาม (A-tier) และ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ (R-tier) ได้แก่ รหัส 1101, 1001, 0111, 0110, 0101, 0100 และ 0001

กลุ่มที่ 4 กลุ่มนักเรียนที่ขาดความรู้หัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งนักเรียนจะมีความรู้ไม่เพียงพอที่จะตอบคำถามได้ โดยนักเรียนจะตอบผิดและไม่มีความมั่นใจในคำตอบของคำถาม (A-tier) และ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ (R-tier) ได้แก่ 1100, 1000, 0011, 0010 และ 0000

ตาราง 12 การจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนตามรหัส

ลักษณะคำตอบที่	รหัส (Code)	กลุ่มแนวคิด
1	1111	แนวคิดที่ถูกต้อง
2	1110	ขาดความมั่นใจ
5	1011	ขาดความมั่นใจ
6	1010	ขาดความมั่นใจ
3	1101	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน
7	1001	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน
9	0111	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน
10	0110	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน
11	0101	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน
12	0100	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน
15	0001	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน
4	1100	ขาดความรู้
8	1000	ขาดความรู้
13	0011	ขาดความรู้
14	0010	ขาดความรู้
16	0000	ขาดความรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยทำการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดแล้ว ทำการคำนวณหาร้อยละของนักเรียนตามลักษณะแนวคิดทั้ง 4 ลักษณะ คือ แนวคิดถูกต้อง การขาดความมั่นใจในความรู้ แนวคิดคลาดเคลื่อน และการขาดความรู้ในแต่ละหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต รวมทั้งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนและกลุ่มขาดความรู้ เพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและขาดความรู้ในแต่ละหัวข้ออย่างไร

ขั้นตอนที่ 7 สร้างแนวทางแก้ไขสำหรับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์แนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากแบบทดสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับแล้ว ผู้วิจัยจัดลำดับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อยโดยพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจในเนื้อหา จากนั้นหาแนวทางแก้ไขสำหรับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่มีนักเรียนเป็นจำนวนมากยังไม่เข้าใจสามอันดับแรก โดยใช้วิธีการสอนและสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 8 ทดลองสอนกับกลุ่มทดลองตามแนวทางแก้ไขที่จัดทำไว้

ผู้วิจัยทำการทดลองการสอนตามแนวทางแก้ไขที่เตรียมไว้โดยกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนจากโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องที่ต้องแก้ไขมากที่สุด ทั้งนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการสอน เพื่อพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในแต่ละประเด็นลดลงหรือไม่

ขั้นตอนที่ 9 เก็บข้อมูลการสอน

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อพิจารณาว่าวิธีการสอนที่ใช้ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาดีขึ้นหรือไม่

ขั้นตอนที่ 10 วิเคราะห์ความเข้าใจในแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหลังทดลองสอน

เมื่อได้ข้อมูลจำนวนนักเรียนที่มีความคลาดเคลื่อนในแนวคิดทางคณิตศาสตร์แล้วทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนการจัดกิจกรรมการสอนว่าเป็นอย่างไร

ขั้นตอนที่ 11 สรุปผลและจัดทำคู่มือวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

ผู้วิจัยได้สรุปการจัดทำการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิตโดยแยกประเด็น ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
 2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

3. ผลการวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

4. การจัดทำคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ มีขั้นตอนดังนี้

4.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.1.1 ศึกษาการจัดทำแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้น และขอบเขตของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

4.1.2 ศึกษาหลักการเขียนคู่มือจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การพัฒนาคู่มือเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 การจัดทำโครงร่างของคู่มือ

คู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ มีองค์ประกอบของคู่มือ ดังนี้

4.2.1 ปก

4.2.2 คำนำ

4.2.3 สารบัญ

4.2.4 คำแนะนำการใช้คู่มือ

4.2.5 วัตถุประสงค์

4.2.6 ประโยชน์ของคู่มือ

4.2.7 เนื้อหา

ตอนที่ 1 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้น

ตอนที่ 2 กลุ่มแนวคิดจากการลักษณะของคำตอบ

ตอนที่ 3 แบบทดสอบวินิจฉัย 5 ฉบับ ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง

ตอนที่ 4 คำตอบของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ

ตอนที่ 5 การกรอกรหัสคำตอบ

ตอนที่ 6 การแปลความรหัสคำตอบสำหรับกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน

4.2.8 เอกสารอ้างอิง

4.3 การประเมินความเหมาะสมของคู่มือ

เพื่อให้การจัดทำคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ มีคุณภาพเหมาะสมในการนำไปใช้สำหรับครูผู้สอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ตรวจสอบองค์ประกอบของคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

1.1 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เป็นแบบมาตราวัด 5 ระดับ

1.2 นำร่างคู่มือเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ทั้งด้านเนื้อหา รูปแบบ และภาษาที่ใช้

1.3 แก้ไขปรับปรุงโครงร่างตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. ตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้คู่มือซึ่งผู้วิจัย ดำเนินการดังนี้

2.1 เก็บข้อมูล โดยใช้แบบประเมินเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้คู่มือโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.2 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ตามเกณฑ์การตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้คู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

2.3 เกณฑ์การตรวจสอบความเหมาะสม แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของวิเชียร เกตุสิงห์ (2538) โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

ระดับ 5 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.4 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้ จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย และแปลความหมายตามเกณฑ์วิเคราะห์ของ วิเชียร เกตุสิงห์ (2538) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำคู่มือไป ใช้ได้มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำคู่มือไป ใช้ได้มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำคู่มือไป ใช้ได้ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำคู่มือไป ใช้ได้น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำคู่มือไป ใช้ได้น้อยที่สุด

4.4 จัดทำคู่มือฉบับสมบูรณ์

ดำเนินการจัดทำคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับ ชั้น สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ประกอบด้วย ปก คำนำ สารบัญ คำแนะนำการใช้คู่มือ วัตถุประสงค์ ประโยชน์ แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งหมด 5 ฉบับ คำตอบของแบบทดสอบ และการวินิจฉัยจุดบกพร่องในแต่ละฉบับ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ใช้วิธีของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (ล้วน สาย ยศ; และอังคณา สายยศ, 2539, น. 248-249; อ้างอิง Rovinelli;& Hamblelton, 1977)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อโดยใช้เทคนิคสัดส่วน 50% โดยแบ่งนักเรียนที่ทำข้อนั้นที่ได้คะแนนสูงกับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำออกเป็นครึ่งหนึ่ง (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

2.3 ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น. 196)

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

เมื่อ P แทน ดัชนีค่าความยากง่าย
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเด อริชาร์ดสัน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556น. 73) ดังนี้

$$KR - 20 = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ $KR - 20$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อที่ i
 q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อที่ i
 S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ นำเสนอผลดังนี้

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น

ตอนที่ 3 การศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ตอนที่ 4 การพัฒนาแนวทางการแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับชั้น สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยนั้นผู้วิจัยได้เริ่มจากการสำรวจข้อมูลจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบเพื่อสำรวจ ซึ่งมีทั้งสิ้น 5 ฉบับ ซึ่งผลการวิจัย มีดังนี้

ตาราง 13 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น

ตัวชี้วัด	จุดบกพร่องที่พบ
ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหา	1. ไม่เข้าใจการหาจุดตัดบนแกน x และ y ได้ในการแก้ระบบสมการโดยการเขียนกราฟ 2. ไม่สามารถบอกจุดที่เป็นคำตอบของระบบสมการในการแก้ระบบสมการโดยการเขียนกราฟ

ตาราง 13 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	จุดบกพร่องที่พบ
ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหา (ต่อ)	3. กระจายเครื่องหมายลบหน้าวงเล็บไม่ถูกต้อง 4. ย้ายข้างสมการโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย 5. ไม่เข้าใจการแก้สมการที่เป็นเศษส่วน 6. ไม่เข้าใจการบวกหรือลบสมการสองตัวแปร 7. ไม่เข้าใจการทำสัมประสิทธิ์ของตัวแปรให้เท่ากันเพื่อกำจัดตัวแปร 8. ไม่เข้าใจการหาค่าคำตอบของตัวแปรที่สองหลังได้คำตอบของตัวแปรที่หนึ่ง 9. ไม่เข้าใจการสร้างสมการจากโจทย์ปัญหา 10. ไม่เข้าใจการแก้สมการที่มีสัมประสิทธิ์ไม่เท่ากัน

จากตาราง 13 พบว่าผลการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น นักเรียนมีจุดบกพร่องตามตัวชี้วัด จากการสำรวจข้อบกพร่องดังกล่าวจึงนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่อง ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 20 ข้อ

ตาราง 14 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตัวชี้วัด	จุดบกพร่องที่พบ
เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	<ol style="list-style-type: none"> 1. ไม่เข้าใจการเขียนประโยคสัญลักษณ์ทางอสมการ 2. ไม่เข้าใจการใช้สัญลักษณ์ทางอสมการแทนเส้นจำนวน 3. ไม่เข้าใจสมบัติการบวกของการไม่เท่ากันของอสมการ 4. ไม่เข้าใจสมบัติการคูณของการไม่เท่ากันกรณีตัวคูณหรือหารเป็นบวก 5. ไม่เข้าใจสมบัติการคูณของการไม่เท่ากันกรณีตัวคูณหรือหารเป็นลบ 6. เขียนกราฟแสดงคำตอบของอสมการไม่ได้ 7. ไม่เข้าใจการหาคำตอบของอสมการตั้งแต่สองอสมการขึ้นไป 8. เขียนอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแทนสถานการณ์ไม่ได้ 9. คำนวณการแก้สมการไม่ได้ 10. ไม่เข้าใจการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จากตาราง 14 พบว่าผลการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมีจุดบกพร่องตามตัวชี้วัด จากการสำรวจข้อบกพร่องดังกล่าวจึงนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่อง ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ

ตาราง 15 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนาม

ตัวชี้วัด	จุดบกพร่องที่พบ
1. เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1. ไม่เข้าใจการดึงตัวประกอบร่วม 2. ไม่เปลี่ยนเครื่องหมายในวงเล็บเมื่อดึงตัวร่วมที่เป็นลบ
2. การแยกตัวประกอบโดยการดึงตัวร่วม	3. ไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบของพจน์ท้ายที่ต้องสัมพันธ์กับพจน์กลาง 4. ไม่เข้าใจการพิจารณาเครื่องหมายของพจน์กลางและพจน์ท้าย 5. ไม่เข้าใจการแยกพจน์หน้ากรณีที่มีสัมประสิทธิ์ที่ไม่ใช่ 1 6. ไม่เข้าใจการใส่เครื่องหมายในการแยกตัวประกอบของผลต่างกำลังสองไม่ถูกต้อง 7. ไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบของผลต่างกำลังสอง กรณีสัมประสิทธิ์ของพจน์หน้าไม่ใช่ 1

จากตาราง 15 พบว่าผลการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม นักเรียนมีจุดบกพร่องตามตัวชี้วัด จากการสำรวจข้อบกพร่องดังกล่าวจึงนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่อง ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบของพหุนามจำนวน 10 ข้อ

ตาราง 16 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว

ตัวชี้วัด	จุดบกพร่องที่พบ
ประยุกต์ใช้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> 1. ดึงตัวร่วมที่เป็นลบโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมายในวงเล็บ 2. ไม่เข้าใจการพิจารณาเครื่องหมาย +, - ในการแยกตัวประกอบให้อยู่ในรูปการคูณของพหุนามดีกรีหนึ่งสองพหุนาม 3. ไม่เข้าใจการจัดรูปของสมการกำลังสองให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ 4. ไม่เข้าใจการใช้สูตรในการแก้ปัญหสมการกำลังสองตัวแปรเดียว 5. ไม่เข้าใจการแก้สมการในรูปการคูณกันของพหุนาม 6. ไม่เข้าใจการแก้สมการในรูปผลต่างกำลังสอง 7. ไม่สามารถสร้างสมการจากสถานการณ์ได้ 8. ไม่เข้าใจการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการแก้สมการ

จากตาราง 16 พบว่าผลการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว นักเรียนมีจุดบกพร่องตามตัวชี้วัด จากการสำรวจข้อบกพร่องดังกล่าวจึงนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่อง ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียวจำนวน 20 ข้อ

ตาราง 17 จุดบกพร่องของนักเรียน จากแบบทดสอบสำรวจ สาระพีชคณิต ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง

ตัวชี้วัด	จุดบกพร่องที่พบ
เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> ไม่เข้าใจรูปความสัมพันธ์ของกราฟพาราโบลาและรูปแบบสมการพาราโบลา ไม่เข้าใจการแก้ระบบสมการสองตัวแปร ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์หน้า x^2 กับลักษณะของกราฟพาราโบลา ไม่เข้าใจลักษณะของกราฟจากค่าสัมประสิทธิ์ หน้า x^2 ที่เป็นลบหรือบวก ไม่เข้าใจการหาแกนสมมาตรจากกราฟพาราโบลา ไม่เข้าใจการหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการรูปมาตรฐาน ไม่เข้าใจการหาแกนสมมาตรจากสมการรูปมาตรฐาน ไม่เข้าใจการหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการรูปทั่วไป ไม่สามารถหาแกนสมมาตรของกราฟพาราโบลาจากสมการรูปทั่วไป ไม่เข้าใจการเขียนสมการพาราโบลาจากจุดยอดที่กำหนดให้

จากตาราง 17 พบว่าผลการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง นักเรียนมีจุดบกพร่องตามตัวชี้วัด จากการสำรวจข้อบกพร่องดังกล่าวจึงนำไปสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่อง ฉบับที่ 5 สมการฟังก์ชันกำลังสองตัวแปรเดียวจำนวน 20 ข้อ

สำหรับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้น วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษนั้น ผู้วิจัยขอเสนอผลการพัฒนาแบบทดสอบตามลำดับชั้น ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่ ระบบสมการเชิงเส้น อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองตัวแปรเดียว และฟังก์ชันกำลังสอง

2. กำหนดวัตถุประสงค์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์ทั้ง 5 เรื่อง คือ ระบบสมการเชิงเส้น อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแยกตัวประกอบพหุนาม สมการกำลังสองตัวแปรเดียว และฟังก์ชันกำลังสอง

ตาราง 18 แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (ข้อ)
ระบบสมการเชิงเส้น	1. อ่านและแปลความหมายของกราฟของระบบสมการเชิงเส้นได้	2
	2. แก่ระบบสมการเชิงเส้นได้	6
	3. นำระบบสมการเชิงเส้นไปใช้แก้ปัญหา พร้อมตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	2
อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1. อ่านและเขียนกราฟแสดงคำตอบของสมการได้	4
	2. แก่อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	4
	3. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหาคำตอบของโจทย์ปัญหาพร้อมตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้	2
การแยกตัวประกอบของพหุนาม	1. แยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ตัวแปรเดียวที่มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์เป็นจำนวนเต็มและมีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์ในพหุนามตัวประกอบเป็นจำนวนเต็มได้	4

ตาราง 18 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (ข้อ)
	2. แยกตัวประกอบของพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์เป็นจำนวนเต็ม โดยวิธีกำลังสองสมบูรณ์ได้	1
สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	1. แก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวได้	9
	2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	1
ฟังก์ชันกำลังสอง	1. มีความรู้เกี่ยวกับพาราโบลา สมการพาราโบลา และกราฟของพาราโบลา และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้	6
	2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้	4

3. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งมี 5 ฉบับ โดยมีจำนวนข้อในแต่ละฉบับ ดังนี้ ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 6 ข้อ อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 9 ข้อ การแยกตัวประกอบของพหุนาม จำนวน 5 ข้อ สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 14 ข้อ และฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 9 ข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง มีค่าตั้งแต่ 0.6 – 1.0

4. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ซึ่งเมื่อได้ผลการทดสอบมาแล้วผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จุดบกพร่องจากการทำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ของนักเรียน ซึ่งแสดงวิธีวิเคราะห์ ดังภาคผนวก จ

5. นำข้อมูลจุดบกพร่องที่ได้จากการแสดงวิธีแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มาสร้างตัวลงในส่วนของคำตอบของโจทย์ (A-tier)

6. ทำการวิเคราะห์เหตุผลของการทำให้เกิดจุดบกพร่องของการตอบของนักเรียน เพื่อสร้างตัวลงในส่วนของเหตุผลของการตอบ (R-tier)

7. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ทั้ง 5 ฉบับ ซึ่งข้อคำถามแต่ละข้อมี 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม จำนวน 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยตัวเลือกที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก และตัวลวง 3 ตัวเลือก

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบส่วนที่ 1 มี 2 ระดับ คือ มั่นใจ (sure) และไม่มั่นใจ (not sure)

ส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ มีจำนวน 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย ตัวเลือกที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก และตัวลวง 3 ตัวเลือก

ส่วนที่ 4 ระดับความมั่นใจในการเลือกตอบส่วนที่ 3 มี 2 ระดับ คือ มั่นใจ (sure) และไม่มั่นใจ (not sure)

ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งมี 5 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 20 ข้อ ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 20 ข้อ โดยแสดงผลการตรวจสอบดังกล่าว ค ซึ่งจากผลการตรวจสอบพบว่า ข้อคำถามในแต่ละฉบับทุกข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

10. กำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มรหัสแนวคิดให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของการจัดกลุ่มรหัสแนวคิด ซึ่งประกอบด้วยลักษณะคำตอบทั้งหมด 16 ลักษณะ โดยจัดกลุ่มแนวคิดเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง กลุ่มที่ขาดความมั่นใจในความรู้ กลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และกลุ่มที่ขาดความรู้ โดยแสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่ม ดังภาคผนวก ง

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 0

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบส่วนที่ 1

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 0

ส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 0

ส่วนที่ 4 ระดับความมั่นใจในคำตอบส่วนที่ 3

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 0

เมื่อทำการกำหนดรหัสแล้วจะได้รหัสลักษณะคำตอบทั้งหมด 16 ลักษณะ ดังตาราง 15 จากนั้นทำการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และจัดกลุ่มรหัสแนวคิดเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิตที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนจะตอบถูกทั้งในส่วนคำตอบของคำถาม (A-tier) และส่วนของเหตุผล (R-tier) และมีความมั่นใจทั้งในส่วนคำตอบของคำถามและส่วนเหตุผลของคำตอบ ได้แก่ รหัส 1111

กลุ่มที่ 2 กลุ่มนักเรียนที่ขาดความมั่นใจในความรู้ในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งพิจารณาจากการที่นักเรียนตอบถูกทั้งในส่วนคำตอบของคำถามและส่วนของเหตุผล แต่ไม่มั่นใจในการตอบของคำถามและ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ ได้แก่ รหัส 1110, 1011 และ 1010

กลุ่มที่ 3 กลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต โดยพิจารณาจากการที่นักเรียนตอบผิดและมีความมั่นใจในคำตอบในส่วนคำตอบของคำถาม (A-tier) และ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ (R-tier) ได้แก่ รหัส 1101, 1001, 0111, 0110, 0101, 0100 และ 0001

กลุ่มที่ 4 กลุ่มนักเรียนที่ขาดความรู้หัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งนักเรียนจะมีความรู้ไม่เพียงพอที่จะตอบคำถามได้ โดยนักเรียนจะตอบผิดและไม่มีความมั่นใจในคำตอบของคำถาม (A-tier) และ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ (R-tier) ได้แก่ 1100, 1000, 0011, 0010 และ 0000

2. นำแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองกับนักเรียนจำนวนรวม 200 คน

**ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระ
พีชคณิต ในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น**

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระ
พีชคณิต ผู้วิจัยใช้การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และได้
ตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ

ตาราง 19 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของ
แบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	IOC	ผลการคัดเลือก
1*	0.43	0.14	0.67	ใช้ได้
2	0.89	0.23	1	ใช้ได้
3	0.50	0.64	1	ใช้ได้
4*	0.64	0.45	1	ใช้ได้
5*	0.75	0.32	1	ใช้ได้
6	0.64	0.73	1	ใช้ได้
7*	0.68	0.45	1	ใช้ได้
8	0.64	0.55	0.67	ใช้ได้
9*	0.64	0.64	1	ใช้ได้
10	0.50	0.45	1	ใช้ได้
11	0.70	0.50	1	ใช้ได้
12*	0.77	0.45	1	ใช้ได้
13*	0.73	0.45	1	ใช้ได้
14	0.68	0.55	1	ใช้ได้
15*	0.75	0.32	1	ใช้ได้
16	0.68	0.55	0.67	ใช้ได้
17	0.84	0.23	0.33	ใช้ไม่ได้
18*	0.73	0.55	1	ใช้ได้
19	0.70	0.50	1	ใช้ได้
20*	0.73	0.55	0.67	ใช้ได้

*หมายถึง ข้อคำถามที่ถูกคัดเลือกเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบวินิจัย

จากตาราง 19 ข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจจัยสี่ลำดับชั้น เรื่องระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 20 ข้อ เมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจจัยสี่ลำดับชั้น ประกอบกันแล้ว พบว่ามีข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม จำนวน 19 ข้อ และเพื่อให้จำนวนข้อคำถามมีความเหมาะสม ผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกข้อคำถามให้ เหลือ 10 ข้อ โดยข้อคำถามทั้ง 10 ข้อ ยังสอดคล้องและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีค่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คือ .95

ตาราง 20 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของ แบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	IOC	ผลการคัดเลือก
1*	0.77	0.27	1	ใช้ได้
2	0.68	0.45	1	ใช้ได้
3	0.86	0.27	1	ใช้ไม่ได้
4*	0.73	0.19	1	ใช้ได้
5*	0.77	0.45	1	ใช้ได้
6	0.32	0.64	1	ใช้ได้
7*	0.77	0.45	1	ใช้ได้
8	0.72	0.44	1	ใช้ได้
9	0.91	0.18	1	ใช้ไม่ได้
10*	0.23	0.45	1	ใช้ได้
11*	0.77	0.45	0.67	ใช้ได้
12	0.77	0.09	1	ใช้ไม่ได้
13	0.91	0.18	1	ใช้ไม่ได้
14*	0.77	0.45	1	ใช้ได้
15*	0.77	0.27	0.67	ใช้ได้
16	0.82	0.36	0.67	ใช้ไม่ได้
17	0.73	0.00	1	ใช้ไม่ได้
18*	0.77	0.27	1	ใช้ได้
19	0.65	0.32	1	ใช้ได้
20	0.86	0.44	1	ใช้ไม่ได้

* หมายถึง ข้อคำถามที่ถูกคัดเลือกเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบวินิจจัย

จากตาราง 20 ข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับขั้น เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ เมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับขั้น ประกอบกันแล้ว พบว่ามีข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม จำนวน 13 ข้อ และเพื่อให้จำนวนข้อคำถามมีความเหมาะสม ผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกข้อคำถามให้เหลือ 10 ข้อ โดยข้อคำถามทั้ง 10 ข้อ ยังสอดคล้องและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คือ .83

ตาราง 21 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฌบปีที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	IOC	ผลการคัดเลือก
1*	0.78	0.39	1	ใช้ได้
2	0.76	0.35	1	ใช้ได้
3*	0.76	0.43	1	ใช้ได้
4	0.84	0.26	1	ใช้ไม่ได้
5	0.69	0.48	1	ใช้ได้
6*	0.70	0.39	1	ใช้ได้
7	0.76	0.43	0.33	ใช้ไม่ได้
8*	0.78	0.30	1	ใช้ได้
9	0.71	0.43	1	ใช้ได้
10*	0.73	0.39	0.67	ใช้ได้

*หมายถึง ข้อคำถามที่ถูกคัดเลือกเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบวินิจัย

จากตาราง 21 ข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับขั้น เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม จำนวน 10 ข้อ เมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยสี่ลำดับขั้น ประกอบกันแล้ว พบว่ามีข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม จำนวน 8 ข้อ และเพื่อให้จำนวนข้อคำถามมีความเหมาะสม ผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกข้อคำถามให้เหลือ 5 ข้อ โดยข้อคำถามทั้ง 5 ข้อ ยังสอดคล้องและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คือ .73

ตาราง 22 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	IOC	ผลการคัดเลือก
1	0.83	0.33	1	ใช้ไม่ได้
2*	0.77	0.33	1	ใช้ได้
3	0.83	0.33	1	ใช้ไม่ได้
4*	0.77	0.33	1	ใช้ได้
5	0.93	0.13	1	ใช้ไม่ได้
6*	0.73	0.53	1	ใช้ได้
7	0.30	0.60	1	ใช้ได้
8*	0.63	0.60	1	ใช้ได้
9*	0.73	0.53	1	ใช้ได้
10	0.70	0.33	1	ใช้ได้
11	0.90	0.07	0.67	ใช้ไม่ได้
12*	0.73	0.40	1	ใช้ได้
13	0.83	0.20	0.67	ใช้ไม่ได้
14*	0.80	0.27	1	ใช้ได้
15	0.77	0.33	1	ใช้ไม่ได้
16*	0.77	0.47	1	ใช้ได้
17	0.80	0.27	1	ใช้ได้
18*	0.80	0.27	1	ใช้ได้
19*	0.80	0.27	0.67	ใช้ได้
20	0.67	0.53	1	ใช้ได้

*หมายถึง ข้อคำถามที่ถูกคัดเลือกเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบวินิจฉัย

จากตาราง 22 ข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียวจำนวน 20 ข้อ เมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว ประกอบกันแล้ว พบว่ามีข้อคำถามที่มีค่า

ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม จำนวน 14 ข้อ และเพื่อให้จำนวนข้อคำถามมีความเหมาะสม ผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกข้อคำถามให้เหลือ 10 ข้อ โดยข้อคำถามทั้ง 10 ข้อ ยังสอดคล้องและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คือ .81

ตาราง 23 แสดงค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	IOC	ผลการคัดเลือก
1	0.81	0.13	1	ใช้ไม่ได้
2*	0.53	0.63	1	ใช้ได้
3*	0.58	0.47	1	ใช้ได้
4	0.32	0.23	1	ใช้ได้
5	0.36	0.30	1	ใช้ได้
6*	0.49	0.63	1	ใช้ได้
7*	0.61	0.47	1	ใช้ได้
8	0.59	0.50	0.67	ใช้ได้
9*	0.51	0.33	1	ใช้ได้
10	0.49	0.57	0.67	ใช้ได้
11	0.75	0.40	1	ใช้ได้
12*	0.76	0.30	1	ใช้ได้
13*	0.71	0.53	1	ใช้ได้
14	0.69	0.30	0.67	ใช้ได้
15	0.69	0.30	1	ใช้ได้
16*	0.73	0.57	1	ใช้ได้
17*	0.80	0.30	1	ใช้ได้
18	0.69	0.50	1	ใช้ได้
19*	0.64	0.53	1	ใช้ได้
20	0.56	0.63	1	ใช้ได้

*หมายถึง ข้อคำถามที่ถูกคัดเลือกเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบวินิจฉัย

จากตาราง 23 ข้อคำถามของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 20 ข้อ เมื่อพิจารณาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว ประกอบกันแล้ว พบว่ามีข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม จำนวน 19 ข้อ และเพื่อให้จำนวนข้อคำถามมีความเหมาะสม ผู้วิจัยจึง

พิจารณาเลือกข้อคำถามให้เหลือ 10 ข้อ โดยข้อคำถามทั้ง 10 ข้อ ยังสอดคล้องและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คือ .77

ตอนที่ 3 การศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

เมื่อนักวิจัยสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ทั้ง 5 ฉบับ จนมีประสิทธิภาพแล้ว จึงนำไปศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 200 คน จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยจำแนกตามแนวคิดของนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มแนวคิดถูกต้อง กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และกลุ่มขาดความรู้

ตาราง 24 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น จากนักเรียน 44 คน

ข้อ	แนวคิดถูกต้อง		ขาดความมั่นใจในความรู้		แนวคิดคลาดเคลื่อน		ขาดความรู้	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	7	15.91	6	13.64	13	29.55	18	40.90
2	31	70.45	6	13.64	4	9.09	3	6.82
3	9	20.45	1	2.27	22	50.00	12	27.28
4	9	20.45	10	22.73	16	36.36	9	20.46
5	1	2.27	2	4.55	36	81.82	5	11.36
6	16	36.36	1	2.27	16	36.36	11	25.01
7	5	11.36	2	4.55	23	52.27	14	31.82
8	7	15.91	6	13.64	14	31.82	17	39.45
9	10	22.73	9	20.45	10	22.73	15	34.09
10	13	29.55	2	4.55	9	20.45	20	45.45

จากตาราง 24 การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จำนวน 44 คน พบว่า

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องระบบสมการเชิงเส้น มีจำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2 และ 6

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น คือ ตอบข้อคำถามถูกต้องแต่ไม่มั่นใจในคำตอบที่ตนเองตอบ มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องระบบสมการเชิงเส้น มีจำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อ 3, 4, 5 และ 7

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น คือ มีความรู้ในเรื่องสมการเชิงเส้นแต่ความรู้ที่มีไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ มีจำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 8, 9 และ 10

จากการแยกกลุ่มคำตอบตามลักษณะคำตอบของนักเรียน เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องระบบสมการเชิงเส้น ดังนี้

1. ไม่เข้าใจการหาจุดตัดบนแกน x และ y จากกราฟที่กำหนดให้
2. ไม่เข้าใจเครื่องหมายของการย้ายข้างสมการเมื่อแก้สมการโดยวิธีการแทนที่ตัวแปร
3. ไม่เข้าใจเครื่องหมายของแต่ละพจน์เมื่อมีการกระจายหลังจากการแทนค่าตัวแปรในระบบสมการเชิงเส้น
4. ไม่เข้าใจการบวกกันของสองสมการเมื่อแก้สมการโดยวิธีการกำจัดตัวแปร
5. ไม่เข้าใจการทำสัมประสิทธิ์ของตัวแปรให้เท่ากันเพื่อแก้สมการโดยการกำจัดตัวแปร
6. ไม่เข้าใจการแก้สมการโดยการกำจัดตัวแปร
7. ไม่เข้าใจการสร้างระบบสมการจากโจทย์ที่กำหนดให้

ตาราง 25 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากนักเรียน 22 คน

ข้อ	แนวคิดถูกต้อง		ขาดความมั่นใจ ในความรู้		แนวคิด คลาดเคลื่อน		ขาดความรู้	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	17	77.27	2	9.09	2	9.09	1	4.55
2	11	50.00	2	9.09	5	22.73	4	17.37
3	15	68.18	3	13.63	3	13.63	1	4.55
4	15	68.18	2	9.09	3	13.63	2	19.10
5	11	50.00	4	18.18	1	4.55	6	27.27
6	4	18.18	3	13.63	7	31.82	8	36.37
7	12	54.55	1	4.55	3	13.63	6	27.27
8	9	40.91	3	13.63	1	4.55	9	40.91
9	18	81.82	2	9.09	1	4.55	1	4.54
10	0	0.00	1	4.55	19	86.36	2	9.09

จากตาราง 25 การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จำนวน 22 คน พบว่า

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องระบบอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีจำนวน 8 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 และ 9

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือ ตอบข้อคำถามถูกต้องแต่ไม่มั่นใจในคำตอบที่ตนเองตอบ มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 10

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือ มีความรู้ในเรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแต่ความรู้ที่มีไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ มีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 6

จากการแยกกลุ่มคำตอบตามลักษณะคำตอบของนักเรียน เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ดังนี้

1. ไม่เข้าใจการเขียนกราฟแสดงคำตอบของอสมการ
2. ไม่สามารถแสดงคำตอบที่สมเหตุสมผลของการแก้โจทย์ปัญหาอสมการได้

ตาราง 26 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม จากนักเรียน 45 คน

ข้อ	แนวคิดถูกต้อง		ขาดความมั่นใจ ในความรู้		แนวคิด คลาดเคลื่อน		ขาดความรู้	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	35	77.78	4	8.88	6	13.34	0	0.00
2	42	93.34	1	2.22	2	4.44	0	0.00
3	9	20.00	1	2.22	30	66.67	5	11.11
4	14	31.12	2	4.44	27	60	2	4.44
5	37	82.22	6	13.34	2	4.44	0	0.00

จากตาราง 26 การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จำนวน 45 คน พบว่า

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม มีจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2 และ 5

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม คือ ตอบข้อคำถามถูกต้องแต่ไม่มั่นใจในคำตอบที่ตนเองตอบ มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม มีจำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 3 และ 4

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม คือ มีความรู้ในเรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม แต่ความรู้ที่มีไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ มีจำนวน 0 ข้อ

จากการแยกกลุ่มคำตอบตามลักษณะคำตอบของนักเรียน เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม ดังนี้

1. ไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบพหุนามกรณีที่มีสัมประสิทธิ์ของพจน์แรกมากกว่า 1
2. ไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบพหุนามกรณีที่พจน์กลางเป็นลบ

ตาราง 27 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่อง สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จากนักเรียน 30 คน

ข้อ	แนวคิดถูกต้อง		ขาดความมั่นใจ ในความรู้		แนวคิด คลาดเคลื่อน		ขาดความรู้	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	18	60.01	1	3.33	10	33.33	1	3.33
2	24	80.00	2	6.66	3	10.01	1	3.33
3	25	83.33	3	10.01	2	6.66	0	0.00
4	26	86.68	2	6.66	1	3.33	1	3.33
5	28	93.34	0	0.00	1	3.33	1	3.33
6	22	73.32	3	10.01	3	10.01	2	6.66
7	0	0.00	0	0.00	29	96.67	1	3.33
8	14	46.67	1	3.33	13	43.34	2	6.66
9	19	63.33	3	10.01	4	13.33	4	13.33
10	23	76.68	1	3.33	2	6.66	4	13.33

จากตาราง 27 การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จำนวน 30 คน พบว่า

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว มีจำนวน 9 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 และ 10

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว คือ ตอบข้อคำถามถูกต้องแต่ไม่มั่นใจในคำตอบที่ตนเองตอบ มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว มีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 7

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว คือมีความรู้ในเรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว แต่ความรู้ที่มีไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ มีจำนวน 0 ข้อ

จากการแยกกลุ่มคำตอบตามลักษณะคำตอบของนักเรียน เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว คือ ไม่เข้าใจการแก้สมการกำลังสองที่อยู่ในรูปผลต่างกำลังสอง

ตาราง 28 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีลักษณะแนวคิดในแต่ละลักษณะ จากการทำแบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง จากนักเรียน 59 คน

ข้อ	แนวคิดถูกต้อง		ขาดความมั่นใจ ในความรู้		แนวคิด คลาดเคลื่อน		ขาดความรู้	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	34	57.63	4	6.78	15	25.42	6	10.17
2	21	35.59	6	10.17	17	28.81	15	25.43
3	10	16.95	10	16.95	21	35.59	18	30.20
4	7	11.86	3	5.08	30	50.85	19	32.21
5	11	18.64	2	3.39	22	37.29	24	40.68
6	9	15.25	2	3.39	31	52.55	17	28.81
7	1	1.69	4	6.78	37	62.72	17	28.81
8	5	8.47	6	10.17	27	45.77	21	35.59
9	11	18.64	14	23.73	20	33.90	14	23.73
10	14	23.73	4	6.78	23	38.98	18	30.51

จากตาราง 28 การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จำนวน 59 คน พบว่า

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง มีจำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1 และ 2

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง คือ ตอบข้อคำถามถูกต้องแต่ไม่มั่นใจในคำตอบที่ตนเองตอบ มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง มีจำนวน 7 ข้อ ได้แก่ ข้อ 3, 4, 6, 7, 8, 9 และ 10

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง คือมีความรู้ในเรื่องฟังก์ชันกำลังสอง แต่ความรู้ที่มีไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ มีจำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อ 5

จากการแยกกลุ่มคำตอบตามลักษณะคำตอบของนักเรียน เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง ดังนี้

1. ไม่สามารถอธิบายลักษณะของกราฟพาราโบลาว่าเป็นกราฟคว่ำหรือหงายจากสมการกำลังสองรูปมาตรฐานที่กำหนดให้
2. ไม่สามารถอธิบายการให้ค่าสูงหรือต่ำสุดของกราฟพาราโบลาจากสมการกำลังสองรูปทั่วไปที่กำหนดให้
3. ไม่สามารถสร้างฟังก์ชันกำลังสองจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้
4. ไม่สามารถหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการกำลังสองรูปมาตรฐานที่กำหนดให้ได้
5. ไม่สามารถหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการกำลังสองรูปทั่วไปที่กำหนดให้ได้
6. ไม่สามารถหาสมการเส้นสมมาตรของกราฟพาราโบลาจากสมการกำลังสองรูปมาตรฐานที่กำหนดให้ได้
7. ไม่สามารถหาสมการเส้นสมมาตรของกราฟพาราโบลาจากสมการกำลังสองรูปทั่วไปที่กำหนดให้ได้
8. ไม่สามารถหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของกราฟพาราโบลาจากสมการกำลังสองรูปทั่วไปที่กำหนดให้ได้

ตอนที่ 4 การพัฒนาแนวทางแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สารพัดคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

4.1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องจากการเรียนเรื่องฟังก์ชันกำลังสอง

เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สารพัดคณิต ทั้ง 5 ฉบับ แล้วพบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องฟังก์ชันกำลังสองมากที่สุด โดยพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน จำนวน 7 ข้อ จากจำนวนแบบทดสอบ 10 ข้อ

ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันกำลังสอง โดยใช้การสอนแบบนิรนัย (Deductive method) ซึ่งการสอนวิธีนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้รู้หลักการและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการยกตัวอย่างลักษณะโจทย์ที่หลากหลายที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้การสอนแบบนิรนัยยังมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์การปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 (Covid-19) ที่ต้องจัดการเรียนการสอนรูปแบบออนไลน์ ทำให้สามารถถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้ง่าย รวดเร็ว ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้น้อยและไม่มากนัก และผู้เรียนได้ฝึกและประยุกต์ใช้หลักการในการแก้โจทย์ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จุดบกพร่องทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ หลังจากนักเรียนได้ทำแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์และนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบแผนการสอนและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการสอนก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ในการสอนนี้ ผู้วิจัยใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน จากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ จัดทำการสอนคาบเรียนละ 50 นาที จำนวน 2 คาบเรียน โดยให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 10 ข้อ ซึ่งผลการทดสอบ ดังตาราง 29

ตาราง 29 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง

การทดสอบ	ก่อนเรียน	หลังเรียน
N	30	30
\bar{X}	4.77	7.53
S.D.	1.83	1.38

ตาราง 29 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากที่ได้จัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียน จำนวน 30 คน พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.77 (S.D 1.83) และค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 7.53 (S.D 1.38) แสดงว่าหลังจากที่ได้จัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนแล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงขึ้น

ตาราง 30 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีความคิดคลาดเคลื่อนและขาดความรู้ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง ก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
	แนวคิด คลาดเคลื่อน	ร้อยละ	ขาด ความรู้	ร้อยละ	แนวคิด คลาดเคลื่อน	ร้อยละ	ขาด ความรู้	ร้อยละ
1	12	40.00%	1	3.33%	7	23.33%	2	6.67%
2	12	40.00%	9	30.00%	8	26.67%	3	10.00%
3	13	43.33%	10	33.33%	8	26.67%	5	16.67%
4	17	56.67%	9	30.00%	8	26.67%	5	16.67%
5	16	53.33%	11	36.67%	8	26.67%	5	16.67%
6	17	56.67%	8	26.67%	4	13.33%	2	6.67%
7	21	70.00%	6	20.00%	10	33.33%	4	13.33%
8	15	50.00%	12	40.00%	5	16.67%	4	13.33%
9	11	36.67%	9	30.00%	7	23.33%	2	6.67%
10	15	50.00%	9	30.00%	6	20.00%	6	20.00%

ตาราง 30 แสดงผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ จำนวน 30 คน เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณาลักษณะการตอบของนักเรียนในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนและกลุ่มขาดความรู้ พบว่า ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนและกลุ่มขาดความรู้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมีจำนวนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับร้อยละของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีระดับความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเรื่องฟังก์ชันกำลังสองเพิ่มขึ้นหลังจากที่มีการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียน

4.2 การพัฒนาคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ศึกษาอยู่ในโครงการภาคภาษาอังกฤษ เหมาะสำหรับครูและบุคลากรที่ทำการสอนในโครงการภาคภาษาอังกฤษ ที่จะสามารถช่วยครูผู้สอนในการหาจุดบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาสาระพีชคณิต ได้สะดวกยิ่งขึ้น ประกอบด้วยแบบทดสอบจำนวน 5 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุคูณ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว และฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง

วัตถุประสงค์ของคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต

1. เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
2. เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับครูในการแก้ไขจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
3. เพื่อทราบลักษณะกลุ่มแนวคิดทางการเรียนของนักเรียนจากการตอบข้อคำถามแต่ละข้อ
4. เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ด้านแนวคิดคลาดเคลื่อน

คำแนะนำการใช้คู่มือ

เพื่อให้การใช้คู่มือฉบับนี้มีประสิทธิภาพ เกิดความเข้าใจในวิธีการวินิจฉัยจุดบกพร่องของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต และมีการวินิจฉัยที่ถูกต้อง ซึ่งมีวิธีการใช้คู่มือ ดังนี้

1. ทราบวัตถุประสงค์ของคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัย และทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ทราบถึงลักษณะของคำตอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัย และการจัดกลุ่มแนวคิด
3. ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบในแบบทดสอบโดยกากบาทลงในแบบทดสอบ
4. ครูผู้สอนใส่รหัสของคำตอบลงในแบบฟอร์มรหัสคำตอบ
5. ครูผู้สอนเปรียบเทียบรหัสของคำตอบที่ได้แต่ละข้อกับกลุ่มแนวคิด เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนรู้ในข้อคำถามนั้น อยู่ในกลุ่มใด
6. สำหรับกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้ครูผู้สอนดูการแปลความรหัสลักษณะคำตอบ สำหรับกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน

การพัฒนาคู่มือแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือ

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของการนำคู่มือไปใช้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตาราง 31

ตาราง 31 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับการประเมินขององค์ประกอบของคู่มือ

รายการประเมิน		ระดับการประเมิน		
		\bar{X}	S.D	แปลผล
ด้านคำชี้แจง				
1	มีความชัดเจนครบถ้วน	4.67	0.58	มากที่สุด
2	ข้อปฏิบัติในการใช้คู่มือเข้าใจง่าย ชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
ด้านแบบทดสอบ				
3	ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
4	ข้อคำถามมีความเป็นปรนัย	5.00	0.00	มากที่สุด
5	การจัดแบบทดสอบเป็นหมวดหมู่	4.33	0.58	มาก
6	การใส่รหัสแนวคิด เข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
7	ช่วยครูผู้สอนในการวิเคราะห์จุดบกพร่องของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
ด้านการประเมินผล				
8	กระบวนการประเมินผลมีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
9	การแปลความของแบบทดสอบถูกต้อง	4.67	0.58	มากที่สุด

จากตาราง 31 แสดงว่าการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ พบว่า โดยรวม ผู้ประเมินมีความเห็นว่า องค์ประกอบด้านคำชี้แจง ได้แก่ ความชัดเจนครบถ้วน และข้อปฏิบัติในการใช้คู่มือ อยู่ระดับมากที่สุด ด้านแบบทดสอบ ได้แก่ ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ข้อคำถามมีความเป็นปรนัย การใส่รหัสแนวคิด เข้าใจง่าย และช่วยครูผู้สอนในการวิเคราะห์จุดบกพร่องของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ระดับมากที่สุด และการจัดแบบทดสอบเป็นหมวดหมู่ มีความเหมาะสมอยู่ระดับมาก ด้านการประเมินผล ได้แก่ กระบวนการประเมินผลมีความชัดเจน และการแปลความของแบบทดสอบถูกต้อง มีความเหมาะสมอยู่ระดับมากที่สุด

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการนำคู่มือไปใช้

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คู่มือโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตาราง 32

ตาราง 32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับการประเมินของผู้ประเมินความเหมาะสมในการนำคู่มือไปใช้

	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน		
		\bar{X}	S.D	แปลผล
1	ขนาดเล่มมีความเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
2	การออกแบบปกของคู่มือเหมาะสม	3.67	0.58	มาก
3	ตัวอักษรอ่านง่าย	4.00	0.00	มาก
4	เนื้อหาอ่านเข้าใจง่าย	4.00	0.00	มาก
5	การจัดเนื้อหาเป็นหมวดหมู่	3.67	0.58	มาก
6	เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
7	เนื้อหาของคู่มือช่วยให้เข้าใจกระบวนการ วินิจฉัยจุดบกพร่องของผู้เรียน	3.67	0.58	มาก
8	คู่มือเป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัยจุดบกพร่องใน การเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต	4.00	0.00	มาก
ความพึงพอใจของท่านโดยรวม		4.33	0.58	มาก

จากตาราง 32 แสดงว่าการประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้ของคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ พบว่า โดยรวม ผู้ประเมินมีความเห็นว่า คู่มือมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ อยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D.=0.58)

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอสรุปวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการวิจัย และวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์สาระพีชคณิต ในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
3. เพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้น
4. เพื่อพัฒนาคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในปีการศึกษา 2564 ในโครงการภาคภาษาอังกฤษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 45 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 45 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียน 1,350 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวนนักเรียน 500 คน โดยทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในสาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย

1. ระบบสมการเชิงเส้น
2. อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
3. การแยกตัวประกอบของพหุนาม
4. สมการกำลังสองตัวแปรเดียว
5. ฟังก์ชันกำลังสอง

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผลการทดสอบระดับชาติและระดับนานาชาติ พบว่านักเรียนมีผลจากการทดสอบต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์ ด้านพีชคณิตมีสัดส่วนถึงร้อยละ 60 ของเนื้อหาทั้งหมด และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนชาวต่างชาติในโครงการภาคภาษาอังกฤษเกี่ยวกับแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีทั้งแบบทดสอบแบบตัวเลือกและแบบเขียนอธิบาย อย่างไรก็ตามแบบทดสอบดังกล่าวไม่สามารถวัดความคลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ และไม่สามารถทราบได้ว่ากรณีที่นักเรียนตอบถูกนั้นมาจากเหตุผลที่ถูกหรือผิด หรือเกิดจากการเดาคำตอบ จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่ลำดับขั้น สามารถวัดจุดบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ลำดับขั้นวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยเนื้อหาในสาระพีชคณิต ที่ทำการศึกษาประกอบด้วย

1. ระบบสมการเชิงเส้น
2. อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
3. การแยกตัวประกอบพหุนาม

4. สมการกำลังสองตัวแปรเดียว

5. ฟังก์ชันกำลังสอง

ผู้วิจัยได้ศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาและศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ทั้ง 5 เรื่อง เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ โดยมีแบบทดสอบทั้งหมด 5 ฉบับและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นแบบเขียนอธิบายคำตอบ หลังจากนั้นได้นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทำการทดสอบกับนักเรียนจำนวน 30 คน ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากการตอบไปสร้างตัวลองของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น สำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นมีทั้งหมด 5 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 20 ข้อ ฉบับที่ 2 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ และฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 20 ข้อ

ตอนที่ 2 คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ได้แก่ ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น จากนั้นผู้วิจัยได้ตัดข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ซึ่งได้จำนวนข้อคำถามในแต่ละฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 2 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม จำนวน 5 ข้อ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 10 ข้อ และฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 10 ข้อ จากนั้นได้ทำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับไปทดสอบกับนักเรียนจำนวนรวม 200 คน จากนั้นได้นำเกณฑ์การจัดกลุ่มรหัสแนวคิด 16 ลักษณะประกอบด้วย กลุ่มแนวคิดถูกต้อง กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และกลุ่มขาดความรู้ วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มแนวคิดดังกล่าว

ตอนที่ 3 การศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

การศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยลักษณะของข้อคำถามจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบของข้อคำถาม ประกอบด้วยตัวเลือก 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวง

ส่วนที่ 2 คือ ระดับความมั่นใจในการตอบข้อคำถาม ประกอบด้วย 2 ตัวเลือก คือ มั่นใจ (sure) และไม่มั่นใจ (not sure)

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ ประกอบด้วยตัวเลือก 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวง

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในการตอบข้อคำถาม ประกอบด้วย 2 ตัวเลือก คือ มั่นใจ (sure) และไม่มั่นใจ (not sure)

สำหรับลักษณะของคำตอบที่ได้จากการตอบแบบสอบถามที่ได้จะมีด้วยกัน 16 ลักษณะ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกลุ่มของแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแนวคิดถูกต้อง กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และกลุ่มขาดความรู้ วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยจำแนกเป็นรายชื่อและทำการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนที่มีกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนในแต่ละฉบับ เพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในแต่ละข้ออย่างไร

ตอนที่ 4 การพัฒนาแนวทางแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนในแต่ละฉบับ พบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง มากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำแผนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง พร้อมทั้งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการสอน สำหรับแผนการจัดการเรียนการสอนจะเป็นการสอนแบบนิรนัย จำนวน 2 คาบ เป็นเวลา 100 นาที และสอนนักเรียน จำนวน 30 คน

การพัฒนาคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ มีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. การจัดทำโครงร่างของคู่มือ
3. การประเมินความเหมาะสมของคู่มือ
4. จัดทำคู่มือฉบับสมบูรณ์

สรุปผลการวิจัย

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ทั้งหมด 5 ฉบับ ได้จากการสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อสำรวจ และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจัดทำแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อหาจุดบกพร่องทางการเรียน ได้แก่ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 20 ข้อ ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้น จำนวน 20 ข้อ ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 20 ข้อ และฉบับที่ 5 จำนวน 20 ข้อ หลังจากที่ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก แล้ว จำนวนข้อคำถามในแต่ละฉบับเป็นดังนี้ ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้น จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม จำนวน 5 ข้อ ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว จำนวน 10 ข้อ และฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสองจำนวน 10 ข้อ

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์สาระพีชคณิต ในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การจัดทำแบบสำรวจวินิจฉัยลำดับขั้น วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ทั้งหมด 5 ฉบับ ซึ่งได้มีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่ามีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 และมีค่าความยากง่ายในแต่ละฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 0.43-0.77 ฉบับที่ 2 0.23-0.77 ฉบับที่ 3 0.70-0.78 ฉบับที่ 4 0.63-0.80 และฉบับที่ 5 0.51-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้ ฉบับที่ 1 0.14-0.64 ฉบับที่ 2 0.19-0.45 ฉบับที่ 3 0.39-0.43 ฉบับที่ 4 0.33-0.60 และฉบับที่ 5 0.30-0.63 สำหรับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ คือ .95, .83, .73, .81 และ .77 ตามลำดับ

3. การศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้น

จากการนำแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้พัฒนาขึ้นจนมีประสิทธิภาพแล้วทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียน จำนวนรวม 200 คน มีรายละเอียดดังนี้

ฉบับที่ 1

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องระบบสมการเชิงเส้น มีจำนวน 2 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องระบบสมการเชิงเส้น มีจำนวน 4 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น มีจำนวน 4 ข้อ

ฉบับที่ 2

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีจำนวน 8 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีจำนวน 1 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีจำนวน 1 ข้อ

ฉบับที่ 3

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม มีจำนวน 3 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม มีจำนวน 2 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม มีจำนวน 0 ข้อ

ฉบับที่ 4

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว มีจำนวน 9 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว มีจำนวน 1 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว มีจำนวน 0 ข้อ

ฉบับที่ 5

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง มีจำนวน 2 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความมั่นใจในความรู้ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง มีจำนวน 0 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง มีจำนวน 7 ข้อ

ข้อคำถามที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ขาดความรู้ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง มีจำนวน 1 ข้อ

4. การพัฒนาแนวทางแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องจากการเรียนเรื่องฟังก์ชัน จากการสอนด้วยวิธีนิรนัย (Deductive method) เพื่อแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียน เรื่องฟังก์ชัน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น

การพัฒนาคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบสี่ลำดับขั้น สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ แบ่งการวิเคราะห์ 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือ ผู้ประเมินมีความเห็นว่า ด้านคำชี้แจง มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านแบบทดสอบ ได้แก่ การจัดหมวดหมู่ อยู่ระดับมาก ส่วนข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ข้อคำถามมีความเป็นปรนัย

การใส่รหัสแนวคิดเข้าใจง่าย และช่วยครูผู้สอนในการวิเคราะห์จุดบกพร่อง อยู่ระดับมากที่สุด และด้านประเมินผล อยู่ระดับมากที่สุด

2. การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการนำคู่มือไปใช้ ผู้ประเมินมีความเห็นว่าการเหมาะสมในการนำคู่มือไปใช้ อยู่ระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น ซึ่งแตกต่างจากแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้น ที่มีส่วนคำถามและส่วนของเหตุผลของการตอบในส่วนแรก ซึ่งไม่สามารถจำแนกได้ว่าผู้ที่ตอบถูกนั้นเกิดจากความเข้าใจถูกต้องหรือตอบถูกจากการเดา ขณะเดียวกันก็ไม่สามารถจำแนกได้ว่าผู้ที่ตอบผิดนั้น เกิดจากการมีแนวคิดคลาดเคลื่อนหรือจากการขาดความรู้ (สุพรรณษา หอมฤทธิ์, 2559) สำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้น ซึ่งมีการเพิ่มระดับความมั่นใจในตอนท้ายของข้อคำถาม ซึ่งสามารถจำแนกผู้สอบที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนและผู้ขาดความรู้ได้ แต่ไม่สามารถให้รายละเอียดถึงความมั่นใจของผู้สอบที่มีความมั่นใจในส่วนที่ 1 (คำตอบของข้อคำถาม) และส่วนที่ 2 (เหตุผลของการตอบส่วนที่ 1) แตกต่างกัน (Kirbulut Z.D. ;& Geban O, 2014) สำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ ส่วนที่ 2 เป็นระดับความมั่นใจของผู้สอบในการเลือกคำตอบในส่วนที่ 1 ส่วนที่ 3 เป็นเหตุผลของการตอบในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 4 เป็นระดับความมั่นใจของการตอบส่วนที่ 3 ซึ่งสามารถแยกกลุ่มผู้สอบจากลักษณะของคำตอบได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแนวคิดถูกต้อง กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน และกลุ่มขาดความรู้ (Friyani & Rusilowati, 2017; Gurel D.K., 2015) จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นสามารถจำแนกกลุ่มผู้เรียนได้ดีกว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสองลำดับขั้นและสามลำดับขั้น

นอกจากนี้เมื่อนำแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ แต่ละฉบับไปศึกษาแนวคิดกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวนรวม 200 คน พบว่า ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน รองลงมาคือกลุ่มขาดความรู้ กลุ่มแนวคิดถูกต้อง และกลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ ตามลำดับ ทั้งนี้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องระบบสมการเชิงเส้นเนื่องจากไม่เข้าใจการแก้ระบบสมการโดยการแทนที่ การแก้สมการโดยการแทนค่า การแก้ระบบสมการโดยการกำจัดตัวแปร และการแก้สมการโดยการกำจัดตัวแปรที่มีสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรไม่เท่ากัน ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มี

แนวคิดถูกต้อง รองลงมาคือกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน กลุ่มขาดความรู้ และกลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ ตามลำดับ ทั้งนี้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เนื่องจากไม่เข้าใจความหมายของคำตอบที่ได้จากการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง รองลงมาคือกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ และกลุ่มขาดความรู้ ตามลำดับ ทั้งนี้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม เนื่องจากไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบพหุนามในกรณีที่มีสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรที่ยกกำลังสอง และไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบพหุนามในกรณีที่พจน์กลางเป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สหชาติ เหล็กชาย (2538) ที่ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง รองลงมาคือกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน กลุ่มขาดความรู้ และกลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ ตามลำดับ ทั้งนี้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว เนื่องจากไม่เข้าใจการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปผลต่างกำลังสอง ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน รองลงมาคือ กลุ่มขาดความรู้ กลุ่มแนวคิดถูกต้อง และกลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ ตามลำดับ ทั้งนี้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องฟังก์ชันกำลังสอง เนื่องจากไม่สามารถอธิบายลักษณะกราฟพาราโบลาได้ ไม่สามารถอธิบายการให้ค่าต่ำสุดหรือสูงสุดของกราฟพาราโบลาจากสมการรูปทั่วไปได้ ไม่สามารถสร้างฟังก์ชันกำลังสองจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ ไม่สามารถหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาได้ และไม่สามารถหาสมการเส้นสมมาตรของกราฟพาราโบลาได้

สำหรับการพัฒนาการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องทางการเรียนที่ได้จากการวิจัยนี้ซึ่งผู้วิจัยใช้การสอนแบบนิรนัยซึ่งเป็นไปตามบริบทของการแพร่ระบาดของโรค Covid-19 ที่ผู้วิจัยต้องทำการทดลองสอนผ่านระบบออนไลน์ ซึ่งพบว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น เพราะสามารถทำคะแนนหลังเรียนได้สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ ว่าที่ ร.ต.อรรคพล คำภู (2543) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย วิธีสอนแบบนิรนัย และวิธีการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบนิรนัยกับวิธีการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้านคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ซึ่งมีระดับการประเมินด้านองค์ประกอบของคู่มืออยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากว่าคู่มือฯ มีองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์ที่สามารถวัดและแปลผลลักษณะคำตอบของนักเรียนได้ถูกต้อง ในด้านของผลการประเมินความเหมาะสมของการนำคู่มือไปใช้ ซึ่งมีผลการประเมินอยู่ระดับ มาก แสดงว่าคู่มือมีการอธิบายรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้ใช้เข้าใจถึงการนำคู่มือไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การจัดทำแผนการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ จัดทำตามความเหมาะสมของบริบทที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งทำการสอนผ่านระบบออนไลน์ ซึ่งอาจใช้วิธีการสอนอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทเปลี่ยนไป

2. ครูควรศึกษาการใช้คู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษอย่างละเอียด เช่น การไม่จำกัดเวลาในการทำแบบทดสอบของนักเรียน การศึกษาการกำหนดรหัสเพื่อจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน เป็นต้น

3. ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบช่วยให้ครูผู้สอนทราบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิตอย่างไรบ้าง เพื่อหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแนวคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าว

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นสามารถวินิจฉัยแนวคิดของนักเรียนได้ชัดเจน ซึ่งมี 4 ลักษณะ ได้แก่ แนวคิดถูกต้อง การขาดความมั่นใจในความรู้ แนวคิดคลาดเคลื่อน และการขาดความรู้ของนักเรียน ดังนั้นสามารถนำรูปแบบการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนในวิชาอื่น ๆ ได้

2. การศึกษาแนวคิดของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ที่สามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ แนวคิดถูกต้อง การขาดความมั่นใจในความรู้ แนวคิดคลาดเคลื่อน และการขาดความรู้ ให้สามารถทำการวิเคราะห์ที่ไต่รวดเร็วมากขึ้นโดยการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องนี้ด้วยระบบคอมพิวเตอร์

บรรณานุกรม

- Afif N. F, Nugraha M. G, & Samsudin A. (2017). Development energy and momentum conceptual survey with four-tier diagnostic test items. American Institute of Physics.
- Bayrak B. K. (2013). Using two-tier test to identify primary students' conceptual understanding and alternative conceptions in acid base. Mevlana International Journal of Education, 3(2).
- Cunningham G. K. (1986). Education and Psychological Measurement. New York: Macmillan Publishing Company.
- Dindar A. C, & Geban O. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. Procedia Social and Behavioral Sciences, 15.
- Fariyani Q, Sugianto S, & Rusilowati A. (2017). Four-tier diagnostic test to identify misconception inn geometrical optics. Unnes Science Education Journal, 6(3).
- Gay L.R. (1991). Educational Evaluation and Measurement: Competencies for Analysis and Application (2 nd ed ed.): Macmillan Pulishing Company.
- Hermita N, Suhandi A, Syaodih E, & Samsudin A. (2017). A four-tier diagnostic test to assexx pre-service elementary teachers' on electricity magnetism. The 1 st UR International Conference on Educational Sciences, 1.
- Hermita N, Suhandi A, Syaodih E, Samsudin A, Isjoni, Johan H, & Safitri D. (2017). Constructing and implementing a four tier test about static electricity to diagnose pre-service elementary school teacher' misconceptions. Journal of Physics. Series 895 (2017).
- Kanlı U. (2015). Using a two-tier test to analyse students' and teachers' alternative concepts in astronomy. Science Education International, 26(2).
- Kirbulut Z. D. (2014). Using three-tier diagnostic test to assess students' misconceptions of state of matter. Eurasia journal of Mathematics, 10.
- Lindquist E.F. (1966). Educational Measurement: George Banta Publishing Company.

- Mania S. (2018). Diagnostic Test Instrument of Two-Tier Multiple Choices to Identify Mathematic Concept Understanding. *Journal of Physics*, 114, (2018) 012045.
- Mutla A, & Sesen B. A. (2015). Development of a two-tier diagnostic test to assess undergraduates' understanding of some chemistry cconcepts. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174.
- Robert V. Krejcie, & Daryle W. Morgan. (1970). *Education and Psychological Measurement*.
- Saat R. M, Fadzil H. M, Aziz N. A, Haron K, Rashid K. A, & Shamsuar N. R. (2016). Development of an online three-tier diagnostic test to assess pre-university students' understanding of cellular respiration. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4).
- Siswaningsih W. (2017). Development of Two-Tier Diagnostic Test Pictorial-Based for Identifying HighSchool Students Misconceptions on the Mole Concept. *Journal of Physics*, 812, (2017) 012117.
- Treagust, D.F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconception in science. *International Journal of Science Education*, 10, 159-169.
- Tuysuz C. (2009). Development of two-tier diagnostic instrument and assess students' understanding in chemistry. *Scientific Research and Essay*, 4(6).
- Uyylgan M A. (2014). Assessing The Students' Understanding Related to Molcular Geometry Using a Two-tier Diagnostic Testt. *Journal of Baltic Science Education*, 13(6).
- Wiersma W. et al. (1990). *Educational Measurement and Testing: The University of Toledo*.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กัญวลัญญ์ จิตรดี. (2559). *การสร้างแบบทดสอบวินิจจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก. (ปริญญาานิพนธ์)*. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- คมสัน เอ็นคะวัน. (2553). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา อุตรธานี. วารสารวัดผลการศึกษา, 16.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ชวาล แพ้วัดกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โชติ เพชรชื่น. (2544). แบบทดสอบวินิจฉัย. สารานุกรมศึกษาศาสตร์, (23).
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. ติศนา แซมณี. (2550). รูปแบบการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรรัตน์ นาชัยฤทธิ. (2550). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การคูณและการหารจำนวนนับ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ปิยนฎ ปิยะรัตน์. (2556). ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียน สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต1. (ปริญญาานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2533). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชชา บุญหาร. (2561). การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมบัติของเลข ยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษากลุ่มทวารวี่ จังหวัด ปราจีนบุรี: โครงการหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ไพศาล ดาแร่. (2561). การสร้างระบบแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระที่ 4 พีชคณิต เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6. วารสารโครงการวิทยการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, 4(1).
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2551). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ, และ อังคนา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วรรณดี ชุณหภูมียานนท์. (2524). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจิตวิทยาคณิตศาสตร์ เรื่องโพลิโนเมียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 4 กรุงเทพมหานคร. (ปริญญาานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วิจิตพาลี เจริญขวัญ. (2554). การทดสอบทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556ก). ทฤษฎีการทดสอบ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ สืบค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2561, จาก <https://www.matichon.co.th/education/>.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556ข). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สรุปผลการประเมิน PISA 2015. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สรุปผลการประเมิน TIMSS 2015. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2562). การวัดผลการศึกษา. กอ์สินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สหชาติ เหล็กขाय. (2538). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามและสมการกำลังสอง สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. (ปริญญาานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลำปาง เขต1 สรุปผลการวิเคราะห์ผลการประเมิน RT NT O-NET 3 ปีซ้อนหลัง 2562-2560. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2563. <http://anyflip.com/eauxt/thmq/basic>.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กระทรวงศึกษาธิการ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพมหานคร.
- สำนักปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564). กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

- สิทธิพร พิมอักษร. (2554). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนสาระพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ. (2554). วิธีการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชาติ สิริมีนนท์. (2542). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. (ปริญญานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุพรรณณี ภิรมย์ภักดี. (2541). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุพรรณษา หอมฤทธิ์. (2559). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและการขาดความรู้ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสิงห์บุรี. (ปริญญานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุภาภรณ์ มณีประวีต. (2562). การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 2 สหวิทยาเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10, 1(10), 2019.
- อุไรวรรณ ทศนบุตร. (2523). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดนครสวรรค์. (ปริญญานิพนธ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

แบบทดสอบเพื่อสำรวจ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิริยะ ศิริชานนท์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2. อาจารย์ ดร.มารุต เขียวแก้ว คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
3. Ms. Maria Mercedes Beron Garcia โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒

แบบทดสอบวินิจฉัย

4. อาจารย์สุวิมล เจียรรวรานิช คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
5. อาจารย์สุพัตรา กฤษวัฒนาภรณ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
6. อาจารย์อัษฎชลี อินคำปา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

แบบประเมินแผนการสอน

7. อาจารย์ ดร.สรานีย์ สุทธิศรีปภ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
8. อาจารย์มินตรา ศักดิ์ดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชเทคโนโลยีมงคลกรุงเทพ
9. อาจารย์สุพัตรา กฤษวัฒนาภรณ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชเทคโนโลยีมงคลกรุงเทพ

แบบประเมินความถูกต้องเหมาะสมของการจัดกลุ่มแนวคิด


10. อาจารย์ ดร.สรานีย์ สุทธิศรีปภ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริภาณี ศรีกนก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์โสภณ เปี้ยสนิท คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของคู่มือ

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 13. อาจารย์อัญชลี อินคำปา | คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
กรุงเทพ |
| 14. อาจารย์ ดร.สรานีย์ สุทธิศรีปภ | คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
กรุงเทพ |
| 15. อาจารย์สุพัตรา กฤษวัฒนาภรณ์ | คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
กรุงเทพ |

แบบประเมินความเหมาะสมของการนำคู่มือไปใช้

- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภศิลป์ เฟื่องฟูง | คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
กรุงเทพ |
| 2. ครูวิชชุดา สุนิกร | โรงเรียนก้นตฬาราราม (สีบ-ลูกจันทร์
จิ่งประไพ) |
| 3. ครูอรรรณ สิ้นห์แก้ว | โรงเรียนก้นตฬาราราม (สีบ-ลูกจันทร์
จิ่งประไพ) |



ภาคผนวก ข

ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
 (พิจารณาค่า IOC = 0.50 ขึ้นไป)

แบบทดสอบ	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการ คัดเลือก
		1	2	3			
ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น	1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	5	1	1	0	2	0.67	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	6	1	0	1	2	0.67	คัดเลือกไว้
	7	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	8	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม	1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	7	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	8	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้

แบบทดสอบ	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการ คัดเลือก
		1	2	3			
	9	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	10	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	11	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	12	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	13	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	14	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง	1	1	0	1	2	0.67	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	7	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	8	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
	9	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้



ภาคผนวก ค

ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้น
 วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
 ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น
 (พิจารณาค่า IOC = 0.50 ขึ้นไป)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการคัดเลือก
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
8	1	0	1	2	0.67	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
18	1	1	0	2	0.67	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้

ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
 วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
 ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 (พิจารณาค่า IOC = 0.50 ขึ้นไป)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการคัดเลือก
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
3	0	1	1	2	0.67	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
7	0	1	1	2	0.67	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้

ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
 วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
 ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม
 (พิจารณาค่า IOC = 0.50 ขึ้นไป)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการคัดเลือก
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้

ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
 วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
 ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว
 (พิจารณาค่า IOC = 0.50 ขึ้นไป)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการคัดเลือก
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	0	2	0.67	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้

ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น
 วิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
 ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง
 (พิจารณาค่า IOC = 0.50 ขึ้นไป)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการคัดเลือก
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	3	1	คัดเลือกไว้



ภาคผนวก ง

ผลการประเมินความถูกต้องเหมาะสมในการจัดกลุ่มแนวคิดโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินความถูกต้องเหมาะสมในการจัดกลุ่มรหัสแนวคิด โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลักษณะคำตอบ ที่	รหัส (Code)	กลุ่มแนวคิด	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1111	แนวคิดที่ถูกต้อง	1	1	1	1.00
2	1110	ขาดความมั่นใจ	1	1	1	1.00
5	1011	ขาดความมั่นใจ	1	1	1	1.00
6	1010	ขาดความมั่นใจ	1	1	1	1.00
3	1101	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน	1	1	1	1.00
7	1001	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน	1	1	1	1.00
9	0111	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน	1	1	1	1.00
10	0110	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน	1	1	1	1.00
11	0101	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน	1	1	1	1.00
12	0100	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน	1	1	1	1.00
15	0001	แนวคิดที่คลาดเคลื่อน	1	1	1	1.00
4	1100	ขาดความรู้	1	1	1	1.00
8	1000	ขาดความรู้	1	1	1	1.00
13	0011	ขาดความรู้	1	1	1	1.00
14	0010	ขาดความรู้	1	1	1	1.00
16	0000	ขาดความรู้	1	1	1	1.00

หมายเหตุ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดมีความถูกต้องเหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดมีความถูกต้องเหมาะสม

1 หมายถึง เห็นด้วยว่าการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดมีความถูกต้องเหมาะสม

ภาคผนวก จ

วิเคราะห์จุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต
ด้วยแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง



**แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่องระบบสมการเชิงเส้น**

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
1. การอ่านกราฟ	1. อ่านค่าของ x และ y สลับแกน 2. วาดกราฟสลับข้าง เช่น จากซ้ายลงมาขวา เป็นจากซ้ายขึ้นไปขวา 3. ไม่เข้าใจการอ่านค่าจุดตัดแกน x และ y	16.36% 30.00% 23.33%
2. คำตอบของระบบสมการจากกราฟ	1. เข้าใจว่าคำตอบของระบบสมการคือจุดที่กราฟตัดแกน y 2. เข้าใจว่าคำตอบของระบบสมการคือค่าที่มากที่สุดที่กราฟตัดแกน x 3. เข้าใจว่าคำตอบของระบบสมการคือค่าที่น้อยที่สุดที่กราฟตัดแกน x	20.00% 23.33% 16.67%
3. การแก้สมการโดยการแทนค่าตัวแปร	1. แทนค่าโดยเขียนเครื่องหมายหน้าตัวแปรผิดพลาด 2. ย้ายข้างสมการโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมายก่อนการแทนที่ 3. เปลี่ยนเครื่องหมายของตัวแปรในสมการที่ไปแทนที่	23.33% 23.33% 30.00%
4. การกระจายสมการหลังจากแทนค่าตัวแปรด้วยค่าที่เป็นลบ	1. กระจายค่าในวงเล็บแล้วเปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงข้ามเฉพาะค่าที่เป็นตัวเลข 2. กระจายค่าในวงเล็บแล้วเปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงข้ามเฉพาะค่าที่เป็นตัวแปร 3. กระจายค่าในวงเล็บแล้วไม่เปลี่ยนเครื่องหมายเป็นตรงข้าม	23.33% 20.00% 33.33%
5. การแก้สมการโดยการกำจัดตัวแปร กรณีสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรมีค่าเท่ากัน	1. ผิดพลาดจากการคำนวณ 2. บวกระบบสมการเฉพาะค่าตัวเลขทางขวาของสมการ 3. บวกระบบสมการโดยไม่สนใจเครื่องหมายหน้าตัวแปร	36.67% 26.67% 36.67%
6. การแก้สมการโดยการกำจัดตัวแปร (ตรวจสอบการบวกหรือลบเพื่อกำจัดตัวแปร)	1. ใช้วิธีการบวกหรือลบผิดในการจะกำจัดตัวแปร 2. เข้าใจว่ากำจัดตัวแปรต้องนำค่าทางขวาที่มากกว่าลบด้วยค่าที่น้อยกว่า 3. เข้าใจว่าการหารเป็นการกำจัดตัวแปรทำให้ตัวแปรหายไป	36.67% 16.67% 33.33%
7. การแก้สมการโดยการกำจัด	1. ทำค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรให้เท่ากันแต่คูณผิด	33.33%

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
ตัวแปร กรณีสัมพันธ์หน้า ตัวแปรไม่เท่ากัน	สมการ 2. กำจัดตัวแปรในขณะที่ยังมีสัมพันธ์หน้าตัวแปรยังไม่เท่ากัน แต่ใช้วิธีการบวกหรือลบได้ถูกต้อง 3. ใช้การบวกหรือลบที่ไม่เป็นการกำจัดตัวแปร	40.00% 40.00%
8. การหาคำตอบของระบบ สมการ	1. แทนค่าตัวแปรในสมการ แต่แก้สมการไม่ถูกต้อง 2. แทนค่าตัวแปรในสมการหนึ่งได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้ตรวจสอบการแทนค่าในอีกสมการหนึ่ง 3. ไม่เข้าใจการทำให้สัมพันธ์หน้าตัวแปรเท่ากันก่อนแก้สมการ	30.00% 40.00% 36.67%
9. การสร้างระบบสมการจาก โจทย์ปัญหา	1. เข้าใจว่า Half คือการคูณด้วย 2 2. ไม่ได้ใส่วงเล็บในผลบวกของตัวแปรสองตัว 3. เข้าใจคำว่า sum คือ การคูณ	20.00% 36.67% 16.67%
10. แก้ปัญหาโจทย์ระบบ สมการ	1. แก้สมการถูกต้องแต่สรุปคำตอบผิด 2. ใช้เครื่องหมายระหว่างตัวแปรไม่ถูกต้อง 3. ใช้การคูณของสัมพันธ์กับตัวแปรไม่ถูกต้อง	53.33% 26.67% 26.67%

**แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว**

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
1. การอ่านค่าอสมการ	1. ไม่เข้าใจเครื่องหมาย \leq 2. ไม่เข้าใจเครื่องหมาย $<$ 3. ไม่เข้าใจการอ่านค่าของอสมการคู่	20.00% 16.67% 36.67%
2. การอ่านค่าสัญลักษณ์จุด ดำหรือจุดขาวบนเส้นจำนวน	1. ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ จุดดำ 2. ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ จุดขาว 3. ไม่เข้าใจการแทนจุดดำด้วยเครื่องหมายอสมการ	23.33% 20.00% 30.00%
3. การอ่านค่าสัญลักษณ์บน เส้นจำนวนที่มีทั้งจุดดำและ ขาว	1. ไม่เข้าใจการแทนจุดดำด้วยเครื่องหมายอสมการ 2. ไม่เข้าใจการแทนจุดขาวด้วยเครื่องหมายอสมการ 3. ไม่เข้าใจการวางตำแหน่งตัวเลขในอสมการ	33.33% 30.00% 23.33%
4. การแก้อสมการเบื้องต้น	1. ย้ายข้างสมการโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย 2. แก้อสมการโดยการบวกหรือลบแต่เปลี่ยนเครื่องหมาย ของอสมการ 3. คำนวณผิดพลาด	20.00% 33.33% 23.33%
5. การแก้อสมการโดยการคูณ หรือหารจำนวนเต็มลบ	1. ไม่เปลี่ยนเครื่องหมายของอสมการเมื่อคูณหรือหาร ด้วยจำนวนเต็มลบ 2. ย้ายข้างอสมการที่มีสัมประสิทธิ์ตัวคูณที่เป็นจำนวน ลบแต่นำไปบวก 3. ย้ายข้างอสมการตัวหารเป็นจำนวนลบแต่ไม่เปลี่ยน เครื่องหมายอสมการเป็นตรงกันข้าม	30.00% 20.00% 23.33%
6. การอ่านกราฟของอสมการ	1. ใช้เครื่องหมายของอสมการผิด 2. ไม่เข้าใจการใช้เส้นประหรือทึบแทนกราฟของอสมการ 3. ไม่เข้าใจความแตกต่างของเครื่องหมายอสมการ ระหว่าง \leq และ $<$	23.33% 26.67% 16.67%
7. การแก้อสมการที่มีตัวคูณ และบวกหรือลบในอสมการ เดียวกัน	1. ทำการย้ายตัวคูณก่อนตัวบวกหรือลบ 2. เปลี่ยนเครื่องหมายของอสมการแม้ว่าตัวคูณที่ย้าย ข้างเป็นบวก 3. ย้ายข้างตัวเลขในอสมการโดยไม่เปลี่ยนเครื่องหมาย ของตัวเลข	20.00% 20.00% 20.00%
8. การแก้อสมการคู่	1. แก้อสมการเพียงส่วนเดียวเท่านั้น	16.67%

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
	2. ไม่เข้าใจว่าควรเปลี่ยนเครื่องหมายอสมการเมื่อใด	23.33%
	3. แก้อสมการเฉพาะสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเท่านั้น	16.67%
9. การสร้างอสมการจากโจทย์ปัญหา	1. ไม่เข้าใจการใช้เครื่องหมายอสมการแทนคำว่า at least	23.33%
	2. ไม่เข้าใจการใช้เครื่องหมายอสมการแทนคำว่า greater than	20.00%
	3. ไม่เข้าใจการตีความโจทย์	26.67%
10. การแก้อสมการจากโจทย์ปัญหา	1. ไม่ได้ตอบในสิ่งที่ถาม	16.67%
	2. ไม่ได้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของการตีความโจทย์	30.00%
	3. สร้างอสมการโดยใช้เครื่องหมายผิด	23.33%



แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
1. การแยกตัวประกอบที่มีกำลังเป็น 1	1. ดึงตัวแปรร่วมไม่หมด 2. เข้าใจว่าตัวแปรร่วมต้องเป็นค่าคงที่เท่านั้น 3. เข้าใจว่าตัวแปรร่วมคือตัวที่ไม่เป็นตัวประกอบของทั้งสองพจน์	20.00% 16.67% 16.67%
2. การแยกตัวประกอบพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรกำลังสองเป็น 1	1. ตรวจสอบแต่พจน์กลางแต่ไม่ตรวจสอบพจน์ท้ายของตัวประกอบที่แยก 2. ตรวจสอบแต่พจน์ท้ายแต่ไม่ตรวจสอบพจน์กลางของตัวประกอบที่แยก 3. เข้าใจว่าตัวประกอบใด ๆ คือการนำตัวเลขสองตัวบวกกัน	20.00% 23.33% 16.67%
3. การแยกตัวประกอบพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรกำลังสองมากกว่า 1	1. ตรวจสอบแต่พจน์ท้ายแต่ไม่ตรวจสอบพจน์กลางของตัวประกอบที่แยก 2. ตรวจสอบแต่พจน์กลางแต่ไม่ตรวจสอบพจน์ท้ายของตัวประกอบที่แยก 3. ไม่ตรวจสอบเครื่องหมายของตัวประกอบที่แยก	20.00% 23.33% 30.00%
4. การแยกตัวประกอบพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรกำลังสองเป็น 1 และมีพจน์กลางเป็นลบ	1. ตรวจสอบแต่พจน์ท้ายแต่ไม่ตรวจสอบพจน์กลางของตัวประกอบที่แยก 2. เข้าใจว่าการหาตัวประกอบของพจน์ท้ายคือการนำตัวเลขสองตัวบวกบวกกัน 3. เข้าใจว่าสามารถนำค่าคงที่ในพจน์กลางและพจน์ท้ายมาใช้ในการแยกตัวประกอบได้ทันที	20.00% 16.67% 16.67%
5. การแยกตัวประกอบของผลต่างกำลังสอง	1. เข้าใจว่าแยกได้เป็นสองวงเล็บที่เหมือนกัน โดยเครื่องหมายในวงเล็บของทั้งสองเป็นบวก 2. เข้าใจว่าแยกได้เป็นสองวงเล็บที่เหมือนกัน โดยเครื่องหมายในวงเล็บของทั้งสองเป็นลบ 3. เข้าใจว่าการหาตัวประกอบของพจน์ท้ายคือการนำตัวเลขสองตัวบวกบวกกัน	23.33% 20.00% 16.67%

**แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่องสมการกำลังสองตัวแปรเดียว**

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
1.การแก้สมการกำลังสองที่มีสองพจน์	1. เข้าใจว่าคำตอบของสมการกำลังสองมีได้เพียง 1 คำตอบ และต้องไม่เป็น 0	16.67%
	2. เข้าใจว่าคำตอบของสมการกำลังสองมีได้เพียง 1 คำตอบ และถ้าตัวประกอบสองตัวคูณกันแล้วได้ศูนย์ แสดงว่าคำตอบต้องเป็น 0	16.67%
	3. คำตอบของการแก้สมการกำลังสองคือตัวเลขที่ได้จากการแยกตัวประกอบ	20.00%
2.การแก้สมการกำลังสองกรณีพจน์กลางและทำเป็นลบ	1. แยกตัวประกอบได้ถูกต้องแต่แก้สมการผิด	20.00%
	2. เข้าใจว่าเครื่องหมายในวงเล็บของการแยกตัวประกอบต้องเหมือนกับโจทย์ที่กำหนดให้	23.33%
	3. เข้าใจว่าเครื่องหมายในวงเล็บของการแยกตัวประกอบต้องตรงข้ามกับที่โจทย์กำหนดให้	23.33%
3. การแก้สมการกำลังสองกรณีที่ทุกเทอมเป็นบวกทั้งหมด	1. คำตอบได้จากค่าคงที่ของพจน์กลางและพจน์ท้าย	16.67%
	2. แยกตัวประกอบจากการพิจารณาพจน์กลาง	26.67%
	3. แยกตัวประกอบแต่ใช้เครื่องหมายบวกหรือลบยังไม่ถูกต้อง	33.33%
4. การแก้สมการกำลังสองกรณีที่พจน์กลางและพจน์ท้ายเป็นลบ	1. เข้าใจว่าเครื่องหมายของตัวประกอบทั้งสองวงเล็บต้องเป็นลบทั้งคู่	30.00%
	2. เข้าใจว่าเครื่องหมายของตัวประกอบทั้งสองวงเล็บต้องเป็นบวกทั้งคู่	20.00%
	3. เข้าใจว่าตัวเลขในตัวประกอบทั้งสองวงเล็บได้จากพจน์กลางและพจน์ท้ายจากโจทย์	16.67%
5. การแก้สมการกำลังสองที่อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์	1. แยกตัวประกอบได้แต่พิจารณาเครื่องหมายในวงเล็บผิด	26.67%
	2. แยกตัวประกอบโดยพิจารณาแต่พจน์ท้ายและเครื่องหมายในวงเล็บทั้งสองก็ตามพจน์ท้าย	20.00%
	3. แยกตัวประกอบโดยพิจารณาแต่พจน์ท้ายและเครื่องหมายในวงเล็บทั้งสองตามพจน์กลาง	20.00%

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
6. การแก้สมการในรูปผลต่างกำลังสอง	<ol style="list-style-type: none"> เข้าใจว่ารากของสมการมีค่าเดียวที่เป็นบวก เข้าใจว่ารากของสมการมีค่าเดียวที่เป็นลบ ทำการถอดรากสองรอบ 	<p>23.33%</p> <p>16.67%</p> <p>16.67%</p>
7. การแก้สมการในรูปผลต่างกำลังสองที่พจน์แรกเป็นพหุนามกำลังสอง	<ol style="list-style-type: none"> เข้าใจว่าแยกตัวประกอบสองวงเล็บแล้วจะเป็นลบทั้งสองวงเล็บ เข้าใจว่าแยกตัวประกอบสองวงเล็บแล้วจะเป็นบวกทั้งสองวงเล็บ ทำการแยกตัวประกอบโดยใช้พจน์หน้าและพจน์ท้ายเป็นตัวประกอบ 	<p>23.33%</p> <p>16.67%</p> <p>16.67%</p>
8. การแก้สมการในรูปผลต่างกำลังสองที่ทั้งสองพจน์เป็นพหุนามกำลังสอง	<ol style="list-style-type: none"> เข้าใจว่าแยกตัวประกอบสองวงเล็บแล้วจะเป็นลบทั้งสองวงเล็บ เข้าใจว่าแยกตัวประกอบสองวงเล็บแล้วจะเป็นบวกทั้งสองวงเล็บ ทำการแยกตัวประกอบโดยใช้พจน์หน้าและพจน์ท้ายเป็นตัวประกอบ 	<p>20.00%</p> <p>16.67%</p> <p>16.67%</p>
9. การแก้สมการโดยการใช้สูตร	<ol style="list-style-type: none"> แทนค่า b ไม่ถูกต้อง คำนวณผลสำเร็จไม่ถูกต้อง แทนค่า c ไม่ถูกต้องและคำนวณผลสำเร็จไม่ถูกต้อง 	<p>26.67%</p> <p>30.00%</p> <p>20.00%</p>
10. การแก้สมการกำลังสองจากโจทย์ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> ไม่เข้าใจความหมายของคำว่า sum ไม่เข้าใจความหมายของ sum of the square of each number คำนวณผิดพลาด 	<p>16.67%</p> <p>26.67%</p> <p>30.00%</p>

แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีจุดบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
1. รูปสมการพาราโบลา	1. เข้าใจว่าสมการพาราโบลามีแต่ตัวแปร y และมีกำลังเป็น 1	16.67%
	2. เข้าใจว่าสมการพาราโบลาจะมีตัวแปร x และ y และมีกำลังเป็น 1 ทั้งสองตัวแปร	26.67%
	3. เข้าใจว่าสมการพาราโบลาจะมีตัวแปร x และ y และมีกำลังเป็น 1 ทั้งสองตัวแปร โดยตัวแปร x มีสัมประสิทธิ์เป็น 2 เท่านั้น	16.67%
2. การสร้างสมการพาราโบลาจากคู่อันดับ	1. ไม่สามารถวาดกราฟจากคู่อันดับที่กำหนดให้ได้	26.67%
	2. ไม่เข้าใจรูปแบบของสมการพาราโบลาจากกราฟที่กำหนดให้	36.67%
	3. ไม่เข้าใจการหาจุดยอดเพื่อนำมาเขียนสมการ	23.33%
3. การพิจารณากราฟจากสมการรูปมาตรฐานที่กำหนดให้	1. ไม่เข้าใจการหาค่าสูงสุด ต่ำสุด ของกราฟจากสมการที่กำหนดให้	20.00%
	2. ไม่เข้าใจค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร x ว่ามีความหมายอย่างไร	23.33%
	3. ไม่เข้าใจลักษณะของกราฟจากสมการที่กำหนดให้	33.33%
4. การพิจารณากราฟจากสมการรูปทั่วไปที่กำหนดให้	1. เข้าใจว่ากราฟให้ค่าสูงสุดเมื่อทุกพจน์เป็นบวก	23.33%
	2. เข้าใจว่ากราฟให้ค่าต่ำสุดเมื่อสัมประสิทธิ์หน้า x^2 เป็นลบ	30.00%
	3. เข้าใจว่ากราฟให้ค่าต่ำสุดเมื่อค่าคงที่เป็นลบ	16.67%
5. การสร้างสมการรูปทั่วไปจากข้อมูลที่กำหนดให้	1. เข้าใจรูปแบบของสมการรูปมาตรฐานผิด	26.67%
	2. เข้าใจรูปแบบของสมการรูปมาตรฐานผิดและสลับตำแหน่งของค่า x และ y	23.33%
	3. สลับตำแหน่งของค่า x และ y ในสมการรูปมาตรฐาน	23.33%
6. การหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการรูปมาตรฐาน	1. เข้าใจรูปมาตรฐานของพาราโบลาผิด	30.00%
	2. สลับคู่อันดับ x, y	26.67%
	3. เข้าใจผิดทั้งรูปมาตรฐานและการสลับคู่อันดับ x, y	20.00%
7. การหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการรูปทั่วไป	1. เข้าใจรูปมาตรฐานของพาราโบลาผิด	30.00%
	2. เข้าใจคู่อันดับ x, y สลับที่กัน	23.33%
	3. เข้าใจรูปมาตรฐานผิดและคู่อันดับสลับที่กัน	23.33%

หัวข้อ	จุดบกพร่องที่พบจากการสำรวจ	ร้อยละ
8. การหาเส้นสมมาตรของ กราฟพาราโบลาจากสมการ รูปมาตรฐาน	1. เข้าใจรูปมาตรฐานของสมการผิด 2. เขียนกราฟของสมการไม่ถูกต้อง 3. เข้าใจรูปมาตรฐานของสมการพาราโบลาไม่ถูกต้อง	30.00% 26.67% 26.67%
9. การหาเส้นสมมาตรของ กราฟพาราโบลาจากสมการ รูปทั่วไป	1. อ่านค่าจุดยอดผิด 2. เข้าใจลักษณะกราฟไม่ถูกต้อง 3. สลับตำแหน่งของจุดยอด	23.33% 30.00% 16.67%
10. การหาค่าสูงสุดและต่ำสุด ของกราฟพาราโบลาจาก สมการรูปทั่วไป	1. หาจุดยอดไม่ถูกต้อง 2. เขียนจุดยอดโดยสลับตำแหน่งของคู่ลำดับ x, y 3. ไม่เข้าใจลักษณะของกราฟคว่ำหรือหงาย	23.33% 16.67% 23.33%





ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
สาระพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

แบบทดสอบเรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ชื่อ.....ชั้น ม.3/.....เลขที่.....
 โรงเรียน.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ในแต่ละข้อมีคำถามย่อย 4 ส่วน ให้นักเรียนกากบาท x ทับตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องในแต่ละส่วน ดังตัวอย่างด้านล่าง
2. แบบทดสอบนี้สร้างขึ้นเพื่อวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนรู้ เรื่องระบบอสมการเชิงเส้น สำหรับใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ตัวอย่างการตอบคำถาม

0) Which number is integer?

- a) 5 b) 0.5 c) $\frac{1}{2}$ d) $\sqrt{3}$

Are you sure about your choice of answer?

- a) Sure
 b) Not sure

Reason

- a) Fraction is integer.
 b) Whole number is integer.
 c) Decimal number is integer.
 d) Irrational number is integer.

Are you sure about your reason?

- a) Sure
 b) Not sure

1. Which of the following satisfy the statement below?

x is an integer such that $-1 < x \leq 4$.

- a) 4
- b) -1
- c) -1.5
- d) 2.5

Are you sure about your choice of answer?

- a) Sure
- b) Not sure

Reason

- a) 4 is included.
- b) -1 is included.
- c) -1.5 is included.
- d) 2.5 is integer

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

2. Which statement match the number line below?



- a) $x > 2$
- b) $x < 2$
- c) $x \geq 2$
- d) $x \leq 2$

Are you sure about your choice of answer?

- a) Sure
- b) Not sure

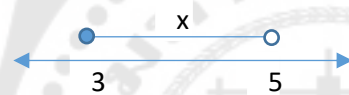
Reason

- a) Because x is less than 2
- b) Because x is greater than 2
- c) Because x is less than 2 and 2 is included
- d) Because x is greater than 2 and 2 is included

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

3. Which statement represent the number line below?



- a) $3 \leq x < 5$
- b) $3 < x \leq 5$
- c) $3 \geq x > 5$
- d) $5 \leq x < 3$

Are you sure about your choice of answer?

- a) Sure
- b) Not sure

Reason

- a) 3 is included and 5 is excluded.
- b) 3 is excluded and 5 is included.
- c) 3 is included and x is greater than 5.
- d) 3 is excluded and x is less than 3.

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure



ภาคผนวก ฅ

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องฟังก์ชันกำลังสอง

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์ (MA 31102)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวน 2 คาบ (100 นาที)

ผู้สอน นายสุกิจ ชีรนรวิชัย

ผลการเรียนรู้

- เข้าใจและสามารถแก้ปัญหาโจทย์ฟังก์ชันกำลังสองได้

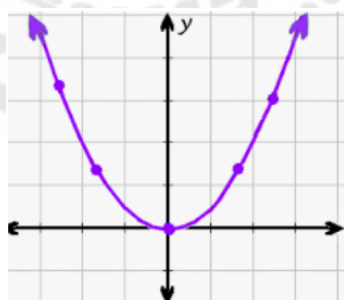
จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เข้าใจกราฟ และลักษณะของฟังก์ชันกำลังสอง
2. สามารถหาจุดยอดจากสมการกำลังสองรูปทั่วไปได้
3. สามารถเขียนกราฟพาราโบลาได้
4. สามารถเขียนสมการกำลังสองจากกราฟพาราโบลาได้

สาระสำคัญ

คาบที่ 1

ฟังก์ชันกำลังสอง (Quadratic Equation) คือ สมการที่มีตัวแปร x มีดีกรีเป็นสอง ซึ่งสมการอาจมีตั้งแต่หนึ่ง สอง หรือสามพจน์ก็ได้ และลักษณะของกราฟจะเป็นพาราโบลาหงายหรือคว่ำ ดังรูป



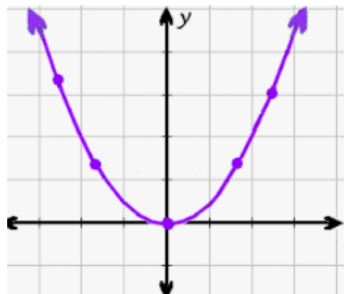
รูปแบบของสมการพาราโบลา

$$\text{รูปมาตรฐาน} \quad y - k = a(x - h)^2$$

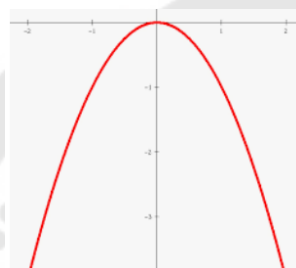
$$\text{รูปทั่วไป} \quad y = ax^2 + bx + c$$

ลักษณะของกราฟพาราโบลา มี 2 แบบ ดังนี้

- กรณีที่ a มีค่าเป็นบวก กราฟพาราโบลาคะหงายและให้ค่าต่ำสุด



- กรณีที่ a มีค่าเป็นลบ กราฟพาราโบลาคะคว่ำและให้ค่าสูงสุด



ตัวอย่าง จงบอกลักษณะของกราฟพาราโบลาจากสมการต่อไปนี้

- $y = x^2$

กราฟพาราโบลาที่ได้จะเป็นกราฟหงาย เนื่องจากค่า a ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของ x^2 มีค่าเป็นบวก และให้ค่าสูงสุด

- $y = -x^2 + 4$

กราฟพาราโบลาที่ได้จะเป็นกราฟคว่ำ เนื่องจากค่า a ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของ x^2 มีค่าเป็นลบ และให้ค่าต่ำสุด

การหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการรูปทั่วไป

การหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการรูปทั่วไป จะต้องจัดสมการให้อยู่ในรูปมาตรฐานก่อน โดยการจัดรูปนั้นให้ใช้วิธีกำลังสองสมบูรณ์ ซึ่งรูปแบบของกำลังสองสมบูรณ์ มีดังนี้

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

ตัวอย่าง จงหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการ $y = x^2 + 2x + 3$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad y &= (x^2 + 2x + 1^2) + 2 \\ y &= (x + 1)^2 + 2 \\ y - 2 &= (x + 1)^2 \end{aligned}$$

ดังนั้น จุดยอด คือ $(h,k) = (-1,2)$

ตัวอย่าง จงหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการ $y = x^2 - 2x - 3$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad y &= (x^2 - 2x + 1^2) - 4 \\ y &= (x - 1)^2 - 4 \\ y + 4 &= (x - 1)^2 \end{aligned}$$

ดังนั้น จุดยอด คือ $(h,k) = (1,-4)$

คาบที่ 2

การสร้างสมการฟังก์ชันกำลังสอง

$$\begin{aligned} \text{รูปแบบ} \quad \text{กรณีกราฟหงาย} \quad y - k &= (x - h)^2 && \text{หรือ} \\ \text{กรณีกราฟคว่ำ} \quad y - k &= -(x - h)^2 \end{aligned}$$

จากรูปแบบของสมการฟังก์ชันกำลังสองดังกล่าว จะได้จุดยอดของกราฟ (h,k)

ตัวอย่าง จงหาสมการของกราฟพาราโบลาซึ่งเป็นกราฟหงาย มีจุดยอดที่ $(1,2)$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จากรูปแบบ} \quad y - k &= (x - h)^2 \\ \text{แทนค่า} \quad y - 2 &= (x - 1)^2 \\ y - k &= x^2 - 2x + 1 \\ y &= x^2 - 2x + 3 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง จงหาสมการของกราฟพาราโบลาซึ่งเป็นกราฟคว่ำ มีจุดยอดที่ $(-3,4)$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{จากรูปแบบ} \quad y - k &= -(x - h)^2 \\ \text{แทนค่า} \quad y - 4 &= (x + 3)^2 \\ y - 4 &= x^2 + 6x + 9 \\ y &= x^2 + 6x + 13 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัด (กิจกรรมกลุ่ม)

คาบที่ 1

- A. คำกล่าวต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่
1. สมการฟังก์ชันกำลังสองที่มีกราฟพาราโบลา จะมีดีกรีสูงสุดเป็น 2
 2. ฟังก์ชันกำลังสองจะมีกราฟคว่ำหรือหงายเท่านั้น
 3. กราฟของฟังก์ชันกำลังสองจะตัดแกน x เท่านั้น
 4. สมการฟังก์ชันกำลังสองที่มีกราฟคว่ำ สัมประสิทธิ์หน้า x^2 จะเป็นลบ
 5. ค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันกำลังสองจะมีเพียงค่าเดียวเท่านั้น
 6. กราฟของสมการฟังก์ชันกำลังสองที่ตัดแกน y จะมีจุดตัดแกน y เพียงค่าเดียวเท่านั้น
 7. กราฟพาราโบลาหงายจะให้ค่าสูงสุดเสมอ
 8. กราฟพาราโบลาคว่ำจะให้ค่าต่ำสุดเสมอ
- B. จงหาจุดยอดของกราฟพาราโบลาจากสมการต่อไปนี้
1. $y = x^2 + 2x$
 2. $y = x^2 - 2$
 3. $y = x^2 - 4x + 5$
 4. $y = x^2 - 6x + 9$
 5. $y = x^2 - 4x + 7$
 6. $y = -x^2 + 2$
 7. $y = -x^2 + 2x$
 8. $y = -x^2 - 6x - 12$

การจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอน มีขั้นตอนดังนี้

1. ครูถามนักเรียนถึงเรื่องของกราฟที่นักเรียนเคยเรียนมามีอะไรบ้าง
นักเรียนเล่าประสบการณ์การเรียนรู้กราฟต่าง ๆ เช่น กราฟเส้นตรง กราฟพาราโบลา เป็นต้น ซึ่งในชีวิตจริงจะมีของใช้ที่มีรูปทรงเป็นกราฟอยู่หลายชนิด โดยนักเรียนจะได้เรียนในระดับที่สูงขึ้น

2. ครูสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับกราฟพาราโบลาว่าเป็นอย่างไร
นักเรียนช่วยกันอธิบายลักษณะของกราฟพาราโบลาตามความเข้าใจ
3. ครูถามนักเรียนให้ยกตัวอย่างสิ่งรอบตัวที่มีลักษณะของกราฟพาราโบลา
สิ่งรอบตัวที่มีลักษณะเหมือนกราฟพาราโบลามีหลายชนิด ได้แก่ กระจก แก้ว สะพานแขวน เป็นต้น ซึ่งหากพิจารณาจากกระจก นักเรียนสามารถมองกระจกได้ทั้งแบบกระจกคว่ำหรือกระจกหงาย และนั่นก็คือรูปของพาราโบลาที่เป็นได้ทั้งหงายหรือคว่ำ
4. ครูถามนักเรียนว่าถ้าคว่ำกระจกหรือหงายกระจกแล้วนักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง
หากนักเรียนคว่ำหรือหงายกราฟพาราโบลาก็จะสังเกตเห็นจุดที่สูงสุดหรือต่ำสุดของกราฟ ซึ่งเรียกว่า จุดยอด และเป็นส่วนประกอบหนึ่งของพาราโบลา
5. ครูยกตัวอย่างสมการรูปทั่วไปและรูปมาตรฐานเพื่อแสดงการเขียนกราฟพาราโบลา
ครูให้นักเรียนเขียนกราฟพาราโบลา จากสมการต่อไปนี้
 - 5.1 $y = (x-1)^2$
 - 5.2 $y = 2(x-1)^2$
 - 5.3 $y = x^2 - 2x + 1$
 - 5.4 $y = 2x^2 - 4x + 2$
6. ครูอธิบายความสัมพันธ์ของกราฟทั้ง 4
 - 6.1 ให้นักเรียนสังเกตความเหมือนและความต่างของกราฟและรูปสมการของ 5.1 และ 5.3
 - 6.2 ให้นักเรียนสังเกตความเหมือนและความต่างของกราฟและรูปสมการของ 5.2 และ 5.4
7. ครูอธิบายและเปรียบเทียบสมการรูปมาตรฐานและรูปทั่วไป และการหาจุดยอดจากสมการรูปมาตรฐาน
8. ให้นักเรียนร่วมกลุ่มเพื่อตอบคำถามตามใบงานที่มอบให้

คาบที่ 2

C. จงเขียนกราฟพาราโบลาจากสมการที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. $y - 3 = (x - 4)^2$
2. $y - 5 = (x + 2)^2$
3. $y = x^2 - 6$
4. $y = x^2 - 6x + 8$
5. $y = -x^2 + 3$
6. $-y = x^2 + 8x + 16$
7. $y = -(x - 5)^2$
8. $y = -x^2 - 12x - 41$

D. จงสร้างฟังก์ชันกำลังสองจากข้อมูลที่กำหนดให้

1. กราฟพาราโบลาคว่ำ มีจุดยอด (1,0)
2. กราฟพาราโบลาคว่ำ มีจุดยอด (1,-5)
3. กราฟพาราโบลาคว่ำ มีจุดยอด (0,0)
4. กราฟพาราโบลาหงาย มีจุดยอด (3,2)
5. กราฟพาราโบลาหงาย มีจุดยอด (-4,-1)
6. กราฟพาราโบลาหงาย มีจุดยอด (0,0)
7. กราฟพาราโบลาคว่ำ และตัดแกน x และแกน y ที่ (0,11) และ (-1,-18)
8. กราฟพาราโบลาหงาย และตัดแกน x และแกน y ที่ (0,2) และ (1,5)

การจัดการเรียนการสอน

1. ครูทบทวนสิ่งที่ได้สอนไปในคาบที่ 1 เกี่ยวกับลักษณะของกราฟพาราโบลา สมการรูปมาตรฐานและสมการรูปทั่วไป

ให้นักเรียนร่วมตอบและอธิบายลักษณะของกราฟพาราโบลา และจุดยอด โดยจุดยอดจะให้ค่าสูงสุดหรือต่ำสุด ขึ้นอยู่กับลักษณะของกราฟ รวมถึงการอธิบายรูปแบบของสมการรูปทั่วไป และรูปมาตรฐาน

2. ครูสอนการสร้างสมการรูปมาตรฐานจากจุดยอดที่กำหนดให้
ครูให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ของจุดยอดและสมการรูปมาตรฐาน และ
สรุปว่าสมการรูปมาตรฐานสามารถให้ข้อมูลจุดยอดของกราฟพาราโบลาได้
3. ครูอธิบายความสัมพันธ์ของสมการรูปมาตรฐานและรูปทั่วไป
ครูแสดงการได้มาของสมการรูปทั่วไปจากสมการรูปมาตรฐาน และในทาง
กลับกันก็แสดงการได้มาของสมการรูปมาตรฐานจากสมการรูปทั่วไป
4. ให้นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อตอบคำถามตามใบงานที่มอบหมาย


สื่อการเรียนการสอน

- Powerpoint
- หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 3



การประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
1. เข้าใจกราฟ และลักษณะของฟังก์ชันกำลังสอง	การตอบคำถามในแบบฉบับที่กติกิจกรรม	แบบฉบับที่กติกิจกรรม	-ระดับ ดีมาก เขียนอธิบายได้ครบจำนวน 8 ข้อ -ระดับ ดี เขียนอธิบายได้ครบ จำนวน 6 ข้อ -ระดับ พอใช้ เขียนอธิบายได้ครบจำนวน 4 ข้อ -ระดับ ควรปรับปรุง เขียนอธิบายได้ครบ จำนวน 2 ข้อ
2. สามารถหาจุดยอดจากสมการกำลังสองรูปทั่วไปได้	การตอบคำถามในแบบฉบับที่กติกิจกรรม	แบบฉบับที่กติกิจกรรม	-ระดับ ดีมาก เขียนอธิบายได้ครบจำนวน 8 ข้อ -ระดับ ดี เขียนอธิบายได้ครบ จำนวน 6 ข้อ -ระดับ พอใช้ เขียนอธิบายได้ครบจำนวน 4 ข้อ -ระดับ ควรปรับปรุง เขียนอธิบายได้ครบ จำนวน 2 ข้อ
3. สามารถเขียนกราฟพาราโบลาได้	การตอบคำถามในแบบฉบับที่กติกิจกรรม	แบบฉบับที่กติกิจกรรม	-ระดับ ดีมาก เขียนอธิบายได้ครบจำนวน 8 ข้อ -ระดับ ดี เขียนอธิบายได้ครบ จำนวน 6 ข้อ -ระดับ พอใช้ เขียนอธิบายได้ครบจำนวน 4 ข้อ -ระดับ ควรปรับปรุง เขียนอธิบายได้ครบ จำนวน 2 ข้อ
4. สามารถเขียนสมการกำลังสองจากกราฟพาราโบลาได้	การตอบคำถามในแบบฉบับที่กติกิจกรรม	แบบฉบับที่กติกิจกรรม	-ระดับ ดีมาก เขียนอธิบายได้ครบจำนวน 8 ข้อ -ระดับ ดี เขียนอธิบายได้ครบ จำนวน 6 ข้อ -ระดับ พอใช้ เขียนอธิบายได้ครบจำนวน 4 ข้อ -ระดับ ควรปรับปรุง เขียนอธิบายได้ครบ จำนวน 2 ข้อ



ภาคผนวก ญ

ตัวอย่างคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
สาระพีชคณิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

คำนำ

วิชาคณิตศาสตร์จัดเป็นรายวิชาที่มีความซับซ้อนในกระบวนการคิดและวิธีการคำนวณที่แตกต่างกันออกไปในเนื้อหาที่ต่างกัน และในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของครู มักจะเกิดคำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ที่มักจะแสดงผลให้ครูผู้สอนทราบเมื่อมีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่งครูผู้สอนจะไม่มีข้อมูลที่แน่ชัดว่าผู้เรียนนั้นตอบข้อคำถามไม่ถูกต้องเพราะเหตุใด จึงไม่ทราบวิธีการแก้ปัญหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนได้ถูกต้อง

ดังนั้นคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถให้ข้อมูลจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน เพื่อเป็นข้อมูลให้ครูผู้สอนในการหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

สุกิจ ชีรนวนิชย์

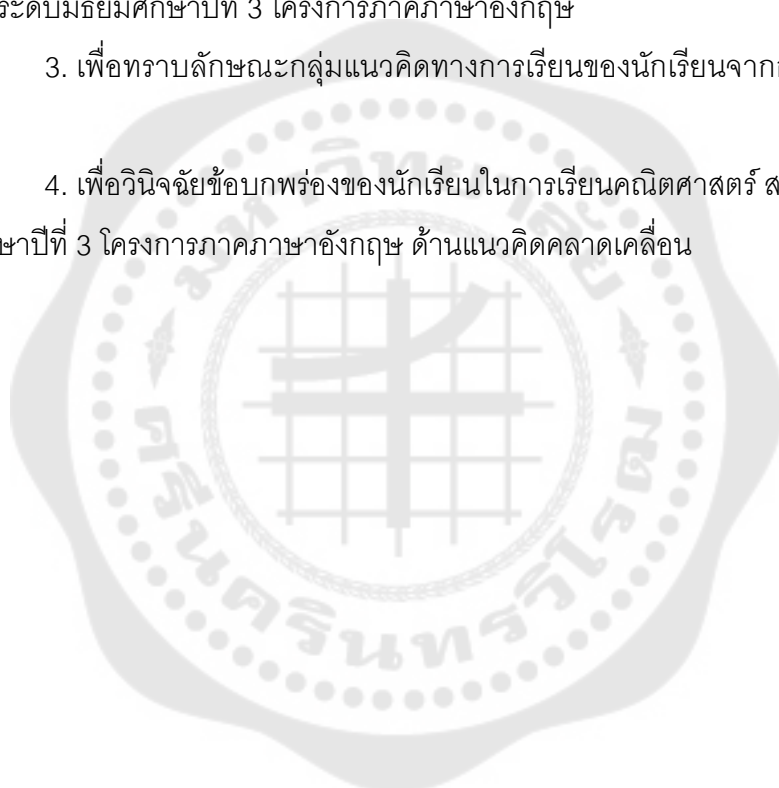
สารบัญ

	หน้า
วัตถุประสงค์.....	4
คำแนะนำการใช้คู่มือ.....	5
ประโยชน์ของคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัย.....	5
ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น.....	6
กลุ่มแนวคิดจากลักษณะของคำตอบ.....	6
แบบทดสอบวินิจฉัย.....	7
คำตอบของแบบทดสอบ.....	11
การกรอกรหัสคำตอบ.....	12
แบบกรอกรหัส.....	13
การแปลความรหัสคำตอบสำหรับกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน.....	13
เอกสารอ้างอิง.....	15

วัตถุประสงค์

การจัดทำคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยวิเคราะห์จุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
2. เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับครูในการแก้ไขจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
3. เพื่อทราบลักษณะกลุ่มแนวคิดทางการเรียนของนักเรียนจากการตอบข้อคำถามแต่ละข้อ
4. เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ด้านแนวคิดคลาดเคลื่อน



คำแนะนำการใช้คู่มือ

คู่มือแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ ประกอบด้วยแบบทดสอบ จำนวน 5 ฉบับ ได้แก่

- ฉบับที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้น
- ฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- ฉบับที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนาม
- ฉบับที่ 4 สมการกำลังสองตัวแปรเดียว
- ฉบับที่ 5 ฟังก์ชันกำลังสอง

เพื่อให้การใช้คู่มือฉบับนี้มีประสิทธิภาพ เกิดความเข้าใจในวิธีการวินิจฉัยจุดบกพร่องของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต และมีการวินิจฉัยที่ถูกต้อง ซึ่งมีวิธีการใช้คู่มือ ดังนี้

1. ทราบวัตถุประสงค์ของคู่มือแบบทดสอบวินิจฉัย และทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ทราบถึงลักษณะของคำตอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยฯ และการจัดกลุ่มแนวคิด
3. ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบในแบบทดสอบโดยการบาทลงในแบบทดสอบ
4. ครูผู้สอนใส่รหัสของคำตอบลงในแบบฟอร์มรหัสคำตอบ
5. ครูผู้สอนเปรียบเทียบรหัสของคำตอบที่ได้แต่ละข้อกับกลุ่มแนวคิด เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนรู้ในข้อคำถามนั้น อยู่ในกลุ่มใด
6. สำหรับกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ให้ครูผู้สอนดูการแปลความรหัสลักษณะคำตอบ สำหรับกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน

ประโยชน์ของคู่มือ

1. ใช้ในการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ
2. เป็นข้อมูลให้ครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องของผู้เรียน ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น
3. ผู้เรียนได้ทราบข้อบกพร่องของตนเองเพื่อพัฒนาการเรียนของตน

ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้น เป็นแบบทดสอบที่ช่วยในการวิเคราะห์ผู้เรียนว่ามีจุดบกพร่องในการเรียนในส่วนใดบ้าง เพื่อเป็นข้อมูลให้ครูผู้สอนได้นำไปพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งข้อคำถามแต่ละข้อในแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นจะประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบซึ่งมีคำตอบถูกเพียงหนึ่งคำตอบ และตัวเลือกที่เหลือเป็นตัวลวง

ส่วนที่ 2 เป็นระดับความมั่นใจในการเลือกคำตอบในส่วนที่ 1

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของเหตุผลในการเลือกคำตอบในส่วนที่ 1

ส่วนที่ 4 เป็นระดับความมั่นใจในการเลือกคำตอบในส่วนที่ 3

กลุ่มแนวคิดจากลักษณะของคำตอบ

การทำแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ของผู้เรียนจะมีลักษณะคำตอบที่แตกต่างกันทั้งสิ้น 16 ลักษณะ ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะคำตอบออกเป็น 4 กลุ่มแนวคิด ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิตที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนจะตอบถูกทั้งในส่วนคำตอบของคำถาม และส่วนของเหตุผล และมีความมั่นใจทั้งในส่วนคำตอบของคำถามและส่วนของเหตุผลของคำตอบ ได้แก่ รหัส 1111

กลุ่มที่ 2 กลุ่มนักเรียนที่ขาดความมั่นใจในความรู้ในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งพิจารณาจากการที่นักเรียนตอบถูกทั้งในส่วนคำตอบของคำถามและส่วนของเหตุผล แต่ไม่มั่นใจในการตอบของคำถามและ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ ได้แก่ รหัส 1110, 1011 และ 1010

กลุ่มที่ 3 กลุ่มนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในหัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต โดยพิจารณาจากการที่นักเรียนตอบผิดและมีความมั่นใจในคำตอบในส่วนคำตอบของคำถามและ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ ได้แก่ รหัส 1101, 1001, 0111, 0110, 0101, 0100 และ 0001

กลุ่มที่ 4 กลุ่มนักเรียนที่ขาดความรู้หัวข้อคณิตศาสตร์ สาระพีชคณิต ซึ่งนักเรียนจะมีความรู้ไม่เพียงพอที่จะตอบคำถามได้ โดยนักเรียนจะตอบผิดและไม่มีความมั่นใจในคำตอบของคำถาม และ/หรือส่วนของเหตุผลของคำตอบ ได้แก่ 1100, 1000, 0011, 0010 และ 0000

การกรอกรหัสคำตอบ

คำชี้แจง

แบบฟอร์มการกรอกรหัสคำตอบสำหรับครู เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวคิดทางการเรียนของนักเรียน โดยให้ครูทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลข 0 หรือ 1 ในส่วนที่ 1 ถึง 4 โดยพิจารณาจากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

ส่วนที่ 1	ตอบผิด	ให้กากบาทหมายเลข	0
	ตอบถูก	ให้กากบาทหมายเลข	1
ส่วนที่ 2	ตอบผิด	ให้กากบาทหมายเลข	0
	ตอบถูก	ให้กากบาทหมายเลข	1
ส่วนที่ 3	ตอบผิด	ให้กากบาทหมายเลข	0
	ตอบถูก	ให้กากบาทหมายเลข	1
ส่วนที่ 4	ตอบผิด	ให้กากบาทหมายเลข	0
	ตอบถูก	ให้กากบาทหมายเลข	1

การจัดกลุ่มแนวคิด มีดังนี้

กลุ่มแนวคิดถูกต้อง	ได้แก่ รหัส 1111
กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้	ได้แก่ รหัส 1110, 1011, 1010
กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน	ได้แก่ รหัส 1101, 1001, 0111, 0110, 0101, 0100, 0001
กลุ่มขาดความรู้	ได้แก่ รหัส 1100, 1000, 0011, 0010, 0000

แบบกรอกรหัสคำตอบ

ข้อ	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	ส่วนที่ 4	รหัสคำตอบ	กลุ่มแนวคิด
1	0 1	0 1	0 1	0 1		
2	0 1	0 1	0 1	0 1		
3	0 1	0 1	0 1	0 1		
4	0 1	0 1	0 1	0 1		
5	0 1	0 1	0 1	0 1		

ฉบับที่ 1

แบบทดสอบเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงการภาคภาษาอังกฤษ

ชื่อ.....ชั้น ม.3/.....เลขที่.....
โรงเรียน.....

คำชี้แจง

- แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ในแต่ละข้อมีคำถามย่อย 4 ส่วน ให้นักเรียนกากบาท X ทับตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องในแต่ละส่วน ดังตัวอย่างด้านล่าง
- แบบทดสอบนี้สร้างขึ้นเพื่อวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนรู้ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น สำหรับใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ตัวอย่างการตอบคำถาม

0) Which number is integer?

- a) 5 b) 0.5 c) $\frac{1}{2}$ d) $\sqrt{3}$

Are you sure about your choice of answer?

- a) Sure
b) Not sure

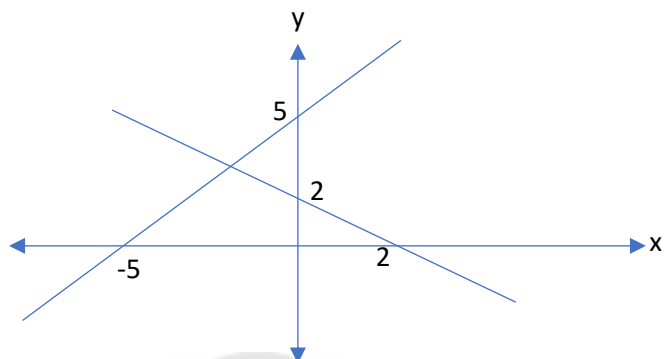
Reason

- a) Fraction is integer.
 b) Whole number is integer.
c) Decimal number is integer.
d) Irrational number is integer.

Are you sure about your reason?

- a) Sure
 b) Not sure

1. Which of the following represent the graph below?



- a) $y - x = 5$ and $y + x = 2$
- b) $y + x = 5$ and $y - x = 2$
- c) $-y - x = 5$ and $y - x = 2$
- d) $y + x = 5$ and $-y - x = 2$

Are you sure about your choice of answer?

- a) Sure
- b) Not sure

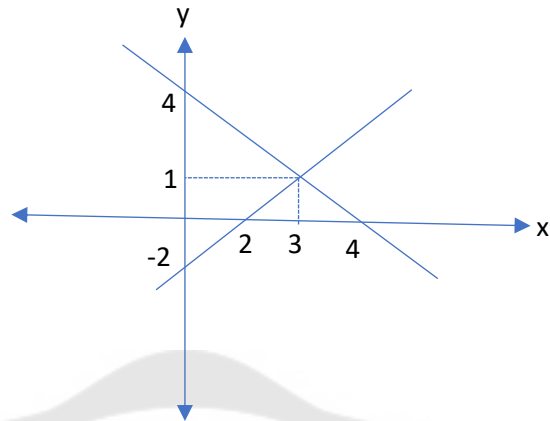
Reason

- a) x and y intercepts are (-5,5) and (2,2).
- b) x and y intercepts are (5,-5) and (2,2).
- c) x and y intercepts are (-5,0), (0,5) and (2,0), (0,2).
- d) x and y intercepts are (2,-5) and (2,5).

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

2. Which is the solution of the simultaneous equations as shown by the graphs below?



- a) (4,0)
- b) (0,4)
- c) (3,1)
- d) (2,0)

Are you sure about your choice of answer?

- a) Sure
- b) Not sure

Reason

- a) It's the maximum value on x-axis.
- b) It's the maximum value on y-axis.
- c) It's the intersecting point.
- d) It's the minimum value on x-axis.

Are you sure about your reason?

- a) Sure
- b) Not sure

คำตอบของแบบทดสอบ

ข้อ	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	ส่วนที่ 4
1	a	a	c	a
2	c	a	c	a

การแปลความรหัสคำตอบ สำหรับกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน

ข้อ	ตัวเลือกที่ตอบ ในส่วนที่ 1	ตัวเลือกที่ตอบ ในส่วนที่ 3	การแปลความ
1	ถูกหรือผิด	a	ไม่เข้าใจการอ่านค่าจุดตัดแกน x และ y
	ถูกหรือผิด	b	ไม่เข้าใจการอ่านค่าจุดตัดแกน x และ y และการเขียนคู่ อันดับ
	ผิด	c	ไม่เข้าใจการนำจุดตัดแกนมาสร้างสมการ
	ถูกหรือผิด	d	เข้าใจว่าจุดตัดแกน x คือ ทุกจุดที่กราฟตัดแกน x และ จุดตัดแกน y คือ ทุกจุดที่กราฟตัดแกน y และไม่เข้าใจการ เขียนคู่อันดับ
2	ถูกหรือผิด	a	เข้าใจว่าคำตอบของระบบสมการคือจุดที่มีค่ามากที่สุดที่ กราฟตัดแกน x
	ถูกหรือผิด	b	เข้าใจว่าคำตอบของระบบสมการคือจุดที่มีค่ามากที่สุดที่ กราฟตัดแกน y
	ผิด	c	ไม่เข้าใจการอ่านกราฟและไม่ทราบจุดตัดของกราฟคือจุด ใด
	ถูกหรือผิด	d	เข้าใจว่าคำตอบของระบบสมการคือจุดที่มีค่าน้อยที่สุดที่ กราฟตัดแกน x

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายสุกิจ ชีรนรวิชย์
วัน เดือน ปี เกิด	30 มกราคม 2514
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2538 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2543 Postgraduate Diploma (International Business and Management) University of Westminster พ.ศ. 2555 ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต (การวัดและประเมินผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช พ.ศ. 2559 ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การประเมินผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช พ.ศ. 2564 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (การวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/252 ถนนกัลปพฤกษ์ แขวงบางแค เขตบางแค กรุงเทพมหานคร