

การสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิยดา ช่อนคำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2551

การสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิยดา ช่อนคำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ
ของ
วิยดา ช่อนคำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2551

วิทยา ช่อน้ำ. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.

ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง,

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการที่มีคุณภาพจำนวน 3 ฉบับ คือ ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา เพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 226 คน ของปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน การดำเนินการสร้างแบบทดสอบเริ่มจากการสร้างแบบทดสอบสำรวจชนิดให้เติมคำตอบและให้แสดงวิธีทำเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดในแบบทดสอบสำรวจมาสร้างเป็นตัวเลือกแล้วนำไปทดสอบ 2 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกข้อสอบ ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับที่วัดเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.31–0.80 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.20–0.56 ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรไบโนเมียลมีค่า 0.8711, 0.6269 และ 0.6767 ตามลำดับ สำหรับคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบมีค่า 15, 4 และ 7 ตามลำดับ

A CONSTRUCTION OF MATHEMATICS LEARNING DIAGNOSTIC TEST
ON NUMBER AND NUMERICAL WORKS FOR
MATHAYOMSUKSA III STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
WIYADA SONKHUM

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Education Degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University

May 2008

Wiyada Sonkhum. (2008). *A Construction of Mathematics Learning Diagnostic Test on Number and Numerical Works for Mathayomsuksa III Students*. Master thesis, M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok: Graduate School, Srianakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Suwaporn Semheng , Asst. Prof. Dr. Sunan Solgosoom.

The purpose of this research was to construct a mathematical diagnostic test on the topic of number and numerical. The test comprised of 3 subtests: Computational Skills, Reasoning Skills and Problem Solving Skills, designed to reveal the weak points and the cause of learning in number and numerical for students in Mathayom Suksa III.

The sample of 226 students were selected by Two-stage random sampling technique from Mathayom Suksa III students of the department of academic year 2008. The test construction included the survey test in the form of completing item for identify the errors from the response of students and the test for diagnostic in the form of multiple choices test with four alternative which obtained from the survey test. The diagnostic test was tried out two times, the first time was to find the items' difficulty and discrimination index and to select the qualified items to form the test, the second time was to find the quality of the test.

The result of the study revealed that the diagnostic test consisted of three subtests; Computational Skills, Reasoning Skills and Problem Solving Skills, had the difficulty Index of each item ranged from 0.31 to 0.80, the discrimination index ranged from 0.20 to 0.56 and the reliabilities of each subtest calculated by the Binomial formula were 0.8711, 0.6269 and 0.6767 respectively. The cutting score of each subtest were 15, 4 and 7 respectively.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ

วิยดา ช่อนคำ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.สุวพร เข้มเฮง)

(อาจารย์ ดร.ละเอียด รัชฎ์เฝ้า)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม)

(อาจารย์ ดร.สุวพร เข้มเฮง)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เพราะผู้วิจัยได้รับความเมตตาจาก อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะ ตลอดจนการพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ยิ่ง อีกทั้งยังได้รับความกรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจาก อาจารย์ ดร. ละเอียด รัชเณศวร และอาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรวง ซึ่งเป็นการสอบปริญญานิพนธ์ที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาใช้เวลาให้ข้อเสนอแนะ คำแนะนำเพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษาทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้การอบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ที่ดีและมีคุณค่าแก่ผู้วิจัย หล่อหลอมให้ศิษย์เป็นนักวิจัยที่มีประสิทธิภาพ

ขอขอบคุณ ผู้บริหาร และคุณครู โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณ คุณภัทรพร คงศาลา คุณอรทัย จิตรา ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ เพื่อน ชาววิจัยวัดผลทุกท่าน คุณสุภา อภิญาภิบาล คุณโสภภาพรรณ ทองคำคุณจุฑาภรณ์ เข้มทอง ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมาและเป็นกัลยาณมิตรทางวิชาการ ขอขอบคุณ คุณธีระพงษ์ คงทองคำ ที่คอยเป็นกำลังใจมาโดยตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยศึกษา ณ มหาวิทยาลัยแห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเจือ – คุณแม่กระฉาย ช่อนคำ ที่สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัย และคอยเป็นแรงใจให้ตลอดมา

คุณประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ ปู่ ย่า ตา ยาย ปिता มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้และอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิยดา ช่อนคำ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	3
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 เอกสารงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย.....	9
ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	9
ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	11
ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	15
เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย.....	18
โครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์กับการเรียนการสอน.....	22
ธรรมชาติและความสำคัญของคณิตศาสตร์.....	23
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3.....	23
คุณภาพของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	24
แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์.....	26
ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์.....	26
ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์.....	26
แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน.....	27

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2(ต่อ)	
การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	30
การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	30
ลักษณะของคะแนนจุดตัด.....	38
วิธีกำหนดคะแนนจุดตัด.....	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย.....	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ.....	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ.....	55
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	58
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	58
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	62
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	74
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	99
สังเขปวัตถุประสงค์และวิธีการวิจัย.....	99
สรุปผลการวิจัย.....	99
อภิปรายผล.....	105
ข้อเสนอแนะ.....	107

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	108
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้.....	116
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทักษะความสามารถ.....	123
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	130
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	143
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	145

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดวัง เขต 1.....	59
2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการสร้างแบบทดสอบแต่ละชั้นตอนจำแนกตามโรงเรียน...	61
3 จำนวนตัวบ่งชี้และข้อสอบทักษะการคิดคำนวณ.....	65
4 จำนวนตัวบ่งชี้และข้อสอบทักษะการให้เหตุผล.....	66
5 จำนวนตัวบ่งชี้และข้อสอบทักษะการแก้ปัญหา.....	66
6 จุดบกพร่องของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถจากแบบทดสอบสำรวจ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ.....	80
7 จุดบกพร่องของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถจากแบบทดสอบสำรวจ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล.....	83
8 จุดบกพร่องของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถจากแบบทดสอบสำรวจ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ฉบับที่ 3 วัดทักษะกาแก้ปัญหา.....	84
9 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ จากการ ทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ครั้งที่ 1.....	85
10 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ.....	86
11 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ.....	87
12 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ.....	88
13 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์.....	88
14 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ	91
15 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล	95
16 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา	97

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	63

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน ซึ่งจำเป็นจะต้องให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม วิทยาการ และเทคโนโลยี รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ได้กำหนดให้บุคคล มีสิทธิเสมอกันในการรับการศึกษาขั้นพื้นฐานไม่น้อยกว่า 12 ปี ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดให้การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้ เพื่อความเจริญของบุคคลและสังคม โดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อมสังคมแห่งการเรียนรู้ และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต และการจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546: 5) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดให้มีหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยยึดหลักความมีเอกภาพด้านนโยบายและมีความหลากหลายในการปฏิบัติ คือ เป็นหลักสูตรแกนกลางที่มีโครงสร้างหลักสูตรยืดหยุ่นกำหนดจุดหมาย ซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในภาพรวม 12 ปี สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นเป็นช่วงชั้นละ 3 ปี (กรมวิชาการ. 2545: 2)

การกำหนดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้มีการจัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ขึ้น 8 กลุ่มสาระ มีกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่สำคัญยิ่งต่อชีวิตประจำวันและเป็นเครื่องมือที่นำความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม คือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสมดุล ทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2546: 2)

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 นั้นเมื่อนักเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี แล้วนักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น (กรมวิชาการ. 2545: 2) แต่การเรียนรู้การสอนจะบรรลุจุดประสงค์หรือเป้าหมายของหลักสูตร ได้มากน้อยเพียงใดเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องจัดกระบวนการเรียนการสอน สิ่งหนึ่งที่จะเป็นเครื่องชี้วัดกระบวนการเรียนการสอน คือ การวัดและการประเมินผล เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนมีความสามารถ ความสนใจและความถนัด หรือมีข้อบกพร่องในเรื่องใดซึ่งเป็นความรับผิดชอบของครูผู้สอน และโรงเรียนจะต้องจัดสอนซ่อมเสริมให้ (กรมวิชาการ. 2535: 15-16) ในการวัดผลและการประเมินผลทางคณิตศาสตร์ ควรมุ่งเน้นการจัดสมรรถภาพโดยรวมของนักเรียนเป็นหลัก ไม่ใช่การวัดผลเพื่อประเมินตัดสินได้หรือตกของนักเรียนเพียงอย่างเดียว แต่ต้องมีการพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคลแก้ไขปัญหาให้ตรงกับจุดอ่อนของผู้เรียน ดังนั้นการจะรู้จุดบกพร่องต้องใช้การทดสอบเพื่อวินิจฉัยหาจุดบกพร่องตลอดจนการวัดผลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้งวุฒิภาวะของนักเรียนด้วย เพื่อที่จะช่วยพัฒนาให้นักเรียนได้สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาเต็มศักยภาพ (กรมวิชาการ. 2544: 28-29)

จากการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2549 ในจังหวัดตรัง มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีเพียงร้อยละ 6.88 ระดับพอใช้ร้อยละ 47.96 และระดับที่ควรปรับปรุงร้อยละ 45.16 ระดับดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 13.66 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 34.15 ของคะแนนเต็ม เมื่อนำค่าเฉลี่ยเทียบกับปีการศึกษา 2548 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 14.17 (คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 35.43) พบว่า วิชาคณิตศาสตร์ก็ยังได้ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ การที่นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต่อเนื่องกันเป็นลำดับขั้น การเรียนรู้เนื้อหาบางเรื่องทำไม่ได้เลยถ้าไม่เรียนรู้เรื่องเดิมเป็นพื้นฐานของเรื่องใหม่ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเกิดการเรียนรู้เรื่องใหม่ที่กำลังเรียนได้ (ดวงเดือน อ่อนน้อม 2533: 33) ในการสอนคณิตศาสตร์ครูผู้สอนมักประสบปัญหาเรื่องผู้เรียนมีข้อบกพร่องในด้านทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผล และการแก้โจทย์ปัญหา โดยเฉพาะข้อบกพร่องในการคิดคำนวณซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นสูงต่อไป (สิริพร ทิพย์คง. 2541: 23) ซึ่งถ้าข้อบกพร่องนั้นๆ ไม่ได้รับการแก้ไขก็จะ

ส่งผลต่อความล้มเหลวในการเรียนเนื้อหานั้น ๆ และเนื้อหาที่ต่อเนื่องไปอีกด้วย จึงมีความจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องหาวิธีที่จะทำให้ข้อบกพร่องต่าง ๆ หรือจุดที่เป็นอุปสรรคของนักเรียนให้ลดน้อยลง (พร้อมพรรณ อุดมสิน 2533: 65)

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วย 6 สาระ สาระการเรียนรู้ที่ 1 เป็นเรื่องเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อครูผู้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ จะได้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนการสอนได้ตรงจุดและใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของครูให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพเพื่อช่วยให้ครูผู้สอนใช้ในการค้นหาจุดบกพร่องการเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ ที่นักเรียนไม่เข้าใจ และเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข กระบวนการจัดการเรียนการสอนหรือจัดสอนซ่อมได้ตรงจุดเพื่อให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 1 มีจำนวน 16 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 84 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 3,291 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 1 จำนวน 5 โรงเรียน และจำนวนนักเรียน 226 คน ที่กำหนดโดยวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-stage random sampling)

การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

เป็นการจัดทำแบบทดสอบสำหรับค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งแบ่งเป็นฉบับย่อย 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ

ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ โดยยึดหลักการถามจากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนตัวเลือกที่เป็นตัวลวงได้จากการสำรวจการตอบที่ผิดของนักเรียน

1.1 แบบทดสอบวินิจัยทักษะการคิดคำนวณ หมายถึง แบบวัดความสามารถในการคิดคำนวณได้อย่างคล่องแคล่วแม่นยำและถูกต้องในการนำเอาตัวเลขมา บวก ลบ คูณ หาร เพื่อหาคำตอบ โดยคำถามแต่ละข้อจะเป็นตัวเลขกับเครื่องหมายเพื่อให้คิดคำนวณเท่านั้น

1.2 แบบทดสอบวินิจัยทักษะการให้เหตุผล หมายถึง แบบวัดความสามารถในการตีความ ขยายความและสรุปผลเกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ของการนำจำนวนมาเกี่ยวข้องกับ การดำเนินการในรูปสัญลักษณ์ของคณิตศาสตร์ คุณสมบัติทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนกับการดำเนินการ

1.3 แบบทดสอบวินิจัยทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง แบบวัดความสามารถในการหาคำตอบจากความสัมพันธ์ในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักการทาง คณิตศาสตร์ในการแปลความหมายของโจทย์ที่มีความสัมพันธ์จากเงื่อนไขที่กำหนดในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เศษส่วน ทศนิยม รากที่สอง รากที่สาม ห.ร.ม. ค.ร.น. และการประมาณค่า

2. แบบทดสอบสำรวจ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อสำรวจความบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการให้ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและการดำเนินการโดยยึดตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 เพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียน แล้วรวบรวมคำตอบผิดจุดบกพร่องต่าง ๆ และเหตุผลในการตอบของนักเรียนเพื่อมาสร้างเป็นตัวลงในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ

3. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง คุณลักษณะของเครื่องมือวัดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ของการสร้างแบบทดสอบในเรื่องคุณภาพข้อสอบ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

3.1 ความยากของข้อสอบ (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของคนทำข้อสอบในแต่ละข้อถูกเมื่อเทียบกับจำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด ในการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ตามเกณฑ์ของการสร้างข้อสอบ

3.2 อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบแต่ละข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์จากการคำนวณหาจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยใช้สูตรของซีแฮนและเดวิส ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยครั้งนี้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .00 ขึ้นไปเนื่องจากเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์

3.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง ความสอดคล้องของความสามารถที่นักเรียนตอบข้อสอบอย่างคงที่ซึ่งเป็นดัชนีบอกการเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ การสร้างแบบทดสอบวินิจัยคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรไบนอมียาลของโลเวทท์

3.4 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ ได้ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาพร้อมกันพิจารณาตรวจสอบโดยวิธีของโรบินสันและแฮมบิลตัน แบบทดสอบที่ถือว่ามีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

4. การกำหนดจุดตัดในการวินิจฉัย หมายถึง การกำหนดจุดที่เป็นการผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์โดยพิจารณาจากคะแนนที่เป็นคะแนนขั้นต่ำของการผ่านผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ในเนื้อหาแต่ละหน่วยของแบบทดสอบวินิจัย เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาว่านักเรียนจะผ่านหรือไม่ผ่านในหน่วยการสอนนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ มีการคำนวณหาจุดคะแนนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มรอบรู้ และกลุ่มไม่รอบรู้ และใช้วิธีการหาคะแนนจุดตัดด้วยวิธีของแกลสส์ ซึ่งกำหนดเกณฑ์ภายนอกคือระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้น

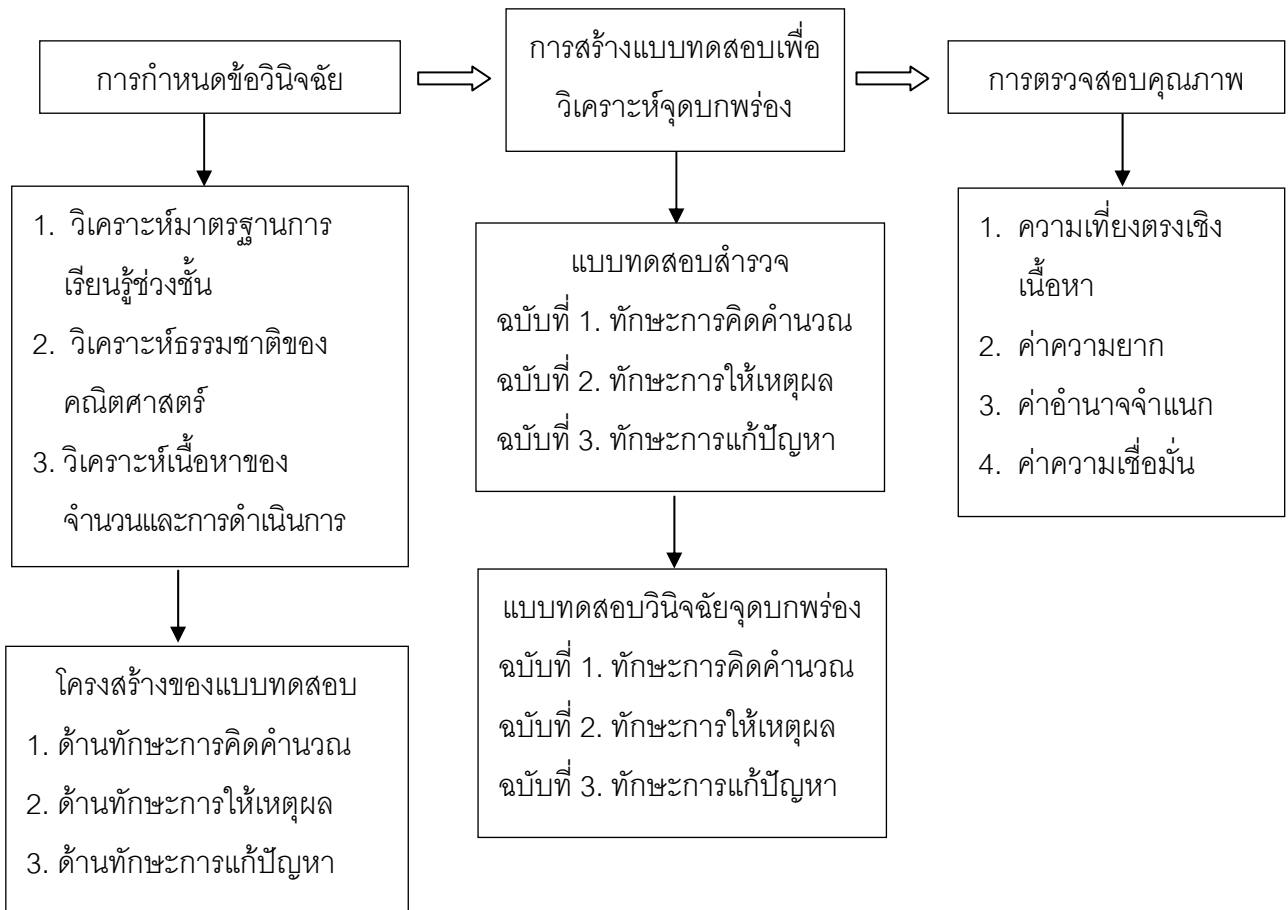
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกำหนดให้นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไปเป็นกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ และกลุ่มที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมน้อยกว่า 2.00 เป็นกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

6. **กลุ่มรอบรู้** หมายถึง นักเรียนที่สอบได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่าคะแนนจุดตัดในการวินิจฉัยที่กำหนดจากแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

7. **กลุ่มไม่รอบรู้** หมายถึง นักเรียนที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัดในการวินิจฉัยที่กำหนดจากแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจัยได้
นำมาจัดทำเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย
 - 1.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจัย
 - 1.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย
 - 1.3 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจัย
 - 1.4 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย
2. โครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์กับการเรียนการสอน
 - 2.1 ธรรมชาติและความสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 2.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3
 - 2.3 คุณภาพของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวินิจัยทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 แบบทดสอบวินิจัยทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน
4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัย
 - 4.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัย
 - 4.2 ลักษณะของคะแนนจุดตัด
 - 4.3 วิธีกำหนดคะแนนจุดตัด
5. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย
 - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย

1.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจัย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัยพบว่า นักการศึกษาจากต่างประเทศและในประเทศหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยดังนี้

อีเบล (Ebel. 1965: 449) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่าแบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องหรือความไม่สำเร็จในการเรียนของนักเรียน

คาร์เมล (Karmel. 1966: 107) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบซึ่งไปถึงจุดที่เด็กอ่อน หรือมีความสามารถน้อย และเป็นแบบทดสอบที่บอกว่านักเรียนอ่อนที่จุดใดได้ด้วย

อาห์แมนน์ และกล็อค (Ahmann and Glock. 1967: 18) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า คือ แบบทดสอบที่ใช้หลังจากการให้การเรียนการสอน จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจัย คือ ช่วยให้ทราบถึงข้อบกพร่องเฉพาะที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังของนักเรียน

เพนน์ (Payne. 1968: 167) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า เป็นแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดมุ่งหมายของการสอนซึ่งประกอบด้วยข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา และครอบคลุมลำดับขั้นในการเรียนรู้เรื่องนั้น อีกทั้งเป็นข้อสอบที่จะช่วยชี้แนวทางในการแก้ข้อบกพร่องว่าควรแก้ที่จุดใด

อนาสตาซี (Anastasi. 1968: 404) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ความเก่ง-อ่อน เป็นรายบุคคล และเป็นการบอกถึงสาเหตุของความอ่อน

ธอนร์ไดค์ และเฮเกน (Thronrdike & Hagen. 1969: 646) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่าแบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ในแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีการในการสอนซ่อมเสริมที่ตรงจุดและเป็นการช่วยปรับปรุงความรอบรู้ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นด้วย

บราวน์ (Brown. 1970: 225) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า แบบทดสอบวินิจัยใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนว ซึ่งสามารถใช้ให้เห็นถึงจุดอ่อน หรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในแต่ละส่วนย่อย ๆ ของแบบทดสอบนั้น

ทองหล่อ วิชาวิน (2521: 49) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า แบบทดสอบวินิจัยการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความบกพร่อง หรือจุดเด่นด้อยของผู้เรียนซึ่งเป็นการค้นหาสมมติฐานว่าผู้เรียนคนนี้อ่อนในเนื้อหาวิชานี้เนื่องด้วยสาเหตุใดเพื่อจะได้แก้ไขพิจารณาให้ถูก

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2522: 1) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่าแบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบเพื่อวัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในแต่ละวิชา ผลของการสอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจัยจะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้น

บุญชม ศรีสะอาด (2523: 10) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า แบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นจุดบกพร่อง หรือเป็นจุดที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน

วิรัช นิยมแย้ม (2525: 13) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ และหาสาเหตุของข้อบกพร่องนั้น ๆ เพื่อจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมต่อไป

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533: 69) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยคือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อชี้ให้เห็นจุดบกพร่องของนักเรียนที่เกิดขึ้นในการเรียนเพื่อหาวิชานั้น ๆ อีกทั้งช่วยให้ทราบสาเหตุของความบกพร่อง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในแง่ของการเป็นแนวทางนำไปสู่การสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด การปรับปรุงแก้ไขนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เบญจา เขียวประสม (2534: 7) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า แบบทดสอบวินิจัยเป็นเครื่องมือตรวจค้นข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนพร้อมทั้งวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น ๆ เพื่อให้ครูผู้สอนนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

โชติ เพชรชื่น (2544: 7) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า แบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเพื่อวิเคราะห์หาจุดเด่น จุดด้อยในการเรียน ตลอดจนบ่งชี้ถึงสาเหตุของความด้อยหรือความบกพร่องของนักเรียนแต่ละคน

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจัยข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

1.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัย

มีนักการศึกษาหลายท่านทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ ดังนี้

อดัมส์ และทอร์เจอร์สัน (Adams & Torgerson. 1964: 472) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจจัยจะแยกออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ (Subtests) เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่าง ๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจจัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

2. แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับจะต้องมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลได้อย่างมีความเชื่อมั่น

3. ปกติแบบทดสอบวินิจจัยจะใช้กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ ดังนั้นข้อสอบมักมีจำนวนข้อมาก ๆ และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

4. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจจัยเพราะว่าจุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจจัยคือ เพื่อที่จะค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถที่จะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

อาห์แมนน์ และกล็อค (Ahmann & Glock. 1967: 364-365) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจจัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นสำคัญ
2. เกณฑ์ปกติ ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจจัย
3. แบบทดสอบวินิจจัยประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อแล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่อไป

4. แบบทดสอบวินิจจัยมักใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้นักเรียนที่มีคะแนนต่ำจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test)

บลูม (Bloom. 1971: 91-92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบ เพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียน เกี่ยวกับทักษะพื้นฐานเพื่อหา ระดับการเรียนรู้ เพื่อใช้คัดแยกเด็ก เพื่อปรับปรุงวิธีสอนและเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ้ำ

2. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีปกติพอสมควรแล้ว

3. ใช้ประเมินผลได้กับพฤติกรรมทั้งสามด้าน คือ พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้าน จิตพิสัย (Affective Domain) ด้านทักษะจิตพิสัย (Psychomotor Domain)

4. แบบทดสอบวินิจจัยมีทั้งวินิจจัยมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น

5. ต้องมีจำนวนข้อมาก โดยแต่ละข้อมีค่าความยาก .65 ขึ้นไป

6. การประเมินผลของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจจัย อาจได้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์

7. วิธีรายงานคะแนนจากแบบทดสอบทำได้โดยการเขียนเส้นภาพ (Profile)

ของคะแนนแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

เมห์เรนส์ และเลห์มานน์ (Mehrens & Lehmann. 1975: 462-464) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. การสอบวินิจจัยไม่คำนึงถึงคะแนนการสอบเพียงอย่างเดียวแต่จะพิจารณาถึงรายละเอียดต่าง ๆ จากผลงานนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริม

2. แบบทดสอบวินิจจัยจะมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่ต้องการจะแสดงว่าโดยทั่วไปแล้วนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่ม ส่วนที่ไม่มีเกณฑ์ปกติ (Norm) ได้จากข้อสอบมาตรฐานอื่น ๆ ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติแห่งชาติ (National Norm)

3. แบบทดสอบวินิจจัยจะเป็นแบบทดสอบมาตรฐานในกรณีที่เครื่องมือนั้นถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันและการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

4. แบบทดสอบวินิจจัยอาจใช้ปกติวิสัยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norm) หรือปกติวิสัยการเทียบเกรด (Grade Equivalent Norm) ก็ได้ตามความเหมาะสม

5. แบบทดสอบวินิจจัยจะใช้เฉพาะกับนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินการสอบ การตรวจ และการตีความหมายของคะแนน

6. แบบทดสอบวินิจจัยสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อื่น ๆ เพราะนอกจากจะต้องการคำตอบจากนักเรียนแล้วยังต้องทำให้สามารถรู้ว่าคุณสมบัติบกพร่องในด้านใด

ซิงห์ (Singha. 1974: 200-205) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. มีจำนวนคำถามมากข้อและครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียน (Learning Point)

2. ต้องมีวิเคราะห์และสรุปเนื้อหาอย่างระมัดระวัง

3. คำถามมักเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย

4. ไม่จำกัดเวลาสอบ

5. จัดแยกคำถามไว้เป็นพวก ๆ ในแบบทดสอบย่อย ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มข้อสอบที่วัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้โดยจะมีการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนของแบบทดสอบย่อย

6. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะแบบทดสอบต้องการที่จะค้นหาจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน

7. แบบทดสอบวินิจฉัย ตั้งอยู่บนนิยามของการเรียนเพื่อรอบรู้

กรอนลัน (Gronlund. 1976: 139) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่ามีลักษณะดังนี้

1. ยึดความบกพร่องในการเรียนเป็นขอบข่ายในการวัด
2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย
4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
5. สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน
6. นำผลไปใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

อนันต์ ศรีโสภ (2515: 159) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมาก ๆ ในแต่ละเนื้อหาวิชาที่มีการทดสอบวัตถุประสงค์ของการทดสอบเพื่อค้นหาสาเหตุของความยากและปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนจึงพิจารณาเฉพาะคำตอบของข้อสอบแต่ละข้อหรือกลุ่มของข้อสอบ ส่วนคะแนนรวมมีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบประเภทนี้จึงไม่สนใจคะแนนรวม

วิเชียร เกตุสิงห์ (2517: 27) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่อง หรือจุดอ่อนในการเรียนแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่อง ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้จะมีเนื้อหาต่าง ๆ ที่ต้องการวินิจฉัยได้ แต่ละเรื่องจะมีข้อสอบมากมาย ข้อ เมื่อนำไปทดสอบนักเรียนแล้ว ถ้าเด็กทำข้อสอบในเรื่องใดผิดมากแสดงว่าเด็กมีจุดอ่อนหรือเรียนอ่อนในเรื่องนั้น

บุญชม ศรีสะอาด (2523: 9-11) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย วัดตามทักษะย่อย ๆ นั้น

2. มีคะแนนของแต่ละด้าน แต่ละตอน เพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้นคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนี้

3. มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อ ที่วัดทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสทำผิดพลาดได้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอ นั่นคือชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน

4. มักเป็นแบบทดสอบประดมพลัง (Power Test)

5. การสร้างแบบทดสอบจะสร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนสำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน

6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบอยู่ในรูปที่ว่า เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการสอบอยู่ภายใต้สภาพการณ์เดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

ไซติ เพชรขึ้น (2544: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ
2. แบ่งเป็นส่วน ๆ หรือเป็นฉบับย่อย ๆ การแบ่งเป็นส่วนหรือฉบับย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะความสามารถหรือทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน
3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือในฉบับย่อยมีจำนวนข้อมากพอที่จะวัดความสามารถ หรือทักษะย่อย ได้ด้วยความมั่นใจ
4. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้สำหรับเทียบ เพื่ออธิบายถึงความบกพร่องแต่ละความสามารถและทักษะ

5. เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

6. ตรวจคำตอบแยกเป็นส่วน ๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ ที่กล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้สรุปลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้าน ๆ ของแต่ละรายวิชา
2. เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
3. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นหลัก
4. เป็นข้อสอบที่มีจำนวนข้อมาก ในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ
5. เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
6. เป็นแบบทดสอบที่ให้เวลาเต็มที่ในการทำข้อสอบ
7. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้ในการวินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่
8. คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน จะมีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนรายข้อ

1.3 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย

ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยนั้น มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครูผู้สอน และผู้บริหาร เพราะถือว่าเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญเป็นสื่อที่จะให้ครูผู้สอนเข้าใจและวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความไม่เข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน พร้อมทั้งครูผู้สอนสามารถปรับปรุง แก้ไข การจัดการเรียนการสอนได้อย่างตรงจุด มีนักการศึกษาต่างประเทศได้กล่าวถึงข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนดังนี้

ลินควิสต์ (Lindquist. 1956: 37) ได้กล่าวถึงข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนสรุปดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนได้ละเอียด
2. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาวิชาลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอนตลอดจนจุดบกพร่อง
3. ช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนของครู
4. ประหยัดเวลาและแรงงานทำให้ครูมีเวลาในการจัดซ่อมเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้
5. ช่วยทำให้นักเรียนทราบถึงจุดบกพร่องของตนและสามารถนำมาใช้ปรับปรุงการเรียนได้ตรงจุด

บลูม (Bloom. 1971: 91-101) ได้กล่าวถึงหน้าที่และประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนสรุปไว้ดังนี้

1. ใช้วัดพื้นฐานความรู้ก่อนเข้าเรียน
2. ใช้วัดระดับความรอบรู้
3. ใช้แยกนักเรียนเป็นกลุ่มเป็นพวกเพื่อหาทางใช้วิธีการสอนที่เหมาะสม
4. ใช้ค้นหาสาเหตุของความผิดที่เกิดขึ้นซ้ำซาก

เคนเนดี (Kennedy. 1980: 23) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนไว้ดังนี้

1. ใช้ค้นหาข้อบกพร่องและปัญหาในการเรียน
2. ใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน
3. ใช้ในการวางแผนจัดการสอนซ่อมเสริม

กรอนลันด์ (Gronlund. 1981: 322) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนแต่ละฉบับสะท้อนถึงมโนคติเกี่ยวกับเรื่องที่จะวัดของผู้สร้างและข้อคิดของผู้เรียนในการวินิจฉัย

2. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำจึงเหมาะสำหรับพิจารณาข้อบกพร่องทางการเรียน แต่จะไม่เหมาะสำหรับการพิจารณาระดับความชำนาญ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ จะเป็นตัวบอกประเภทของข้อบกพร่องของนักเรียน แต่จะไม่บอกสาเหตุของข้อบกพร่องนั้น แม้ว่าบางครั้งจะสามารถบอกสาเหตุจากประเภทของข้อบกพร่องหรือจากการอธิบายคำตอบของนักเรียน แต่ข้อบกพร่องบางชนิดอาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุหรือเกี่ยวข้องกันในลักษณะที่ซับซ้อน

4. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ที่ทำการวินิจฉัยอุปสรรคทางการเรียนของนักเรียนเพียงส่วนเดียว ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ที่มีต่อส่วนประกอบนั้นด้วย

5. ผลที่ได้จากแบบทดสอบย่อยหรือกลุ่มของข้อสอบ ในการวินิจฉัยการเรียนรู้ อาจเชื่อถือได้น้อยเพราะอาจมีบางหัวข้อเท่านั้นที่วัดทักษะเฉพาะ ดังนั้นการหาข้อเด่นข้อด้อยทางการเรียนควรสังเกตจากห้องเรียนประกอบด้วย

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาไทยได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ทองหล่อ วิภาวสิน (2521: 50-52) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้มีประโยชน์สำหรับนักเรียนคือ

1. ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน
2. ทำให้นักเรียนสามารถประเมินผลตัวเองได้ว่าเรียนรู้เรื่องมากน้อยแค่ไหน ต้องปรับปรุงแก้ไขอะไรบ้าง
3. เป็นเครื่องช่วยตัดสินใจว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในหัวข้อเนื้อหาและทักษะในเรื่องเหล่านั้นหรือไม่ตลอดจนผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนเรื่องต่อไปหรือยัง

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้มีประโยชน์สำหรับครูดังนี้

1. ช่วยในการปรับปรุงเทคนิคการเรียนการสอนของครูให้ดีขึ้น
2. ช่วยในการเตรียมบทเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2531: 93-94) ได้กล่าวถึงประโยชน์ในการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนว่ามีประโยชน์โดยตรงต่อทั้งครูและนักเรียนดังนี้

ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสำหรับครู

1. ช่วยปรับปรุงการสอนของครูเพื่อจะได้รู้ว่าครูควรสอนเรื่องอะไรและหัวข้อใดที่นักเรียนยังมีข้อบกพร่องอยู่ เพราะเนื้อหาบางเรื่องต้องใช้ความรู้พื้นฐานเก่า หากว่าครูยังไม่แก้ไขข้อบกพร่องเก่า ๆ จะทำให้การเรียนรู้เนื้อหาต่อไปไม่ประสบความสำเร็จได้

2. ช่วยให้ผู้เตรียมบทเรียนได้ตรงตามความต้องการของผู้เรียน โดยใช้เทคนิคได้อย่างเหมาะสมกับผู้เรียนในเนื้อหาแต่ละตอน เพราะเนื้อหาแต่ละตอนมีความยากไม่เหมือนกัน หากว่าครูได้ทราบว่าเนื้อหาตอนใดเป็นปัญหามากต่อผู้เรียน ครูก็ควรจะต้องพุ่งเป้าเป็นพิเศษในเนื้อหาตอนนั้น ๆ และหาวิธีสอนที่จะทำให้ นักเรียนประสบความสำเร็จได้

3. ประหยัดเวลาและแรงงานของครูในการวินิจฉัยทำให้มีเวลาสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลมากขึ้น

ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสำหรับนักเรียน

1. ผลการสอบจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองได้ว่าตนเองยังมีจุดประสงค์ใดที่บกพร่องอยู่สมควรจะได้รับการแก้ไข ทำให้นักเรียนรู้ความสามารถของตนเองซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญอย่างหนึ่งของหลักสูตร

2. จากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ผลที่ได้จะเป็นเครื่องช่วยตัดสินใจว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาหรือทักษะเรื่องนั้นหรือไม่ ตลอดจนมีความพร้อมที่จะเรียนต่อไปได้หรือไม่

3. จะเป็นแรงจูงใจในการเรียน ทำให้นักเรียนเตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ เพราะถ้าผู้เรียนรู้ว่าเมื่อจบบทเรียนแล้วจะมีการทดสอบเพื่อวินิจฉัยการเรียนรู้ ผู้เรียนจะกลัวความล้มเหลวจึงทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น

โชติ เพชรชื่น (2544: 10-11) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียน ครู ผู้สอน และผู้บริหารดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองโดยดูคะแนนการสอบแต่ละส่วนว่ามีส่วนไหนบ้างที่ได้คะแนนน้อยกว่าปกติ หรือต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ เมื่อรู้ข้อบกพร่องหรือจุดด้อยแล้ว ก็จะได้ปรับปรุงหรือฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจหรือฝึกทักษะในเรื่องนั้น ๆ เป็นการเฉพาะเป็นการแก้ปัญหาในส่วนของตัวเองบางคนอาจมีข้อบกพร่องเพียงจุดเดียว ด้านเดียว แต่บางคนอาจบกพร่องหลาย ๆ จุด หลาย ๆ ด้าน ก็ได้ไม่เท่ากัน

2. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุด ทำให้ปัญหาของนักเรียนหมดไปโดยเร็วเป็นการประหยัดเวลา นอกจากนั้นยังต้องตระหนักว่าวิธีการสอนที่เคยใช้อยู่ก่อนอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สอนเสริม ควรแสวงหาหรือเลือกวิธีสอนใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการสอนแบบเดิมที่เคยใช้สอนเรื่องนั้น ๆ มาก่อนแล้ว

3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาตลอดทั้งตัวนักเรียนเองได้ตรงประเด็นหรือตรงความต้องการ ผลที่เกิดขึ้นก็คือ ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร

สรุปประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจัยได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจัยเป็นแบบทดสอบที่ครูใช้ในการค้นหาจุดบกพร่องการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ ว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาการเรียนในแต่ละตอน
2. เป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข ถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เกิดจากความบกพร่องของตัวครูผู้สอน
3. ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ถึงจุดบกพร่องในการเข้าใจเนื้อหาเพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหาอีกครั้ง และทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ

1.4 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยให้มีคุณภาพนั้น ได้มีนักการศึกษาหลายท่านทั้งต่างประเทศและในประเทศ ได้กล่าวไว้ดังนี้

นอลล์ (Noll. 1957: 430) ได้แบ่งขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ กฎ หลักเกณฑ์ ความรู้หรือทักษะที่ต้องการทดสอบวินิจัย
2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบตามกฎหมายหรือหลักเกณฑ์ทุก ๆ อย่างให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ
3. แยกแบบทดสอบไว้เป็นพวก ๆ เพื่อทำให้ง่ายขึ้นในเวลาวิเคราะห์คำตอบและสะดวกต่อการวินิจัยต่อไป

ลินด์ควิสต์ (Lindquist. 1963: 37-38) ได้อธิบายถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจัยให้มีคุณภาพมากที่สุดนั้นมีเกณฑ์ในการสร้างดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวินิจัยต้องสัมพันธ์กับหลักสูตรและมีความชัดเจนในจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
2. คำถามในแบบทดสอบต้องสร้างให้สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
3. ทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยอาศัยการทดลองและอุปสรรคหรือความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนได้อย่างเพียงพอและต้องใช้ค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนได้
5. แบบทดสอบต้องเสนอแนะจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบการเรียนที่ทำการวัดได้อย่างถูกต้อง
6. แบบทดสอบต้องครอบคลุมกฎเกณฑ์ทางการเรียนรู้อย่างทั่วถึง

7. แบบทดสอบต้องสามารถทดสอบความบกพร่องในการเรียนที่ผ่านมาได้ และสามารถสืบค้นหาความบกพร่องนั้นจากเนื้อหาแต่ละตอนที่ทำการทดสอบได้

8. ความก้าวหน้าของเด็กแต่ละคนจะแสดงให้เห็นได้จากคำตอบที่วัดโดยใช้แบบทดสอบ
ธอร์นไดค์ และเฮเกน (Thorndike & Hagen. 1969: 269-271) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยว่ามี 2 ขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบย่อย ๆ
2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้นได้

บราวน์ (Brown. 1970: 303) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจัยว่าควรพิจารณาหลักการดังนี้

1. แบ่งทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน
2. แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับและสร้างให้แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับสามารถวัดองค์ประกอบย่อยของทักษะนั้นได้เพียงองค์ประกอบเดียว
3. แบบทดสอบย่อยทุกฉบับต้องวัดทักษะย่อยที่ต้องการวัดได้จริง ๆ เพราะถ้าหากแบบทดสอบย่อยนั้นไม่ได้วัดทักษะย่อยนั้นจริงแล้วจะไม่สามารถพิจารณาสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง
4. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยจะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

ซิงห์ (Singha. 1974: 201-202) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจัยว่ามีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. ในกรณีที่สร้างเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบหรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนมากข้อ เพื่อที่จะครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะทดสอบ
2. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue-print) ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาและวิธีการ
3. ไม่ต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจัย เพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุมากกว่าจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
4. แบบทดสอบวินิจัยจะสร้างข้อสอบตามเนื้อหา คือเอาข้อความที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกันโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความยาก

5. แบบทดสอบวินิจัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หรือเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-made Test) แต่แบบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุ่มค่ามากกว่า เพราะประหยัดเวลาและกำลังงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

สำหรับในประเทศไทยนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบ วินิจัยการเรียนรู้ไว้ดังนี้

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2522: 1-2) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย การเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. แยกหรือวิเคราะห์ทักษะใหญ่ออกเป็นทักษะย่อย
2. สร้างข้อคำถามในแต่ละทักษะย่อยเหล่านั้นโดยไม่จำเป็นต้องเป็นคำถามที่ยาก แต่มี จำนวนมากข้อ

บุญชม ศรีสะอาด (2523: 10-12) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงถึงในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย การเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจัยการเรียนรู้จะต้องครอบคลุมจุดประสงค์ในการเรียนรู้และ ทักษะพื้นฐานทุกด้าน
2. แบบทดสอบวินิจัยการเรียนรู้สามารถใช้ค้นหาจุดอ่อนของการเรียนรู้ได้ และสามารถ ชี้ให้เห็นชนิดของความผิดพลาดได้
3. ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวินิจัยการเรียนรู้ สามารถใช้ประกอบการวินิจัยอุปสรรค หรือปัญหาของนักเรียนได้
4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้าน ๆ เพื่อสะดวกในการวินิจัย โดยในแต่ละด้าน ควรมี ข้อสอบซึ่งค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ
5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ ให้มีประสิทธิภาพ

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533: 71) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจัยในเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์ทักษะที่จำเป็นและเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด แล้วแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ
3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral objective) ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด
4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในข้อสอบจะกำหนดให้นักเรียน หาคำตอบและสาเหตุการเลือกตอบ ซึ่งในขั้นนี้ถือเป็นขั้นการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาสาเหตุ ของการเลือกตอบ

5. นำไปสอบกับนักเรียนในกลุ่มที่ได้เรียนเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว

6. วิเคราะห์หาคำตอบ และสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิเคราะห์มากำหนดสร้างตัวเลือก ของแบบทดสอบ วินิจฉัยต่อไป

7. เขียนข้อสอบ โดยตัวเลือกร่างจากสาเหตุของการเลือกตอบของนักเรียน

8. นำข้อสอบในขั้นที่ 7 มารวบรวมเป็นฉบับแบบทดสอบวินิจฉัย แล้วนำไปทดลองใช้ และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น

9. เขียนคู่มือในการใช้แบบทดสอบ และกำหนดแนวทางที่เหมาะสม เพื่อสามารถบ่งชี้ ถึงความบกพร่อง และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องในแต่ละทักษะนั้นได้

โชติ เพชรชื่น (2544: 17) ได้สรุปขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็นจุดประสงค์ ของหลักสูตรรายวิชา

2. กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะข้อสอบ

3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านี้ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และ เนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

4. ทดลองใช้และนำผลการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคำถาม

5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

6. สร้างเกณฑ์การบรรจุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ

7. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

สมศรี ไชยชมภู (2546: 17) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

2. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของหลักสูตร โดยการทำเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3. กำหนดจุดประสงค์ย่อย ลักษณะของแบบทดสอบและจำนวนข้อสอบ

4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้คำตอบที่รวบรวมจากการตอบของนักเรียน ที่ตอบผิดในการทดสอบเพื่อสำรวจมาสร้างเป็นตัวลวงแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียน

6. วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของ นักเรียน เพื่อใช้ในการปรับปรุงแบบทดสอบต่อไป

7. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

8. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

จากเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย มีขั้นตอนในการสร้างสรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ต้องการทดสอบ

2. แบ่งทักษะเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ

3. กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ

4. สร้างแบบทดสอบสำรวจตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

5. นำไปทดสอบแล้วนำผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจัยต่อไป

6. สร้างแบบทดสอบวินิจัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวเลือกจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน

7. นำไปทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

8. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน

9. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคู่มือดำเนินการสอบ

2. โครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์กับการเรียนการสอน

2.1 ธรรมชาติและความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้น และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง

คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1: เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์และจำนวนตรรกยะ
2. รู้จักจำนวนอตรรกยะและจำนวนจริง
3. เข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
4. เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และสามารถเขียน

จำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ($A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A \leq 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม) ได้

5. เข้าใจเกี่ยวกับรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง

มาตรฐาน ค 1.2: เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

1. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง และนำไปใช้แก้ปัญหาได้
2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้แก้ปัญหาได้
3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการหารากของจำนวนเต็มและจำนวนตรรกยะพร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการของจำนวนต่าง ๆ ได้
4. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3: ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

1. เข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงโดยการประมาณการเปิดตารางหรือการใช้เครื่องคำนวณและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4: เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

1. เข้าใจสมบัติต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบจำนวนเต็มและนำไปใช้แก้ปัญหาได้
2. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนในระบบจำนวนจริง

สาระที่ 6: ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1: มีความสามารถในการแก้ปัญหา

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้
2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.2: มีความสามารถในการให้เหตุผล

1. สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือสร้างแผนภาพ

มาตรฐาน ค 6.3: มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมายและนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน และรัดกุม

มาตรฐาน ค 6.4: มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ
2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ค 6.5: มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

2.3 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษา

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การเรียนรู้จะเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ผู้เรียนควรมีความสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สามารถเลือกใช้นิยามการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

4. มีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลง (transformation) ทางเรขาคณิตในเรื่อง การเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถวิเคราะห์แบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการ อสมการ กราฟ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ในการแก้ปัญหาได้

6. มีความเข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม และเลือกใช้ได้เหมาะสม สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษา

และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถนำเสนอข้อมูล รวมทั้งอ่าน แปลความหมายและวิเคราะห์ ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ สามารถใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ ตลอดจน เข้าใจถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

7. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้

8. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

9. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายในการค้นหา จุดบกพร่องทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ การวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การ วิเคราะห์หรือรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ทราบรายละเอียดของจุดเด่น (สิ่งที่ดีอยู่แล้ว) หรือจุดด้อย (ข้อบกพร่องหรือสิ่งที่เป็นอุปสรรค) ในการเรียนคณิตศาสตร์ (ดวงเดือน อ่อนน้อม. 2533: 35) หรือ ค้นหาข้อบกพร่องหรือจุดที่เป็นอุปสรรคในการเรียนของผู้เรียนเพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลย้อนกลับไปยัง ครูผู้สอนและผู้เรียน ทำให้ทราบถึงส่วนที่เป็นจุดเด่นและจุดบกพร่อง ซึ่งจะเป็นการช่วยในการ ปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2531: 3)

3.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2531: 3) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยสามารถวัดได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่ม โดยทั่วไปเกณฑ์ ปกติไม่มีความจำเป็นสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัย เพราะจุดประสงค์ของแบบสอบเพียงเพื่อระบุหรือ ชี้ให้เห็นถึงจุดที่เป็นอุปสรรคไม่ใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถกับคนอื่น

2. จุดประสงค์ของแบบทดสอบจำกัดอยู่เฉพาะจุดประสงค์ที่มีประโยชน์ต่อการวินิจฉัย เท่านั้น

3. ขอบเขตของเนื้อหา มีสองลักษณะคือ แบบสอบวินิจฉัยที่ยึดระดับชั้นเป็นหลัก เช่น แบบทดสอบวินิจฉัยเรื่องการบวก ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่สาม และแบบทดสอบวินิจฉัยที่ยึดเนื้อหาเป็นหลัก เช่น แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้น

4. ควรเป็นแบบทดสอบที่ไม่จำกัดระยะเวลาในการสอบและควรเป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่โดยไม่จำกัดเวลา เป็นแบบทดสอบที่มีอำนาจ (power test) ยกเว้นในกรณีที่มีจุดประสงค์ชัดเจนว่าเป็นแบบสอบถามที่เน้นความรวดเร็วในการคิด (speed test) จึงอาจกำหนดเวลาได้

5. เนื้อหาของแบบทดสอบควรที่จะครอบคลุมทุกแง่มุมของคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะต่าง ๆ ในการนำมาใช้คำนวณ ไม่ควรวัดเฉพาะการรู้ระดับนามธรรมเท่านั้น ควรวัดการรู้ 3 ระดับ คือ ระดับรูปธรรม กึ่งรูปธรรม และนามธรรม หรืออาจวัดถึง 4 ระดับ ได้แก่ ระดับรูปธรรม กึ่งรูปธรรม กึ่งนามธรรม และนามธรรม

6. เน้นการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ และการให้คะแนนของข้อสอบในแต่ละส่วนไม่เน้นคะแนนรวม

7. ข้อสอบที่ได้มาจากการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียด และการศึกษาที่เด็กทำผิด

3.3 แบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2531: 95-97) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้เลขคณิตของลอสแอนเจลิส (Los Angeles Diagnostic Test in Arithmetic) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยสำนักทดสอบแคลิฟอร์เนีย (California Test Bureau) พิมพ์ในปี ค.ศ. 1925-1926 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2-8 และระดับชั้น 3-9 แบ่งเป็นสองเรื่องใหญ่ ๆ คือ

1.1 พื้นฐานของเลขคณิต (Fundamental of Arithmetic) ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2-8 มีสองฉบับ แต่ละฉบับมีกำหนดเวลาทำ 40 นาที ประกอบด้วยทักษะย่อยคือการบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม

1.2 เหตุผลในเลขคณิต (Reasoning in Arithmetic) ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 3-5 และกำหนดเวลาทำ 40 นาที สำหรับนักเรียนระดับชั้น 6-9 ประกอบด้วยทักษะย่อย คือ การบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม

2. แบบทดสอบวินิจฉัยและช่วยเหลือตนเองทางเลขคณิต (The Diagnostic Test & Self-Helps in Arithmetic) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยสำนักทดสอบแคลิฟอร์เนีย ปี ค.ศ.1955 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 3-12 ไม่กำหนดเวลาสอบ แบ่งเป็นสองชนิดคือ

2.1 แบบสอบที่ใช้คัดแยก (Screening Test) ประกอบด้วย แบบทดสอบ 4 ฉบับ ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม และความรู้และทักษะทั่วไปทางเลขคณิต

2.2 แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ (Diagnostic Test) ประกอบด้วย แบบทดสอบ 23 ฉบับแบ่งการวินิจฉัยออกเป็น 6 เรื่องดังนี้ คือ

2.2.1 ข้อเท็จจริงพื้นฐาน 5 ฉบับ

2.2.2 การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มบวกและศูนย์ 5 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 มาตรวัด 1 ฉบับ

2.2.6 การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน 7 ฉบับ

การใช้แบบทดสอบนั้น จะทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ใช้คัดแยกก่อนแล้วนำผลมาพิจารณาเพื่อดำเนินการสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยตามความเหมาะสมต่อไป โดยจะมีตอนที่ให้ช่วยเหลือตนเองเป็นแบบฝึกหัดซ่อมเสริมที่มีเฉลยอยู่ด้านหลังของแบบทดสอบ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนเลขคณิตแบบคีย์แมธ (The Key Math Diagnostic Arithmetic - Test) เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้รายบุคคล ใช้วัดพัฒนาการทางทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นอนุบาลจนถึงระดับชั้น 8 ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 14 ฉบับ แต่ละฉบับประกอบด้วยเนื้อหา ทักษะการคำนวณและการนำไปใช้ แบบทดสอบชุดนี้สามารถวินิจฉัยได้ 4 แบบคือ

1. แบบรวมทั้งหมด
2. วินิจฉัยเป็นตอน ๆ
3. วินิจฉัยเป็นทักษะย่อย ๆ
4. วินิจฉัยเป็นรายข้อ

ผู้จัดสอบสามารถศึกษาความแตกต่างของความสามารถของนักเรียนและสามารถแปลความหมายจากผลการสอบของนักเรียนได้ โดยการอธิบายพฤติกรรมบางอย่างจากคำถามในแต่ละตอนของแบบทดสอบ ผู้ใช้แบบทดสอบนี้ยังสามารถนำคะแนนที่ได้มาเป็นแนวทางในการสอนคณิตศาสตร์ได้

4. แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ของสแตนฟอร์ด (The Stanford Diagnostic-Mathematic Test: SDMT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับการสอบเป็นกลุ่ม ประเมินได้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ แบบทดสอบแบ่งออกเป็นสองแบบใหญ่ ๆ คือ

4.1 แบบทดสอบวินิจฉัยการอ่านของสแตนฟอร์ด (Stanford Diagnostic Reading Test: SDRT) แบ่งเป็น 2 ระดับคือ ระดับที่ 1 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2-4 และระดับที่ 2 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 4-8 ในแต่ละระดับมีจำนวนฉบับดังนี้

ระดับที่ 1 (ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2-4)	ระดับที่ 2 (ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 4-8)
1. ความเข้าใจในการอ่าน	1. ความเข้าใจในการอ่าน
2. ศัพท์	2. ศัพท์
3. ความแตกต่างของสิ่งที่ได้ยิน	3. การแยกพยางค์
4. การแยกพยางค์	4. ความแตกต่างของเสียง
5. เสียงต้นและท้ายคำ	5. ความกลมกลืนของเสียง
6. ความกลมกลืนของเสียง	6. อัตราความเร็วในการอ่าน
7. ความแตกต่างของเสียง	

4.2 แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนเลขคณิตของสแตนฟอร์ด (Stanford Diagnostic Arithmetic Test: SDAT) แบ่งเป็นแบบทดสอบออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2-4 ระดับที่ 2 ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 4-8 ในแต่ละระดับมีจำนวนฉบับและเนื้อหาที่แตกต่างกันดังนี้

แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนเลขคณิตของสแตนฟอร์ด

ระดับที่ 1 (ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 2-4)	ระดับที่ 2 (ใช้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 4-8)
1. มโนทัศน์ของจำนวนและตัวเลข	1. มโนทัศน์ของจำนวนและตัวเลข
2. การคำนวณ	2. การคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม
3. ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับตัวเลข	3. เศษส่วนแท้
	4. เศษส่วน ทศนิยม
	5. ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับตัวเลข

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

4.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ผู้วิจัยขอเสนอ
การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยตามแนวแบบทดสอบอิงเกณฑ์ดังนี้

4.1.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p)

ในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้
แนวคิด และข้อเสนอแนะถึงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2535: 87) กล่าวว่า ค่าความยากง่ายของข้อสอบอิงเกณฑ์เป็นค่า
แสดงถึงร้อยละหรือสัดส่วนของผู้ที่ตอบข้อสอบนั้นถูกหรือที่เลือกคำตอบนั้นเพื่อตรวจสอบ
ความสามารถของผู้เรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2541: 15) กล่าวว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะ
พิจารณาจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น ทั้งนี้เพราะจุดประสงค์ที่ตั้งขึ้นจะเป็นตัวกำหนดความ
ยากของข้อสอบ กล่าวคือ ถ้าจุดประสงค์นั้นวัดพฤติกรรมขั้นสูงก็จะมีค่าความยากมากกว่าจุดประสงค์ที่
วัดพฤติกรรมขั้นต่ำ ดังนั้นความยากของข้อสอบอิงเกณฑ์จึงขึ้นอยู่กับระดับของพฤติกรรมที่ทำการวัด

สมนึก ภัททิยธนี (2541: 195-213) ได้เสนอแนวคิดค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
อิงเกณฑ์ หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 196) กล่าวว่าข้อสอบอิงเกณฑ์จะพิจารณา
ค่าความยากง่ายของข้อสอบแตกต่างจากแบบอิงกลุ่ม โดยข้อสอบอิงเกณฑ์ในแต่ละข้อจะต้องมีค่า
ความยากง่ายน้อยกว่า 0.40 ก่อนที่นักเรียนจะได้รับการสอนและเมื่อนักเรียนได้รับการสอนแล้ว ข้อสอบ
แต่ละข้อจะต้องมีค่าความยากง่ายมากกว่า 0.75 ทั้งนี้เพราะการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ไม่ได้เน้นที่
จะนำค่าความยากง่ายเพื่อมาเลือกข้อสอบ แต่เน้นที่คุณภาพในการสอนของครู กล่าวคือ ถ้าครูยัง
ไม่ได้สอนเนื้อหา นั้น ข้อสอบควรจะยากคือมีค่า p ต่ำกว่า 0.40 แต่ถ้าครูทำการสอนแล้วและครู
สอนดีนักเรียนควรจะเรียนรู้ในเนื้อหานั้นและควรจะทำข้อสอบนั้นได้ ซึ่งข้อสอบควรง่ายคือมีค่า
มากกว่า 0.75 ส่วนการคำนวณค่าความยากง่ายนั้น จะคำนวณจากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

4.1.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 197) กล่าวว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์นั้นจะเป็นค่าอำนาจจำแนกระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการเรียนรู้หรือกลุ่มที่ยังไม่รู้ (Nonmaster) กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แล้วหรือที่รู้แล้ว (Master) ข้อสอบอิงเกณฑ์ไม่เน้นที่ค่าอำนาจจำแนก เนื่องจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้ในการวัดผลที่ใช้การเรียนการสอนแบบมีระบบ (Systematic instruction) เช่นการเรียนแบบรอบรู้ นักเรียนทุกคนจะเรียนรู้หมด นั่นคือมีคะแนนเต็มหรือใกล้เคียงเต็มทุกคน เมื่อหาค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าเป็น 0 หรือใกล้ 0 ทั้งนี้ ดังนั้นดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์ควรมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0

การคำนวณค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีอยู่ 2 วิธี

วิธีที่ 1 คำนวณจากผลการทดสอบซ้ำกัน 2 ครั้ง โดยการเอาแบบทดสอบฉบับเดิมไปสอบกับนักเรียนแล้วคำนวณจากสัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกต้องก่อนได้รับการสอน (Preinstruction) กับหลังได้รับการสอน (Postinstruction) ซึ่ง Cox และ Vargas (1966), Tucker และ Vargas (1971) และ Vargas (1969) ได้เสนอสูตรดังนี้

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

เมื่อ $PPDI$ แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์ (Pre-to-Post Difference Index)

R_{pos} แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกต้องหลังได้รับการสอน

R_{pre} แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกต้องก่อนได้รับการสอน

n แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

วิธีที่ 2 คำนวณจากผลการทดสอบเพียงสอบครั้งเดียว วิธีนี้เอาแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนหลังจากนักเรียนเรียนรู้แล้ว แล้วนำข้อมูลมาคำนวณจากสัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกต้องของกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์กับกลุ่มที่สอบยังไม่ผ่านเกณฑ์ คำนวณโดยใช้สูตรของเบรนนาน (Brennan)

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

เมื่อ B แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

U แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์

L แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกของกลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

n_1 แทน จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สูตรของเบรนนในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

4.1.3 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเป็นคุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ความถนัด เจตคติ จริยธรรม บุคลิกภาพ และอื่น ๆ แบบทดสอบทุกฉบับจะต้องมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงจึงจะเชื่อถือได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่ดีและผลที่ได้จากการวัดจะถูกต้องตามที่ต้องการความเที่ยงตรงในการวัดจำแนกตามคุณลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity)

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 246) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เกี่ยวกับความเที่ยงตรงตามเนื้อหาว่า เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามเนื้อหาที่ต้องการจะวัด ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ ส่วนความเที่ยงตรงตามโครงสร้างนั้น หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น

สำหรับวิธีการคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีวิธีหาดังนี้

1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

เป็นความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อที่สร้างขึ้นนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ใช้สูตรของโรบินสันและแฮมเบลตัน ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2 ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ (Criterion-Related Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบ ไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ จำแนกเป็น 2 ชนิดดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity)

ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึงแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สามารถวัดความรู้ (Master) และไม่รู้ (Nonmaster) ของนักเรียนในการทดสอบ (Test status) ในแต่ละจุดประสงค์ว่าตรงกับสถานภาพความรู้จริง (Known status) หรือไม่ ถ้าตรงกับสภาพความรู้จริง ก็แสดงว่ามีความเที่ยงตรงสูง

2.2 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับผลงานที่สำเร็จไปแล้ว เพื่อพยากรณ์สถานภาพในอนาคต (Future status)

3. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีคำนวณดังนี้

3.1 คำนวณจากค่าความสัมพันธ์

3.2 คำนวณจากหลายลักษณะหลายวิธี (The Multitrait-Multimethod)

3.3 คำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

3.4 คำนวณจากกลุ่มที่รู้จักอยู่แล้ว (Known-group technique)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบลตันในการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

4.1.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2544: 232) ได้ให้ความหมาย ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่าเป็นผลของคะแนนที่สอบได้ มีความคงที่ในการจำแนกเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ในเรื่องที่สอบ สำหรับวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. ความเชื่อมั่นแบบหาความคงที่ของความรอบรู้ (Stability Reliability) เป็นการหาความเชื่อมั่นโดยการนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์มาสอบซ้ำ 2 ครั้ง โดยใช้สูตรของซรอดและคอนสแครลี (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 232) ดังนี้

$$\phi = \frac{AD - BC}{\sqrt{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}}$$

- เมื่อ A แทน จำนวนผู้สอบผ่านก่อนเรียนและหลังเรียน
 B แทน จำนวนผู้สอบผ่านหลังเรียน
 C แทน จำนวนผู้สอบผ่านก่อนเรียนและสอบไม่ผ่านหลังเรียน
 D แทน จำนวนผู้สอบไม่ผ่านก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ความเชื่อมั่นแบบสอดคล้องในการตัดสินใจ (Decision Consistency Reliability) เป็นการหาความสอดคล้องระหว่างการสอบ 2 ครั้ง จากแบบทดสอบฉบับเดียว หรือแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน 2 ฉบับ โดยใช้สูตรของคาร์เวอร์ (Carver. 1970) แฮมเบิลตันและโนวิก (Hambleton and Novick. 1973) ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Agreement Coefficient) ดังนี้ (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 232)

วิธีที่ 1

$$P = \frac{A + D}{N}$$

- เมื่อ P แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง
 A แทน จำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง
 D แทน จำนวนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

วิธีที่ 2 แฮมเบิลตันและโนวิก ได้เสนอสูตรคำนวณดังนี้

$$\hat{P} = \hat{P}_{11} + \hat{P}_{00}$$

เมื่อ $\hat{P}$ แทน สัดส่วนของความสอดคล้องในการตัดสินใจเพื่อจำแนก
ผู้รอบรู้

$\hat{P}_{11}$ แทน สัดส่วนของผู้ถูกตัดสินว่ารอบรู้ตรงกันทั้งสองฉบับหรือ
สองครั้ง

$\hat{P}_{00}$ แทน สัดส่วนของผู้ถูกตัดสินว่าไม่รอบรู้ตรงกันทั้งสองฉบับ
หรือสองครั้ง

วิธีที่ 3 สวามินาธาน, แฮมเบิลตัน และอัลจินา (Swaminathan, Hambleton and Algina. 1974) ได้เสนอใช้สูตรแคปปา (Kappa) ของโคเฮน (Cohen. 1960) ในการคำนวณ หาค่า
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 235) ดังนี้

$$K = \frac{P - P_c}{1 - P_c}$$

เมื่อ K แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

P แทน สัดส่วนของความสอดคล้องในการตัดสินใจความรอบรู้ที่
ได้จากการสอบซ้ำหรือการทดสอบ 2 ครั้ง

P_c แทน สัดส่วนของความสอดคล้องที่คาดหวังโดยบังเอิญ

3. คำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการทดสอบเพียงครั้งเดียว

วิธีที่ 1 ความเชื่อมั่นจากสูตรของลิวิงสตัน (Livingston. 1972)

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 236)

$$r_{cc} = \frac{\sigma^2(KR - 20) + (\mu - KC)^2}{\sigma^2 + (\mu - KC)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

σ^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

C แทน สัดส่วนของเกณฑ์ที่ผ่าน

μ แทน คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

KR-20 แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่หาจากสูตร KR-20

วิธีที่ 2 ความเชื่อมั่นจากสูตรไบนอมิเยล (Binomial formula) ของโลเวทท์ (Lovett. 1978) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 238)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum x_i - \sum x_i^2}{(K-1) \sum (x_i - c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

K แทน จำนวนข้อสอบ

$\sum x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x_i^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

x_i แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

c แทน คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

วิธีที่ 3 การหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Anova Procedure) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 240)

$$r_{cc} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นตามวิธีของฮอยท์

MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน (Between People)

วิธีที่ 4 การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ โดยใช้สูตร สเปียร์แมนบราวน์ (Spearman-Brown) แล้วใช้สูตรปรับแก้ของแองกอฟฟ์ (Angoff. 1953) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 243) ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{r_{12} \sigma^2}{(\sigma_1 + r_{12} \sigma_2)(\sigma_2 + r_{12} \sigma_1)}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	σ^2	แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	σ_1	แทน ความเบี่ยงเบนของข้อสอบข้อคู่
	σ_2	แทน ความเบี่ยงเบนของข้อสอบข้อคี่
	r_{12}	แทน สหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบข้อคู่กับข้อคี่

วิธีที่ 5 การหาความเชื่อมั่นโดยสูตรของแฮริส (Harris. 1972)
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 243) ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{SS_b}{SS_b + SS_w}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	SS_b	แทน ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม
	SS_w	แทน ผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม

4. ความเชื่อมั่นที่คำนึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่คำนึงถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นราชู (Raju. 1982) ได้เสนอสูตรคอนเจนเนอริก (Congeneric) ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 244)

$$r_{cc} = \frac{\sigma^2 + (\mu - C)^2 - \sum [\sigma_i^2 + (\mu - C)^2]}{[\sigma^2 + (\mu - C)^2][1 - \sum \lambda_i^2]}$$

เมื่อ	σ^2	แทน ความแปรปรวนของทั้งฉบับ
	μ	แทน คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับ
	λ_i^2	แทน $\frac{K_i}{\sum K_i}$ เมื่อ K_i คือจำนวนข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
	C	แทน คะแนนจุดตัดของแต่ละจุดประสงค์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จาก การทดสอบเพียงครั้งเดียวโดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomial formula) ของโลเวทท์

4.2 ลักษณะของคะแนนจุดตัด

คะแนนจุดตัด (cut-off score) เป็นคะแนนที่ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการนำผลการสอบของ แบบทดสอบอิงเกณฑ์ไปเปรียบเทียบว่านักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าคะแนนจุดตัด ถ้าคะแนนผล การสอบสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้ (Master)สมควรที่จะผ่านไปเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ใหม่ต่อไป แต่ถ้าคะแนนผลการสอบต่ำกว่าคะแนนจุดตัดก็แสดงว่านักเรียนไม่ รอบรู้ (Nonmaster) จะต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดมุ่งหมายในการเรียนนั้นอีก ดังนั้นคะแนน จุดตัดจะเป็นจุดที่กำหนดความสามารถขั้นต่ำ (Minimum competence) ของความต้องการใน การเรียนรู้ (Minimum requirement) บางครั้งเรียกว่า การกำหนดมาตรฐาน (Standard setting) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 266-295)

ในการกำหนดคะแนนจุดตัด ของแบบทดสอบในแต่ละครั้งนั้น จะทำให้เกิดการตัดสิน ผู้สอบออกเป็น 4 ลักษณะดังนี้

		ผลการสอบ	
		ไม่รอบรู้	รอบรู้
สถานภาพจริง (True status)	รอบรู้	ความคลาดเคลื่อนแบบ ไม่ยอมรับ (1)	การตัดสินที่ถูกต้อง (3)
	ไม่รอบรู้	การตัดสินที่ถูกต้อง (2)	ความคลาดเคลื่อนแบบ ยอมรับ (4)

ลักษณะที่เกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัด 4 ลักษณะด้วยกันดังนี้

1. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่านทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนแบบไม่ยอมรับ (Error of rejection) หรือความผิดพลาดแบบลบ (False negative) คือเป็นผู้ไม่รอบรู้แบบไม่จริง

2. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วผู้ไม่มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกความคลาดเคลื่อนแบบยอมรับ (Error of acceptance) หรือความผิดพลาดแบบบวก (False positive) คือเป็นผู้รอบรู้แบบไม่จริง

3. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่า นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ และสถานภาพจริงเป็นผู้มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ และสถานภาพจริงเป็นผู้ที่ไม่มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

จากลักษณะ 4 ประการดังกล่าวนี้ การตัดสินผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์หลังจากกำหนดคะแนนจุดตัดแล้ว ต้องการการตัดสินที่ถูกต้องคือ แบบที่ 3 กับ แบบที่ 4 ส่วน แบบที่ 1 และแบบที่ 2 นั้นไม่ต้องการให้เกิดหรือเกิดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นในการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมคือจุดที่ทำให้ผลการตัดสินแบบ 1 กับ แบบ 2 (ความผิดพลาดแบบลบกับความผิดพลาดแบบบวก) มีค่าน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์

4.3 วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัด

การกำหนดคะแนนจุดตัดนั้น แฮมเบลตันและไอก์เนอร์ (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 268; อ้างอิงมาจาก Berk. 1980: 103-107; citing Hambleton and Eignor. 1979b) ได้แบ่งวิธีหาคะแนนจุดตัดออกเป็น 3 วิธี คือ การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา (Judgmental methods) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์ (Empirical methods) และการกำหนดคะแนนจุดตัดแบบผสม (Combination methos) มีวิธีการกำหนดดังนี้

4.3.1 การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา

วิธีนี้เป็นเป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินจากเนื้อหาและข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคำนวณหาค่าคะแนนจุดตัด ซึ่งมีผู้เสนอหาคะแนนจุดตัดหลายวิธี ดังวิธีของนีเดลสกี วิธีของแองกอฟฟ์ และวิธีของฮีเบล ดังนี้

ก. วิธีของนีเดลสกี (Nedelsky) เป็นวิธีที่กำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบเลือกตอบโดยมีวิธีการดังนี้

1. ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาตัวเลือกของแบบทดสอบเลือกตอบแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดที่คิดว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุด (Lowest D Student) จะไม่เลือกตอบ

2. นำตัวเลือกที่เหลือมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบ เช่นข้อสอบมี 5 ตัวเลือก และผู้เชี่ยวชาญคิดว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุดจะไม่เลือกตอบ 2 ตัวเลือก แล้วตัวเลือกที่เหลือ 3 ตัวเลือกมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบมีค่า $1/3$ หรือ 0.33

3. คำนวณผลรวมของค่าความน่าจะเป็นของแต่ละข้อของแบบทดสอบใช้สัญลักษณ์ว่า M

4. เอาค่า M ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณค่าเฉลี่ยใช้สัญลักษณ์ μ_M และค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ M ใช้สัญลักษณ์ σ_M แล้วคำนวณคะแนนจุดตัดจากสูตรดังนี้

$$\text{คะแนนจุดตัด } (C_x) = \mu_M + K\sigma_M$$

เมื่อ K คือตัวคูณที่มีค่า $-1, 0, 1$ และ 2 เมื่อให้นักเรียนที่มีความรู้ต่ำสุดมีโอกาสตก 16% , 50% , 84% , และ 98% ตามลำดับ ซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาโดยทั่วไปแล้วมักจะกำหนดค่า K อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0

ข. วิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff) เป็นวิธีที่กำหนดคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชานั้นโดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่า ผู้ที่มีความรู้มีค่าความน่าจะเป็น (โอกาสที่จะตอบถูก) ในการตอบถูกข้อนั้นอย่างน้อยเท่าไร แล้วหาค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นเป็นคะแนนจุดตัด ตัวอย่างของแบบทดสอบเลือกตอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกในแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ข้อมูลดังนี้

ค่าความน่าจะเป็นของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

ค่าความน่าจะเป็นของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อสอบ					รวม
	1	2	3	4	5	
1	.33	.80	.20	.20	.50	2.03
2	.50	.90	.33	.90	.75	3.38
3	.40	1.00	.20	.33	.50	2.43
รวม						7.84

จากข้อมูลคะแนนจุดตัดมีค่า $= 7.84/3 = 2.61$ หรือ เท่ากับ 3 คะแนน แสดงว่าแบบทดสอบ 5 ข้อนี้มีคะแนนจุดตัด 3 คะแนน

ค. วิธีของอีเบล (Ebel's technique)

วิธีนี้เป็นการใช้การพิจารณาจากลักษณะความยากง่ายและความเกี่ยวข้องในเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นหลักในการพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังไว้ในข้อสอบ ซึ่งอีเบลได้กำหนดไว้ดังนี้

การพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังในข้อสอบโดยวิธีของอีเบล

ลักษณะข้อสอบ	ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบ		
	ง่าย	ปานกลาง	ยาก
ความจำเป็น	100%	-	-
ความสำคัญ	90%	70%	-
การยอมรับ	80%	60%	40%
ยังเป็นปัญหา	70%	50%	30%

จากข้อมูลดังกล่าวนี้ จะนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ละข้อมาแจกแจงลักษณะของสิ่งที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาแล้วคำนวณเป็นคะแนนจุดตัดหรือคะแนนการสอบผ่านของนักเรียน ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง แบบทดสอบฉบับหนึ่งมี 50 ข้อ เมื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาแยกแยะลักษณะข้อสอบ ซึ่งจะกลายเป็นมีจำนวนข้อทั้งหมด 250 ข้อ (50× 5) แล้วนำไปคำนวณคะแนนจุดตัดดังนี้

ลักษณะข้อสอบ	จำนวนข้อ	ความสำเร็จที่คาดหวังไว้	จำนวนข้อ×ความสำเร็จที่คาดหวังไว้
ความจำเป็น	47	100%	4,700
ความสำคัญ			
ง่าย	53	90%	4,770
ปานกลาง	77	70%	5,390
การยอมรับ			
ง่าย	12	80%	960
ปานกลาง	24	60%	1,440
ยาก	26	40%	1,040
ยังมีปัญหา			
ง่าย	2	70%	140
ปานกลาง	5	50%	250
ยาก	4	30%	120
รวม	250		18,810

จากข้อมูลดังกล่าวช่อง ลักษณะข้อสอบ จะแยกแยะมาจากตารางที่ใช้เป็นหลักในการพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังไว้ในตารางข้างต้น ซึ่งแยกเป็นข้อสอบจำเป็น ข้อสอบที่มีความสำคัญ โดยจำแนกย่อยเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง ข้อสอบที่ยอมรับที่ใช้ในการเรียน โดยจำแนกย่อยเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง และยาก ข้อสอบที่ยังมีปัญหาว่าจำเป็นต้องเรียนหรือไม่โดยจำแนกเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง และยากเช่นกัน

ส่วนช่องจำนวนข้อสอบนั้น เป็นตัวเลขที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาข้อสอบว่ามีลักษณะใดจำนวนกี่ข้อ รวมผู้เชี่ยวชาญ 5 คน แล้วจะมีจำนวนข้อสอบกี่ข้อ ดังเช่น ลักษณะข้อสอบความจำเป็น ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจากข้อสอบ 50 ข้อ ว่าเป็นข้อสอบที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรวมทั้ง 5 คน พิจารณาแล้วมี 47 ข้อ เป็นต้น เมื่อรวมทุกลักษณะและจากจำนวนข้อสอบ 50 ข้อ ก็จะมีข้อสอบรวมทั้งสิ้น 250 ข้อ

จากช่องความสำเร็จที่คาดหวังไว้ เป็นเปอร์เซ็นต์ที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะได้จำแนกตามลักษณะข้อสอบจากตารางของอีเบลข้างต้น

สำหรับช่องสุดท้ายนั้นจะเป็นผลมาจากการเอาช่องจำนวนข้อคูณกับช่องความสำเร็จที่คาดหวังไว้ แล้วรวมตัวเลขของช่องนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18,810 จากนั้นจึงคำนวณหาคะแนนจุดตัดจากสูตร

$$\text{คะแนนจุดตัด} = \frac{\text{ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างจำนวนข้อกับความสำเร็จที่คาดหวังไว้}}{\text{ผลรวมจำนวนข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}}$$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า} \quad \text{คะแนนจุดตัด} &= \frac{18810}{250} \\ &= 75.24\end{aligned}$$

นั่นคือ แบบทดสอบ 50 ข้อนี้ มีจุดตัดที่ 75%

ดังนั้นจึงหมายความว่า ถ้าข้อสอบมี 100 ข้อ ต้องทำถูกอย่างน้อย 75 ข้อ

$$\text{ถ้าข้อสอบมี 50 ข้อ ต้องทำถูกอย่างน้อย } \frac{75 \times 50}{100} = 37.5 \text{ ข้อ}$$

แสดงว่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 37.5 คะแนนหรือเท่ากับ 38 คะแนน (กรณีทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน ในแต่ละข้อ)

4..3.2 การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์

วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยคะแนนจากการทดสอบนักเรียน ซึ่งมีอยู่วิธีด้วยกัน เช่น วิธีของลิวิงสตัน (Livingston), วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision-Theoretic Approach) ของเกลสส์ (Glass), วิธีของฮวิน (Huynh), วิธีของครายวอลล์ (Krie-wall) วิธีหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเดาตอบและการสุ่มข้อสอบ (Errors dus to Guessing and item sampling) ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีทฤษฎีการตัดสินใจของเกลสส์(Glass)และวิธีของฮวิน(Huynh) ดังต่อไปนี้

ก. วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ

วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยเกลสส์ เป็นวิธีการที่แบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอกซึ่งอาจจะเป็นผลการเรียนโดยปกติของนักเรียน หรือผลสำเร็จในการทำงาน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์ภายนอก (Pass) และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (Fail) ในแต่ละกลุ่มเมื่อทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ต้องการหาคะแนนจุดตัดนั้นแล้วมีจำนวนคนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นในแต่ละจุดของคะแนนเกณฑ์เท่าไร ดังนี้

		เกณฑ์ภายนอก	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
คะแนนเกณฑ์ที่กำหนดใน แบบทดสอบอิงเกณฑ์	ไม่ผ่าน	P_A	P_B
	ผ่าน	P_C	P_D

จากตารางที่กำหนดให้

P_A หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ผ่าน
เกณฑ์ภายนอก (False Negative)

P_D หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ไม่ผ่าน
เกณฑ์ภายนอก (False Positive)

P_B หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และ
เกณฑ์ภายนอก

P_C หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และ
เกณฑ์ภายนอก

สำหรับเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดนั้นจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง แต่คะแนนของ
แบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นจะแปรผันไปตามคะแนนแต่ละค่าของแบบทดสอบซึ่งจะทำให้ค่า P_A , P_D , P_B ,
 P_C แปรผันตามไปด้วย และค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ก็คือค่าของฟังก์ชันของคะแนน
เกณฑ์ $f(C_x)$ ที่มีค่าน้อยที่สุด จากสูตรดังนี้

$$f(C_x) = \frac{P_A + P_D}{P_B + P_C}$$

ในการคำนวณคะแนนจุดตัดด้วยสมการดังกล่าวต้องยอมรับว่าโอกาสที่จะจำแนก
ผู้สอบผิดพลาด (False negative: α) กับจำแนกผู้สอบผิดพลาด (False positive: β) มีค่า
เท่ากัน ถ้าพิสูจน์ได้ว่า โอกาสที่จำแนกผิดพลาดและทางบวกมีค่าไม่เท่ากันแล้ว จะต้องคำนวณ
คะแนนจุดตัดจากค่าฟังก์ชันที่ปรับแก้แล้วในสูตรดังนี้

$$f(C_x) = \frac{\alpha P_A + \beta P_D}{P_B + P_C}$$

โดยกำหนดให้ค่าโอกาสที่จำแนกผิดทางลบ คือ α และโอกาสที่จำแนกผิดทางบวกคือ β มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และจะมีค่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับผู้ประเมินผลการสอบจะต้องคำนึงถึงความสำคัญสองประการนี้คือ

1. นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสอบตกหรือเรียนไม่สำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด α
2. นักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ แต่สามารถสอบผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสามารถเรียนสำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด β

โดยทั่วไปแล้วในทางปฏิบัติการคำนวณหาคะแนนจุดตัดโดยวิธีทฤษฎีการตัดสินใจนี้มักจะกำหนดให้ค่าการจำแนกผิดทางลบ (α) กับการจำแนกผิดทางบวก (β) มีค่าเท่ากัน

4.3.3 การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีแบบผสม (Combination methods) วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดที่มีทั้งวิธีพิจารณาดุลยพินิจและเชิงประจักษ์ (Judgment-Empirical) ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีกลุ่มตรงข้าม (Contrasting groups) ของไซกีและลิวตัน (Zieky & Novick) เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการหาคะแนนจุดตัดมีหลายวิธี ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้วิธีไหนหาคะแนนจุดตัดนั้น อยู่ที่ดุลพินิจของผู้วิจัยว่ามีความสะดวกและความถูกต้องในการเก็บข้อมูลมากน้อยเพียงใด ก็ใช้วิธีนั้นหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision-Theoretic Approach) ของเกลสส์ (Glass) ในการคำนวณหาคะแนนจุดตัด

5. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัย

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

พรชัย หนูแก้ว (2532: 84) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดขอนแก่น ประกอบด้วยแบบทดสอบ 4 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 จำนวนและตัวเลข

แบบทดสอบฉบับที่ 2 สมการและการแก้สมการ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 ตัวประกอบของจำนวนนับ

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เศษส่วน

ผลการศึกษาพบว่า ความยากของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .3040-.7930 คำนวณโดยใช้สูตรอย่างง่าย อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .0572-.8393 คำนวณจากค่าดัชนีอำนาจจำแนกปี (Discrimination Index B) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า .8376 คำนวณโดยใช้สูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบหาโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์สาเหตุของจุดบกพร่องจากการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 4 ฉบับ พบว่าในแต่ละฉบับจุดบกพร่องส่วนใหญ่มีสาเหตุของจุดบกพร่องดังต่อไปนี้

1. การบอกค่าตัวเลขที่อยู่ในหลักต่าง ๆ ของจำนวน ได้แก่ ตอบหลักของตัวเลขแทนการตอบค่าประจำหลัก ตอบจำนวนตั้งแต่ตัวเลขที่ขีดเส้นใต้ลงมาหรือขึ้นไป
2. การประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ ได้แก่ ตอบจำนวนที่มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้ หาคำตอบโดยการใช่การประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มร้อย
3. การประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มร้อย ได้แก่ การประมาณค่าใกล้เคียงกับจำนวนเต็มพันในการหาคำตอบ ตอบจำนวนที่กำหนดให้หรือตอบจำนวนที่มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้
4. การประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มมากกว่าหลักร้อย ได้แก่ ใช้การประมาณค่าใกล้เคียงโดยไม่คิดหลักที่มากกว่า ตอบจำนวนที่มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนที่กำหนดให้ ใช้การประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนตั้งแต่หลักพันลงมาเป็นคำตอบ
5. โจทย์ปัญหาการประมาณ ได้แก่ ประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มที่คำนวณได้ผิดไม่ประมาณค่าใกล้เคียงจำนวนที่คำนวณได้ ใช้วิธีผิดในการหาคำตอบ
6. คุณสมบัติการสลับที่ การเปลี่ยนกลุ่มได้และการแจกแจง ได้แก่ เรียกคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มได้ว่าการแจกแจงหรือสมการ ไม่ระบุว่าเป็นคุณสมบัติการสลับที่ของเครื่องหมายใด
7. การใช้ คุณสมบัติการสลับที่ การเปลี่ยนกลุ่มได้และการแจกแจงในการหาคำตอบ ได้แก่ การหาคำตอบโดยใช้การคูณแทนการหารและคำนวณผิด ให้ผลต่างระหว่างผลบวกของสองจำนวนหน้ากับจำนวนหลังเป็นคำตอบ
8. สมการที่เป็นจริง ได้แก่ ตอบว่าอสมการหรือสมการที่มีตัวไม่ทราบค่าว่าเป็นสมการที่เป็นจริง ความผิดพลาดในการตรวจค่าทางด้านซ้ายมือและขวามือของเครื่องหมายเท่ากับ
9. การแก้สมการเกี่ยวกับการบวกหรือการลบ ได้แก่ ตอบตัวที่ไม่ทราบค่า ตอบจำนวนที่อยู่หลังเครื่องหมายเท่ากับ ใช้วิธีผิดในการหาคำตอบ
10. โจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับการบวกหรือการลบ ได้แก่ ใช้วิธีผิดในการหาคำตอบคำนวณผิด ตอบจำนวนที่กำหนดให้ในโจทย์

11. การแก้สมการเกี่ยวกับการคูณหรือการหาร ได้แก่ ตอบจำนวนที่กำหนดให้ในโจทย์ใช้วิธีผิดในการหาคำตอบ ตอบตัวเลขที่อยู่หลังเครื่องหมายเท่ากับ
12. โจทย์ปัญหาสมการเกี่ยวกับการคูณหรือการหาร ได้แก่ ใช้วิธีผิดในการหาคำตอบคำนวณ ผิด ตอบจำนวนที่กำหนดให้ในโจทย์
13. จำนวนเฉพาะ ได้แก่ ไม่ทราบว่าตัวเลขใดเป็นจำนวนเฉพาะ
14. ตัวประกอบเฉพาะ ได้แก่ ตอบตัวประกอบของจำนวนหรือตอบจำนวนที่กำหนดให้ตอบว่า 1 เป็นตัวประกอบเฉพาะของจำนวนที่กำหนดให้
15. การเขียนจำนวนในรูปผลคูณของตัวประกอบ ได้แก่ ตอบจำนวนที่กำหนดให้ หรือทำให้ อยู่ในรูปผลบวกของการกระจาย นำจำนวนที่กำหนดให้ไปคูณกับจำนวนอื่น
16. การเขียนจำนวนในรูปผลคูณของตัวประกอบเฉพาะ ได้แก่ ตอบจำนวนที่กำหนดให้ ไม่ทำให้ตัวประกอบทุกตัวเป็นตัวประกอบเฉพาะ
17. ตัวหารร่วม ได้แก่ เอาจำนวนที่กำหนดให้มาเขียนเป็นจำนวนคละ ตอบจำนวนที่กำหนดให้ หรือตอบว่า 1 เป็นตัวหารร่วมของจำนวนที่กำหนดให้
18. ตัวหารร่วมมากที่สุด ได้แก่ ตอบจำนวนที่กำหนดให้ในโจทย์หรือใช้ตัวคูณร่วมน้อยที่สุด มาเป็นคำตอบ
19. ตัวคูณร่วมน้อยที่สุด ได้แก่ ตอบตัวประกอบของจำนวนที่กำหนดให้ ตอบจำนวนที่กำหนดให้ หรือตอบ 2 เท่าของจำนวนที่กำหนดให้
20. เศษเกินและจำนวนคละ ได้แก่ ใช้ผลลัพธ์ของการหารมาเป็นจำนวนเต็มและใช้เศษเป็นส่วน เติมจำนวนเต็มลงไปหน้าเศษส่วนหรือเอาจำนวนเต็มมาคูณกับเศษ
21. การบวกจำนวนคละที่มีส่วนเท่ากัน ได้แก่ ทำเศษส่วนให้เป็นเศษเกิน แล้วเอาเศษบวกกันตำแหน่งต่อตำแหน่ง เอาจำนวนเต็มกับเศษหรือส่วนมาบวกกันตำแหน่งต่อตำแหน่ง
22. การลบจำนวนคละที่มีส่วนเท่ากัน ได้แก่ ตอบจำนวนเต็มของจำนวนที่กำหนดให้หรือตอบจำนวนที่กำหนดให้ใช้เศษส่วนหรือผลต่างของเศษส่วนมาเป็นคำตอบ
23. การคูณจำนวนคละ ได้แก่ การเอาจำนวนคละมาคูณกันตำแหน่งต่อตำแหน่ง หรือทำให้เป็นเศษเกินแล้วเอาเศษบวกกัน ตอบจำนวนที่กำหนดให้
24. การหารจำนวนคละ ได้แก่ การเอาจำนวนคละมาคูณกันตำแหน่งต่อตำแหน่ง ตอบ เศษส่วนของจำนวนที่กำหนดให้หรือเอาจำนวนเต็มหารกันเอาส่วนมาคูณกัน
25. การบวก หรือการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ได้แก่ บวกเศษส่วนเข้าด้วยกัน ตำแหน่งต่อตำแหน่ง ตอบผลต่างของเศษหรือผลต่างของส่วน ลบกันเฉพาะจำนวนเต็ม

26. โจทย์ปัญหาเศษส่วนเกี่ยวกับการบวกและการลบจำนวนคละ ได้แก่ บวกจำนวนคละเข้าด้วยกันตำแหน่งต่อตำแหน่ง ตลบจำนวนเต็มของจำนวนที่กำหนดให้หรือตอบเฉพาะจำนวนเต็มของคำตอบ

27. การบวก ลบ คูณ และหารระคนของเศษส่วน ได้แก่ ใช้ผลคูณในวงเล็บมาบวกกับเศษส่วนของตัวตั้งตำแหน่งต่อตำแหน่ง ใช้เศษส่วนบางคู่ที่กำหนดให้มาเขียนเรียงกัน หรือเอาผลหารในวงเล็บมาบวกกับเศษเกินของตัวตั้งตำแหน่งต่อตำแหน่ง

28. การหาค่าของเศษซ้อน ได้แก่ ใช้เศษมาเป็นจำนวนเต็มแล้วใช้ส่วนบวกกันตำแหน่งต่อตำแหน่งมาเป็นเศษส่วน ใช้ส่วนของส่วนมาเป็นส่วนของคำตอบ หรือใช้เศษกับส่วนบวกกันแล้วใช้เป็นส่วนของคำตอบ

สมชาย บุญรักษา (2536: 52-93) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพังงา จำนวน 5 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบฉบับที่ 3 สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

แบบทดสอบฉบับที่ 4 ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

แบบทดสอบฉบับที่ 5 โจทย์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .67-.93 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .06-.93 ซึ่งคำนวณจากค่าดัชนีอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ .70-.82 คำนวณโดยใช้สูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) แล้วปรับแก้ค่าให้ถูกต้องตามวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของลิฟวิงสตัน สำหรับค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบปรากฏว่าดัชนีสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ .80-1.00 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

สาเหตุข้อบกพร่องจากการตอบแบบทดสอบวินิจฉัย พบว่าส่วนมากแล้วเนื้อหาแต่ละตอนมีสาเหตุของข้อบกพร่อง ดังนี้

1. สมการที่สมมูลกัน ได้แก่ ขาดความรอบคอบ บกพร่องคุณสมบัติการคูณ ไม่เข้าใจนิยามการสมมูลของสมการ หรือบกพร่องคุณสมบัติการบวก

2. การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่ ขาดความรอบคอบ บกพร่องคุณสมบัติการกระจาย บกพร่องการบวกลบเศษส่วน บกพร่องคุณสมบัติการคูณ หรือบกพร่องคุณสมบัติการบวก

3. การสร้างสมการเชิงเส้นจากโจทย์ปัญหา ได้แก่ เข้าใจโจทย์ผิด ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของโจทย์ หรือขาดความรอบคอบ

4. การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้น ได้แก่ สร้างสมการจากโจทย์ไม่ถูกต้อง ขาดความรอบคอบ บกพร่องคุณสมบัติการคูณ หรือนำตัวเลขที่กำหนดให้ในโจทย์มาตอบ

5. อสมการที่สมมูลกัน ได้แก่ ขาดความรอบคอบ บกพร่องคุณสมบัติการบวก บกพร่องคุณสมบัติการคูณ หรือบวกเลขผิด

6. การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่ ขาดความรอบคอบ ไม่เข้าใจวิธีการแก้สมการ บกพร่องคุณสมบัติการคูณ หรือบกพร่องคุณสมบัติการกระจาย

7. กราฟแสดงคำตอบของสมการ ได้แก่ บกพร่องคุณสมบัติการบวก บกพร่องคุณสมบัติการคูณ เข้าใจโจทย์ผิด หรือบวกเลขผิด

8. การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้น ได้แก่ ขาดความรอบคอบ เข้าใจโจทย์ผิด บกพร่องคุณสมบัติการคูณ หรือสร้างสมการจากโจทย์ไม่ถูกต้อง

9. การเขียนสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากโจทย์ที่กำหนดให้ ได้แก่ ขาดความรอบคอบ ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของโจทย์ หรือสมมติตัวเลขที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์

10. คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ได้แก่ เข้าใจว่า 0 เป็นจำนวนเต็มบวก ขาดความรอบคอบ หรือไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของโจทย์

11. กราฟของสมการเชิงเส้น ได้แก่ เขียนจุดตัดบน แกน X ผิด เขียนจุดตัดบนแกน Y ผิด แทนค่าในสมการไม่ถูกต้องหรือขาดความรอบคอบ

12. ลักษณะมุมที่กราฟของสมการเชิงเส้นทำกับแกน X และจุดที่กราฟตัดแกน Y ได้แก่ การไม่ใช้ค่า a เป็นเหตุผลในการตอบ ใช้ค่า b เป็นเหตุผลในการตอบ บกพร่องคุณสมบัติการบวก หรือไม่เข้าใจรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้น

13. กราฟของสมการที่ขนานกัน ได้แก่ บกพร่องคุณสมบัติการคูณ บกพร่องคุณสมบัติการบวก ตอบว่าค่า a เป็นจำนวนตรงข้าม หรือตอบว่า b เป็นบวกทั้งคู่

14. การหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีกราฟ ได้แก่ เขียนค่า x และ y สลับกัน แทนค่าในสมการไม่ถูกต้อง เขียนค่า y ผิด หรือเขียนค่า x ผิด

15. ใช้คุณสมบัติการบวกในการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ได้แก่ บกพร่องคุณสมบัติการบวก นำตัวเลขที่กำหนดให้มาตอบ หรือแทนค่า y เพื่อหาค่า x ผิด

16. การใช้คุณสมบัติการบวก และคุณสมบัติการคูณในการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ได้แก่ บกพร่องคุณสมบัติการบวก บกพร่องคุณสมบัติการคูณ นำตัวเลขที่กำหนดให้ในโจทย์มาตอบ หรือขาดความรอบคอบ

17. การเขียนระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากโจทย์ปัญหา ได้แก่ ขาดความรอบคอบ ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของโจทย์หรือเข้าใจโจทย์ผิด

18. การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ได้แก่ บกพร่องคุณสมบัติการบวก ขาดความรอบคอบ ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของโจทย์ หรือนำตัวเลขที่กำหนดให้ในโจทย์มาตอบ

สหชาติ เหล็กชาย (2538: 107-108) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามและสมการกำลังสอง สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร แบบทดสอบที่สร้างมี 2 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 การแยกตัวประกอบของพหุนาม

แบบทดสอบฉบับที่ 2 สมการกำลังสอง

ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีค่าความยากตั้งแต่ .50-.89 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรอย่างง่ายและมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ตั้งแต่ .13-.73 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination Index B) ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับเท่ากับ .87 และ .65 ตามลำดับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของราซ สำหรับค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งสองฉบับให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ปรากฏว่า สามารถวัดเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามและสมการกำลังสองได้จริง

ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิด ในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับมีจุดบกพร่องดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม มีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจความหมายของการแยกตัวประกอบของพหุนาม มีจุดบกพร่องดังนี้

1.1 ไม่เข้าใจความหมายของการแยกตัวประกอบ โดยใช้คุณสมบัติการแจกแจง

1.2 ไม่เข้าใจวิธีการแยกตัวประกอบ โดยใช้คุณสมบัติการแจกแจง

1.3 การคิดตัวเลขผิดพลาด

1.4 ใช้กฎการแจกแจงและวิธีการแยกตัวประกอบไม่สมบูรณ์

2. ความบกพร่องที่เกิดจากการไม่เข้าใจวิธีการหาจำนวน ซึ่งผลบวกและผลคูณเท่ากับจำนวนที่โจทย์กำหนด

2.1 ไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบพจน์กลาง กรณีที่พจน์หน้า และพจน์ท้ายเป็นบวกทั้งสอง

2.2 ไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบพจน์กลาง กรณีที่พจน์หน้าและพจน์ท้ายเป็นลบทั้งสอง

2.3 ไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบพจน์กลาง กรณีที่พจน์หน้า และพจน์ท้ายใด ซึ่งมีเครื่องหมายเป็นลบ

2.4 การคำนวณตัวเลขผิดพลาด

3. ความบกพร่องเกี่ยวกับ ไม่เข้าใจการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง กรณีที่สัมประสิทธิ์ของ x เป็น 1 และมากกว่า 1

3.1 ไม่เข้าใจวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

3.2 ไม่เข้าใจการบวก ลบ พหุนามด้วยพหุนาม

3.3 การคำนวณตัวเลขผิดพลาดขาดการตรวจสอบ

4. ความบกพร่องเกี่ยวกับไม่เข้าใจในการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์

4.1 ไม่เข้าใจความหมายของการแยกตัวประกอบ โดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์

4.2 เข้าใจผิดพลาดในวิธีการแยกตัวประกอบโดยวิธีทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์

4.3 การคำนวณตัวเลขผิดพลาด

5. ความบกพร่องเกี่ยวกับไม่เข้าใจสูตรที่ใช้ในการคำนวณและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในรูปผลต่างกำลังสอง

5.1 ไม่เข้าใจวิธีการเขียนพหุนามในรูปผลต่างกำลังสอง

5.2 จำสูตรผลต่างกำลังสองผิด

5.3 แทนค่าตัวเลข และคำนวณตัวเลขผิดพลาด

6. ความบกพร่องเกี่ยวกับไม่เข้าใจสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาผลต่าง หรือผลบวกกำลังสามของพหุนาม

6.1 แทนค่าลงในสูตรไม่ถูกต้อง

6.2 ใช้สูตรผิดมาคำนวณ

6.3 เขียนพหุนามที่อยู่ในรูปผลบวกหรือผลต่างกำลังสามผิด

7. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสาม

7.1 แปลงพหุนามในรูปผลต่าง หรือผลบวกกำลังสามผิด

7.2 ใช้สูตรกำลังสามผิด

7.3 แปลงพหุนามในรูปผลต่างกำลังสองผิด

7.4 ใช้สูตรผลต่างกำลังสองผิด

แบบทดสอบฉบับที่สอง เรื่องสมการกำลังสอง นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. บกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจหลักพื้นฐานในการแก้สมการกำลังสอง
 - 1.1 ไม่เข้าใจในหลักการใช้คุณสมบัติการเท่ากัน
 - 1.2 ไม่เข้าใจวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนาม
 - 1.3 การคำนวณผิดพลาด ผิดเครื่องหมาย
 - 1.4 ไม่เข้าใจหลักในการบวก ลบ พจน์ที่มีเครื่องหมายอยู่ด้วย
2. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจวิธีการของกำลังสองสมบูรณ์ ในการแก้สมการกำลังสอง
 - 2.1 ไม่เข้าใจวิธีการนำกำลังสองสมบูรณ์มาใช้ในการแก้สมการ
 - 2.2 ไม่เข้าใจวิธีการทำเป็นกำลังสองสมบูรณ์ กรณีที่สัมประสิทธิ์ของตัวไม่ทราบค่ามากกว่า 1
 - 2.3 คิดตัวเลขผิด
 - 2.4 ไม่เข้าใจวิธีการตรวจคำตอบที่หามาได้
3. ความบกพร่องที่เกี่ยวกับสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาคำตอบของสมการ
 - 3.1 ไม่เข้าใจความหมายของตัวเลขอยู่ในเครื่องหมายราก มีค่าติดลบของสมการ
 - 3.2 สับสนในเรื่องเครื่องหมาย
 - 3.3 การแทนค่าลงในสูตรผิด
 - 3.4 ใช้สูตรผิดมาคำนวณ
4. ความบกพร่องเกี่ยวกับการไม่เข้าใจวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้สมการกำลังสอง
 - 4.1 ไม่เข้าใจวิธีการกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์กำหนด
 - 4.2 ไม่เข้าใจหลักการแปลงประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์
 - 4.3 ไม่เข้าใจหลักการสร้างสมการ จากสิ่งที่โจทย์กำหนด
 - 4.4 การคิดเลขผิด
 - 4.5 การตรวจคำตอบที่ผิด

เชียดฟ้า แซ่ฉิน (2537: 138-154) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.5000-0.9304 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.0686 - 0.8172 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination Index B) คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งหาโดยวิธีของแกลสส์ มีคะแนนเกณฑ์เรียงตามลำดับดังนี้ 11, 7, 15, 4, 17, 14 และ 8 คะแนน สำหรับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ ซึ่งหาโดยใช้สูตรไบนอมิเยลของโลเวท มีค่าตั้งแต่ 0.6884-0.8925

และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของข้อสอบทั้ง 7 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.9719–1.8844 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 7 ฉบับ มีค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา ตั้งแต่ 0.60–1.00

ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจัย ทั้ง 7 ฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับมีจุดบกพร่องเรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์ที่บกพร่องดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่อง ระบบเปิดระบบปิด นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. บกพร่องเนื่องจากพิจารณาสถานการณ์ที่ไม่ถูกต้อง
2. ความบกพร่องที่เกี่ยวกับความหมายของระบบเปิดระบบปิด
3. ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณ
4. บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจกฎทรงมวล
5. ไม่เข้าใจโจทย์เนื่องจากโจทย์มีความซับซ้อน

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบนักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. บกพร่องเนื่องจากเข้าใจโจทย์ที่กำหนดให้ผิด
2. สับสนระหว่างมวลของอนุมิเนียมและมวลของสารประกอบ
3. ไม่เข้าใจความหมายของเลขเปอร์เซ็นต์
4. ไม่เข้าใจการนำกฎสัดส่วนคงที่มาใช้ในการคำนวณหามวลของสาร
5. ความบกพร่องที่เกิดจากการคำนวณ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่อง มวลอะตอม นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ความบกพร่องจากการคำนวณ
2. ความบกพร่องเกี่ยวกับความหมายและความสัมพันธ์ของมวลอะตอม
3. ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจในวิธีการคิด

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่อง ขนาดโมเลกุล นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณผิดพลาด
2. ความบกพร่องเนื่องจากความเข้าใจผิดและจำผิดพลาด
3. ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของโมเลกุล

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่อง มวลโมเลกุล นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ความบกพร่องเนื่องจากความไม่เข้าใจ สับสนหรือจำคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมวลโมเลกุล
2. ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณผิดพลาด
3. ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคิด

แบบทดสอบฉบับที่ 6 เรื่องโมล นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. บกพร่องเนื่องจากหาความสัมพันธ์ไม่ตรงตามที่โจทย์ต้องการ
3. บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร
4. ความบกพร่องเนื่องจากการคำนวณ
5. บกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาความสัมพันธ์ของปริมาณสาร
6. บกพร่องเนื่องจากเกิดความสับสนระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของสาร
7. ความบกพร่องเนื่องจาก จำสัญลักษณ์ ค่าคงที่ คลาดเคลื่อน
8. บกพร่องเนื่องจากการสะเพร่าในการเขียนตัวเลข

แบบทดสอบฉบับที่ 7 เรื่องสูตรเคมี และสมการเคมี นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ความบกพร่องเนื่องจากเข้าใจผิดในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. ความบกพร่องเนื่องจากไม่เข้าใจวิธีการดุลสมการและเขียนสมการ
3. ความบกพร่องเกี่ยวกับความหมายของสูตรเคมี

สุพรรณิ ภิรมย์ภักดี (2541: 71-75) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 5 ฉบับ คือ

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ความหมายของฟังก์ชัน

แบบทดสอบฉบับที่ 2 ตัวอย่างฟังก์ชันที่ควรรู้จัก

แบบทดสอบฉบับที่ 3 ฟังก์ชันคอมโพสิท

แบบทดสอบฉบับที่ 4 ฟังก์ชันอินเวอร์ส

แบบทดสอบฉบับที่ 5 พีชคณิตของฟังก์ชัน

ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.5114–0.9029 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2192–0.8403 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนก บี (Discrimination Index B) ของเบรนนัน คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ใช้วิธีกำหนดเกณฑ์ ร้อยละ 80 ของจำนวนข้อสอบที่นักเรียนทำได้ในแต่ละจุดประสงค์ เป็น 20, 4, 6, 9 และ 4 ตามลำดับ ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomial) ของโลเวทท์ (Lovett) มีค่า 0.9647, 0.9913, 0.9881, 0.9844, และ 0.9925 ตามลำดับ สำหรับค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60–1.00 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ต้องการวัดจริง

ผลการวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบแต่ละฉบับ มีความบกพร่องดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 เรื่องความหมายของฟังก์ชัน มีข้อบกพร่อง คือ ยังสรุปความคิดรวบยอดของฟังก์ชันไม่ได้ ไม่เข้าใจการตรวจสอบฟังก์ชันจากกราฟ ใช้สัญลักษณ์ของช่วงไม่ถูกต้อง

แบบทดสอบฉบับที่ 2 เรื่องตัวอย่างฟังก์ชันที่ควรรู้จัก มีข้อบกพร่องคือ สร้างความสัมพันธ์สมการไม่ได้ เข้าใจคำถามไม่ตรงกับโจทย์ต้องการ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 เรื่องฟังก์ชันคอมโพสิท มีข้อบกพร่องคือ ยังสรุปความคิดรวบยอดของฟังก์ชันคอมโพสิทไม่ได้ ยังไม่เข้าใจในการแทนค่าของฟังก์ชัน

แบบทดสอบฉบับที่ 4 เรื่องฟังก์ชันอินเวอร์ส มีข้อบกพร่องคือ ยังไม่เข้าใจในเรื่องของช่วง ยังหาโอเปอเรชันกันของเซตไม่ได้ ยังใช้แกนสมมาตรของกราฟของฟังก์ชัน กับกราฟของฟังก์ชันอินเวอร์สไม่ถูกต้อง และยังสรุปนิยามของฟังก์ชันอินเวอร์สไม่ได้

แบบทดสอบฉบับที่ 5 เรื่องพีชคณิตของฟังก์ชัน มีข้อบกพร่องคือ ไม่เข้าใจในการบวก ลบ คูณ และหารกันของฟังก์ชัน โดยนำโดเมนไปปฏิบัติการด้วย ไม่เข้าใจเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารกันของพหุนาม

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

สำหรับงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

บอยเดน (Boyden. 1970: 1504-A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิต (verbal Arithmetic Problem Solving) สำหรับนักเรียนเกรด 5 โดยนำแบบทดสอบสำรวจไปสอบกับนักเรียนเกรด 5 จำนวน 993 คน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบตอบอิสระ ผลจากสำรวจจุดบกพร่องในลักษณะต่าง ๆ 12 ประการ แล้วสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบเลือกตอบ โดยนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดจากแบบทดสอบมาใช้เป็นตัวลงการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 และหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ Point-Biserial Correlation ปรากฏว่าแบบทดสอบสำรวจมีค่าความเชื่อมั่น .727-.850 และค่าอำนาจจำแนก .00-.741 ส่วนแบบทดสอบวินิจฉัยมีค่าความเชื่อมั่น .802 และค่าอำนาจจำแนก .334-.629 ผลจากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นสามารถค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและทั้งชั้นได้ และเป็นประโยชน์ในการจัดสอนซ่อมเสริมอย่างมาก

เอลลิส (Ellis. 1972: 2234-A) ได้ทำการศึกษาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในเนื้อหาการคำนวณเลขจำนวนเต็มที่เป็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ โดยทำการศึกษา กลุ่มนักเรียนเกรด 6 จำนวน 690 คน นำผลการทดสอบมาแยกเป็นนักเรียน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ตอบ ถูกหมด กลุ่มที่ทำถูกวิธีแต่คำตอบผิด และกลุ่มที่ผิดทั้งวิธีและคำตอบ กลุ่มที่ทำถูกวิธีแต่คำตอบผิด ได้รับการทดสอบย่อยด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาจุดบกพร่อง ผลจากการศึกษาพบว่า มีข้อบกพร่อง ในการบวกร้อยละ 17 การคูณหลักเดียวร้อยละ 14 การคูณด้วยเลขสองหลัก ร้อยละ 16

โบว์แมน (Bowman. 1976: 7260 - A) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยคณิตศาสตร์เบื้องต้น (A Basic Mathematics Diagnostic Instrument) เพื่อค้นหาจุดเด่นและจุดบกพร่องของนักเรียนในเรื่อง การบวก ลบ คูณ และหาร จำนวนต่าง ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาและพีชคณิตเบื้องต้น แบบทดสอบ ฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในวิทยาลัยที่มีโครงการช่วยเหลือนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่ำ และใช้ทดสอบเป็นกลุ่ม แต่นำผลจากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาพิจารณานักเรียนมีจุดเด่น และจุดบกพร่องในเนื้อหาใด และมักผิดพลาดในลักษณะใด ข้อมูลที่ได้จะบันทึกเป็นเส้นภาพ (Profile) เพื่อความสะดวกในการตีความหมายผลงานของนักเรียนการศึกษารั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 435 คน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีประโยชน์ในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริมนักเรียนเป็น รายบุคคลได้อย่างเหมาะสม

จีน (Jean. 1978: 4636-A) ได้ศึกษาจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวก (Addition Process) ของนักเรียนเกรด 3 และเกรด 4 โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยค้นหาจุดบกพร่อง และทำการสอนซ่อมเสริมจุดบกพร่องนั้น ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนที่บกพร่องในการเรียน คณิตศาสตร์เกี่ยวกับตัวเลขเป็นเพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวนส่วนนักเรียนที่ได้รับการ สอนซ่อมเสริมได้คะแนนเพิ่มขึ้นจากการทำแบบทดสอบหลังการสอนซ่อมเสริมแล้วมากกว่ากลุ่ม ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัลแลม (Allam. 1980: 213-A) ได้สร้างและหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัย แบบอิงจุดประสงค์ สำหรับความสามารถขั้นต่ำในการวัดผลของครูประจำชั้นการศึกษารั้งนี้มี จุดมุ่งหมายที่จะสร้าง และหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยแบบอิงจุดประสงค์ สำหรับ วัดความสามารถขั้นต่ำในการวัดผลของครูประจำชั้น แบบทดสอบประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 5 ชุด ที่ใช้วัดความสามารถในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
2. การวางแผนทดสอบของชั้น
3. การสร้างข้อคำถามและการให้คะแนน
4. ประเมินผลการทดสอบของชั้น

5. การจัดระดับผลการทดสอบของชั้น

การสร้างแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะแรกเป็นการกำหนดขอบข่ายของแบบทดสอบ โดยการระบุความสามารถในการอ่านแต่ละด้านในรูปของพฤติกรรม วัตถุประสงค์ที่เป็นเป้าหมาย และให้ผู้ชำนาญการวางแผนการสอนจำนวน 4 คนตรวจแก้ไขวัตถุประสงค์ที่ได้เหล่านั้น นำมาวิเคราะห์ตามลำดับขั้นการเรียนการสอนแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญการวัดผลและผู้ชำนาญการวางแผนการสอนอีกกลุ่มหนึ่ง จำนวน 7 คน ตรวจสอบ

2. ระยะที่สองเป็นการสร้างข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 2 ชั้น

2.1 ชั้นแรกกำหนดรายละเอียดเฉพาะของแบบทดสอบ ซึ่งกำหนดแยกจากกันสำหรับความสามารถแต่ละด้าน รายละเอียดเฉพาะที่กำหนดนี้ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จะวัดได้อย่างเฉพาะเจาะจงเพื่อให้สามารถสร้างข้อคำถามที่เป็นลักษณะเดียวกันได้ กลุ่มของผู้เชี่ยวชาญการวัดผล 3 คน เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดขึ้นมาเหล่านี้

2.2 ชั้นที่สอง คือ สร้างข้อคำถามโดยที่จุดประสงค์แต่ละข้อ ของความสามารถแต่ละด้านนั้นจะมีข้อคำถามที่เทียบเท่ากัน 2 ข้อ ข้อคำถามในแต่ละชุดรวมกันได้ 91 ข้อ

3. ระยะที่สาม การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการวัดผลอีก 3 คนทำการตรวจสอบเป็นรายข้อ ผลการพิจารณาพบว่าแต่ละข้อคำถามวัดจุดประสงค์ที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการแบบทดสอบวินิจัย จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ ด้านทักษะการคิดคำนวณ ทักษะด้านการให้เหตุผล และด้านการแก้ปัญหา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 1 ซึ่งมีจำนวน 16 โรงเรียน เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ 7 จำนวน 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดที่ 5 จำนวน 9 โรงเรียน โรงเรียนขนาดที่ 4 จำนวน 3 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดที่ 3 จำนวน 1 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียนรวม 84 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียนรวม 3,291 คน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษาดำรง เขต 1

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ขนาดที่ 7	ย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์	12	597
	วิเชียรมาตุ	10	442
	สภาราชีนี	10	417
ขนาดที่ 5	คันธพิทยาคาร	3	96
	จุฬารัตน์ราชวิทยาลัยดำรง	5	201
	ตรังรังสฤษฏ์	4	119
	ทุ่งยาวผดุงศิษย์	4	143
	ทุ่งหนองแห้งประชาสรรค์	4	141
	ปะเหลียนผดุงศิษย์	5	171
	สภาราชีนี 2	7	284
	สวัสดีรัตนภิรมย์	9	300
	หาดสำราญวิทยาคม	4	126
ขนาดที่ 4	นาโยงวิทยาคม	3	102
	น้ำผุด	4	139
	วิเชียรมาตุ 2	2	56
ขนาดที่ 3	วิเชียรมาตุ 3	2	72
รวม		84	3,291

หมายเหตุ โรงเรียนขนาดที่ 1 จำนวนนักเรียน 1 – 120 คน
โรงเรียนขนาดที่ 2 จำนวนนักเรียน 121 – 200 คน
โรงเรียนขนาดที่ 3 จำนวนนักเรียน 201 – 300 คน
โรงเรียนขนาดที่ 4 จำนวนนักเรียน 301 – 499 คน
โรงเรียนขนาดที่ 5 จำนวนนักเรียน 500 -1,499 คน
โรงเรียนขนาดที่ 6 จำนวนนักเรียน 1,500 - 2,499 คน
โรงเรียนขนาดที่ 7 จำนวนนักเรียน ตั้งแต่ 2,500 คนขึ้นไป
ที่มา : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดำรง เขต 1

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารัง เขต 1 จำนวน 8 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 614 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-stage random sampling) มีลำดับขั้นตอนการสุ่มดังนี้

1. สุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) มีโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้โรงเรียนขนาดที่ 7 จำนวน 3 โรงเรียน โรงเรียนขนาดที่ 5 จำนวน 3 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดที่ 4 จำนวน 2 โรงเรียน

2. สุ่มห้องเรียนของโรงเรียนในขั้นตอนที่ 1 โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายมาโรงเรียนละ 1-2 ห้องเรียน เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน ได้นักเรียนจำนวน 193 คน

จาก 5 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายชื่อของแบบทดสอบ ได้นักเรียนจำนวน 195 คน

จาก 5 โรงเรียน

ขั้นที่ 3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้นักเรียนจำนวน 226 คน

จาก 5 โรงเรียน

จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบแต่ละขั้นตอนดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการสร้างแบบทดสอบแต่ละขั้นตอนจำแนกตามโรงเรียน

ขนาด โรงเรียน	โรงเรียน	กลุ่มตัวอย่างในการสร้างแบบทดสอบ					
		สำรวจความรู้ พื้นฐานของนักเรียน		ตรวจสอบคุณภาพ รายข้อ		ตรวจสอบคุณภาพ ทั้งฉบับ	
		ห้อง	นักเรียน	ห้อง	นักเรียน	ห้อง	นักเรียน
ขนาดที่ 7	ย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์	-	-	1	45	-	-
	วิเชียรมาตุ	-	-	-	-	1	42
	สภาราชีนี	1	42		-	-	-
ขนาดที่ 5	จุฬารัตน์ราชวิทยาลัยตรัง	1	41	1	41	1	41
	สภาราชีนี 2	1	41	1	41	1	41
	สวัสดีรัตนากิมุข	1	34	1	34	2	68
ขนาดที่ 4	นาโยงวิทยาคม	-	-	1	34	1	34
	น้ำผุด	1	35	-	-	-	-
รวม		5	193	5	195	6	226

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ มีเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แบบทดสอบเพื่อสำรวจ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเป็นแบบเติมคำตอบ แสดงวิธีทำ และบอกเหตุผลในการตอบ เพื่อสำรวจและรวบรวมคำตอบที่ผิดและจุดบกพร่องต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนของการคิดของนักเรียน แบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้ยึดตามตัวบ่งชี้ที่ได้มีการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 โดยแบ่งเป็นฉบับย่อย 3 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ เป็นแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ

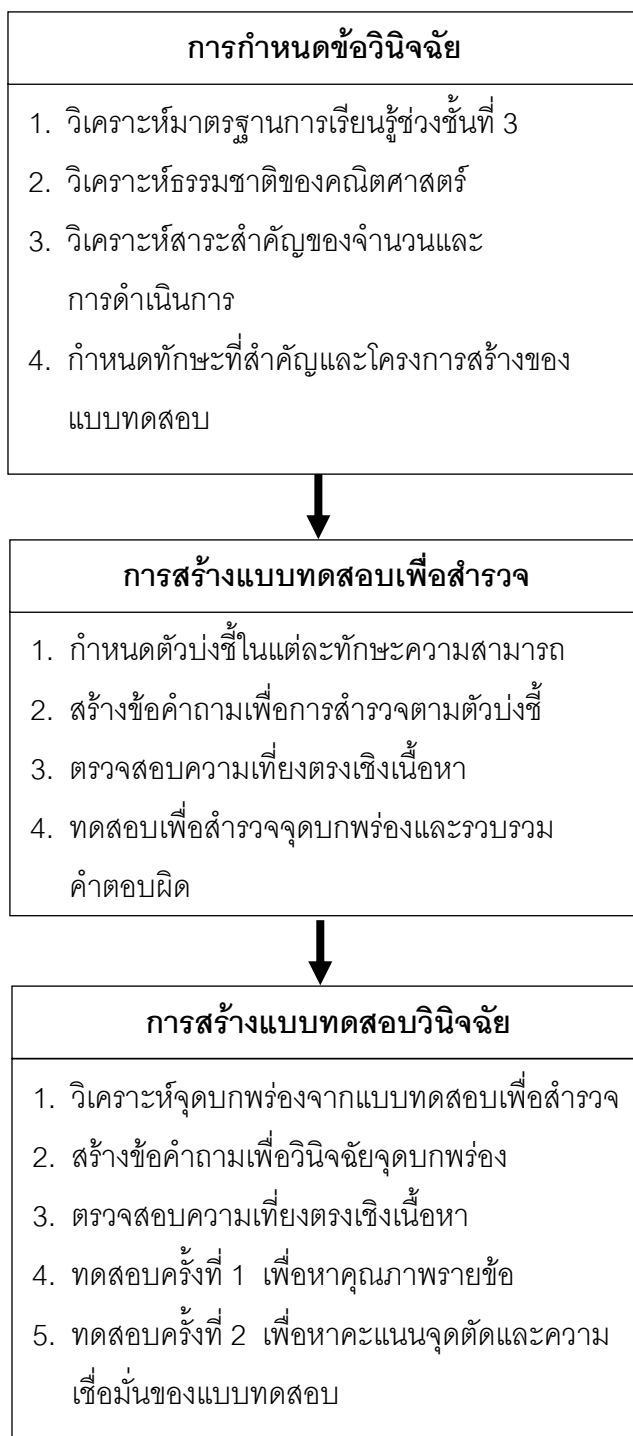
ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล เป็นแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ

2. แบบทดสอบวินิจฉัย ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ลักษณะข้อคำถามเป็นคำถามที่มาจากแบบทดสอบสำรวจ โดยสร้างแบบทดสอบตามสภาพปัญหาที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำข้อสอบไม่ได้ในทักษะแต่ละด้าน ส่วนตัวลงได้รวบรวมจากคำตอบผิดของแบบทดสอบสำรวจและบอกสาเหตุในการตอบในแต่ละตัวลงเพื่อใช้ในการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการตอบของนักเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการรวบรวมข้อมูลรายละเอียด ต่อไปนี้

1. การกำหนดข้อวินิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดข้อวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยทำการวิเคราะห์ศึกษาเอกสาร หลักสูตร และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ในสาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ และสาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.2 วิเคราะห์ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

1.3 วิเคราะห์สาระสำคัญของจำนวนและการดำเนินการที่เป็นตัวบ่งชี้ในแต่ละทักษะความสามารถของนักเรียน

1.4 กำหนดทักษะที่สำคัญและโครงสร้างของแบบทดสอบ จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ในสาระที่ 1 และสาระที่ 6 วิเคราะห์ธรรมชาติของคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์สาระสำคัญของจำนวนและการดำเนินการที่เป็นตัวบ่งชี้ในแต่ละทักษะความสามารถของนักเรียน ซึ่งทักษะที่สำคัญของนักเรียนที่สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงการผ่านมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ในเรื่องของจำนวนและการดำเนินการ แบ่งออกเป็นทักษะ 3 ด้าน คือ ทักษะด้านการคิดคำนวณ ทักษะด้านการให้เหตุผล และทักษะด้านการแก้ปัญหา นำมากำหนดเป็นโครงสร้างของแบบทดสอบ จำนวน 3 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ

ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา

2. การสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

2.1 กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา

2.2 สร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ในแต่ละทักษะเป็นข้อคำถามแบบเติมคำตอบให้นักเรียนแสดงวิธีทำ และบอกเหตุผลในการตอบ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 40 ข้อ ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 20 ข้อ ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ ดังรายละเอียดในตาราง 3-5

ตาราง 3 จำนวนตัวบ่งชี้และข้อสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 40 ข้อ

ที่	ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของนักเรียน	จำนวนข้อ
1	ระบุจำนวนเต็มบวกจำนวนเต็มลบและศูนย์ได้	1
2	เปรียบเทียบจำนวนเต็มได้	2
3	บวก ลบ คูณ และหาร จำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยมได้	10
4	เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำเป็นเศษส่วนได้	3
5	เปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยมได้	4
6	เขียนเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มแทนจำนวนที่กำหนดให้ได้	4
7	เขียนเลขยกกำลังในการเขียนแสดงจำนวนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้	2
8	คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้	2
9	ระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนจริง จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะได้	3
10	บอกเหตุของการเปลี่ยนจำนวนและระบุนาฬิกาที่สองและสามของจำนวนจริงได้	3
11	คำนวณค่ารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	2
12	ประมาณค่าที่เหมาะสมในการคำนวณได้	2
13	คำนวณหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้	2
รวม		40

ตาราง 4 จำนวนตัวบ่งชี้และข้อสอบวัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 15 ข้อ

ที่	ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของนักเรียน	จำนวนข้อ
1	บอกผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้	5
2	บอกผลที่เกิดขึ้นจากการหารากของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมพร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้	5
3	นำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการคำนวณได้	6
4	บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้	4
รวม		20

ตาราง 5 จำนวนตัวบ่งชี้และข้อสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ

ที่	ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของนักเรียน	จำนวนข้อ
1	คำนวณเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในสถานการณ์ต่าง ๆ	5
2	คำนวณเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยมไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้	6
3	คำนวณรากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้แก้ปัญหาคำนวณได้	2
4	คำนวณเกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. แก้ปัญหาได้	4
5	ประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	3
รวม		20

2.3 นำแบบทดสอบสำรวจทั้ง 3 ฉบับที่สร้างขึ้นมาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของการวินิจฉัยโดยนำข้อสอบที่เขียนขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวบ่งชี้ในแต่ละทักษะความสามารถของนักเรียน เรื่อง จำนวนและการดำเนินการตามวิธีของโรบินสันและแฮมเบิลตัน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้พบว่าการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่า 1.00 แสดงว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นทุกข้อวัดได้ตรงกับตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ ดังตัวอย่างแบบประเมิน

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ
 ของนักเรียน เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ
 ของนักเรียน เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้นำวัดได้ตรงกับ
 ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของข้อนั้น ๆ หรือไม่ โดยให้ท่านพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของนักเรียนที่ต้องการ
 วัดให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหมายเลข 1
- ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของนักเรียนที่
 ต้องการวัดให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหมายเลข 0
- ถ้าท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของนักเรียนที่
 ต้องการวัดให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหมายเลข -1

ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
ทักษะการคิดคำนวณ				
0) บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็มได้	0) จงหาคำผลลัพธ์ $[(-8) \times (-3)] \div [2 + (-4)]$			
00) เปรียบเทียบเศษส่วนได้	00). จงเปรียบเทียบเศษส่วน $\frac{5}{9}$ และ $\frac{7}{12}$			
ทักษะการให้เหตุผล				
0) อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้	0). $(5 - 4) \times 7 = (5 \times 7) - (4 \times 7)$ เป็นจริงหรือเท็จ เพราะเหตุใด			

ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
00) นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ได้	00). ถ้า a, b และ c เป็นจำนวนใด ๆ $a - b = b - a$ เป็นจริงหรือเท็จ เพราะเหตุใด พร้อมยกตัวอย่างประกอบ			
ทักษะการแก้ปัญหา				
0) ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	0). ในวันนี้โรงเรียนบ้านหนองไทรมีนักเรียนมาโรงเรียนทันเข้าแถวเคารพธงชาติในตอนเช้า 92% ของนักเรียนทั้งหมดถ้าโรงเรียนบ้านหนองไทรมีนักเรียน 550 คน วันนี้จะมีนักเรียนมาทันเข้าแถวเคารพธงชาติทั้งหมดกี่คน			

2.4 นำแบบทดสอบสำรวจทักษะเพื่อการวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารัง เขต 1 จำนวน 193 คน เพื่อนำมาพิจารณาหาจุดบกพร่องของการตอบและคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียน

ตัวอย่าง แบบทดสอบสำรวจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการคิดคำนวณ เรื่อง จำนวน และการดำเนินการ ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบที่ถูกต้อง

0) จงหาผลลัพธ์ $[(-8) \times (-3)] \div [2 + (-4)]$

.....

.....

.....

.....

เฉลย
$$\begin{aligned} [(-8) \times (-3)] \div [2 + (-4)] &= 24 \div (-2) \\ &= -12 \end{aligned}$$

ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการให้เหตุผล เรื่อง จำนวน และการดำเนินการ ให้นักเรียนเติมคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่าง พร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบ

00) $(5 - 4) \times 7 = (5 \times 7) - (4 \times 7)$ เป็นจริงหรือเท็จ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

เพราะ.....

.....

.....

เฉลย เป็นจริง เพราะ $(5 - 4) \times 7 = 1 \times 7 = 7$

$(5 \times 7) - (4 \times 7) = 35 - 28 = 7$

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง จำนวน และการดำเนินการ ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาแล้วหาคำตอบที่ถูกต้อง

000) โรงเรียนบ้านหนองไทร มีนักเรียนมาโรงเรียนทันเช้าแถวเคารพธงชาติในตอนเช้า 92% ของนักเรียนทั้งหมดโรงเรียนบ้านหนองไทรมีนักเรียน 550 คน มีนักเรียนมาทันเช้าแถวเคารพธงชาติทั้งหมดกี่คน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย

โจทย์กำหนดให้ มีนักเรียนมาโรงเรียนทันเช้าแถวเคารพธงชาติในตอนเช้า 92% ของนักเรียนทั้งหมด

โจทย์กำหนดให้ โรงเรียนบ้านหนองไทรมีนักเรียน 550 คน

โจทย์ถาม มีนักเรียนมาทันเช้าแถวเคารพธงชาติทั้งหมดกี่คน

ถ้ามีนักเรียนทั้งหมด 100 คน มาโรงเรียนทันเช้าแถวเคารพธงชาติ 92 คน

โรงเรียนบ้านหนองไทรมีนักเรียน 550 คน มาโรงเรียนเช้าแถวเคารพธงชาติ

$$\frac{550 \times 92}{100} = 506 \text{ คน}$$

ดังนั้น โรงเรียนบ้านหนองไทรมีนักเรียน 550 คน จะมีนักเรียนมาทันเช้าแถวเคารพธงชาติทั้งหมด 506 คน

3. การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

3.1 นำผลของแบบทดสอบสำรวจที่ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างมาพิจารณาหาจุดบกพร่องของการตอบผิดแล้วนำไปสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจัย

3.2 สร้างข้อคำถามเพื่อวินิจัยจุดบกพร่อง โดยคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกในแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียน ข้อคำถามสร้างตามสภาพปัญหาที่นักเรียนมีจุดบกพร่อง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นข้อสอบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 38 ข้อ

ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 15 ข้อ

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ

ตัวอย่าง แบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ

$$0) [(-8) \times (-3)] \div [2 + (-4)] = \square$$

ก. 12

ข. -12 *

ค. 4

ง. -4

การวิเคราะห์จุดบกพร่อง

ถ้าตอบตัวเลือก ก. แสดงว่า เข้าใจว่าจำนวนเต็มลบหารจำนวนเต็มลบผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบ

ถ้าตอบตัวเลือก ข. คือ ข้อถูก

ถ้าตอบตัวเลือก ค. แสดงว่า ไม่เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบเมื่อดำเนินการผลลัพธ์จะออกมาเป็นจำนวนใด

ถ้าเลือกตัวเลือก ง. แสดงว่า ไม่เข้าใจว่าจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบเมื่อดำเนินการผลลัพธ์จะออกมาเป็นจำนวนใด

ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล

00) $(5 - 4) \times 7 = (5 \times 7) - (4 \times 7)$ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เป็นจริง เพราะมีคุณสมบัติการแจกแจง *
- ข. เป็นจริง เพราะมีคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม
- ค. เป็นเท็จ เพราะไม่สามารถแจกแจงเป็น 2 กลุ่มได้
- ง. เป็นเท็จ เพราะคำตอบที่ได้ไม่เท่ากัน

การวิเคราะห์จุดบกพร่อง

ถ้าตอบตัวเลือก ก. คือ ข้อถูก

ถ้าตอบตัวเลือก ข. แสดงว่า ไม่เข้าใจคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม

ถ้าตอบตัวเลือก ค. แสดงว่า ไม่เข้าใจคุณสมบัติการแจกแจง

ถ้าตอบตัวเลือก ง. แสดงว่า สะเพร่าในการคิดคำนวณ

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา

000) โรงเรียนบ้านหนองไทร มีนักเรียนมาโรงเรียนทันเช้าแถวเคารพธงชาติในตอนเช้า 92% ของนักเรียนทั้งหมด โรงเรียนบ้านหนองไทรมีนักเรียน 550 คน มีนักเรียนมาทันเช้าแถวเคารพธงชาติทั้งหมดกี่คน

- ก. 510 คน
- ข. 506 คน *
- ค. 495 คน
- ง. 460 คน

การวิเคราะห์จุดบกพร่อง

ถ้าตอบตัวเลือก ก. แสดงว่า แปลความหมายร้อยละผิด

ถ้าตอบตัวเลือก ข. คือ ข้อถูก

ถ้าตอบตัวเลือก ค. แสดงว่า สะเพร่าในการคิดคำนวณ

ถ้าตอบตัวเลือก ง. แสดงว่า สะเพร่าในการคิดคำนวณ

3.3 นำแบบทดสอบวินิจัยที่สร้างขึ้นทั้ง 3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวบ่งชี้ในแต่ละทักษะความสามารถของนักเรียน เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ตามวิธีของโรบินสันและแฮมเบิลตัน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้พบว่า การพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่า 1.00 แสดงว่าข้อสอบที่เขียนขึ้นทุกข้อวัดได้ตรงกับตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ

3.4 นำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 195 คน นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของเบรนนัน และหาจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์โดยใช้สูตรของซีแชนและเดวิส คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.00 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์คัดเลือกออก ซึ่งการวิจัยครั้งนี้พบว่า ข้อสอบที่คัดเลือกแล้ว มีรายละเอียดดังนี้

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 30 ข้อ

ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 16 ข้อ

3.5 นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือก ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 2 เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 226 คน นำผลการทดสอบมาตรวจสอบคุณภาพรายข้อ และตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ นอกจากนี้หาค่าคะแนนจุดตัดตามวิธีของเกลสส์ เพื่อใช้ในการตัดสินว่า ใครผ่าน หรือไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อจะได้นำมาวินิจัยได้ถูกต้อง ดังรายละเอียดผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการต่าง ๆ เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเพื่อขอความอนุเคราะห์ให้ผู้บริหารสถานศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

2. นำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ยื่นต่อผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งนัดหมายวันเวลา สถานที่ที่จะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. เตรียมอุปกรณ์ เช่น จำนวนแบบทดสอบ โดยเตรียมให้เพียงพอกับกลุ่มตัวอย่างในการสอบแต่ละครั้ง ตลอดจนเตรียมปากกา ดินสอ สำรองไว้ให้นักเรียน

4. ดำเนินการสอบโดยแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบและอธิบายคำชี้แจงในการสอบให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ แล้วดำเนินการสอบตามแบบทดสอบ โดยผู้วิจัยใช้เวลาดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 2 มกราคม 2551 ถึง 29 กุมภาพันธ์ 2551 ดังนี้

4.1 นำแบบทดสอบสำรวจไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 193 คน เพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน ข้อบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด

4.2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนจำนวน 195 คน เพื่อหาคุณภาพรายข้อ ด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

4.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนจำนวน 226 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และหาค่าคะแนนจุดตัดตามวิธีของแกลล์ส เพื่อใช้ในการตัดสินใจผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์

4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ

2. สำรวจหาจุดบกพร่องของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ

3. หาค่าสถิติพื้นฐานและคุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ

3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 ค่าความยากของแบบทดสอบ

3.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

3.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง

3.5 หาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้

1. สถิติที่ใช้ในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

สูตรการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรโดยใช้สูตรการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่ง ($\alpha = .05$) มีค่า $Z_{\alpha/2} = 1.96$ ดังนี้ (มยุรี ศรีชัย. 2538: 105)

$$n = \frac{\sum_{g=1}^k \frac{N_g^2 S_g^2}{W_g}}{\frac{N^2 e^2}{Z_{\alpha/2}^2} + \sum_{g=1}^k N_g S_g^2}$$

n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
S_g^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบ
e	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า
N_g	แทน	จำนวนของนักเรียนในแต่ละชั้น
W_g	แทน	สัดส่วนระหว่างจำนวนประชากรในแต่ละชั้น กับจำนวนประชากรทั้งหมด ($\frac{N_g}{N}$)

2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($Mean : \bar{x}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S)

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

3.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบใช้วิธีของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (ล้วนสายยศและอังคณา สายยศ. 2539: 248 – 249; อ้างอิงมาจาก Rovinelli and Hamblelton. 1977)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543: 196)

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

เมื่อ P แทน ดัชนีค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

3.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรของ เบรนแนน (Brennan)

(ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543: 198)

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

เมื่อ B แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์

L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

n_1 แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

ในการหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรนี้ต้องหาจุดตัดเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มผ่านเกณฑ์ และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยใช้สูตรของชีแฮนและเดวิส (Sheehan and Davis. 1979: 127-128)

$$C = k - \left(\frac{2}{A} \right) [k(A-1)]^{1/2}$$

เมื่อ C แทน คะแนนจุดตัด

K แทน จำนวนข้อสอบ

A แทน จำนวนตัวเลือกของข้อสอบ

3.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรไบนอมิเยล (Binomial formula) ของโลเวทท์ (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 238; อ้างอิงจาก Lovett. 1978)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum x_i - \sum x_i^2}{\{(K-1) \sum (x_i - c)^2\}}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	K	แทน จำนวนข้อสอบ
	$\sum x_i$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum x_i^2$	แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	x_i	แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

3.5 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Mehrens and Lehmann. 1975: 103)

$$SE_{meas} = S.D. \sqrt{1 - r_{cc}}$$

เมื่อ	SE_{meas}	แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
	S	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	r_{cc}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.6 คะแนนจุดตัดในการวินิจฉัย กำหนดคะแนนจุดตัดเพื่อใช้ในการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการทำแบบทดสอบ โดยคำนวณตามวิธีของแกลสส์ (อังคณา สายยศ. 2539: 274-275; อ้างอิงมาจาก Glass. 1978: 251-253)

$$f(C_x) = \frac{P_A + P_D}{P_B + P_C}$$

เมื่อ	$f(C_x)$	แทน ฟังก์ชันของคะแนนจุดตัด
-------	----------	----------------------------

P_A	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
P_D	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก
P_B	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ และเกณฑ์ภายนอก
P_C	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ และเกณฑ์ภายนอก

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และตัวย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายในการวิเคราะห์ข้อมูล จึงได้กำหนดสัญลักษณ์และตัวย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
C_x	แทน	คะแนนจุดตัด
k	แทน	จำนวนข้อสอบแต่ละฉบับ
r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
SE_{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
$C.V.$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของคะแนนแบบทดสอบในรูปร้อยละ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนโดยสร้างแบบทดสอบสำรวจ จำนวน 3 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 40 ข้อ

ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ

นำแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 193 คน นำผลการทดสอบสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อรวบรวมคำตอบผิด และค้นหาจุดบกพร่องในการตอบผิดนั้น เพื่อคัดเลือกคำตอบที่ตอบผิดมาสร้างตัวลงในแบบทดสอบวินิจัย จุดบกพร่องของนักเรียน ดังแสดงในตาราง 6-8

ตาราง 6 จุดบกพร่องของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถจากแบบทดสอบสำรวจ เรื่อง

จำนวนและการดำเนินการ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ

ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ	จุดบกพร่อง
1. ระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบและศูนย์ได้	-
2. เปรียบเทียบจำนวนเต็มได้	1. แปลความหมายไม่ได้ 2. เรียงลำดับจำนวนไม่ได้ 3. แยกความแตกต่างระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบไม่ได้

ตาราง 6 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ	จุดบกพร่อง
3. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมได้	4. คำนวณตัวเลขกับเครื่องหมายผิด 5. คำนวณคำตอบจากตัวเลขไม่ได้ 6. แปลค่าการคูณระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบผิด 7. แปลค่าสัมบูรณ์ผิด 8. คำนวณการหารเศษส่วนผิด 9. ตั้งเลขทศนิยมผิดหลัก 10. ลืมบวกตัวทด 11. ใส่ทศนิยมผิดตำแหน่ง
4. เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและ เขียนทศนิยมซ้ำศูนย์ในรูปเศษส่วนได้	12. คำนวณการหาทศนิยมซ้ำผิด 13. คำนวณการแปลงเศษส่วนเป็นทศนิยมผิด 14. ตอบเพียงทศนิยม 2 ตำแหน่งเท่านั้น
5. เปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยม ได้	15. แปลความหมายเศษส่วนไม่ได้ 16. เรียงลำดับเศษส่วนและทศนิยมไม่ได้
6. เขียนเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็น จำนวนเต็มแทนจำนวนที่กำหนดให้ได้	17. แปลนิยามของเลขยกกำลังผิด
7. ใช้เลขยกกำลังในการเขียนแสดง จำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้	18. นับเฉพาะเลขศูนย์เป็นเลขยกกำลัง 19. นับเลขศูนย์เป็นเลขยกกำลังเกินไป 1 20. เขียนให้อยู่ในรูปเงื่อนไขไม่ถูกต้อง 21. เขียนเลขชี้กำลังไม่ถูกต้องโดยไม่คิดคำนวณในกรณีที่ ฐานเหมือนกัน
8. คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐาน เดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม ได้	22. แปลนิยามของเลขยกกำลังผิด 23. คำนวณหาคำตอบไม่ได้

ตาราง 6 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ	จุดบกพร่อง
9. ระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนจริง จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะได้	24. ถอดค่ารากที่สองที่บวกไม่ได้จึงไม่สามารถเขียนให้อยู่ ในรูปเศษส่วนได้
10. บอกเหตุของการเปลี่ยนจำนวน และระบุรากที่สองและรากที่สามของ จำนวนจริงได้	25. คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้ 26. แปลนิยามในการหารากที่สามผิด
11. คำนวณค่ารากที่สองและรากที่ สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัว ประกอบและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	27. คำนวณวิธีการหาค่ารากสองด้วยวิธีการแยกตัวประกอบ ผิด 28. คำนวณวิธีการหารากที่สามด้วยวิธีการแยกตัวประกอบ ผิด 29. คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้
12. ประมาณค่าที่เหมาะสมใน การคิดคำนวณได้	30. ประมาณค่าผลลัพธ์ผิด 31. เลือกตอบตัวเลขที่คำนวณได้จริงโดยไม่ได้ประมาณค่า 32. คำนวณหาคำตอบไม่ได้
13. คำนวณหา ห.ร.ม. และค.ร.น. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้	33. คำนวณหา ห.ร.ม. ผิด 34. คำนวณหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ผิด 35. คำนวณหาคำตอบไม่ได้

จากตาราง 6 พบว่าความรู้พื้นฐานของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบสำรวจ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ นักเรียนมีจุดบกพร่องตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ ข้อที่ 2 ถึง ข้อที่ 13 ส่วนตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ ข้อที่ 1 ไม่พบจุดบกพร่อง จากผลการสำรวจข้อบกพร่องดังกล่าวสามารถจึงนำไปสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 38 ข้อ

ตาราง 7 จุดบกพร่องของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถจากแบบทดสอบ สํารวจ เรื่อง
จำนวนและการดำเนินการ ฉบับที่ 2 ทักษะการให้เหตุผล

ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ	จุดบกพร่อง
1. บอกผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมพร้อมทั้งบอกสัมพันธ์ของการดำเนินการได้	1. คำนวณหาคำตอบจากความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ไม่ได้ 2. สรุปความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของการสลับที่ไม่ได้ 3. คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้ 4. สรุปความคิดเกี่ยวกับเอกลักษณ์การคูณไม่ได้ 5. สรุปความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติการสลับที่การคูณไม่ได้
2. บอกผลที่เกิดขึ้นจากการหารากของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมพร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้	6. แปลนิยามการหารากที่สองที่เป็นบวกผิด 7. แปลความหมายของค่าสัมบูรณ์ไม่ได้
3. นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการคำนวณได้	8. นำคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มไปใช้ไม่ถูกต้อง 9. นำคุณสมบัติการแจกแจงไปใช้ไม่ถูกต้อง 10. คำนวณหาคำตอบไม่ได้ 11. นำคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกใช้ไม่ถูกต้อง 12. นำคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มการบวกใช้ไม่ถูกต้อง 13. นำคุณสมบัติที่เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ไม่ถูกต้อง
4. บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้	14. บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มกับจำนวนตรรกยะไม่ได้ 15. บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มศูนย์กับจำนวนตรรกยะไม่ได้ 16. บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มลบกับจำนวนตรรกยะไม่ได้

จากตาราง 7 พบว่าผลการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบสำรวจ ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล นักเรียนมีจุดบกพร่องตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ ทั้ง 4 ข้อ จากผลการสำรวจข้อบกพร่องดังกล่าว สามารถนำไปสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่อง ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 15 ข้อ

ตาราง 8 จุดบกพร่องของนักเรียนตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถจากแบบทดสอบ สํารวจ เรื่อง
จำนวนและการดำเนินการ ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา

ตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ	จุดบกพร่อง
1. จำนวนเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในสถานการณ์ต่าง ๆ	1. แปลความหมายร้อยละผิด 2. คำนวณหาคำตอบไม่ได้ 3. เรียงลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละผิด 4. บอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้
2. จำนวนเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยมไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้	5. คำนวณวิธีการบวกเศษส่วนผิดโดยเข้าใจว่าการบวกเศษส่วนนำตัวเศษบวกกันและตัวส่วนบวกกัน 6. คำนวณหาคำตอบไม่ได้ 7. แปลความหมายข้อความในโจทย์ผิด 8. เปรียบเทียบเศษส่วนได้ไม่ถูกต้อง 9. คำนวณวิธีการหารเศษส่วนผิดโดยนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาตอบ 10. คำนวณได้ไม่ครบทุกขั้นตอน 11. คำนวณหาคำตอบไม่ได้
3. จำนวนรากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	12. แปลความหมายของโจทย์ไม่ได้ 13. คำนวณหาคำตอบไม่ได้
4. จำนวนเกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. แก้ปัญหาได้	14. ลำดับขั้นตอนในการคิดหาคำตอบผิด 15. คำนวณหาคำตอบไม่ได้ 16. แปลความหมายของโจทย์ผิด
5. ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	17. ประมาณค่าของจำนวนไม่ถูกต้อง 18. คำนวณวิธีการประมาณค่าของจำนวนมากเกินไป 19. คำนวณวิธีการประมาณค่าของจำนวนน้อยเกินไป

จากตาราง 8 พบว่าผลการสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบสำรวจ ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนมีจุดบกพร่องตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถทั้ง 5 ข้อ จากผลการสำรวจดังกล่าวสามารถนำไปสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่อง ฉบับที่ 3 วัดทักษะ การแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

1. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นจำนวน 3 ฉบับคือ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวบ่งชี้ ในแต่ละทักษะความสามารถของนักเรียน เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ได้ค่าดัชนีความ สอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกฉบับ แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2. การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ครั้งที่ 1 ได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับนำไปทดสอบ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 195 คนเพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หาค่าความ ยากจากสัดส่วนของคนตอบถูก และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกปี ของเบรนนัน ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจากแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ จากการทดสอบ เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ครั้งที่ 1

แบบทดสอบ	ก่อนคัดเลือก			หลังคัดเลือก		
	k	p	B	k	p	B
วัดทักษะการคิดคำนวณ	38	0.11 – 0.79	-0.09 – 0.74	30	0.24 - 0.79	0.18 - 0.74
วัดทักษะการให้เหตุผล	15	0.16 – 0.61	0.02 – 0.47	10	0.22 - 0.61	0.11 - 0.47
วัดทักษะการแก้ปัญหา	20	0.19 – 0.55	0.05 – 0.51	16	0.24 - 0.55	0.11 - 0.47

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย วิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ เป็นดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ มีข้อสอบจำนวน 38 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.11–0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.09–0.74 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกเป็นบวกได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24–0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.18–0.74

แบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.16–0.61 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.02–0.47 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกเป็นบวกได้ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22–0.61 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11–0.47

แบบทดสอบฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา มีข้อสอบจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.19–0.55 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.05–0.51 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกเป็นบวกได้ข้อสอบจำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24–0.55 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11–0.47

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไปทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 3 ฉบับ ที่ได้คัดเลือกจากการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 226 คน ได้ค่าสถิติพื้นฐาน และคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ดังต่อไปนี้

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัย

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ

แบบทดสอบ	k	$\bar{X}$	S	C.V.
ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ	30	17.15	6.56	38.28
ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล	10	4.45	2.35	52.92
ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา	16	7.58	3.27	43.15

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบฉบับที่ 1 สูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 และ 3 คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม แสดงว่าแบบทดสอบวินิจัยฉบับที่ 2 และ 3 ค่อนข้างยาก สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่า 6.56, 2.35 และ 3.27 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบ ปรากฏว่า คะแนนของแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ มีการกระจายน้อยที่สุด ส่วนแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล มีการกระจายมากที่สุด

3.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 226 คน มาคำนวณหาค่าความยากจาก สัดส่วนของคนตอบถูก และหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกปี ของเบรนนัน ได้ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัย ทั้ง 3 ฉบับ

แบบทดสอบ	k	p	B
ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ	30	0.39 – 0.80	0.21 – 0.52
ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล	10	0.31 – 0.67	0.26 – 0.56
ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา	16	0.32 – 0.64	0.20 – 0.53

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัย วิชาคณิตศาสตร์ เป็นดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.39–0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21–0.52

แบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.31–0.67 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26–0.56

แบบทดสอบฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.32–0.64 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20–0.53

แบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.31–0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20–0.56

3.3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 226 คน และนำคะแนนของนักเรียนที่ทราบระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มาคำนวณหาคะแนนจุดตัด โดยนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป เป็นกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ และกลุ่มที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมน้อยกว่า 2.00 เป็นกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อใช้ในการวินิจฉัยตามวิธีของแกลลิสส์ ได้คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนจุดตัด	ร้อยละของการสอบผ่าน
ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ	30	15	66.37
ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล	10	4	60.18
ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา	16	7	61.06

จากตาราง 12 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ พบว่า มีคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็น 15, 4 และ 7 ตามลำดับ และมีร้อยละของการสอบผ่านแต่ละฉบับเป็น 66.37, 60.18 และ 61.06 ตามลำดับ

3.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ฉบับ ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ มาคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomial) ของโลเวทท์ (Lovett) ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	r_{cc}	SE_{meas}
ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ	0.8711	± 2.3564
ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล	0.6269	± 1.4373
ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา	0.6767	± 1.8610

จากตาราง 13 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์แต่ละฉบับมีค่า 0.8711, 0.6269 และ 0.6767 ตามลำดับ และมีคะแนนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ ± 2.3564 , ± 1.4373 และ ± 1.8610 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิด

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ มาวิเคราะห์หาสาเหตุของจุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในแต่ละข้อว่า การที่นักเรียนตอบผิดมีสาเหตุมาจากอะไร มีร้อยละในการตอบผิดมากน้อยเท่าใด โดยนำคำตอบในแบบทดสอบสำรวจมาเป็นแนวทางในการพิจารณา ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตาราง 14 โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องต่าง ๆ ในแบบทดสอบวินิจัยแต่ละฉบับดังต่อไปนี้

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม (ข้อที่ 1-3)

- A1 หมายถึง แปลความหมายไม่ได้
- A2 หมายถึง เรียงลำดับจำนวนไม่ได้
- A3 หมายถึง แยกความแตกต่างระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบไม่ได้

2. การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มเศษส่วนและทศนิยม (ข้อที่ 4-12)

- A4 หมายถึง คำนวณตัวเลขกับเครื่องหมายผิด
- A5 หมายถึง คำนวณคำตอบจากตัวเลขไม่ได้
- A6 หมายถึง แปลค่าการคูณระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบผิด
- A7 หมายถึง แปลค่าสัมบูรณ์ผิด
- A8 หมายถึง คำนวณการหารเศษส่วนผิด
- A9 หมายถึง ตั้งเลขทศนิยมผิดหลัก
- A10 หมายถึง ลืบบวกตัวทด
- A11 หมายถึง ใส่ทศนิยมผิดตำแหน่ง

3. การเขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน (ข้อที่ 13-14)

- A12 หมายถึง คำนวณการหาทศนิยมซ้ำผิด
- A13 หมายถึง คำนวณการแปลงเศษส่วนเป็นทศนิยมผิด
- A14 หมายถึง ตอบเพียงทศนิยม 2 ตำแหน่งเท่านั้น

4. การเปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยม (ข้อที่ 15-16)
 - A15 หมายถึง แปลความหมายเศษส่วนไม่ได้
 - A16 หมายถึง เรียงลำดับเศษส่วนและทศนิยมไม่ได้
5. การเขียนเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มแทนจำนวนที่กำหนด (ข้อที่ 17-19)
 - A17 หมายถึง แปลนิยามของเลขยกกำลังผิด
6. การใช้เลขยกกำลังในการเขียนแสดงจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ (ข้อที่ 20-21)
 - A18 หมายถึง นับเฉพาะเลขศูนย์เป็นเลขยกกำลัง
 - A19 หมายถึง นับเลขศูนย์เป็นเลขยกกำลังเกินไป
 - A20 หมายถึง เขียนให้อยู่ในรูปเงื่อนไขไม่ถูกต้อง
 - A21 หมายถึง เขียนเลขชี้กำลังไม่ถูกต้องโดยไม่คิดคำนวณในกรณีที่ฐานเหมือนกัน
7. การคูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (ข้อที่ 22-25)
 - A22 หมายถึง แปลนิยามของเลขยกกำลังผิด
 - A23 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้
8. จำนวนจริง จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ (ข้อที่ 24)
 - A24 หมายถึง ถอดค่ารากที่สองที่บวกไม่ได้จึงไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วน
9. เหตุของการเปลี่ยนจำนวนและระบุมรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ข้อที่ 25
 - A25 หมายถึง คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้
 - A26 หมายถึง แปลนิยามในการหารากที่สามผิด
10. รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง (ข้อที่ 26-27)
 - A27 หมายถึง คำนวณวิธีการหารากสองด้วยวิธีการแยกตัวประกอบผิด
 - A28 หมายถึง คำนวณวิธีการหารากที่สามด้วยวิธีการแยกตัวประกอบผิด
 - A29 หมายถึง คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้
11. ประมาณค่าที่เหมาะสมในการคิดคำนวณ (ข้อที่ 28)
 - A30 หมายถึง ประมาณค่าผลลัพธ์ผิด
 - A31 หมายถึง เลือกตอบตัวเลขที่คำนวณได้จริงโดยไม่ได้ประมาณค่า
 - A32 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้
12. การหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับ (ข้อที่ 29-30)
 - A33 หมายถึง คำนวณหา ห.ร.ม. ผิด
 - A34 หมายถึง คำนวณหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ผิด
 - A35 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้

ตาราง 14 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
		ก	ข	ค	ง
1	1	* (76.55)	A1 (13.27)	A2 (4.42)	A3 (5.75)
	2	A1 (9.73)	A2 (6.19)	* (81.86)	A3 (2.21)
	3	A1 (8.41)	* (78.32)	A1 (9.29)	A1 (3.98)
	4	A4 (10.18)	* (56.64)	A4 (15.04)	A4 (18.14)
	5	A5 (14.60)	A5 (14.20)	A6 (22.12)	* (50.89)
	6	A5 (37.17)	* (56.64)	A5 (4.87)	A5 (1.33)
	7	* (45.58)	A5 (15.93)	A5 (25.66)	A5 (12.83)
	8	A7 (25.22)	A7 (8.85)	* (49.12)	A5 (16.81)
	9	A8 (13.27)	A8 (26.55)	* (41.59)	A8 (18.58)
	10	* (44.69)	A8 (30.53)	A5 (14.16)	A8 (10.62)

ตาราง14 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
		ก	ข	ค	ง
1	11	A9 (11.95)	A5 (8.40)	A5 (7.96)	* (71.68)
	12	A5 (12.39)	A11 (10.18)	A11 (30.09)	* (47.35)
	13	A12 (32.30)	A13 (12.39)	* (45.58)	A14 (9.73)
	14	* (26.55)	A14 (33.62)	A14 (25.66)	A14 (14.16)
	15	* (55.31)	A15 (26.11)	A15 (11.50)	A15 (7.08)
	16	A16 (8.41)	* (69.47)	A16 (13.71)	A16 (8.41)
	17	A17 (9.73)	A17 (16.37)	A17 (7.08)	* (66.81)
	18	A17 (18.14)	A17 (18.58)	* (54.87)	A17 (8.40)
	19	* (68.14)	A17 (11.06)	A17 (18.14)	A17 (2.65)
	20	A18 (50.89)	* (25.22)	A19 (15.04)	A19 (8.85)

ตาราง 14 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
		ก	ข	ค	ง
1	21	A20 (23.45)	* (33.19)	A20 (19.91)	A21 (23.45)
	22	* (59.29)	A22 (23.45)	A22 (13.72)	A22 (3.53)
	23	A22 (18.14)	* (54.87)	A23 (18.14)	A22 (8.85)
	24	* (36.28)	A24 (42.04)	A24 (9.73)	A24 (11.95)
	25	* (40.71)	A26 (44.25)	A25 (9.29)	A26 (5.75)
	26	* (56.19)	A27 (11.06)	A27 (24.34)	A27 (8.41)
	27	A28 (14.60)	* (61.95)	A29 (17.26)	A28 (6.19)
	28	* (30.09)	A30 (17.26)	A31 (43.80)	A32 (8.85)
	29	A33 (25.22)	A34 (14.60)	A34 (18.14)	* (42.04)
	30	A34 (35.84)	A35 (11.06)	* (46.46)	A35 (6.63)

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการวิเคราะห์แบบทดสอบวินิจฉัย
ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล ดังแสดงในตาราง 15 โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่องใน
ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. การบอกผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และการยกกำลังของ
จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมพร้อมทั้งบอกสัมพันธของดำเนินการ (ข้อที่ 1-3)

B1 หมายถึง คำนวณหาคำตอบจากความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ไม่ได้

B2 หมายถึง สรุปความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของการสลับที่ไม่ได้

B3 หมายถึง คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้

B4 หมายถึง สรุปความคิดเกี่ยวกับเอกลักษณ์การคูณไม่ได้

B5 หมายถึง สรุปความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติการสลับที่การคูณไม่ได้

2. การบอกผลที่เกิดขึ้นจากการหารากของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมพร้อมทั้งบอก
ความสัมพันธ์ของการดำเนินการ (ข้อที่ 4-6)

B6 หมายถึง แปลนิยามการหารากที่สองที่เป็นบวกผิด

B7 หมายถึง แปลความหมายของค่าสัมบูรณ์ไม่ได้

3. การนำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้การคำนวณ (ข้อที่ 7-9)

B8 หมายถึง นำคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มไปใช้ไม่ถูกต้อง

B9 หมายถึง นำคุณสมบัติการแจกแจงไปใช้ไม่ถูกต้อง

B10 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้

B11 หมายถึง นำคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกใช้ไม่ถูกต้อง

B12 หมายถึง นำคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มการบวกใช้ไม่ถูกต้อง

B13 หมายถึง นำคุณสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ไม่ถูกต้อง

4. การบอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ(ข้อที่ 10)

B14 หมายถึง บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มกับจำนวนตรรกยะไม่ได้

B15 หมายถึง บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มศูนย์กับจำนวนตรรกยะไม่ได้

B16 หมายถึง บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มลบกับจำนวนตรรกยะไม่ได้

ตาราง 15 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
		ก	ข	ค	ง
2	1	B1 (23.01)	B1 (13.71)	* (50.89)	B2 (12.39)
	2	B1 (17.70)	* (47.35)	B1 (19.47)	B3 (15.49)
	3	* (64.60)	B4 (11.95)	B3 (13.27)	B5 (10.18)
	4	B6 (19.47)	B6 (12.39)	* (53.98)	B6 (14.16)
	5	B6 (23.01)	B7 (23.89)	B6 (31.42)	* (21.68)
	6	B6 (17.26)	* (30.53)	B6 (19.47)	B6 (19.47)
	7	B8 (32.74)	* (42.04)	B9 (9.73)	B10 (15.48)
	8	B11 (15.93)	B12 (19.47)	* (42.92)	B13 (21.68)
	9	* (42.48)	B12 (22.57)	B13 (19.91)	B13 (15.04)
	10	B14 (31.42)	B15 (19.47)	B16 (19.91)	* (29.20)

การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการวิเคราะห์แบบทดสอบวินิจฉัย
ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา ดังแสดงในตาราง 16 โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนจุดบกพร่อง
ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. การคำนวณเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในสถานการณ์ต่าง ๆ (ข้อที่ 1-5)
 - C1 หมายถึง แปลความหมายร้อยละผิด
 - C2 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้
 - C3 หมายถึง เรียงลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละผิด
 - C4 หมายถึง บอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้
2. การคำนวณเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยมไปใช้แก้โจทย์ปัญหา (ข้อที่ 6-10)
 - C5 หมายถึง คำนวณวิธีการบวกเศษส่วนผิดโดยเข้าใจว่าการบวกเศษส่วนนำตัวเศษบวกกันและตัวส่วนบวกกัน
 - C6 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้
 - C7 หมายถึง แปลความหมายข้อความในโจทย์ผิด
 - C8 หมายถึง เปรียบเทียบเศษส่วนได้ไม่ถูกต้อง
 - C9 หมายถึง คำนวณวิธีการหารเศษส่วนผิดโดยนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาตอบ
 - C10 หมายถึง คำนวณได้ไม่ครบทุกขั้นตอน
 - C11 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้
3. การคำนวณรากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้
แก้ปัญหา (ข้อที่ 11)
 - C12 หมายถึง แปลความหมายของโจทย์ไม่ได้
 - C13 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้
4. การคำนวณเกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. แก้ปัญหา (ข้อที่ 12-14)
 - C14 หมายถึง ลำดับขั้นตอนในการคิดหาคำตอบผิด
 - C15 หมายถึง คำนวณหาคำตอบไม่ได้
 - C16 หมายถึง แปลความหมายของโจทย์ผิด
5. การประมาณค่าในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม (ข้อที่ 15-16)
 - C17 หมายถึง ประมาณค่าของจำนวนไม่ถูกต้อง
 - C18 หมายถึง คำนวณวิธีการประมาณค่าของจำนวนมากเกินไป
 - C19 หมายถึง คำนวณวิธีการประมาณค่าของจำนวนน้อยเกินไป

ตาราง 16 วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
		ก	ข	ค	ง
3	1	C1 (19.03)	* (58.4071)	C2 (11.5)	C2 (11.062)
	2	C3 (27.43)	* (40.27)	C3 (23.01)	C4 (9.29)
	3	C4 (9.29)	C3 (15.49)	* (59.73)	C3 (15.49)
	4	C3 (14.16)	C1 (9.29)	C2 (18.58)	* (57.96)
	5	C2 (41.59)	* (32.30)	C3 (8.41)	C2 (17.69)
	6	* (38.05)	C5 (22.12)	C6 (23.45)	C7 (6.64)
	7	C8 (13.27)	* (52.21)	C7 (23.45)	C9 (11.06)
	8	* (44.25)	C11 (15.04)	C10 (26.99)	C11 (13.71)
	9	C11 (7.96)	* (61.06)	C11 (11.95)	C11 (19.02)
	10	C12 (16.81)	C12 (22.12)	* (53.54)	C13 (7.52)

ตาราง 16 (ต่อ)

ฉบับที่	ข้อที่	ตัวเลือกและร้อยละในการตอบผิด			
		ก	ข	ค	ง
3	11	C13 (15.04)	C13 (37.61)	C13 (22.57)	* (24.78)
	12	* (54.42)	C14 (15.92)	C14 (19.47)	C15 (10.18)
	13	* (36.28)	C15 (17.70)	C15 (23.01)	C16 (23.01)
	14	C16 (10.18)	C15 (27.88)	* (38.50)	C15 (23.45)
	15	C17 (55.31)	* (24.78)	C17 (13.27)	C18 (6.64)
	16	C18 (20.80)	* (37.17)	C17 (30.09)	C19 (11.95)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สังเขปวัตถุประสงค์และวิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 8 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 614 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบสำรวจความรู้พื้นฐานเป็นแบบทดสอบเติมคำตอบ ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ และบอกเหตุผลในการตอบ จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 40 ข้อ วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 20 ข้อ และวัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 193 คน เพื่อรวบรวมคำตอบผิดและจุดบกพร่องต่าง ๆ และนำผลที่ได้จากการตอบผิดของนักเรียนมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจัยซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 38 ข้อ วัดทักษะการให้เหตุผลจำนวน 15 ข้อ และวัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ โดยนำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ จำนวนนักเรียน 195 คน เพื่อวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพแล้วนำไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนนักเรียน 226 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับและวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิด

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ธรรมชาติของคณิตศาสตร์ และสาระสำคัญของจำนวนและการดำเนินการแล้วกำหนดเป็นโครงสร้างของแบบทดสอบขึ้น 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการคิดคำนวณ ด้านทักษะการให้เหตุผล และด้านทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบสำรวจ ทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง สำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนแล้วนำผลการทดสอบมารวบรวมคำตอบผิด และวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของคำตอบผิดนั้น คัดเลือกคำตอบผิดที่นักเรียนส่วนใหญ่มาตอบผิดมาข้อละ 3 คำตอบ เพื่อใช้เป็นตัวลงในสร้าง

แบบทดสอบวินิจฉัย ซึ่งปรากฏว่าคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดทั้ง 3 คำตอบ ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ สามารถชี้จุดบกพร่องของนักเรียนได้

ตอนที่ 2 การทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

1. การทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ

จากการนำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ที่สร้างขึ้นจากการทดสอบเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 38 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.11–0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.09–0.74 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดได้จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24–0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.18–0.74

แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.16–0.61 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.02–0.47 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดได้จำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.22–0.61 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11–0.47

แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.19–0.55 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.05–0.51 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนดได้จำนวน 16 ข้อ ที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24–0.55 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11–0.47

2. การทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ

นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อไปทดสอบ แล้วหาคุณภาพดังนี้

2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยวัดทักษะการคิดคำนวณ วัดทักษะการให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย 17.15, 4.45 และ 7.58 ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน 6.56, 2.35 และ 3.27 ตามลำดับและค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบมีค่า 38.29, 52.92 และ 43.15 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ มีการกระจายน้อยที่สุด ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล มีการกระจายมากที่สุด

2.2 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

แบบทดสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.39–0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21–0.52

แบบทดสอบวินิจัยฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.31–0.67 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26–0.56

แบบทดสอบวินิจัยฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.32–0.64 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20–0.53

2.3 คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งหาโดยใช้วิธีของแกลสส์ พบว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 15, 4 และ 7 จากข้อสอบจำนวน 30, 10 และ 16 ข้อ ตามลำดับ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งหาโดยใช้สูตรไบนอมียลของโลเวทท์ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับมีค่าความเชื่อมั่น 0.8711, 0.6269 และ 0.6767 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่า ± 2.3564 , ± 1.4373 และ ± 1.8610 ตามลำดับ

2.5 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เป็นผู้พิจารณาว่าข้อสอบทั้ง 3 ฉบับ มีความเที่ยงตรงหรือไม่ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการตามวิธีของโรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน แล้วนำผลการพิจารณามาคำนวณหาค่าความสอดคล้องพบว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยมีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถของนักเรียน เท่ากับ 1.00

2.6 การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนเลือกตอบผิดในการทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งวิเคราะห์จากการทดสอบครั้งที่ 2 และใช้ผลจากการทดสอบสำรวจร่วมในการพิจารณา พบว่านักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้

1. การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม
 - 1.1 แปลความหมายไม่ได้
 - 1.2 เรียงลำดับจำนวนไม่ได้
 - 1.3 แยกความแตกต่างระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบไม่ได้
2. การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มเศษส่วนและทศนิยม
 - 2.1 คำนวณตัวเลขกับเครื่องหมายผิด
 - 2.2 คำนวณคำตอบจากตัวเลขไม่ได้
 - 2.3 แปลค่าการคูณระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบผิด
 - 2.4 แปลค่าสัมบูรณ์ผิด
 - 2.5 คำนวณการหารเศษส่วนผิด

- 2.6 ตั้งเลขทศนิยมผิดหลัก
- 2.7 ลืมบวกตัวทด
- 2.8 ใส่ทศนิยมผิดตำแหน่ง
3. การเขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน
 - 3.1 คำนวณการหาทศนิยมซ้ำผิด
 - 3.2 คำนวณการแปลงเศษส่วนเป็นทศนิยมผิด
 - 3.3 ตอบเพียงทศนิยม 2 ตำแหน่งเท่านั้น
4. การเปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยม
 - 4.1 แปลความหมายเศษส่วนไม่ได้
 - 4.2 เรียงลำดับเศษส่วนและทศนิยมไม่ได้
5. การเขียนเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มแทนจำนวนที่กำหนด
 - 5.1 แปลนิยามของเลขยกกำลังผิด
6. การใช้เลขยกกำลังในการเขียนแสดงจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้
 - 6.1 นับเฉพาะเลขศูนย์เป็นเลขยกกำลัง
 - 6.2 นับเลขศูนย์เป็นเลขยกกำลังเกินไป
 - 6.3 เขียนให้อยู่ในรูปเงื่อนไขไม่ถูกต้อง
 - 6.4 เขียนเลขชี้กำลังไม่ถูกต้องโดยไม่คิดคำนวณในกรณีพื้นฐานเหมือนกัน
7. การคูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม
 - 7.1 แปลนิยามของเลขยกกำลังผิด
 - 7.2 คำนวณหาคำตอบไม่ได้
8. จำนวนจริง จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ
 - 8.1 ถอดค่ารากที่สองที่บวกไม่ได้จึงไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วน
9. เหตุของการเปลี่ยนจำนวนและระบุมรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง
 - 9.1 คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้
 - 9.2 แปลนิยามในการหารากที่สามผิด
10. รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง
 - 9.1 คำนวณวิธีการหาค่ารากสองด้วยวิธีการแยกตัวประกอบผิด
 - 9.2 คำนวณวิธีการหารากที่สามด้วยวิธีการแยกตัวประกอบผิด
 - 9.3 คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้

11. ประเมินค่าที่เหมาะสมในการคิดคำนวณ
 - 11.1 ประเมินค่าผลลัพธ์ผิด
 - 11.2 เลือกตอบตัวเลขที่คำนวณได้จริงโดยไม่ได้ประมาณค่า
 - 11.3 คำนวณหาคำตอบไม่ได้

12. การหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับ

1. คำนวณหา ห.ร.ม. ผิด
2. คำนวณหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ผิด
3. คำนวณหาคำตอบไม่ได้

แบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้

1. การบอกผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมพร้อมทั้งบอกสัมพันธ์ของดำเนินการ
 - 1.1 คำนวณหาคำตอบจากความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ไม่ได้
 - 1.2 สรุปความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของการสลับที่ไม่ได้
 - 1.3 คิดคำนวณหาคำตอบไม่ได้
 - 1.4 สรุปความคิดเกี่ยวกับเอกลักษณ์การคูณไม่ได้
 - 1.5 สรุปความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติการสลับที่การคูณไม่ได้
2. การบอกผลที่เกิดขึ้นจากการหารากของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมพร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการ
 - 2.1 แปลนิยามการหารากที่สองที่เป็นบวกผิด
 - 2.2 แปลความหมายของค่าสัมบูรณ์ไม่ได้
3. การนำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการคำนวณ
 - 3.1 นำคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มไปใช้ไม่ถูกต้อง
 - 3.2 นำคุณสมบัติการแจกแจงไปใช้ไม่ถูกต้อง
 - 3.3 คำนวณหาคำตอบไม่ได้
 - 3.4 นำคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกใช้ไม่ถูกต้อง
 - 3.5 นำคุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มการบวกใช้ไม่ถูกต้อง
 - 3.6 นำคุณสมบัติที่เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ไม่ถูกต้อง
4. การบอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ
 - 4.1 บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มกับจำนวนตรรกยะไม่ได้
 - 4.2 บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มศูนย์กับจำนวนตรรกยะไม่ได้

4.3 บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็มลบกับจำนวนตรรกยะไม่ได้
แบบทดสอบฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้

1. การคำนวณเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.1 แปลความหมายร้อยละผิด

1.2 คำนวณหาคำตอบไม่ได้

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละผิด

1.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
ไม่ได้

2. การคำนวณเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยมไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

2.1 คำนวณวิธีการบวกเศษส่วนผิดโดยเข้าใจว่าการบวกเศษส่วนนำตัวเศษบวก
กันและตัวส่วนบวกกัน

2.2 คำนวณหาคำตอบไม่ได้

2.3 แปลความหมายข้อความในโจทย์ผิด

2.4 เปรียบเทียบเศษส่วนได้ไม่ถูกต้อง

2.5 คำนวณวิธีการหารเศษส่วนผิดโดยนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาตอบ

2.6 คำนวณได้ไม่ครบทุกขั้นตอน

2.7 คำนวณหาคำตอบไม่ได้

3. การคำนวณรากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและ
นำไปใช้แก้ปัญหา

3.1 แปลความหมายของโจทย์ไม่ได้

3.2 คำนวณหาคำตอบไม่ได้

4. การคำนวณเกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. แก้ปัญหา

4.1 ลำดับขั้นตอนในการคิดหาคำตอบผิด

4.2 คำนวณหาคำตอบไม่ได้

4.3 แปลความหมายของโจทย์ผิด

5. การประมาณค่าในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

5.1 ประมาณค่าของจำนวนไม่ถูกต้อง

5.2 คำนวณวิธีการประมาณค่าของจำนวนมากเกินไป

5.3 คำนวณวิธีการประมาณค่าของจำนวนน้อยเกินไป

อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ อภิปรายผลได้ ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

แบบทดสอบวินิจัยแต่ละฉบับมีตัวลองที่สามารถจับคู่บ่งชี้การตอบของนักเรียนได้ทุกข้อทั้งนี้เนื่องจากในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวินิจัยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบสำรวจไปสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเพื่อรวบรวมคำตอบผิดและค้นหาจุดบกพร่อง แล้วนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาสาเหตุการตอบของแต่ละคำตอบ โดยพิจารณาจากการตอบของนักเรียนที่เขียนตอบและขั้นตอนแสดงวิธีทำ พร้อมทั้งบอกเหตุประกอบ คัดเลือกเฉพาะคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดไว้ 3 อันดับแรก มาสร้างเป็นตัวลอง จึงทำให้สามารถบ่งบอกจุดบกพร่องในแต่ละฉบับของนักเรียนได้

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1 ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ

จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับก่อนการคัดเลือก มีค่าตั้งแต่ 0.11–0.79 ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และเพียงมีบางข้อที่ค่อนข้างยาก คือ มีค่าความยากต่ำกว่า 0.50 นำแบบทดสอบมาคัดเลือก แล้วนำไปทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ในช่วงที่นักเรียนใกล้สอบปลายภาคซึ่งนักเรียนมีการเตรียมตัวในการสอบเป็นอย่างดี พบว่ามีข้อที่ค่อนข้างยาก คือ ต่ำกว่าเกณฑ์ 0.40 จำนวน 4 ข้อ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนผ่านมานานแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ซึ่งอาจทำให้ลืมนิยามและหลักการคิดคำนวณ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เบญจา เขียวสม (2534: 26-140) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัย เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.51-0.79 และงานวิจัยลักษณะมี สมจิตร (2547: 80) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ค่าความยาก 0.49-0.79 แสดงว่าแบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีค่าความยากที่เหมาะสม

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ฉบับ

จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่า -0.09-0.74 ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์คือ ค่าอำนาจจำแนก 0.00 ขึ้นไป มีข้อสอบเพียงบางข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกติดลบ เพราะมีสัดส่วนของนักเรียนในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์มีค่าน้อยกว่าสัดส่วนของนักเรียนในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จึงคัดออก เมื่อได้ทำการคัดเลือกแล้ว ได้นำแบบทดสอบไปทดสอบอีกครั้ง ปรากฏว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ 0.20-0.56 ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.00 ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของอดัม ทอร์เกอร์สัน (Adams and Torgerson. 1964: 462) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความ

มุ่งหมายประการสำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัยคือ การค้นหาว่านักเรียนมีความบกพร่องทางการเรียนในเรื่องใดและมีสาเหตุมาจากอะไร มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพื่อการจำแนก สอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจา เขียวสม (2534: 46-70) ที่ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ค่าอำนาจจำแนก 0.28-0.70 และสหชาติ เหล็กชาย (2538: 90) ที่ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนาม และสมการกำลังสอง ได้ค่าอำนาจจำแนก 0.13-0.77

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ

จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย 3 ฉบับ ซึ่งหาโดยใช้สูตรไบนอมียัลโลเวทท์ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณเท่ากับ 0.8711 ส่วนแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.6269 และ 0.6767 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนข้อและคะแนนจุดตัดในแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาได้น้อยประกอบกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสอบของแบบวัดทั้ง 2 ฉบับนั้นมีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มหรือข้อสอบค่อนข้างยากสำหรับกลุ่มตัวอย่าง จึงทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าความเชื่อมั่นที่ วิรัช นิยมแย้ม (2525: 25 -145) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยในการเรียนระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครนายก ได้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าตั้งแต่ 0.618-0.7304 และใกล้เคียงกับแบบทดสอบวินิจฉัยของลักษมี สมจิตร (2547: 58- 72) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.684-0.815

2.4 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ

จากการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการสร้างผู้วิจัยได้กำหนดข้อวินิจฉัยโดยการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 และสาระสำคัญของเนื้อหาที่ต้องการสร้าง รวมทั้งตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถที่ครอบคลุมเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบสำรวจเพื่อรวบรวมคำตอบและค้นหาจุดบกพร่องในการตอบก่อนที่จะทำมาสร้างตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย ตามลำดับ จึงทำให้แบบทดสอบที่ได้มีความครอบคลุมและสอดคล้องกับเนื้อหามากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอแนะเป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านการนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะ ดังนี้

1.1 เกณฑ์การตัดสินว่านักเรียนสอบผ่านหรือไม่ผ่านตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถนั้น ครูผู้สอนสามารถนำวิธีการกำหนดจุดตัดไปปรับใช้ได้ความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

1.2 ควรนำแบบทดสอบนี้ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ผ่านตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถทันทีหลังจากการเรียนการสอนได้สิ้นสุดลง

1.3 ควรให้นักเรียนได้ทราบผลการทดสอบอย่างรวดเร็วและเมื่อครูผู้สอนพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในเนื้อหาตอนใด ควรจัดการสอนซ่อมให้ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนก่อนการเรียนเนื้อหาต่อไป

2. ด้านการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

2.1 ควรมีการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียน ในช่วงชั้นอื่นๆ หรือรายวิชาอื่นๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอน

2.2 ควรทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนการคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนรู้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2535). คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2544). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546ก). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2546ข). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องและพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- โชติ เพชรชื่น. (2544, เมษายน). แบบทดสอบวินิจฉัย. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. 23: 7-11.
- เชียดฟ้า แซ่ฉิน. (2537). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทองหล่อ วิภาวิน. (2521, กรกฎาคม). ข้อสอบวินิจฉัย. พัฒนาวัดผล. 14: 49-52.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2523, พฤษภาคม-สิงหาคม). แบบทดสอบวินิจฉัย. วารสารการวัดผลการศึกษา. 2(1): 9-24.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เบญจา เขียวสม. (2534). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยตามพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรชัย หนูแก้ว. (2532). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดขอนแก่น*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2541, พฤษภาคม-สิงหาคม). *การวิเคราะห์ข้อสอบอิงเกณฑ์. วารสารการวัดผลการศึกษา*. 20(15): 15.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2533). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พนารัตน์ แซ่มชื่น. (2548). *ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องแบบรูปและความสัมพันธ์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มยุรี ศรีชัย. (2538). *เทคนิคการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ.พรินติ้ง.
- เรืองยศ เรืองแหล่. (2542). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดขอนแก่น*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ลักษมี สมจิตร. (2547). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิจิตรา ทองอก. (2545). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเขตกรุงเทพมหานคร*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- วิเชียร เกตุสิงห์. (2517). *การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สกุลไทย.
- วิรัช นิยมแย้ม. (2525). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครนายก*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2541). *การวัดผลการศึกษา*. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมศักดิ์ สันธูระเวชญ์. (2522). *แบบทดสอบวินิจัย*. สำนักทดสอบกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมศรี ไชยชมภู. (2546). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสกลนคร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สมชาย บุญรักษา. (2536). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดพังงา*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สหชาติ เหล็กขาย. (2538). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยข้อบ่งชี้ความพร้อมทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามและสมการกำลังสอง สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2541). *ทักษะและกิจกรรมการคำนวณ*. *วารสารคณิตศาสตร์*. 42(กันยายน-ตุลาคม 2541): 22-27.
- . (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุพจน์ เกิดสุวรรณ. (2537). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบ่งชี้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดสระบุรี*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาติ สิริมินนนท์. (2542). *การสร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบ่งชี้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุเทพ สันติวรานนท์. (2533, มีนาคม). แบบทดสอบวินิจฉัยและแนวทางในการสร้าง. *วารสารศึกษาศาสตร์*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 6: 67-73.
- สุพรรณิ ภิรมย์ภักดี. (2541). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒนา อุทัยรัตน์. (2546). วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2546). *แนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- อนันต์ ศรีโสภ. (2515). *การพัฒนาการทดสอบ*. กรุงเทพฯ: จุฬารัตน์การพิมพ์.
- อภิสิทธิ์ กิจเกียรติ. (2545). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- Adams, Georgia S. and Theodore, Torgerson L. (1964). *Measurement and Evaluation in Education Psychology and Guidance*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ahmann, Stanley J. and Marvin, Glock D. (1967). *Evaluation Pupil Growth*. 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Allam, Salah El – Din Mahmoud. (1980, July). The Development and Content Validation of a Diagnostic Objective – Referenced Test of Minimum Measurement Competencies for Classroom Teachers. *Dissertation Abstracts International*. 40(1): 213 – A.
- Anastasi, Anne. (1968). *Psychological Testing*. 3rd ed. London: Macmillan.
- Bloom, Benjamin S. and Others. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Bowman, Deanna Gay. (1976, July). A Basic Mathematics Diagnostic Instrument. *Dissertation Abstracts International*. 37: 7260 – A.

- Boyden, Joanne Marie. (1970, October). Construction of a Diagnostic Test in Verbal Arithmetic Problem Solving at the Fifth Grade Level. *Dissertation Abstracts International*. 31: 1504 – A.
- Brown, Frederick G. (1970). *Principles of Educational and Psychological Testing*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ebel, Robert L. (1965). *Measuring Educational Achievement*. New Jersey, Prentice Hall, Engle Wood Cliff.
- Ellis, Leslie Clyde. (1972, November). A Diagnostic Study of Whole Number Computation of Certain Elementary Students. *Dissertation Abstracts International*. 33: 2234 – A.
- Gronlund, Norman E. (1976). *Measurement and Evaluation in Teaching*. New York: Macmillan Publishing Co. Inc.
- (1981). *Measurement and Evaluation in Teaching*. 4th ed. New York: Macmillan Publishing Co. Inc.
- Jean, Bosland Viva. (1978, February). Diagnostic Assessment of Addition Processes with Identification and Remediation of Error Patterns. *Dissertation Abstracts International*. 38: 4636 – A.
- Karmel, Louis J. (1966). *Measurement and Evaluation in the School*. London: Collier-Macmillan Limited.
- Kennedy, Eddie C. (1980). *Classroom Approaches to Remedial Reading*. 3rd ed. Itasca: F.E. Peacock Publishers.
- Lindquit, Everet Franklin. (1956). *Educational Measurement*. Washington, D.C.: American Council on Education.
- (1963). *Educational Measurement*. Washington, D.C.: American Council on Education.
- Mehrens, William A. and Irvin J. Lehmann. (1973). *Measurement and Evaluation in Educational and Psychology*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- (1975). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. New York: : Holt Rinehart and Winston.

Noll, Victor H. (1957). *Introduction to Educational Measurement*. Boston: Houghton Mifflin Company.

Payne, David A. (1968). *The Specification and Measurement of Learning Outcomes*. Waltham: Blaisdell.

Singha, H.S. (1974). *Modern Education Teaching*. New Delhi: Sterling pub.

Sheehan, D.S. and R.G. Davis. (1979). The Development and Validation of a Criterion-Referenced Mathematics Battery. *School Science and Mathematics*. 29: 125-132.

Thorndike, R.L. and E.P. Hagen. (1969). *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้

การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	สาระการเรียนรู้		
		ม.1	ม.2	ม.3
สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ และจำนวนตรรกยะ	- จำนวนเต็มบวก เต็มลบ ศูนย์ - เศษส่วน - ทศนิยม	- จำนวนตรรกยะ - เศษส่วน - ทศนิยม	-
	2. รู้จักจำนวนอตรรกยะและจำนวนจริง	-	- จำนวนจริง จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ	-
	3. เข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	-	- อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ	-
	4. เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และสามารถเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ($A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม) ได้	- เลขยกกำลัง	-	-

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	สาระการเรียนรู้		
		ม.1	ม.2	ม.3
	5. เข้าใจเกี่ยวกับรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง	-	- รากที่สอง และรากที่สาม	-
สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการ ดำเนินการของจำนวนและ ความสัมพันธ์ระหว่างการ ดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้	1. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลข ยกกำลัง และนำไปใช้แก้ปัญหาได้	-บวก ลบ คูณ หาร จำนวน เต็ม - บวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน ทศนิยม - โจทย์ปัญหา เศษส่วน ทศนิยม - คูณ หาร เลข ยกกำลัง	-	-
	2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม โดยการแยกตัว ประกอบและนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้	-	-รากที่สอง รากที่สามของ จำนวนเต็ม	-

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	สาระการเรียนรู้		
		ม.1	ม.2	ม.3
	3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการหารากของจำนวนเต็มและจำนวน ตรรกยะ พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการของจำนวนต่าง ๆ ได้	- การบวก ลบ คูณ หาร การยกกำลังของจำนวนเต็มและจำนวนตรรกยะ	- การหารากของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม	-
	4. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา	- ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา	-ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา	-

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	สาระการเรียนรู้		
		ม.1	ม.2	ม.3
สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหได้	1. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	- การประมาณค่า	-	-
	2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงโดยการประมาณการเปิดตาราง หรือการใช้เครื่องคำนวณและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	-	- รากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม	-
สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้	1. เข้าใจสมบัติต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบจำนวนเต็มและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	- ห.ร.ม. และ ค.ร.น. - สมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็ม	-	-
	2. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนในระบบจำนวนจริง	-	- จำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ	-

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	สาระการเรียนรู้		
		ม.1	ม.2	ม.3
สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้	-การใช้วิธีการที่ หลากหลาย	-การใช้วิธีการ ที่หลากหลาย	-การใช้วิธีการ ที่หลากหลาย
	2. ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม	- การใช้ความรู้ ทักษะ กระบวน และเทคโนโลยี	-การใช้ความรู้ ทักษะกระบวน และเทคโนโลยี	-การใช้ความรู้ ทักษะกระบวน และเทคโนโลยี
สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ (ต่อ) มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล	1. สามารถแสดงผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือ ข้อเท็จจริงหรือสร้างแผนภาพ	- การแสดง เหตุผล	- การแสดง เหตุผล	- การแสดง เหตุผล
สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ (ต่อ) มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอ	1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อ ความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม	-การใช้ภาษา สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	-การใช้ภาษา สัญลักษณ์ ทาง คณิตศาสตร์	-การใช้ภาษา สัญลักษณ์ ทาง คณิตศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	สาระการเรียนรู้		
		ม.1	ม.2	ม.3
สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ (ต่อ) มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ ได้	1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่น ๆ	-การเชื่อมโยง ความรู้และนำ ความรู้หลักการ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่นๆ	-การเชื่อมโยง ความรู้และนำ ความรู้หลักการ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่นๆ	-การเชื่อมโยง ความรู้และนำ ความรู้หลักการ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่นๆ
	2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต	- การนำความรู้ และทักษะไป ประยุกต์ใช้	-การนำความรู้ และทักษะไป ประยุกต์ใช้	-การนำความรู้ และทักษะไป ประยุกต์ใช้
สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ (ต่อ) มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	- การมี ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	- การมี ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	- การมี ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทักษะความสามารถ

เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ตามมาตรฐานการเรียนรู้

การวิเคราะห์ทักษะความสามารถ
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ตามมาตรฐานการเรียนรู้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ทักษะความสามารถของนักเรียน
สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ และจำนวนตรรกยะ	- ระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนเต็มบวกจำนวนเต็มลบและศูนย์ได้ - เปรียบเทียบจำนวนเต็มได้ - เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำศูนย์ในรูปเศษส่วนได้ - เปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยมได้
	2. รู้จักจำนวนอตรรกยะและจำนวนจริง	- ระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนจริง จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะได้
	3. เข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	- ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
	4. เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และสามารถเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ($A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม) ได้	- เขียนเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มแทนจำนวนที่กำหนดให้ได้ - ใช้เลขยกกำลังในการเขียนแสดงจำนวนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ทักษะความสามารถของนักเรียน
	5. เข้าใจเกี่ยวกับรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง	- อธิบายและระบุรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงได้
สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้	1. บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง และนำไปใช้แก้ปัญหาได้	- บวก ลบ คูณ และหาร จำนวนเต็มได้ - บวก ลบ คูณ และหาร จำนวนเศษส่วนและทศนิยมได้
	2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม โดยการแยกตัวประกอบและนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้	- นำความรู้เกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยมไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ - คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้ - หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ทักษะความสามารถของนักเรียน
	3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการหารากของจำนวนเต็มและจำนวน ตรรกยะ พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการของจำนวนต่าง ๆ ได้	- อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้ - อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการหารากของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้
	4. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา	- ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา
สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณ และแก้ปัญหาได้	1. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	- บอกวิธีการประมาณค่าที่เหมาะสมในการคำนวณได้ - ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม - ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณเมื่อเทียบกับการประมาณค่า

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ทักษะความสามารถของนักเรียน
	2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงโดยการประมาณ การเปิดตาราง หรือการใช้เครื่องคำนวณและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	- หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการประมาณ การเปิดตารางหรือการใช้เครื่องคำนวณและนำไปใช้แก้ปัญหาได้
สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ (ต่อ) มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้	1. เข้าใจสมบัติต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบจำนวนเต็มและนำไปใช้แก้ปัญหาได้	- หา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้ - ใช้ความรู้เกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. แก้ปัญหาได้ - นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ได้
	2. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนในระบบจำนวนจริง	- บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะได้

สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ทักษะความสามารถของนักเรียน
มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้ 2. ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้ 2. ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
มาตรฐาน ค 6.2 : มีความสามารถในการให้เหตุผล	1. สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือสร้างแผนภาพ	1. สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือสร้างแผนภาพ
มาตรฐาน ค 6.3 : มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ	1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม	1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)	ทักษะความสามารถของนักเรียน
มาตรฐาน ค 6.4 : มีความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ ได้	1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่น ๆ 2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต	1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ 2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียน คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และ ในการดำรงชีวิ
มาตรฐาน ค 6.5 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ฉบับที่ 1 วัดทักษะการคิดคำนวณ จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง

1. การทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการตอบของนักเรียนมาประกอบการพิจารณา เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นดังนั้นนักเรียนควรพยายามตอบคำถามทุกข้อด้วยตนเองอย่างเต็มความสามารถ
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ได้ตัวอักษร ก , ข , ค , ง ในกระดาษคำตอบที่ตรงกับคำตอบที่ถูกที่สุด
3. เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบข้อใดแล้วต้องการเปลี่ยนคำตอบเป็นข้ออื่นให้นักเรียนทำเครื่องหมายขีดขวาง (—) บนเครื่องหมาย X ที่ตอบไปแล้วให้ชัดเจนแล้วค่อยทำเครื่องหมาย X ที่คำตอบใหม่
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

1) ข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

ก. -12 , -10 , -5 , -3 , 4 , 9

ข. -3 , 4 , -5 , 9 , -10 , -12

ค. 9 , 4 , -3 , -5 , -10 , -12

ง. -3 , -12 , 9 , -10 , -5 , 4

2) ข้อใดเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

ก. -12 , -10 , 9 , -5 , 4 , -3

ข. -12 , -10 , -5 , -3 , 4 , 9

ค. 9 , 4 , -3 , -5 , -10 , -12

ง. -3 , -12 , 9 , -10 , -5 , 4

3) จำนวน -4 , -6 , -12 , 1 , -5 , 3 , -10 จำนวนใดมีค่าน้อยที่สุด

ก. 1

ข. -12

ค. -4

ง. -10

4) จำนวน -4 , -6 , -12 , 1 , -5 , 3 , -10 จำนวนใดมีค่ามากที่สุด

ก. 1

ข. -12

ค. -4

ง. -10

5) $[(-5) + 10] \times (-2) = \square$

ก. 30

ข. -30

ค. 10

ง. -10

6) $(5 \times 3) - 13 + 2 = \square$

ก. 0

ข. 4

ค. 30

ง. -3

7) $(12 \div 6) - 15 - 4 = \square$

ก. -17

ข. 17

ค. -9

ง. 9

8) $-\frac{2}{15} + \frac{3}{5} = \square$

ก. $-\frac{11}{15}$

ข. $\frac{11}{15}$

ค. $\frac{7}{15}$

ง. $\frac{1}{15}$

9) $\frac{1}{2} \div \left(\frac{10}{24} \times \frac{12}{15} \right) = \square$

ก. $\frac{1}{3}$

ข. $\frac{1}{6}$

ค. $\frac{3}{2}$

ง. $\frac{2}{3}$

10) $\left(\frac{1}{4} + \frac{5}{12}\right) \div \frac{7}{9} = \square$

ก. $\frac{6}{7}$

ข. $\frac{13}{21}$

ค. $\frac{1}{7}$

ง. $\frac{2}{36}$

11) $(0.15 + 1.2) - 0.2 = \square$

ก. 0.25

ข. 0.135

ค. 1.1

ง. 1.15

12) $(-12.6) \times 0.4 = \square$

ก. 5.04

ข. -4.04

ค. -50.4

ง. -5.04

13) $\frac{7}{9}$ เขียนในรูปทศนิยมได้ตามข้อใด

ก. 0.7

ข. 0.07

ค. $0.\dot{7}$

ง. 0.77

14) 1.25 เขียนในรูปเศษส่วนได้ตามข้อใด

ก. $\frac{5}{4}$

ข. $\frac{1}{25}$

ค. $\frac{125}{10}$

ง. $\frac{125}{1000}$

15) ข้อใดถูกต้อง

ก. $\frac{5}{9} < \frac{7}{12}$

ข. $\frac{5}{9} > \frac{7}{12}$

ค. $\frac{5}{9} \geq \frac{7}{12}$

ง. $\frac{5}{9} = \frac{7}{12}$

16) ข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ถูกต้อง

ก. 0.7554 , 0.7455 , 0.7545

ข. 0.7455 , 0.7545 , 0.7554

ค. 0.7554 , 0.7545 , 0.7455 ,

ง. 0.7455 , 0.7554 , 0.7545

17) 27 เขียนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ตามข้อใด

ก. 3^9

ข. 9^3

ค. 3^2

ง. 3^3

18) $7^2 + 3^3$ มีค่าเท่าใด

ก. 23

ข. 58

ค. 76

ง. 10^5

19) $5 \times 2 \times 5 \times 5 \times 2 \times 2 \times 2$ เขียนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ตามข้อใด

ก. $5^3 \times 2^4$

ข. $5^2 \times 2^3$

ค. $5^3 + 2^4$

ง. $3^5 \times 4^2$

ข้อ 20 - 21 จงตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อใดเขียนจำนวนที่กำหนดให้ อยู่ในรูป $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม
ได้ถูกต้อง

20) 112,000,000

ก. 112×10^6

ข. 1.12×10^8

ค. 1.12×10^9

ง. 112×10^{12}

21) 0.0049×10^5

ก. 49×10^2

ข. 4.9×10^2

ค. 49×10^{-3}

ง. 4.9×10^3

22) ค่าของ $a^3 \cdot b^2 \cdot a^2 \cdot b^3$ คือข้อใด

ก. $a^5 b^5$

ข. $a^6 b^6$

ค. ab^{10}

ง. ab^{25}

23) $\frac{2^3 \times 2^4}{2^5}$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 4.8

ข. 4

ค. $\frac{134}{32}$

ง. $\frac{30}{7}$

24) รากที่สองของ 25 คือจำนวนใด

ก. ± 5

ข. 5

ค. -5

ง. 625

25) รากที่สามของ 8 คือจำนวนใด

ก. 2

ข. 2^3

ค. 8

ง. 24

26) ข้อใดเป็นวิธีการหารากที่สองของ 196 โดยการแยกตัวประกอบที่ถูกต้อง

ก. $\pm \sqrt{196} = \pm \sqrt{2 \times 2 \times 7 \times 7} = \pm 14$

ข. $\pm \sqrt{196} = \pm \sqrt{98 + 98} = \pm 98$

ค. $\sqrt{196} = \sqrt{14} = 14$

ง. $\sqrt{196} = \sqrt{2 + 2 + 7 + 7} = 9$

27) ข้อใดเป็นวิธีการหารากที่สามของ 125 โดยการแยกตัวประกอบที่ถูกต้อง

ก. $\sqrt[3]{125} = \sqrt[3]{5 \times 25} = 25$

ข. $\sqrt[3]{125} = \sqrt[3]{5 \times 5 \times 5} = 5$

ค. $\sqrt[3]{125} = \sqrt[3]{15 \times 15 \times 15} = 15$

ง. $\sqrt[3]{125} = \sqrt[3]{125 \times 125 \times 125} = 125$

28) $267 + 246 - 302$ ข้อใดประมาณค่าผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มร้อยได้ถูกต้อง

ก. 200

ข. 210

ค. 211

ง. 811

29) ห.ร.ม. ของ 12 และ 16 คือจำนวนใด

ก. 48

ข. 12

ค. 8

ง. 4

30) ค.ร.น. ของ 12 และ 18 คือจำนวนใด

ก. 6

ข. 18

ค. 36

ง. 54

แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ฉบับที่ 2 วัดทักษะการให้เหตุผล จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง

1. การทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการตอบของนักเรียนมาประกอบการพิจารณา เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นดังนั้นนักเรียนควรพยายามตอบคำถามทุกข้อด้วยตนเองอย่างเต็มความสามารถ
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย **×** ลงในช่อง ☐ ได้ตัวอักษร ก , ข , ค , ง ในกระดาษคำตอบที่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
3. เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบข้อใดแล้วต้องการเปลี่ยนคำตอบเป็นข้ออื่นให้นักเรียนทำเครื่องหมายขีดขวาง (—) บนเครื่องหมาย **×** ที่ตอบไปแล้วให้ชัดเจนแล้วค่อยทำเครื่องหมาย **×** ที่คำตอบใหม่
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

- 1) ถ้า a, b และ c เป็นจำนวนใด ๆ $a - b = b - a$ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- ก. เป็นจริง เพราะเมื่อแทนค่าแล้วมีค่าเท่ากัน
 - ข. เป็นจริง เพราะเลขชี้กำลังทุกตัวเท่ากัน
 - ค. เป็นเท็จ เพราะการลบไม่มีคุณสมบัติการสลับที่
 - ง. เป็นเท็จ เพราะตัวแปรเดียวกัน
- 2) ถ้า $a \times \frac{2}{3} = 1$ แล้ว $a = -\frac{3}{2}$ ข้อใดถูกต้อง
- ก. เป็นจริง เพราะจำนวนตรงข้ามตัดกันได้เท่ากับ 1
 - ข. เป็นเท็จ เพราะเมื่อนำไปแทนค่าแล้วคำตอบได้เท่ากับ -1
 - ค. เป็นจริง เพราะจำนวนตรงข้ามมีการกลับเศษเป็นส่วน
 - ง. เป็นเท็จ เพราะเมื่อนำไปแทนค่าแล้วคำตอบได้เท่ากับ 0
- 3) ถ้า $a = 0.3$, $b = -0.4$ แล้ว $a \times b = b \times a$ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- ก. เป็นจริง เพราะการคูณมีคุณสมบัติการสลับที่
 - ข. เป็นจริง เพราะเป็นเอกลักษณ์การคูณ
 - ค. เป็นเท็จ เพราะเมื่อนำไปแทนค่าแล้วคำตอบได้ไม่เท่ากัน
 - ง. เป็นเท็จ เพราะการคูณจำนวนบวกกับจำนวนลบสลับที่กันไม่ได้
- 4) “ รากที่สองของจำนวนใด ๆ จะมี 2 ค่า คือ ค่าเป็นบวกและค่าเป็นลบ ” คำกล่าวข้างต้นข้อใดยกตัวอย่างประกอบได้ถูกต้อง
- ก. รากที่สองของ 25 คือ 5
 - ข. รากที่สองของ 25 คือ -5
 - ค. รากที่สองของ 25 คือ ± 5
 - ง. รากที่สองของ 25 คือ $\pm \sqrt{5}$
- 5) $\sqrt{(-12)^2}$ เท่ากับค่าสัมบูรณ์ของ -12 หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ก. ไม่เท่ากัน เพราะ $\sqrt{(-12)^2} = -12$ แต่ $|-12| = 12$
 - ข. ไม่เท่ากัน เพราะ $\sqrt{(-12)^2} = 12$ แต่ $|-12| = -12$
 - ค. เท่ากัน เพราะ $\sqrt{(-12)^2} = -12$ แต่ $|-12| = -12$
 - ง. เท่ากัน เพราะ $\sqrt{(-12)^2} = 12$ แต่ $|-12| = 12$

- 6) $\sqrt{(-0.09)^2}$ จะเท่ากับเท่าใด เพราะเหตุใด
- ก. -0.09 เพราะจำนวนลบยกกำลังสองคำตอบที่ได้จึงติดลบ
 - ข. 0.09 เพราะรากที่สองที่เป็นบวกคำตอบที่ได้จึงมีค่าเป็นบวก
 - ค. -0.081 เพราะจำนวนลบยกกำลังสองคำตอบที่ได้จึงติดลบ
 - ง. 0.081 เพราะรากที่สองที่เป็นบวกคำตอบที่ได้จึงมีค่าเป็นบวก

- 7) $5 \times (8 - 3) = (5 \times 8) - (5 \times 3)$ เป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ก. เป็นจริง เพราะมีสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม
 - ข. เป็นจริง เพราะมีสมบัติการแจกแจง
 - ค. เป็นเท็จ เพราะไม่สามารถแจกแจงเป็น 2 กลุ่มได้
 - ง. เป็นเท็จ เพราะคำตอบที่ได้ไม่เท่ากัน

- 8) ข้อใด ไม่ ถูกต้อง
- ก. จำนวนเต็มลบมีสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก
 - ข. จำนวนเต็มลบมีสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มสำหรับการบวก
 - ค. จำนวนเต็มลบคูณจำนวนเต็มลบได้จำนวนเต็มลบ
 - ง. จำนวนเต็มลบคูณจำนวนเต็มบวกได้จำนวนเต็มลบ

- 9) ข้อใดถูกต้อง
- ก. การหารไม่มีคุณสมบัติการสลับที่
 - ข. การหารมีสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม
 - ค. จำนวนใดๆก็ตามเมื่อหารด้วยหนึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ
 - ง. จำนวนเต็มลบหารกับจำนวนเต็มลบได้จำนวนเต็มลบ

- 10) ข้อใดกล่าว ไม่ ถูกต้อง
- ก. จำนวนเต็มทุกจำนวนเป็นจำนวนตรรกยะ
 - ข. 0 เป็นจำนวนตรรกยะ
 - ค. -4 เป็นจำนวนตรรกยะ
 - ง. $\sqrt{4}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ

แบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ฉบับที่ 3 วัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 16 ข้อ

คำชี้แจง

1. การทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการตอบของนักเรียนมาประกอบการพิจารณา เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นดังนั้นนักเรียนควรพยายามตอบคำถามทุกข้อด้วยตนเองอย่างเต็มความสามารถ
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย **×** ลงในช่อง ☐ ได้ตัวอักษร ก , ข , ค , ง ในกระดาษคำตอบที่ตรงกับคำตอบที่ถูกที่สุด
3. เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบข้อใดแล้วต้องการเปลี่ยนคำตอบเป็นข้ออื่นให้นักเรียนทำเครื่องหมายขีดขวาง (—) บนเครื่องหมาย **×** ที่ตอบไปแล้วให้ชัดเจนแล้วค่อยทำเครื่องหมาย **×** ที่คำตอบใหม่
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบฉบับนี้

1) โรงเรียนบ้านหนองไทร มีนักเรียนมาโรงเรียนทันเช้าแถวเคารพธงชาติในตอนเช้า 92% ของนักเรียนทั้งหมด โรงเรียนบ้านหนองไทรมีนักเรียน 550 คน มีนักเรียนมาทันเช้าแถวเคารพธงชาติทั้งหมดกี่คน

- ก. 510 คน ข. 506 คน ค. 495 คน ง. 460 คน

2) ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 45 คน เป็นนักเรียนชาย 18 คน จำนวนนักเรียนชายคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของนักเรียนทั้งห้อง

- ก. 8.1% ข. 40% ค. 27% ง. 2.5%

3) โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนจำนวน 2,400 คน มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 18% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด จงหาจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

- ก. 43,200 คน ข. 439 คน
ค. 432 คน ง. 232 คน

4) นายแดงต้องจ่ายเงินค่าเช่าบ้าน 25% ของเงินเดือน หากนายแดงได้รับเงินเดือน 10,120 บาท นายแดงต้องจ่ายค่าเช่าบ้านเป็นเงินเท่าใด

- ก. 253,000 บาท ข. 40,480 บาท
ค. 7,590 บาท ง. 2,530 บาท

5) ร้านค้าประกาศขายชุดนักเรียนโดยลดราคาลง 40% หากราคาที่เปิดไว้คือ 730 บาท ชุดนักเรียนชุดนี้เหลือราคาเท่าใด

- ก. 292 บาท ข. 438 บาท ค. 508 บาท ง. 690 บาท

6) ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ เด็กหญิงมาลินีสอบครั้งที่หนึ่งได้ $9\frac{1}{2}$ คะแนน ครั้งที่สองสอบได้

$7\frac{3}{4}$ คะแนน สอบสองครั้งเด็กหญิงมาลินีทำได้ทั้งหมดกี่คะแนน

- ก. $17\frac{1}{4}$ คะแนน ข. $24\frac{1}{3}$ คะแนน
ค. $16\frac{3}{4}$ คะแนน ง. $1\frac{3}{4}$ คะแนน

7) คุณแม่ต้องการแบ่งขนม $1\frac{2}{3}$ ชิ้น ออกเป็นขนมชิ้นเล็ก ๆ ชิ้นละ $\frac{1}{3}$ คุณแม่จะแบ่งขนมได้กี่ชิ้น

- ก. 14 ชิ้น ข. 5 ชิ้น ค. $\frac{4}{3}$ ชิ้น ง. $\frac{5}{3}$ ชิ้น

8) ผ้าตัดเสื้อราคาเมตรละ 85 บาท ซื้อมา 2 เมตร 75 เซนติเมตร ถ้าให้ธนบัตรใบละ 500 บาท แก่ผู้ขายจะได้รับเงินทอนเท่าไร

ก. 266.25 บาท

ข. 256.25 บาท

ค. 233.75 บาท

ง. 170 บาท

9) รพียต้องการซื้อปากกา 2 โหล ปากการาคาด้ามละ 3.50 บาท รพียต้องจ่ายเงินซื้อปากกาคี่บาท

ก. 840 บาท

ข. 84 บาท

ค. 82 บาท

ง. 42 บาท

10) เชือกเส้นหนึ่งยาว 2 เมตร 25 เซนติเมตร ถ้าต้องการตัดออกเป็นท่อน 5 ท่อน ยาวเท่า ๆ กัน จะได้เชือกยาวท่อนละกี่เมตร

ก. 0.25 เมตร

ข. 0.50 เมตร

ค. 0.45 เมตร

ง. 45 เมตร

11) กล่องทรงลูกบาศก์สองใบมีปริมาตร 1,728 และ 729 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ จงหาว่า ด้านของกล่องใบแรกยาวกว่าด้านของกล่องใบที่สองกี่เซนติเมตร

ก. 1,728 เซนติเมตร

ข. 999 เซนติเมตร

ค. 729 เซนติเมตร

ง. 3 เซนติเมตร

12) ธีรเดชมีลวดทองแดงยาว 72 นิ้ว และลวดเหล็กกล้ายาว 42 นิ้ว ธีรเดชต้องการตัดลวดทั้งสอง ชนิดให้มีความยาวเท่ากันและมากที่สุด จงหาว่าลวดแต่ละเส้นยาวเท่าใด และจะตัดลวดได้อย่างละกี่เส้น

ก. แต่ละเส้นยาว 6 นิ้ว ลวดทองแดงได้ 12 เส้น และลวดเหล็กกล้าได้ 7 เส้น

ข. แต่ละเส้นยาว 24 นิ้ว ลวดทองแดงได้ 3 เส้น และลวดเหล็กกล้าได้ 2 เส้น

ค. แต่ละเส้นยาว 30 นิ้ว ลวดทองแดงได้ 42 เส้น และลวดเหล็กกล้าได้ 12 เส้น

ง. แต่ละเส้นยาว 42 นิ้ว ลวดทองแดงได้ 1 เส้น และลวดเหล็กกล้าได้ 1 เส้น

13) ผ้าผืนหนึ่งมีขนาดกว้าง 56 เซนติเมตร ยาว 84 เซนติเมตร ต้องการตัดผ้าผืนนี้ออกเป็น ผ้าเช็ดหน้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีขนาดเดียวกันโดยไม่ให้ผ้าเหลือเศษ และต้องการผ้าเช็ดหน้าขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ จงหาความยาวของแต่ละด้านของผ้าเช็ดหน้า

ก. 28 เซนติเมตร

ข. 84 เซนติเมตร

ค. 56 เซนติเมตร

ง. 1,176 เซนติเมตร

14) ถ้าต้องการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน หรือ 8 คน หรือ 10 คน จะต้องมึนักเรียนอย่างน้อยที่สุดกี่คน จึงจะแบ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มได้หมดพอดี

ก. 2 คน ข. 24 คน ค. 120 คน ง. 480 คน

15) ดึกแห่งหนึ่งสูง 62 ชั้น แต่ละชั้นมีหน้าต่าง 58 บาน ดึกหลังนี้มีหน้าต่างทั้งหมดประมาณกี่บาน

ก. 3,596 บาน ข. 3,600 บาน
ค. 3,720 บาน ง. 4,200 บาน

16) ห้องนั่งเล่นกว้าง 7.85 เมตร ยาว 9.75 เมตร ถ้าเสียค่าปูกระเบื้องตารางเมตรละ 300 บาท ควรเตรียมเงินไว้ประมาณเท่าใด

ก. 30,000 บาท ข. 24,000 บาท
ค. 23,226 บาท ง. 18,900 บาท

ภาคผนวก ง
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. นายวรวัจน์ ไกรณรา | ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบางเหี่ยง |
| 2. นางกรรณิการ์ ปานนุช | ศึกษานิเทศก์สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 3 |
| 3. นางกิงดาว ช้างกลาง | ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านบางใหญ่สินปุน |
| 4. นางรุ่งศรี เพชรฤทธิ์ | ครูชำนาญการ โรงเรียนสมภราชีนี 2 |
| 5. นางสาวนงเยาว์ จริงจิตร | ครูชำนาญการ โรงเรียนสมภราชีนี 2 |

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววิดา ช่อนคำ
วันเดือนปีเกิด	29 มีนาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จ.ตรัง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	349 หมู่ที่ 1 ตำบลนาโยงเหนือ อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง 92170
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เป็นข้าราชการครู ตำแหน่ง ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านบางเหริยง อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2539	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสภาราชนี 2 อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
พ.ศ. 2542	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนวิเชียรมาตุ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
พ.ศ. 2546	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยทักษิณ
พ.ศ. 2551	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ