



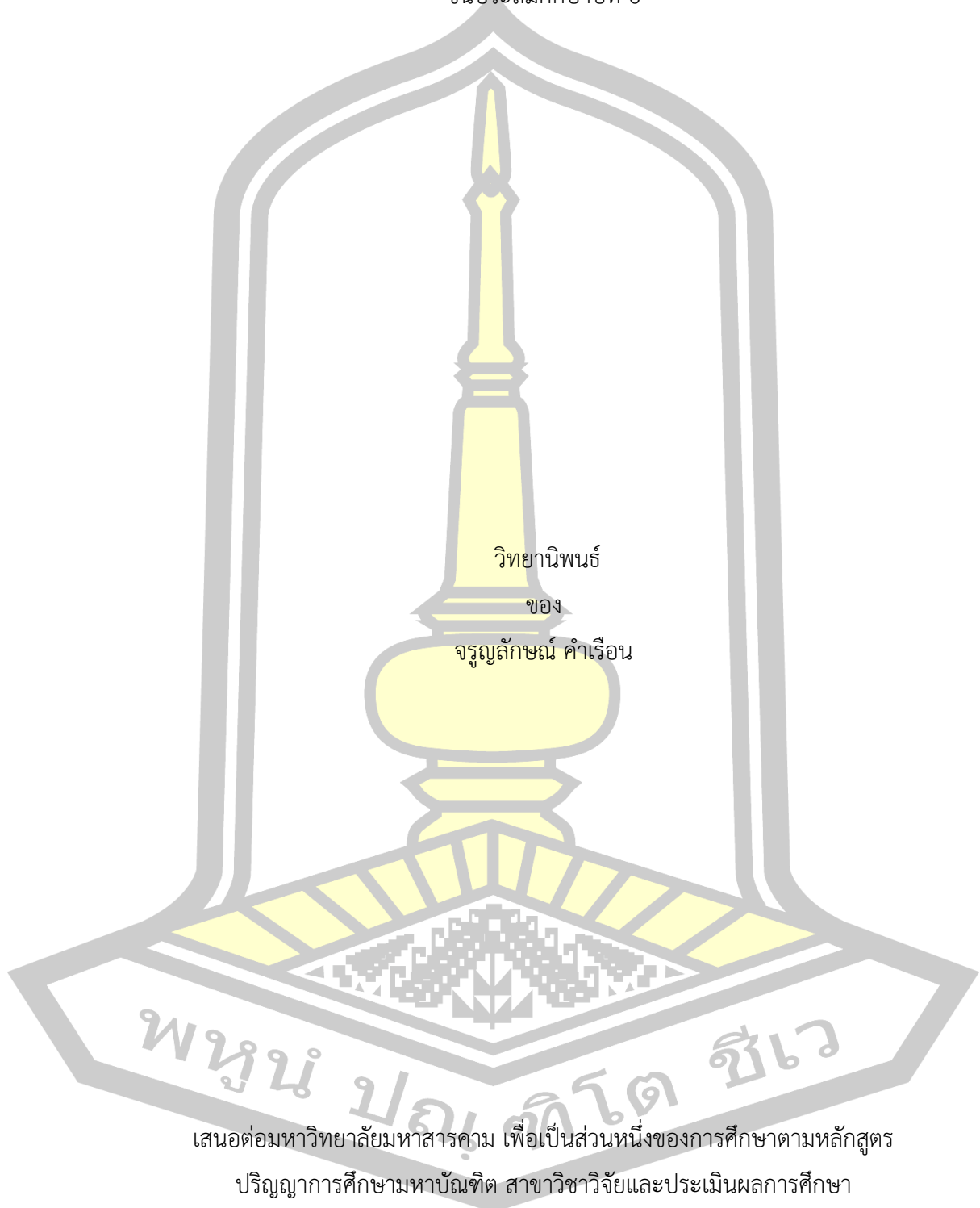
การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิทยานิพนธ์
ของ
จรรยาลักษณ์ คำเรือน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
มิถุนายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

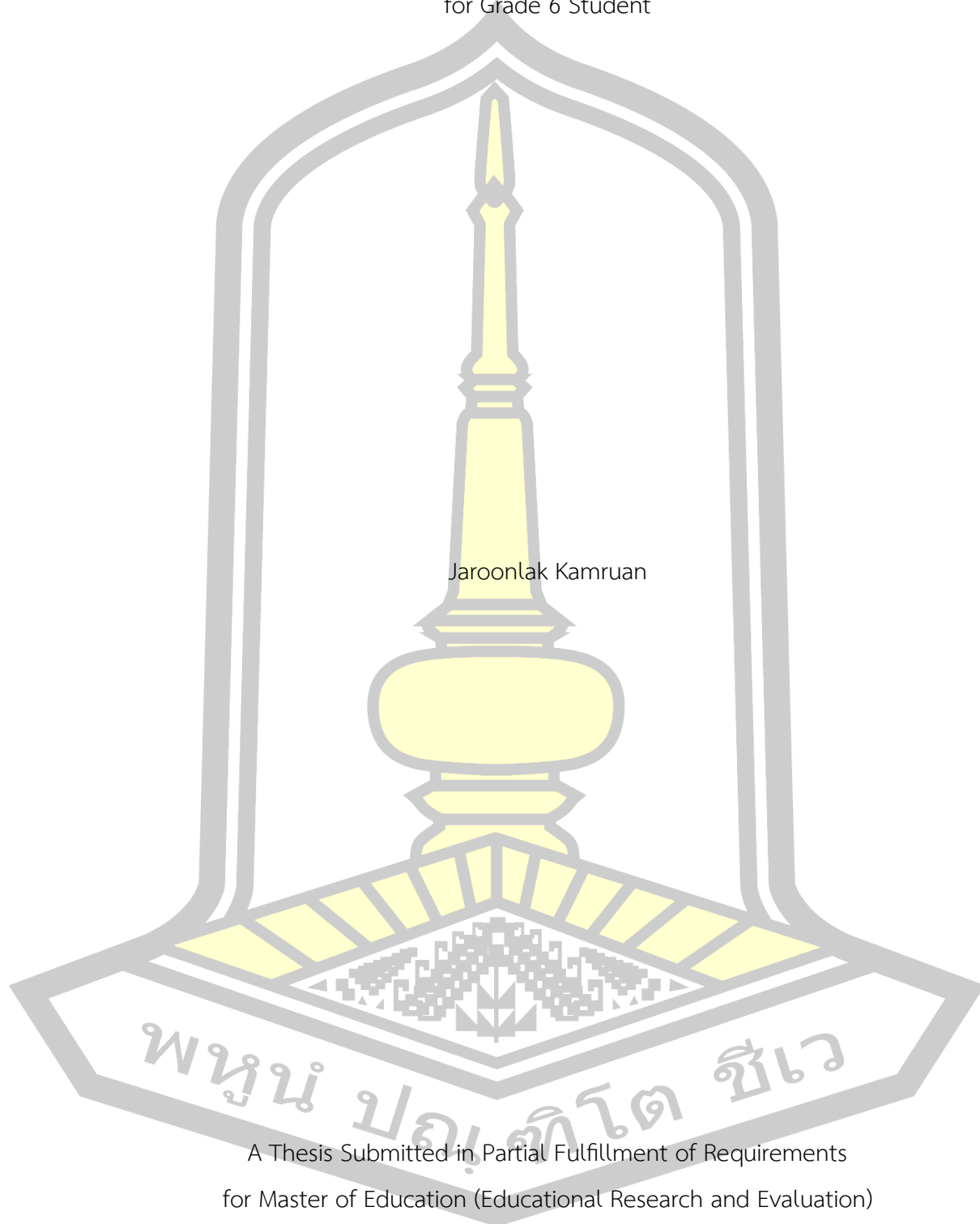
การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
มิถุนายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Scientific Modeling Skills Test
for Grade 6 Student



Jaroonlak Kamruan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Educational Research and Evaluation)

June 2023

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางจรูญลักษณ์ คำเรือน
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิจัยและประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. อพันธ์ ฟูพทุธา)

..... กรรมการ

(ผศ. ดร. อรุณช วรอำศวปติ ศรีสะอาด)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. อรัญ ชูยกระเดื่อง)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พุทธ มนุ ชาติ ชาติ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6		
ผู้วิจัย	จรรยาลักษณ์ คำเรือน		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อพันธ์ พูลพุทธา		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	วิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1. เพื่อพัฒนาแบบวัดและหาคุณภาพแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของคะแนนแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จาก 28 โรงเรียน จำนวน 615 คน ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปของทาโรยามาเน ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายชั้น (Multi-stage Random Sampling) แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ จำนวน 21 ข้อ และข้อสอบอัตนัย จำนวน 17 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบปรนัย คือ หาค่าความยาก หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27% หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson : KR-20) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบอัตนัยใช้สูตรของ ดี อาร์ไวทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยหาสัมประสิทธิ์แอลฟาตามวิธีของครอนบัก (α -Coefficient) และการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป RTAP สถิติที่ใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติ คือ หาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) และแปลงเป็นคะแนน T ปกติ

ผลวิจัยพบว่า

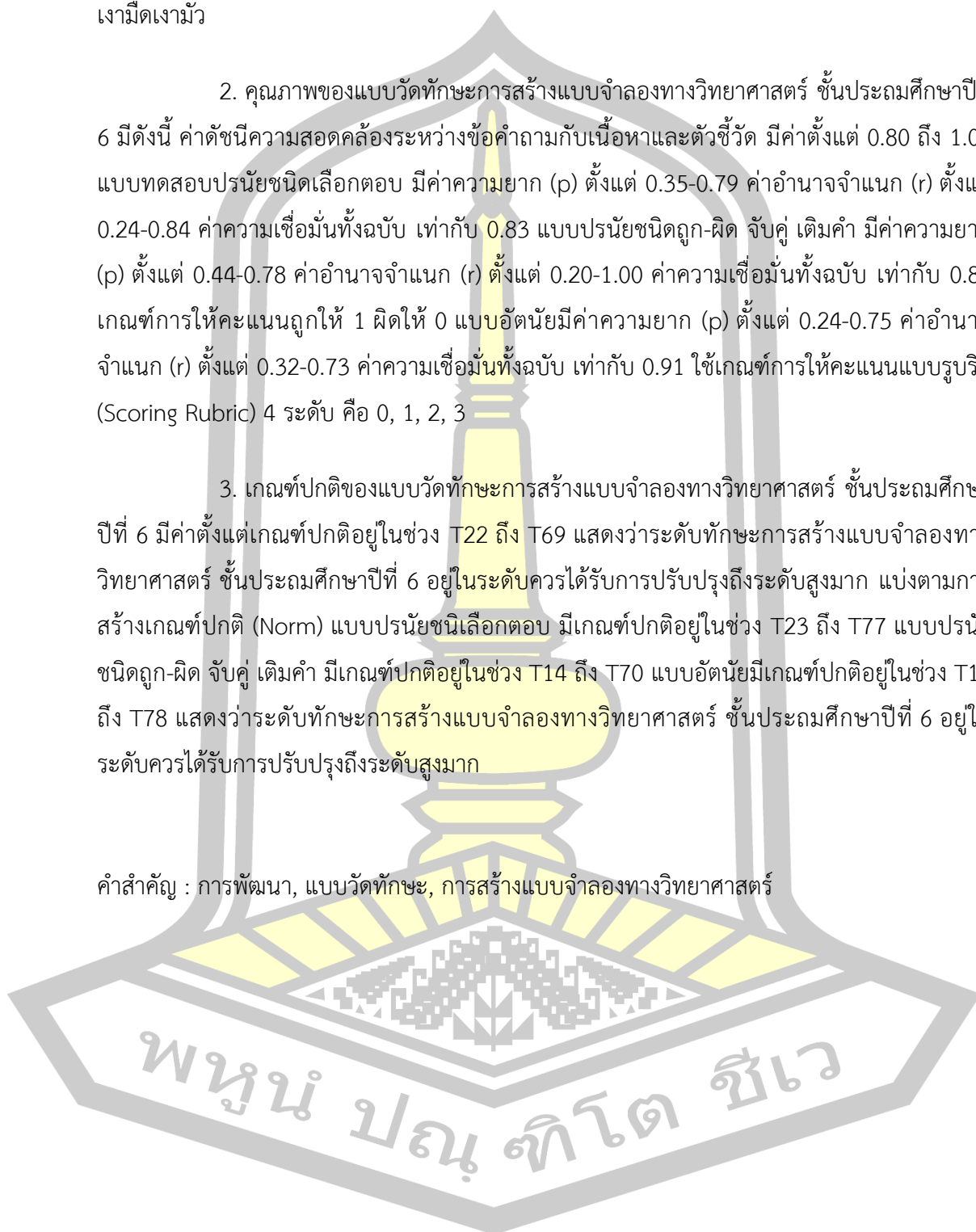
1. แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ จำนวน 21 ข้อ แบบอัตนัย จำนวน 17 ข้อ ประกอบด้วยเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลอง

ทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง คือ ระบบย่อยอาหาร ต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย วัฏจักรหิน ชากดักดำบรรพ์
งามีดงามัว

2. คุณภาพของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีดังนี้ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาและตัวชี้วัด มีค่าตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.35-0.79 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.24-0.84 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.44-0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-1.00 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 เกณฑ์การให้คะแนนถูกให้ 1 ผิดให้ 0 แบบอัตนัยมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.24-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.32-0.73 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.91 ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubric) 4 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3

3. เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าตั้งแต่เกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T22 ถึง T69 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก แบ่งตามการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T23 ถึง T77 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T14 ถึง T70 แบบอัตนัยมีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T16 ถึง T78 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก

คำสำคัญ : การพัฒนา, แบบวัดทักษะ, การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์



TITLE	The Development of Scientific Modeling Skills Test for Grade 6 Student		
AUTHOR	Jaroonlak Kamruan		
ADVISORS	Associate Professor Apantee Poonputta , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Educational Research and Evaluation
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2023

ABSTRACT

The objectives of this research were 1. develop a measure and to find the quality of scientific modelling skills test 2. Creating Normal Standards for Measuring Scores of Scientific Modeling Skills Bueng Kan Elementary School Education Service Area Office Grade 6. The sample used in the research They were 370 students from 29 schools in the 2nd semester of the 2022 academic year. The sample size was determined from Taroyamane's finished table. At a confidence level of 95%, obtained by multi-stage random sampling. The scientific modeling skill measure created by the researcher is a multiple-choice test with 4 options, totaling 40. 21 items, a correct-false multiple-choice test, paired with fill-in words, and a subjective test, 17 items. The entire test using the Kuder-Richardson method (KR-20). The statistics used for the analysis of subjective tests were the formulas of D.R. Whitney and D.L Sabers (D.R. Whitney and D.L. Sabers). Finding the alpha coefficient According to Cronbach's method (α -Coefficient) and analysis using RTAP package, statistics used to establish normality were to find percentile value (Percentile Rank) and converted to normal T score.

The research findings were as follows:

1. The test for measuring scientific modeling skills Grade 6 is a multiple-choice type with 4 options, a total of 30 items, a multiple-choice type of true-false

type, a total of 21 items, a subjective type, a total of 17 items, consisting of content and indicators for modeling skills. 5 Sciences: Digestive System Simple electrical circuits, stone cycles, fossils, penumbral shadows.

2. The quality of the scientific modeling skills test. Grade 6 were as follows: The consistency index between the questions and the contents and indicators ranged from 0.80 to 1.00. The multiple choice test had the difficulty (p) ranged from 0.21-0.79, the discriminating power (r) from 0.14-0.84, the confidence value for the whole text is 0.83, multiple-choice type, correct-false type, matching, adding words, with the difficulty value (p) ranging from 0.44-0.92, the discriminating power (r) from 0.12-1.00, the confidence value for the whole text being 0.83 The scoring criterion was given 1, wrong was given 0. The subjective model had the difficulty (p) ranging from 0.37-0.78, the discriminating power (r) ranging from 0.19-0.73, and the confidence for the whole paper was 0.91 using the rubbing scoring criterion. Scoring Rubric 4 levels are 0, 1, 2, 3.

3. The normal criteria of the Scientific Modeling Skills Scale. Grade 6 values ranged from a normal range of T20 to T78, indicating that the level of scientific modeling skills. Grade 6 level should be improved to a very high level. Divided according to the creation of normal criteria (Norm), multiple choice, answer type The normals were in the range of T24 to T80. The multiple-choice true-false type matched and filled in. The normals were in the range of T24 to T72. The subjective normals were in the range of T20 to T80. Grade 6 level should be improved to a very high level.

Keyword : The Development, Skill Test, Scientific Modeling

พหุ ประถมศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

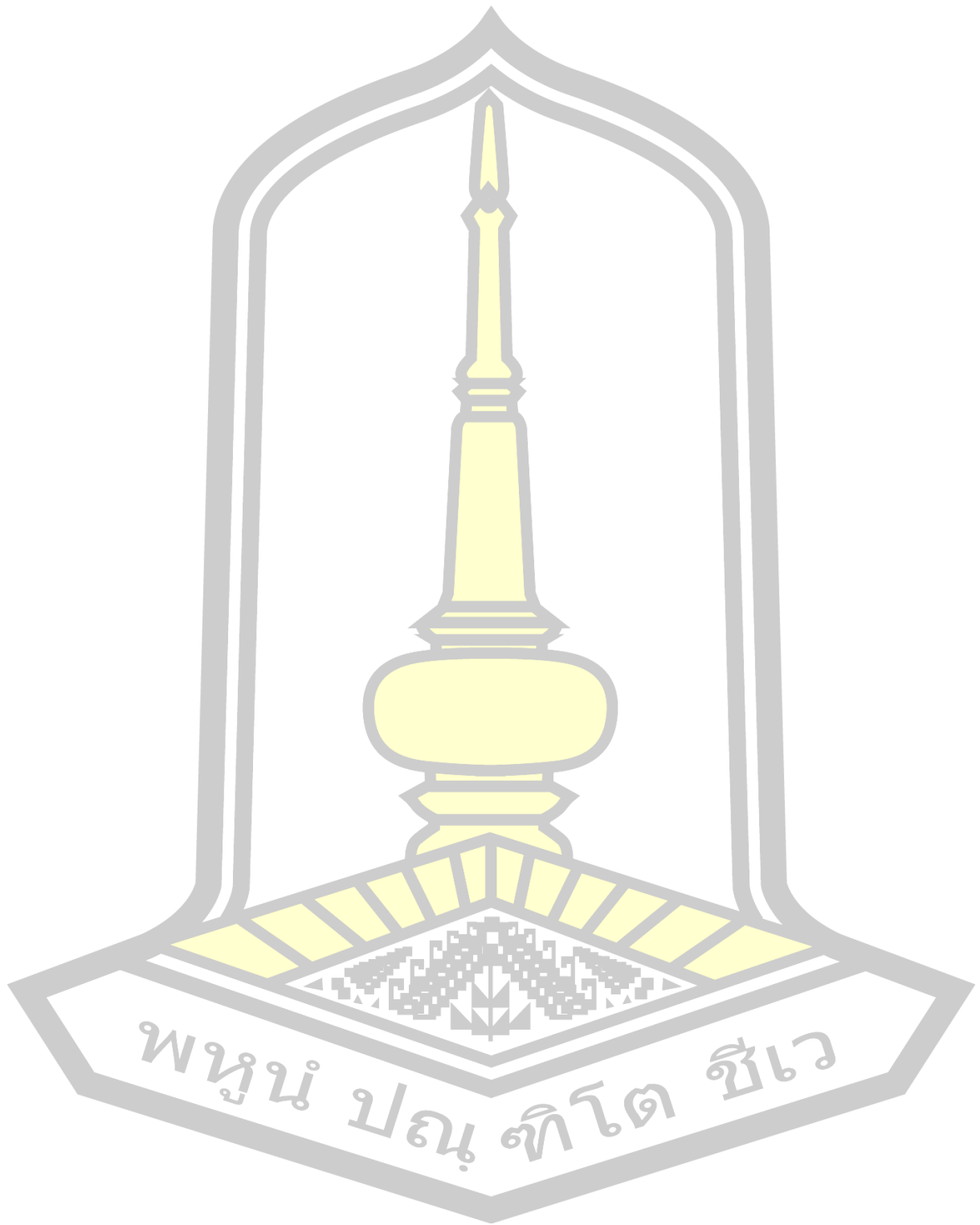
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วย ความกรุณาและการให้ความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิรุณพุทธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัญ ชูยกระเตื้อง ผู้ทรงคุณวุฒิ ภายนอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วรอำศวปติ ศรีสะอาด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สมนึก ภัททิยธนี อาจารย์ที่ปรึกษาทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร ศรีหะมงคล อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งที่กรุณาให้คำแนะนำ ปริญญา และตรวจสอบแก้ไข เป็น ขวัญและกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.ปณชริกา น้อยนนท์ อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร ดร.อรอุมา บวรศักดิ์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา หนองคาย เขต 2 นางสาวดรุณี คามะปะใน ครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนาข้าววิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม นางสุรีภรณ์ สาขิต ครู ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านใหม่ศรีชมภู ที่กรุณา เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย และให้คำแนะนำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ อย่างสูงยิ่ง จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคามทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดจนให้คำแนะนำด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน ครูผู้สอนโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ ที่ให้ ความอนุเคราะห์ ร่วมมือ เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยจนสำเร็จครั้งนี้

ขอขอบคุณกัลยามิตรที่ดีทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ เป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยในการทำ วิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณ บุพการีและบูรพาจารย์ที่ประสิทธิ์ ประสาทวิชาความรู้ให้ผู้วิจัยเป็นคนดีมีคุณธรรมนำความรู้ไปพัฒนา ศักยภาพผู้เรียนต่อไปในอนาคต ขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

จรรยาลักษณ์ คำเรือน

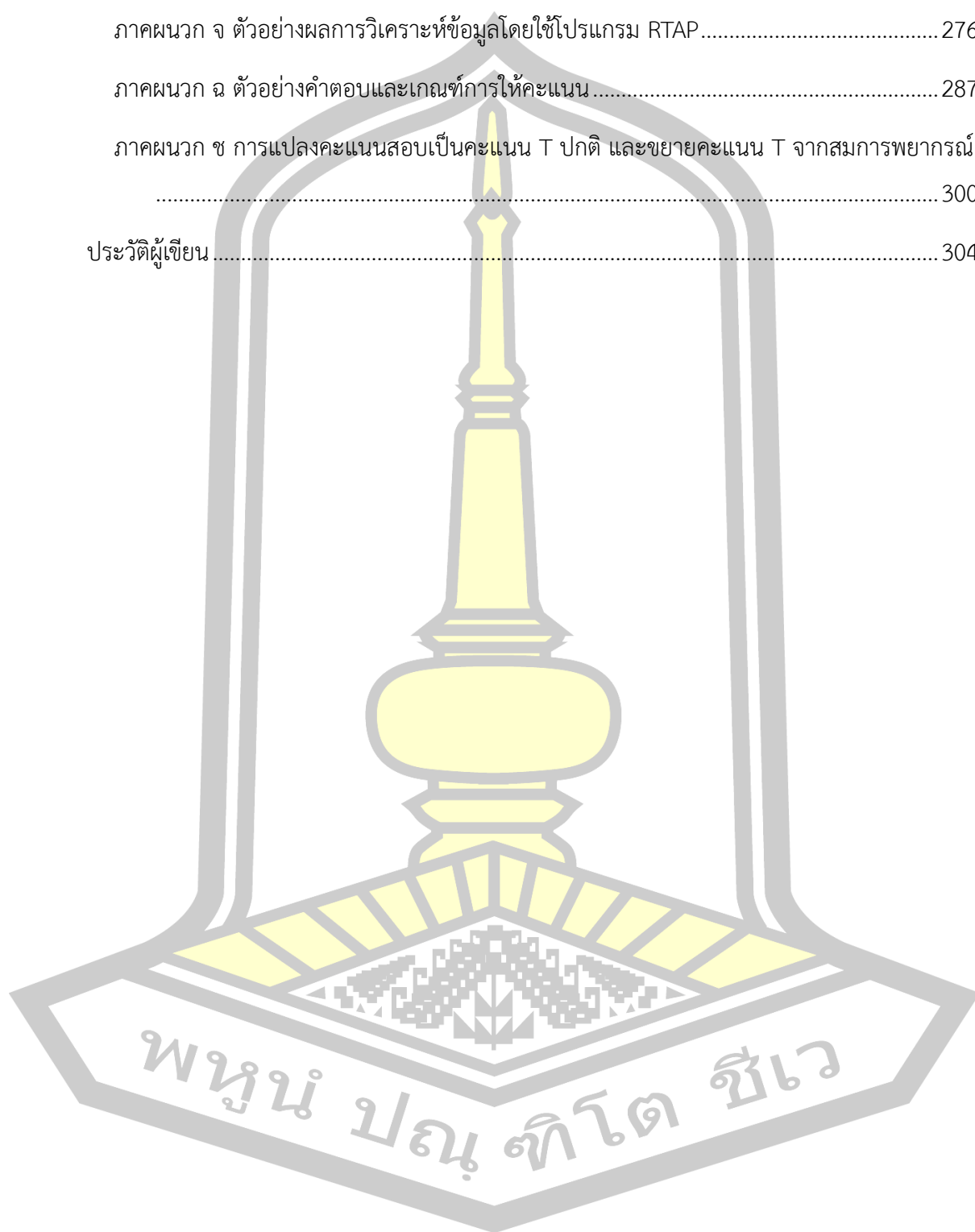


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญภาพประกอบ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
ประโยชน์ของการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	10
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	21
การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	82
งานวิจัยในประเทศ.....	82
งานวิจัยต่างประเทศ.....	88

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	90
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	90
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	93
วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	95
การเก็บรวบรวมข้อมูล	101
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	102
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	106
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	111
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	112
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	112
ลำดับในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	113
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	113
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	177
ความมุ่งหมายของการวิจัย	177
สรุปผล	177
อภิปรายผล	179
ข้อเสนอแนะ	188
บรรณานุกรม	189
ภาคผนวก	197
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาและตัวชี้วัด	198
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	205
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย คู่มือการใช้แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	212

ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์	257
ภาคผนวก จ ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม RTAP.....	276
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนน	287
ภาคผนวก ช การแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ และขยายคะแนน T จากสมการพหุคูณ	300
ประวัติผู้เขียน	304

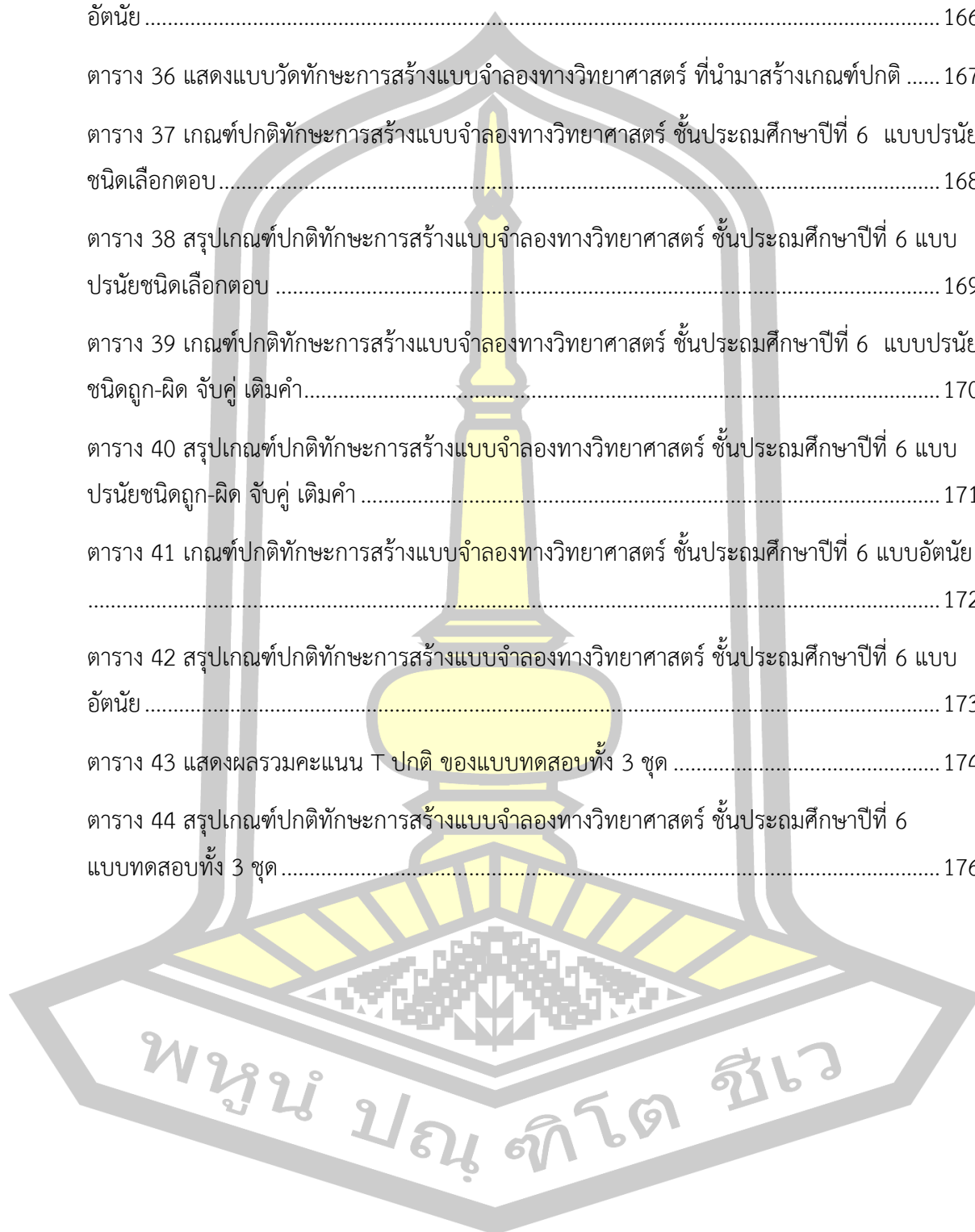


สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1/2565	62
ตาราง 2 แสดงเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2/2565	63
ตาราง 3 เกณฑ์การพิจารณาตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและตัวลวงเป็น.....	66
ตาราง 4 เกณฑ์พิจารณาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ที่เป็นตัวถูก.....	66
ตาราง 5 เกณฑ์พิจารณาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ที่เป็นตัวลวง.....	66
ตาราง 6 ตัวอย่างผลการตอบข้อสอบเลือกตอบที่มีผู้เข้ารับการทดสอบ 100 คน.....	71
ตาราง 7 ตารางเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์เป็นคะแนน T ปกติ.....	79
ตาราง 8 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	92
ตาราง 9 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ.....	92
ตาราง 10 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากการทดลองสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2.....	100
ตาราง 11 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3.....	101
ตาราง 12 แสดงจำนวนข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ.....	102
ตาราง 13 แสดงจำนวนข้อสอบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ.....	103
ตาราง 14 แสดงจำนวนข้อสอบอัตนัย.....	103
ตาราง 15 ความเที่ยงตรง แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ.....	114
ตาราง 16 ความเที่ยงตรง แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ.....	116
ตาราง 17 ผลการประเมินความเที่ยงตรง แบบอัตนัย.....	119
ตาราง 18 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ	120
ตาราง 19 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบ ปรนัยชนิดเลือกตอบ.....	125

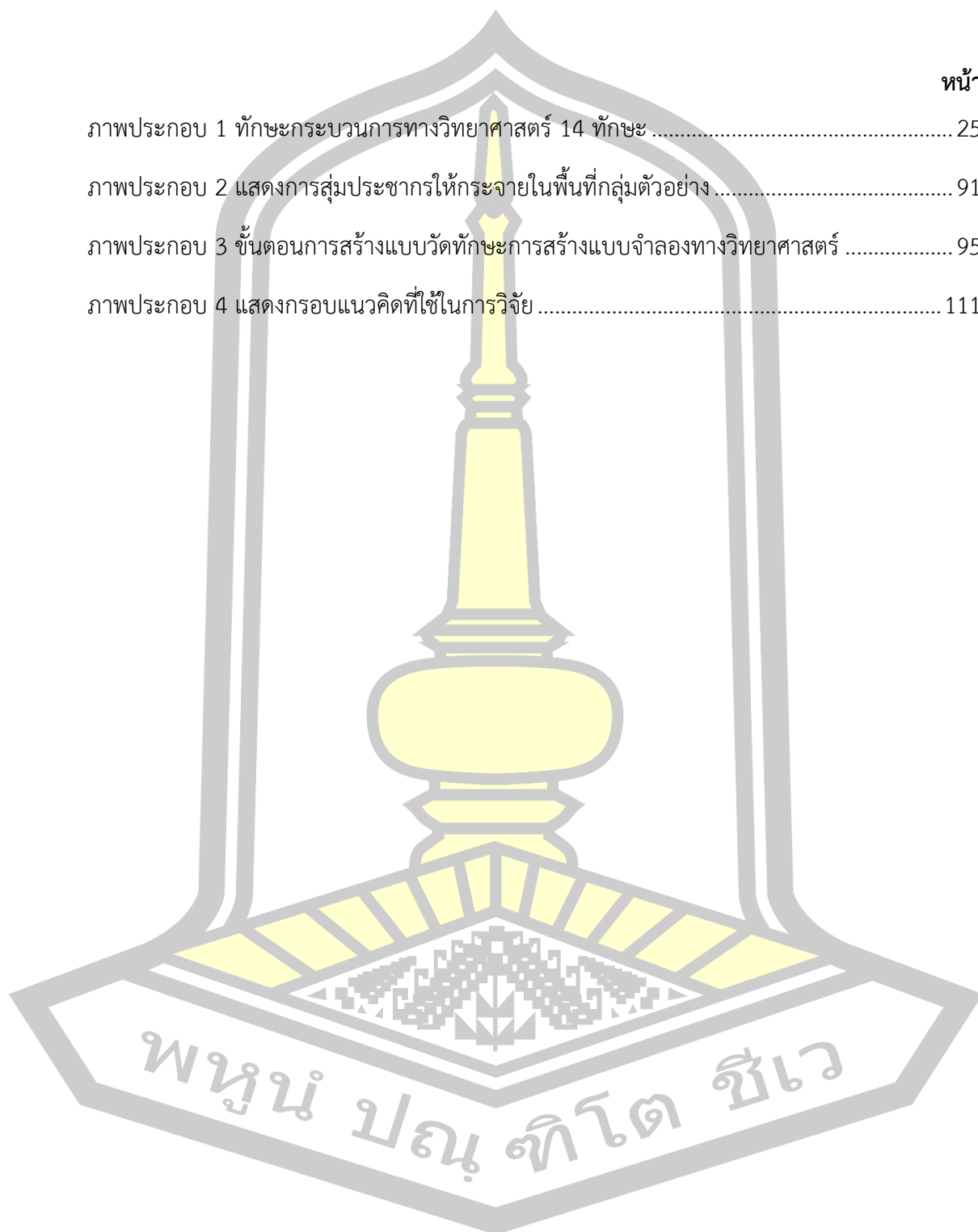
ตาราง 20 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ	126
ตาราง 21 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบ ปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ	132
ตาราง 22 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบอัตนัย	134
ตาราง 23 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบ อัตนัย	136
ตาราง 24 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ	137
ตาราง 25 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบ ปรนัยชนิดเลือกตอบ	141
ตาราง 26 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบปรนัยชนิดถูกผิด จับคู่ เติมคำ	142
ตาราง 27 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบ ปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ	148
ตาราง 28 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบอัตนัย	150
ตาราง 29 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบ อัตนัย	152
ตาราง 30 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ	153
ตาราง 31 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบ ปรนัยชนิดเลือกตอบ	157
ตาราง 32 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบปรนัยชนิดถูกผิด จับคู่ เติมคำ	158
ตาราง 33 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบ ปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ	162
ตาราง 34 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบอัตนัย	164

ตาราง 35 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบ อัตนัย	166
ตาราง 36 แสดงแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่นำมาสร้างเกณฑ์ปกติ	167
ตาราง 37 เกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ	168
ตาราง 38 สรุปเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบ ปรนัยชนิดเลือกตอบ	169
ตาราง 39 เกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ.....	170
ตาราง 40 สรุปเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบ ปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ	171
ตาราง 41 เกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัย	172
ตาราง 42 สรุปเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบ อัตนัย	173
ตาราง 43 แสดงผลรวมคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด	174
ตาราง 44 สรุปเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบทั้ง 3 ชุด	176



สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 14 ทักษะ	25
ภาพประกอบ 2 แสดงการสุมประชากรให้กระจายในพื้นที่กลุ่มตัวอย่าง	91
ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	95
ภาพประกอบ 4 แสดงกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	111



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ตามแนวคิดแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ที่ยังคงยึดเป้าหมายตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เพื่อพลิกโฉมประเทศไทย หรือเปลี่ยนแปลงประเทศ ขนานใหญ่ (Thailand's Transformation) ภายใต้นโยบาย “Resilience” มีจุดมุ่งหมายในการลด ความเปราะบาง สร้างความพร้อมในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลง สามารถปรับตัวให้ยืดหยุ่นได้ใน สถานะวิกฤติ โดยสร้างภูมิคุ้มกันทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เพื่อให้ประเทศสามารถเติบโตได้อย่าง ยั่งยืน จึงจำเป็นที่ประเทศจะต้องเสริมสร้างให้เกิดความเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในระดับโครงสร้างของ ประเทศ บนพื้นฐานของความเข้มแข็ง สมดุล และยั่งยืน การปรับเปลี่ยนแนวทางการดำเนินงาน เนื่องจากการปรับตัวแบบค่อยเป็นค่อยไปจะไม่เท่าทันต่อพลวัตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ฉับพลัน ในยุคปัจจุบันสร้างผลประโยชน์ที่ผลักดันให้ประเทศไทยสามารถบรรลุเป้าหมายในการ พัฒนาภายใต้กรอบยุทธศาสตร์ชาติได้ตามกรอบระยะเวลาที่กำหนด (สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา, 2564 : 99) โดยมุ่งพัฒนาคนให้มีทักษะที่จำเป็นในโลกยุคใหม่อย่างรอบด้าน ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะแกน (core skill หรือ key skill หรือ life skill) ที่จำเป็น สำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต (lifelong learning) และช่วยพัฒนาทักษะในการสื่อสาร (communicating skill) ความคิดเชิงวิจารณ์ (critical thinking) และทักษะในการแก้ปัญหา (problem solving skill) จากหลักฐานที่เก็บรวบรวมได้ในเวลานั้น ๆ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551 : 33) อาทิ ทักษะด้านภาษาต่างประเทศ ทักษะด้านดิจิทัล และทักษะการเป็นผู้ประกอบการ รวมทั้งทักษะทางสังคมพฤติกรรม ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการ ปรับตัว การยอมรับความแตกต่าง การสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น พร้อมทั้งส่งเสริมการสร้าง สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564 : 114) ซึ่งแนวทางสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติ เข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิด วิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ข : 2) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้มีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับ

ทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน และการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ก : 92)

หัวใจสำคัญของการศึกษาคือ “การเรียนรู้ของผู้เรียน” ในการปฏิรูปการศึกษาให้ประสบความสำเร็จจึงมีความจำเป็นต้อง “ปฏิรูปการเรียนรู้” ของผู้เรียน ซึ่งในการปฏิรูปการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ได้แก่ 1) ครูผู้สอน 2) หลักสูตร 3) การเรียนการสอน และ 4) การวัดและประเมินผล องค์ประกอบทั้ง 4 ประการ ดังกล่าวจะสนับสนุน และเอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ และเกิดสมรรถนะสำคัญที่สามารถใช้ได้ในชีวิตจริง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้บุคคลผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาและข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว การเรียนรู้เนื้อหาจากครุมีความจำเป็นน้อยลง แต่สิ่งที่ผู้เรียนต้องการมากขึ้นคือการพัฒนา “ทักษะกระบวนการ” ที่จะต้องใช้ในการจัดการกระทำกับข้อมูลมหาศาลให้มีความหมาย และไปใช้ประโยชน์แก่ชีวิตของตนเองได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562 : 1)

การปฏิรูปการเรียนรู้เป็นหัวใจสำคัญในกระบวนการปฏิรูปการศึกษา การพัฒนาองค์ความรู้ด้านการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนที่มีคุณภาพจึงเป็นเรื่องสำคัญ และจำเป็น เพื่อการฝึกทักษะกระบวนการคิด กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติจริง และรู้จักประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาได้ ดังนั้นการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นความสำคัญของเรื่องทักษะทางด้านเทคโนโลยี ความสนใจใคร่รู้ และมีจินตนาการ การคิดวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์และพัฒนา นวัตกรรม ทักษะในการสื่อสาร และร่วมมือกัน การคิดเชิงธุรกิจและทักษะประกอบการ ทักษะการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรมและการสนใจต่อโลก (ไพฑูริย์ สีนลรัตน์, 2556 : 3)

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสืบเสาะค้นหาผ่านการสังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง และวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำข้อมูลสารสนเทศ และหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างคำ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Padilla, 1990 ; วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) แนวทางการพัฒนาหลักผู้เรียนด้านการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry and Scientific Mind) คือตั้งคำถามสำคัญเกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาวางแผน การสำรวจตรวจสอบตามความคิดของตนเองและของกลุ่ม เลือกลงและใช้วัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการสำรวจ ตรวจสอบ เปรียบเทียบข้อมูล นำเสนอผลการจัดการกระทำ ข้อมูล อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์และสรุปคำอธิบายด้วยแผนภาพ ประกอบข้อความ เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และวิศวกรรม เรื่องราวในธรรมชาติ

เรื่องราวที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการกระทำของมนุษย์ รวมทั้งเทคโนโลยีในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ครอบครัว ชุมชน โดยมีหลักฐานสนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผล ออกแบบและสร้างแบบจำลองอย่างง่ายด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และใช้แบบจำลอง เพื่ออธิบายเรื่องราวในธรรมชาติ แสดงความคิดเห็นสนับสนุนหรือคัดค้านด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างมีเหตุผล ตรวจสอบหลักฐานต่าง ๆ จากแหล่งที่มาให้เป็นที่ยอมรับ ระบุปัญหาและบริบทของปัญหา ออกแบบต้นแบบสิ่งประดิษฐ์ด้วยการวาดภาพ และสร้างต้นแบบของวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาสร้างต้นแบบ และดำเนินการทดสอบต้นแบบ ปรับปรุง ออกแบบซ้ำ เพื่อให้ต้นแบบที่เหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งบันทึกผลการทดสอบและอธิบายผลอย่างใช้เหตุผล (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562 : 60)

ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ) และมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลองสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Nature of scientific inquiry) ได้เช่นกัน (ลฎาภา ลดาชาติ, 2561 : 150) นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลอง (models) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบที่มองเห็นชัดเจนและสัมผัสได้ เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับปรากฏการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริง นำมาอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมนั้นให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร (communication tools) (Harrison and Treagust, 2000) การสร้างแบบจำลองในการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากแบบจำลองเป็นสื่อกลางที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ตีความสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งนำแง่มุมที่หลากหลายของข้อเท็จจริงมาใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ โดยการนำเสนอความเชื่อมโยงของข้อเท็จจริงเหล่านั้นในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ดังนั้น แบบจำลองจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ครูเข้าถึงวิธีการสร้างความเข้าใจของนักเรียนต่อสิ่งที่เรียนรู้ได้ (Acher, Arca and Sanmati, 2007) การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งสอดคล้องกับกรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2564 สมรรถนะในความฉลาดรู้พื้นฐาน สมรรถนะที่ 4 สมรรถนะหลักด้านการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564 : 7)

จากวงการการศึกษาการประเมินแบบวัดทักษะปฏิบัติของผู้เรียนให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เข้าใจสภาพที่แท้จริงของผู้เรียน ระหว่างต้นคริสต์ศักราช 1993 นโยบายการศึกษาจำนวนมากได้กล่าวถึงการประเมินการปฏิบัติที่เป็นวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผ่านการปฏิบัติงาน ทำให้นักการศึกษาให้ความสนใจกับการประเมินการปฏิบัติมากขึ้น (Popham, 2008 : 172) และสภาพปัญหาผลการทดสอบ O-NET ของผู้เรียนพบว่า คุณภาพของผู้เรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในทุกสาระการเรียนรู้ และมีแนวโน้มต่ำลงทุกปี 2) ผลการสอบ PISA ที่ประเมินเด็กอายุ 15 ปี ทั่วโลกที่มีความพร้อมที่จะอยู่ร่วมในสังคมเพียงใด โดยมุ่งทดสอบว่านักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิต หรือสถานการณ์จริงได้หรือไม่ ผลการประเมินพบว่า เด็กไทยมีคุณภาพต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั้งในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และด้านการอ่าน แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของผู้เรียนไทยยังไม่ได้มาตรฐานสากล และคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอย่างต่อเนื่อง 3) ระดับความสามารถของนักเรียนไทยเมื่อเทียบกับชาติต่าง ๆ อยู่ในระดับต่ำมาก เมื่อเทียบกับชาติอื่น ๆ พบว่า มีนักเรียนถึงร้อยละ 46.75 ที่มีผลการศึกษาค่ำ และมีเพียงร้อยละ 0.46 เท่านั้นที่มีผลการศึกษาในระดับสูง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562 : 3)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเน้นทักษะกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ การวัดและประเมินผลควรให้ผู้เรียนหรือผู้รับการประเมินแสดงพฤติกรรม หรือสิ่งที่ต้องการวัดและประเมินออกมา โดยมีสถานการณ์เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนหรือผู้รับการประเมินแสดงออก (กมลวรรณ ตังธณานนท์, 2563 : 24) ในบริบททางการศึกษา นักวิชาการเชื่อว่าการประเมินผลการปฏิบัติงาน (performance assessment) เป็นวิธีการที่มีคุณค่าในยุคของการปฏิรูปการศึกษา (Linn, 1993) เพราะเชื่อว่าจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจที่จะปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนเอง ในการประเมินแบบนี้ผู้สอนจะใช้การประเมินเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา และปฏิบัติ หรือสร้างผลงานออกมา เป็นวิธีการประเมินที่สามารถประเมินทักษะปัญญาขั้นสูงของผู้เรียน ดังนั้น แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นการประเมินกระบวนการ (process) และผลงาน (product) ที่เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สุภาภา ลดาชาติ, 2561 : 141)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาพบว่า การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะอยู่ในขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ การวิจัยของ มณี ผ่าจันหาร (2564) ที่พัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และภัทราประวีณ์ ศรีสมพันธ์ (2561) ได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก และการให้คะแนนในการตอบคำถามแบบทดสอบคือ ถ้าตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 เมื่อตอบผิดให้คะแนนเป็น 0 คะแนน จะเห็นว่างานวิจัยที่สร้างและพัฒนาแบบวัดยังไม่ครอบคลุมพฤติกรรมด้านทักษะของผู้เรียนและยังไม่ครบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 14 ทักษะ ที่บรรจุไว้ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 จากความสนใจของ

นักการศึกษาและสภาพปัญหาดังกล่าว การวัดผลประเมินผลนั้นจำเป็นต้องประเมินให้เหมาะสมครอบคลุมด้านพฤติกรรม และตรงตามสภาพจริงของผู้เรียน ดังนั้น การพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จะเป็นการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมการประเมินพฤติกรรมทุกด้าน เพื่อทราบสิ่งที่ต้องพัฒนาหรือแก้ไขให้กับผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเครื่องมือที่มีคุณภาพ สามารถวัดพฤติกรรมผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการวัดผลประเมินผลความรู้ความสามารถด้านทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ สามารถพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้บรรลุตามความมุ่งหมายของหลักสูตรต่อไปในอนาคต

คำถามการวิจัย

1. แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร และการตรวจสอบคุณภาพและองค์ประกอบของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นอย่างไร
2. เกณฑ์ปกติของคะแนนแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ เป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบวัดและหาคุณภาพแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของคะแนนแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ

พูน ปรุ ทิโต ชีเว

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ ทั้งหมด 212 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 4,619 คน
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ จาก 28 โรงเรียน ตามเกณฑ์ร้อยละ 25 จำนวนนักเรียน 615 คน ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปของทาโรยามาเน (Yamane, 1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้น (Multi-stage Random Sampling)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะประกอบด้วยเนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
2. เรื่อง ต่อบางไฟฟ้าอย่างง่าย
3. เรื่อง วัฏจักรหิน
4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์
5. เรื่อง เงามืดเงามัว

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ดำเนินการใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถสร้างแผนภูมิรูปภาพ ความคิดรวบยอด เพื่ออธิบายองค์ความรู้ตามเนื้อหามาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วัดจากแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

2. แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีลักษณะเป็น 3 ประเภท คือ 1. แบบวัดปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยใช้ระดับการให้คะแนน คือ 0, 1 คะแนน 1 ชุด จำนวน 30 ข้อ 2. แบบวัดปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ 1 ชุด จำนวน 21 ข้อ โดยใช้ระดับการให้คะแนน คือ 0, 1 คะแนน และ แบบวัดอัตนัย ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubric) ที่วัดระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3 จำนวน 1 ชุด 17 ข้อ

3. คุณภาพแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยพิจารณาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

3.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา (Item Objective Congruence : IOC) โดยต้องได้ค่า ตั้งแต่ 0.05 ถึง 1.00 จึงจะถือว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.2 ความยาก ((Difficulty) : ค่า p) หมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่บอกอัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างตอบผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะ ค่า p มีค่าเท่ากับ 0.20 - 0.80

3.3 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจำแนกนักเรียนความแตกต่างของทักษะกระบวนการว่าใครเก่งปานกลาง อ่อน โดยค่าอำนาจจำแนกที่ดีหรือมีคุณภาพ มีค่าเท่ากับ 0.20 - 1.00 โดยแบ่งเป็นคุณภาพของข้อสอบแบบปรนัยและแบบอัตนัย

3.4 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความสามารถของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่วัดหลาย ๆ ครั้งแล้วได้ผลเหมือนๆเดิมหรือไม่เปลี่ยนแปลง

4. เกณฑ์การให้คะแนนรูบริก (scoring rubric) หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้สำหรับการประเมินการวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่วัดจากข้อสอบอัตนัยที่ประกอบไปด้วยการบรรยายความสามารถ (performance description) และมาตร (scale) ในการให้คะแนนที่ระบุรายละเอียดจากระดับที่ดีที่สุดไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา

5. เกณฑ์ปกติ (Norm) หมายถึง เกณฑ์คะแนนที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและแปลความหมายคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย และแบบอัตนัย เป็นคะแนนที่บอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพ เพื่อใช้ในการวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนในการนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ทดสอบนักเรียน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ถึงทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อแก้ไข ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
3. เป็นแนวทางให้กับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

พหุ ประถมศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบวัดและหาคุณภาพแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และสร้างเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

- 1.1 ที่มาและเหตุผลของการปรับหลักสูตร
- 1.2 เป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 1.3 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
- 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.5 คุณภาพผู้เรียน
- 1.6 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 ทักษะการสร้างแบบจำลอง (Formulating Models)
- 2.4 ประเภทของแบบจำลอง
- 2.5 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลอง
- 2.6 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

- 3.1 การสร้างแบบทดสอบ
- 3.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ
- 3.3 ประเภทของเครื่องมือวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ
- 3.4 การหาคุณภาพของเครื่องมือ
- 3.5 ความเที่ยงตรง
 - 3.5.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
 - 3.5.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

- 3.5.3 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ
- 3.5.4 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์
- 3.6 ความยาก
- 3.7 อำนาจจำแนกของข้อสอบ
- 3.8 ความเชื่อมั่น
- 3.9 เกณฑ์ปกติ โดยอาศัยการพยากรณ์
 - 3.9.1 ความหมายเกณฑ์ปกติ
 - 3.9.2 หลักการสร้างเกณฑ์ปกติ
 - 3.9.10 ชนิดของเกณฑ์ปกติ
- 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1. ที่มาและเหตุผลของการปรับหลักสูตร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อธิบายว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การปรับหลักสูตรและแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเตรียมความพร้อมพลเมืองในอนาคตของชาติ สำหรับการประกอบอาชีพและดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 และตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ ในการทบทวนและปรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้ทันสมัยและทัดเทียมนานาชาติ อาทิ เช่น มีการจัดเรียง โยกย้าย แนวคิดรวบยอดและทักษะต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันทัดเทียมนานาชาติ พิจารณาการเชื่อมโยงกันของเนื้อหาต่าง ๆ ทั้งภายในสาระ และระหว่างสาระ คำนึงถึงความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนานควบคู่กับการฝึกฝนและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง เป็นพลเมืองของประเทศที่มีสมรรถนะเหมาะสมกับการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพในศตวรรษที่ 21 อันนำไปสู่การพัฒนาประเทศชาติต่อไป

จุดเด่นของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีดังนี้

1. จัดแนวคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันทั้งภายในสาระการเรียนรู้และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์สังคมศึกษา สุขศึกษาและพลศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องเชื่อมโยงกันและไม่ซ้ำซ้อน
2. จัดเรียงลำดับตัวชี้วัดในสาระต่าง ๆ ให้เชื่อมโยงและร้อยเรียงกันจากแนวคิดที่เป็นรูปธรรมไปสู่แนวคิดที่เป็นนามธรรม หรือจากแนวคิดที่ใกล้ตัวไปสู่ไกลตัว หรือจากแนวคิดที่เป็นพื้นฐานในการเรียนแนวคิดอื่น ๆ ในสาระวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กับหลักสูตรของประเทศชั้นนำด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อปรับหลักสูตรให้มีความทันสมัยและทัดเทียมนานาชาติ
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนาความคิดระดับสูง ทั้งการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาด้วยการทำกิจกรรมและปฏิบัติการต่าง ๆ ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 จนเกิดสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างเป็นระบบ เชื่อมั่นและศรัทธาในความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. เป้าหมายของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561 : 6) ได้อธิบายว่า วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นความรู้ที่เกิดจากสติปัญญาและความพยายามของมนุษย์ ในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายคนได้อธิบายถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า เป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้แตกต่างจากศาสตร์ความรู้แขนงอื่น ๆ รวมถึงเป็นค่านิยม ข้อสรุป แนวคิด หรือคำอธิบายที่บ่งชี้เกี่ยวกับอาชีพ นักวิทยาศาสตร์ ลักษณะและวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ความรู้และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม

American Association for the Advancement of Science เป็นสมาคมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา (AAAS, 1993) ได้อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกแยกแยะออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ โลกในมุมมองแบบ

วิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview)

ด้วยวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่เกิดจากสติปัญญาและความพยายามของมนุษย์ ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดในธรรมชาติทั้งบนโลกและนอกโลก นักวิทยาศาสตร์จึงมีมุมมอง เฉพาะตัวเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ซึ่งอาจแตกต่างจากมุมมอง ของศาสตร์อื่น ๆ ดังนี้

เราสามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ บนโลกได้

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลกหรือในเอกภพที่เกิดขึ้นอย่างเป็นแบบรูป (Pattern) สามารถเข้าใจได้ด้วยสติปัญญา วิธีการศึกษาที่เป็นระบบ ผนวกกับการใช้ประสาทสัมผัส และเครื่องมือต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งต่าง ๆ สามารถทำความเข้าใจ ได้และคำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นได้เสมอ ยิ่งข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นก็ยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจและ เข้าใกล้ความจริงของปรากฏการณ์นั้น ๆ ยิ่งขึ้น

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้

แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะเป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้จากการสังเกต การทดลอง การสร้างแบบจำลองอย่างละเอียด รอบคอบและเป็นระบบ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์หรือสิ่งที่สนใจ แต่ระหว่างการทำงานก็มักเกิดคำถามใหม่ขึ้นตลอดเวลาไม่มีสิ้นสุด ส่งผลให้มีการปรับปรุงหรือคิดค้นวิธีการใหม่ในการค้นหาคำตอบ และอาจได้หลักฐาน (Evidence) ใหม่ที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน และเชื่อถือได้

แม้ว่าวิทยาศาสตร์จะยอมรับเรื่องความไม่แน่นอน และความไม่มีที่สิ้นสุดของ ความรู้หรือคำ อธิบายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ แต่ด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นมาผ่าน วิธีการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ซ้ำ แล้วซ้ำเล่าเป็นระยะเวลาหนึ่งจนมั่นใจในคำอธิบายนั้น รวมถึง มีการตรวจสอบอย่างเข้มข้นจากสังคมนักวิทยาศาสตร์จนความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อถือได้และ จนกว่าการค้นพบความรู้ใหม่จะสลับข้างความรู้เดิมได้อาจใช้ระยะเวลายาวนาน

ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่แตกต่างกัน

มักมีแนวความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่ากฎเป็นทฤษฎีที่พัฒนาแล้ว จึงมีความ น่าเชื่อถือและมีคุณค่ามากกว่าทฤษฎีซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ทั้งกฎและทฤษฎีต่างก็เป็นผลผลิตของ วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน โดย กฎ (Law) คือ แบบรูปที่ปรากฏในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎี (Theory) คือ คำอธิบายแบบรูปที่ปรากฏในธรรมชาตินั้น ๆ เช่น การใช้ทฤษฎี

พลังงานจน์ของอนุภาคมาอธิบายแบบรูปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิตามกฎของชาร์ล

วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม

วิทยาศาสตร์เชื่อถือข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่สิ่งต่าง ๆ ในโลกหลายสิ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความเชื่อเกี่ยวกับเรื่องจิตวิญญาณ สิ่งลี้ลับเหนือธรรมชาติ ความเชื่อเรื่องปาฏิหาริย์ โชคชะตา หรือโหราศาสตร์ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงไม่มีหน้าที่ให้คำตอบหรืออธิบายในเรื่องเหล่านี้ แม้ว่าบางครั้งอาจมีแนวคำตอบหรือทางเลือกที่เป็นไปได้ก็ตาม

ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์ เป็นการทำงานเพื่อสืบเสาะหาคำอธิบายสิ่งที่สนใจทั้งโดยส่วนตัวและร่วมกันของกลุ่มคนที่มีความสนใจเดียวกัน การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นมากกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” หรือ “การทดลองทางวิทยาศาสตร์” แต่เป็นการค้นหาคำตอบที่สนใจผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ และมีอิสระ และไม่เป็ลลำดับขั้นที่ตายตัว ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. คำถามที่สามารถหาคำตอบหรือตรวจสอบได้
2. ข้อมูลหลักฐานทั้งเชิงประจักษ์และจากที่ผู้อื่นค้นพบ
3. การทำความเข้าใจ วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แล้วหาความสัมพันธ์

ของข้อมูลและสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามที่สงสัย

4. การเชื่อมโยง เปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับผู้อื่น
5. การสื่อสารคำอธิบายหรือสิ่งที่ค้นพบให้ผู้อื่นทราบ

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะสำคัญตามที่กล่าวมาข้างต้น ไม่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน ในขณะเดียวกันอาจต้องสืบเสาะซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อตอบคำถาม และอาจเกิดคำถามใหม่ที่ต้องสืบเสาะหาคำตอบต่อไปหมวนวนเช่นนี้เป็นวัฏจักร

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (Evidence)

การสร้างคำอธิบายหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จากการสังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง หรือวิธีอื่น ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถทำซ้ำได้และมีความถูกต้อง แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ใดที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่ม

นักวิทยาศาสตร์ในสังคมก็จะได้รับการยอมรับและเผยแพร่ให้คนทั่วไปในสังคมได้เรียนรู้ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดตั้งแต่การค้นพบจนกระทั่งเป็นที่ยอมรับของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ในสังคม อาจต้องใช้เวลาานาน เช่น แม้ว่าไอสไตน์ค้นพบทฤษฎีสัมพัทธภาพตั้งแต่ปี ค.ศ. 1905 แต่กว่าทฤษฎีนี้ จะได้รับการยอมรับจากสังคมนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้เวลาถึง 14 ปี

วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ (Logic)

จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity)

การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกจะต้องใช้

ความเป็นเหตุเป็นผล (Logic) เพื่อเชื่อมโยงหลักฐานเชิงประจักษ์เข้ากับข้อมูลอื่น ๆ เช่น แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลหลักฐานทุติยภูมิ (Secondary Data Source) ที่ได้จากการสืบค้น เพื่อสร้างคำ อธิบาย และลงข้อสรุป หลายครั้งที่การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังต้องใช้ จินตนาการและการคิดสร้างสรรค์

วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการพยากรณ์

นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกต โดยใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถ ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน

นอกจากวิทยาศาสตร์จะให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ

แล้ววิทยาศาสตร์ยังให้ความสำคัญกับการทำนาย ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งการพยากรณ์ปรากฏการณ์หรือ เหตุการณ์ในอนาคต หรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง

ข้อมูลหลักฐานมีความสำคัญอย่างมากในการนำเสนอแนวคิดทาง

วิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์จะถามตัวเองก่อนเสมอว่ามีหลักฐานอะไรบ้างที่สนับสนุนแนวคิดนี้ การรวบรวมหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ปราศจากความลำเอียง อันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือและวิธีการที่ใช้การตีความหมาย หรือการรายงานข้อมูล

วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น

วิทยาศาสตร์เชื่อว่าบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนใด มีชื่อเสียงหรือตำแหน่ง หน้าที่การงานสูงอย่างไรก็ไม่มีอำนาจตัดสินว่า อะไรคือความจริง ไม่มีใครมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึง ความจริงมากกว่าคนอื่น ๆ เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกค้นพบต้องมีหลักฐานเชิงประจักษ์ สามารถตรวจสอบได้ และหากแนวคิดใหม่นั้นถูกต้องกว่าแนวคิดเดิมก็ย่อมได้รับการยอมรับแม้ว่า จะถูกค้นพบโดยผู้ไม่มีชื่อเสียง ซึ่งต้องมาแทนที่ความรู้เดิมที่ค้นพบโดยคนมีชื่อเสียงก็ได้

ด้านที่ 3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมของมนุษยชาติซึ่งมีหลายมิติทั้งในระดับของบุคคล สังคม หรือองค์กร โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกยุคสมัยต่าง ๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน

วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน

วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งในระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้นปัจจัยต่าง ๆ ในสังคมมีผลต่อการสนับสนุนหรือขัดขวางกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น เรื่องราวในประวัติศาสตร์ ความเชื่อตามหลักศาสนา วัฒนธรรมและค่านิยมของสังคม หรือสถานะทางสังคม ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดก็คือ การโคลนนิ่ง (Cloning) เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์สนใจและเห็นว่า มีประโยชน์ แต่ในเชิงสังคมแล้วเรื่องนี้เป็นเรื่องที่มีข้อโต้แย้งอย่างกว้างขวาง และมีการยอมรับจากสังคมหลากหลายแตกต่างกันไป วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินการในหลายองค์กร

วิทยาศาสตร์ คือ การรวบรวมความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติจึงมีความหลากหลาย และแตกเป็นแขนงต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ตามปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมาย และเทคนิควิธีการ ที่ใช้ซึ่งมีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ แต่แท้ที่จริงแล้ว ความรู้หรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างแขนงต่าง ๆ โดยสิ้นเชิง ในทางกลับกันอาจต้องเชื่อมโยงระหว่างแขนงความรู้ เช่น การอธิบายเกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืช จะต้องใช้แขนงความรู้ในเรื่องพืช พลังงานและการเปลี่ยนรูปพลังงาน โมเลกุลและสารประกอบ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี นอกจากนี้กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ยังมีการดำเนินการในหลากหลายองค์กร เช่น มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ภาครัฐกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐบาล หรือองค์กรอิสระ แต่อาจมี จุดเน้นที่แตกต่างกัน

วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมในการดำเนินการ

นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูล ความมีใจกว้าง เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้ เช่น การบิดเบือนข้อมูล หรือข้อค้นพบ จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การระงับอันตรายที่อาจเกิดจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ หรือการนำผลการศึกษาไปให้นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่งในบางครั้ง

นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและประชาชนคนหนึ่งประสบการณ์เฉพาะทาง แต่ในบางครั้งก็เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะประชาชนคนหนึ่งที่มีมุมมอง ความสนใจ ค่านิยม และความเชื่อส่วนตัว

วิทยาศาสตร์เน้นการแสวงหาความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลายคนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความหมายเหมือนกันหรือคล้ายกัน แต่แท้ที่จริงแล้วทั้งสองมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน โดยวิทยาศาสตร์ จะเน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้เพื่อตอบสนอง ต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์ กัน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ซึ่งในที่สุดก็ส่งผลต่อการพัฒนา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 : 15) ได้อธิบายว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านความรู้ในเนื้อหาและกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการต่าง ๆ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและ สร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับวัยและระดับชั้น ของผู้เรียน โดยกำหนดสาระสำคัญดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science)

เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของ มนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science)

เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงานและคลื่น

วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and Space Science)

เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลม ฟ้า อากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยี (Technology) การออกแบบและเทคโนโลยี (Designing and Technology)

เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน

อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ (Computing Science)

เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของ เอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและ ภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

5. คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนสถานะของ สสารการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้และ การแยกสารอย่างง่าย

3. เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์แรงเสียดทาน แรงไฟฟ้าและ ผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุ ความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ปรากฏการณ์เบื้องต้นของเสียง และแสง

4. เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของ ดวงจันทร์ องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ ความแตกต่างของดาวเคราะห์ และดาวฤกษ์ การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์ การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและ ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

5. เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติ ธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

6. ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูล ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

7. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

8. วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง

9. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

10. แสดงความ รับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้ รับผิดชอบอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จงงาน ลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

6. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564 : 35) ได้อธิบายว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) หมายถึง การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีกระบวนการที่เป็นแบบแผน มีขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติตามได้ โดยขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขึ้นกำหนดปัญหา ในการแก้ปัญหาจะต้องคำนึงว่าปัญหาเกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหาเกิดจากการสังเกต ซึ่งการสังเกตเป็นคุณสมบัติ ของนักวิทยาศาสตร์ การสังเกตอาจจะเริ่มจาก

สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา อาจเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต การสังเกตจึงเป็นขั้นแรกที่สำคัญที่จะนำไปสู่ข้อเท็จจริงบางประการ และช่วยให้เกิดการตั้งคำถาม การสังเกตจึงควรสังเกตอย่างละเอียด รอบคอบ และถี่ถ้วน ดังนั้น ในการตั้งปัญหาที่ดีจึงควรอยู่ในลักษณะที่น่าจะเป็นไปได้ สามารถตรวจสอบหาคำตอบได้ง่ายและยึดข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่รวบรวมมาได้

2. **ขั้นตั้งสมมติฐาน** สมมติฐาน คือ คำตอบที่อาจเป็นไปได้และยอมรับว่าถูกต้อง เชื่อถือได้ เมื่อมีการพิสูจน์หรือตรวจสอบหลาย ๆ ครั้ง ลักษณะสมมติฐานที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้ เป็นสมมติฐานที่เข้าใจได้ง่าย เป็นสมมติฐานที่นำไปสู่การหาแนวทางที่จะตรวจสอบได้ เป็นสมมติฐานที่ตรวจสอบได้โดยการทดลอง เป็นสมมติฐานที่สอดคล้องและอยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตและสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้ การตั้งสมมติฐานต้องยึดปัญหาเป็นหลักเสมอ ควรตั้งหลาย ๆ สมมติฐาน เพื่อให้มีแนวทางของคำตอบหลาย ๆ อย่าง แต่ไม่ยึดสมมติฐานใดสมมติฐานหนึ่งเป็นคำตอบ ก่อนที่จะพิสูจน์สมมติฐานหลาย ๆ วิธี และหลายครั้ง ๆ ดังนั้น ในการตั้งสมมติฐาน จำเป็นต้องมีการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้สมมติฐานนั้นสามารถตรวจสอบและออกแบบการทดลองได้จริง

3. **ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน** เมื่อตั้งสมมติฐานแล้วหรือคาดเดาคำตอบหลาย ๆ คำตอบไปแล้ว กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต่อไป คือ การตรวจสอบสมมติฐาน ในการตรวจสอบสมมติฐานนั้นจะต้องยึดข้อกำหนดของสมมติฐานไว้เป็นหลักเสมอ เนื่องจากสมมติฐานที่ดีต้องนำไปสู่การหาแนวทางการตรวจสอบและการออกแบบการตรวจสอบไว้แล้ว วิธีการตรวจสอบสมมติฐาน ได้แก่ การสังเกต และรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอีกวิธีหนึ่ง โดยการทดลองซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด เพื่อทำการค้นคว้าหาข้อมูลรวบรวมข้อมูล เพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ในการตรวจสอบโดยการทดลองนั้นควรจะมีกระบวนการทดลองที่จะปฏิบัติจริง ควรจะมีการวางแผน ลำดับขั้นตอน การทดลองก่อนหลัง ออกแบบการทดลองให้ได้ผลอย่างดี การใช้วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและเครื่องมือ มีการควบคุม ดูแล และระมัดระวังในการวิเคราะห์ข้อมูลควรจะมีเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปได้

ในกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้ทดลองจะต้องควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง เรียกว่า ตัวแปร (Variable) คือ สิ่งที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง ซึ่งควรจะมีตัวแปรน้อยที่สุด ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. **ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable)** คือ ตัวแปรที่ต้องศึกษาทำการตรวจสอบ และดูผลที่เกิดขึ้นเป็นตัวแปรที่เรากำหนดขึ้นมา และไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใด ๆ

2. **ตัวแปรตาม (Dependent variable)** คือ ตัวแปรที่ไม่มีความเป็นอิสระในตัวมันเอง เปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระ เพราะเป็นผลของตัวแปรอิสระ

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled variable) คือ สิ่งอื่น ๆ นอกจากตัวแปรต้น ที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน แต่เราควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลอง เนื่องจากยังไม่ต้องการศึกษา ในการตรวจสอบสมมติฐานนอกจากจะควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง จะต้องแบ่งชุดของการทดลองเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.1 กลุ่มทดลองหมายถึง กลุ่มที่เราใช้ศึกษาผลของตัวแปรต้น

3.2 กลุ่มควบคุม หมายถึง ชุดของการทดลองที่ใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง กลุ่มควบคุมจะแตกต่างจากกลุ่มทดลองเพียง 1 ตัวแปรเท่านั้น คือ ตัวแปรที่เราจะตรวจสอบ หรือตัวแปรต้น ในขั้นตอนนี้จะต้องมีการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำข้อมูล และสื่อความหมาย ซึ่งจะต้องมีการออกแบบการบันทึกข้อมูลให้อ่านเข้าใจง่าย อาจจะเป็นบันทึกในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือแผนภาพ

4. ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลอง การรวบรวมข้อมูล หรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผล อธิบายความหมายของข้อเท็จจริง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อใด

5. ชั้นสรุปผล เป็นขั้นสรุปผลที่ได้จากการทดลอง การค้นคว้า รวบรวมข้อมูล สรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกต/การทดลองว่าสมมติฐานข้อใดถูก พร้อมทั้งสร้างทฤษฎีที่จะใช้เป็นแนวทางสำหรับอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่คล้ายกัน และนำไปใช้ปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science: AAAS (AAAS), 1993) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่จะนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา สำหรับใช้ในการศึกษาสืบเสาะหาความรู้อย่างมีระบบขั้นตอน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะ ทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการขั้นผสมผสาน หรือทักษะขั้นบูรณาการ ซึ่งมีอยู่ 14 ทักษะ โดยทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะ ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-14 เป็นทักษะกระบวนการขั้นผสมผสานหรือทักษะขั้นบูรณาการ

เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์ (2563 : 4) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการเรียนรู้ หรือการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 25) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่นำไปสู่การสืบเสาะค้นหา ผ่านการสังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง และวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำข้อมูลสารสนเทศ และหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้าง คำอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ชัยยศ จำเนียรกุล (2560 : 1) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผล และมีระบบ เพื่อนำไปสู่ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมนี้จะสะสมขึ้นในตัวผู้เรียน และสามารถนำไป ประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นได้อย่างกว้างขวาง

ทศนา แคมมณี (2560 : 21) ได้อธิบายว่า รูปแบบการสอนทักษะกระบวนการ เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา เช่น กระบวนการ สืบสอบแสวงหาความรู้ หรือกระบวนการคิดต่าง ๆ อาทิ การคิด วิเคราะห์ การอุปนัย การนิรนัย การใช้เหตุผล การสืบสอบ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เป็นต้น หรืออาจเป็นกระบวนการทางสังคม เช่น กระบวนการทำงานร่วมกัน เป็นต้น

เพ็ญพักตร์ ภูศิลป์ (2563 : 8) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ และความชำนาญในการค้นหาคำตอบ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญที่แสดงถึงการมีกระบวนการ คิดอย่างมีเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และมีผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

จากความหมายของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ผ่านการสืบเสาะด้วยความสามารถ และความชำนาญ ในการคิดเพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับ ขั้นตอน เพื่อนำมาสรุปคำตอบที่ถูกต้องและแม่นยำ ผู้เรียนควรฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ถูกต้อง และแม่นยำ

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำ ไปสู่การสืบเสาะค้นหา ผ่านการสังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง และวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำข้อมูล สารสนเทศและหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างคำ อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดหรือองค์ความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 25-27) ได้แบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

2.1 ทักษะการสังเกต (Observing) เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่าง เข้าไปสำรวจวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติหรือจากการทดลอง โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วยประสาทสัมผัส ทั้ง 5 อย่าง ได้แก่ การดู การฟัง การดมกลิ่น การรับรส และการสัมผัส

2.2 ทักษะการวัด (Measuring) เป็นความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงความสามารถในการหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ จากเครื่องมือที่เลือกใช้ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและรวดเร็ว พร้อมระบุหน่วยของการวัดได้อย่างถูกต้อง

2.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) เป็นความสามารถในการคาดเดาอย่างมีหลักการเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ข้อมูล (Data) หรือสารสนเทศ (Information) ที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต

2.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) เป็นความสามารถในการแยกแยะจัดพวกหรือจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ที่สนใจ เช่น วัตถุ ดาว เทหวัตถุและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ นอกจากนี้ยังหมายถึงความสามารถในการเลือก และระบุเกณฑ์หรือลักษณะร่วมลักษณะใดลักษณะหนึ่งของสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการจำแนก

2.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา (Using Space and Time relationship) สเปซ คือ พื้นที่ที่วัตถุครอบครอง ในที่นี้อาจเป็นตำแหน่ง รูปร่าง หรือรูปทรงของวัตถุ สิ่งเหล่านี้อาจมีความสัมพันธ์กันดังนี้ 1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ เป็นความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่าง ๆ ครอบครอง 2. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เป็นความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครองเมื่อเวลาผ่านไป

2.6 ทักษะการใช้จำนวน (Using numbers) เป็นความสามารถในการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวน และการคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียด เชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง

2.7 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing and Communicating data) เป็นความสามารถในการนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการทำความเข้าใจ หรือเห็นแบบรูปของข้อมูล นอกจากนี้ยังรวมถึงความสามารถในการนำข้อมูลมาจัดทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ หรือการเขียนบรรยาย เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลมากขึ้น

2.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) เป็นความสามารถในบอกผลลัพธ์ของปรากฏการณ์ สถานการณ์ การสังเกต การทดลองที่ได้จากการ สังเกตแบบรูปของหลักฐาน (Pattern of Evidence) การพยากรณ์ที่แม่นยำ จึงเป็นผลมาจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึก และการจัดกระทำกับข้อมูลอย่างเหมาะสม

2.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้าที่ยังไม่รู้มาก่อน หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน การตั้งสมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจเป็นไปได้ตามที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ก็ได้

2.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) เป็นความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานของการทดลอง หรือที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

2.11 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting and Making conclusion) ความสามารถในการแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ตลอดจนความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

2.12 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables) เป็นความสามารถในการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมให้คงที่ ให้สอดคล้องกับสมมติฐานของการทดลอง รวมถึงความสามารถในการระบุและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น แต่อาจส่งผลต่อผลการทดลองหากไม่ควบคุมให้เหมือนกันหรือเท่ากัน ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ดังนี้ 1. ตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจึงต้อง จัดสถานการณ์ให้มีสิ่งนี้แตกต่างกัน 2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน และเราต้องสังเกต วัด หรือติดตามดู 3. ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ (Controlled Variable) คือ สิ่งต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อการจัดสถานการณ์ จึงต้องจัดสิ่งเหล่านี้ให้เหมือนกันหรือเท่ากัน เพื่อให้มั่นใจว่าผลจากการจัดสถานการณ์เกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

2.13 ทักษะการทดลอง (Experimenting) การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผล การทดลอง ทักษะการทดลองจึงเป็นความสามารถในการออกแบบและวางแผนการทดลองได้อย่างรอบคอบ และสอดคล้องกับคำถามการทดลองและสมมติฐาน รวมถึงความสามารถในการดำเนินงานทดลองได้ตามแผน และความสามารถในการบันทึกผลการทดลองได้ละเอียด ครบถ้วน และเที่ยงตรง

2.14 ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Formulating models)

ความสามารถสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ เช่น กราฟ สมการ แผนภูมิ รูปภาพ และภาพเคลื่อนไหว รวมถึงความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิด รวบรวม เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่าง ๆ



ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2563 : 9).

ภาพประกอบ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 14 ทักษะ

เพ็ญพักตร์ ภูศิลป์ (2563 : 9) ได้อธิบายว่า นักวิทยาศาสตร์แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ชั้น คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการหรือขั้นผสม 6 ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มี 8 ทักษะ ประกอบด้วย

1. ทักษะการสังเกต (observation) หมายถึง เป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้หลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หูจมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อค้นหาและบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่ควรใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. ทักษะการจำแนกประเภท (classification) หมายถึง เป็นการแบ่งพวกจัดกลุ่มสิ่งที่สนใจหรือการเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยใช้ความเหมือนกันหรือความแตกต่างกันมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกวัตถุ เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ออกจากกัน

3. ทักษะการวัด (measurement) หมายถึง เป็นการเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้อง และเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด รวมทั้งบอกหรือระบุหน่วยของตัวเลขที่ทำการวัดได้อย่างถูกต้อง

4. ทักษะการใช้จำนวน (using numbers) หมายถึง เป็นการใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณ โดยการนับจำนวนหรือคิดคำนวณ เพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียดเชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลองได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา (Using space/time relationships) หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่าง ๆ ครอบครอง และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครองเมื่อเวลาผ่านไป

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ ตาราง กราฟ สมการ วงจร เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ง่ายขึ้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง เป็นการใช้ความคิดเห็นจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่ออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยข้อมูลหรือสารสนเทศที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต

8. ทักษะการพยากรณ์ (prediction) หมายถึง เป็นการคาดคะเนผลของปรากฏการณ์สถานการณ์การสังเกต หรือการทดลองไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลหรือประสบการณ์ของเรื่องนั้นที่เกิดขึ้น ๆ เป็นแบบรูปมาช่วยในการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น

ทักษะขั้นบูรณาการหรือขั้นผสมมี 6 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การกำหนดตัวแปรต้นตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมที่ต้องควบคุมให้คงที่ โดยต้องให้สอดคล้องกับการตั้งสมมติฐานของการทดลองหนึ่ง ๆ
2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data conclusion and Conclusion) หมายถึง เป็นการแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ รวมทั้งสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดได้
3. ทักษะการทดลอง (experimenting) หมายถึง เป็นกระบวนการปฏิบัติในการออกแบบและวางแผนการทดลอง เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองมี 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง
4. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) หมายถึง เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานหรือที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดผลได้
5. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating) หมายถึง เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน โดยคำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบ ไม่มีหลักการ หรือไม่เป็นทฤษฎีมาก่อน และสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองแล้ว
6. ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Formulating Models) หมายถึง เป็นการสร้างหรือใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือที่สนใจแล้วสามารถนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองต่าง ๆ เช่น ชี้นงาน สิ่งประดิษฐ์รูปภาพ กราฟ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว

เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์ (2563 : 4-6) ได้อธิบายการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 14 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันในการเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลหรือรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป
2. ทักษะการวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ค่าที่ได้จากการวัดต้องเป็นตัวเลข โดยผู้วัดต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสม บอกวิธีวัดและวัดได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง

3. ทักษะการใช้จำนวน หมายถึง การนับจำนวนและการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การทดลอง การวัดหรือ จากแหล่งอื่น ๆ มาคิดคำนวณหรือจัดกระทำให้ได้ค่าใหม่ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์เป็นประเภทต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนก เช่น ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ นอกจากนี้ยังรวมถึงการจัดเรียงลำดับสิ่งของหรือเหตุการณ์ตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง สเปซ คือ พื้นที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ อาจเป็นตำแหน่ง รูปร่าง หรือรูปทรงของวัตถุ โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้

5.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุหนึ่งครอบครองเทียบกับอีกวัตถุหนึ่ง

5.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครองเทียบกับเวลาที่ใช้

6. ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล หมายถึง การนำความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็นไปสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง การวัด หรือจากแหล่งอื่น ๆ เพื่ออธิบายหรือลงข้อสรุปเกี่ยวกับข้อมูลหรือเหตุการณ์นั้น ๆ

7. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง การวัด หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่ให้มีความหมายหรือสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อสารได้ชัดเจน โดยนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิกราฟ สมการ หรือการเขียนบรรยาย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์ ข้อมูล หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่องนั้นมาช่วยในการคาดคะเน

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิม สมมติฐานต้องเป็นข้อความที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ทั้งนี้สามารถตรวจสอบได้โดยการทดลองเพื่อยืนยันคำตอบ

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดหรือนิยามความหมายและขอบเขตของตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานและที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง โดยให้มีความเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้รวมทั้งสามารถบอกวิธีวัดตัวแปรได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

11.1 ตัวแปรต้น สิ่งที่ต้องการศึกษาและจัดให้แตกต่างกัน โดยเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดผลซึ่งคาดว่าจะแตกต่างกัน

11.2 ตัวแปรตาม ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากตัวแปรต้น

11.3 ตัวแปรควบคุม ตัวแปรที่ไม่ต้องการศึกษา แต่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนหากไม่มีการควบคุมให้คงที่จะส่งผลต่อตัวแปรตาม

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการดำเนินการหรือการลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจากสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

12.1 การออกแบบการทดลอง เป็นการวางแผนก่อนดำเนินการทดลองอย่างรอบคอบและสอดคล้องกับสมมุติฐาน

12.2 การปฏิบัติการทดลอง เป็นการดำเนินการทดลองจริงตามที่กำหนดไว้ในวิธีการทดลอง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง เป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามแบบบันทึกที่ได้ออกแบบไว้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และเที่ยงตรง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง เป็นการแปลความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่จัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่สื่อความหมายได้ เช่น ตาราง แผนภาพ และกราฟ การแปลความหมายข้อมูลทำให้สามารถสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองได้

14. การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เป็นการสร้างหรือใช้สิ่งที่ทำขึ้นเพื่อเลียนแบบหรืออธิบายสิ่งที่ต้องการศึกษา แล้วนำเสนอข้อมูลหรือแนวคิดในรูปแบบของแบบจำลองต่าง ๆ เช่น แผนภูมิรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว โปสเตอร์ชิ้นงาน และสิ่งประดิษฐ์ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ง่ายขึ้น

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science-AAAS) ได้พัฒนาโครงการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับอนุบาลจนถึงระดับประถมศึกษา โดยเน้นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science process approach) ได้กำหนดทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skill) 5 ทักษะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข (Using number)

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Space/space relationship and space/time relationship)
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication)

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skill)

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses)
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variable)

4. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำมาใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ตลอดจนการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดกับนักเรียนทุกคน ซึ่งจะส่งผลต่อการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศชาติต่อไป รายละเอียดของแต่ละทักษะมีดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 คือ

1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง กล่าวคือผู้สังเกตนอกจากจะใช้ตา หู ฟัง ผิวกายสัมผัสแล้วยังใช้จมูกดมกลิ่นและลิ้นชิมรสอีกด้วย

1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาด น้ำหนัก อุณหภูมิ หรืออาจบอกโดยการกะประมาณเปรียบเทียบกับค่าอื่น ๆ

1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง คือ การสังเกตการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเกี่ยวกับวัตถุ แล้วก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เช่น นำวัตถุใส่น้ำร้อน หรือการเพิ่มความร้อน

ให้กับวัดนั้น สิ่งที่เราควรสังเกตอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับการกระทำนั้น คือ ลักษณะสถานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น พฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการสังเกตแล้ว

1.3.1 ซึ่บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.3.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะปริมาณ บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ ข้อเสนอแนะในการสังเกต ในการสังเกตนั้นนอกจากเราพยายามสังเกตตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรสังเกตหลาย ๆ ครั้งอย่างละเอียด รอบคอบ แล้วยังมีข้อเสนอแนะที่ควรคำนึงถึงดังนี้

- 1) ควรใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งด้านในการสังเกต
- 2) ควรสังเกตให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ
- 3) ถ้าเป็นไปได้ควรสังเกตข้อมูลจากการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสิ่งที่สังเกต หรือเพื่อดูผลของสิ่งที่เราสังเกตที่มีต่อสิ่งอื่น และ
- 4) ข้อมูลจากการสังเกตต้องไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับ ตลอดจนจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนวัตถุหรือการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับมาคิดโดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนและเหมาะสม พฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการคำนวณแล้วคือ

3.1 นับสิ่งของได้ถูกต้อง โดยใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้และตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนหรือต่างกันอย่างไร

3.2 คำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร ตลอดจนบอกวิธีการคำนวณและแสดงวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง

3.3 หาค่าเฉลี่ยโดยบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ซึ่งอาจจะใช้เกณฑ์ความเหมือนกัน ความต่างกันหรือความสัมพันธ์กันได้อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ในการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะการจำแนกประเภทผู้เรียนต้องเริ่มต้นจากการจำแนกสิ่งของออกเป็น 2 พวก ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามจากนั้นจึงต้องแบ่งต่อไปตามเกณฑ์ที่กำหนด เป็นครั้งที่สองและทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งสามารถระบุวัตถุหนึ่งจากวัตถุที่มีอยู่จำนวนหนึ่งได้ พฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจำแนกประเภทแล้วดังนี้

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนด

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ของตนเองได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมีอยู่ 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง เช่น ความสัมพันธ์ของน้ำหนักแก้วที่ว่าง เมื่อเติมน้ำใส่แก้ว น้ำสามารถแทนที่อากาศในแก้วได้ หรือวาดภาพดอกไม้จากดอกไม้จริง (จาก 3 มิติ เป็น 2 มิติ) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุ ที่เปลี่ยนไปกับ เวลาที่ใช้ประโยชน์ของความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา คือ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเวลาที่เปลี่ยนไป การวางสิ่งของต่าง ๆ ให้เหมาะสมสวยงาม พฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปส คือ

5.1 ชีบรูป 2 มิติ ของวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปเลขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น

5.4.1 ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ ได้

5.4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ)

ที่เป็นต้นกำเนิดของเงาได้

5.4.3 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้นได้

5.4.4 บอกรูปรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น

2 ส่วนได้

5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุได้

5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกว่า

เป็นซ้ายหรือขวาของกันและกัน ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

พฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา คือ

5.7.1 บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุเป็นเกณฑ์ได้

5.7.2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การคำนวณหาค่าใหม่ เป็นต้น การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่น เข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยการลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันอาจแตกต่างกัน เพราะมีประสบการณ์ต่างกัน ดังนั้น เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มักจะลงความคิดเห็นจากข้อมูลอาจเป็นไปได้หลายอย่าง ต่อจากนั้นจะมีการตรวจสอบว่า การลงความคิดเห็นข้อใดมีเหตุผลสนับสนุนอย่างเพียงพอ ในบางกรณีอาจมีการทดสอบการลงความคิดเห็นจากบางส่วน เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่รัดกุมต่อไปหรือความสามารถที่แสดงว่า นักเรียนเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการทำนายหรือการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือข้อมูลจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยการทำนายที่แม่นยำเป็นผลจากการสังเกตที่รอบคอบ การวัดที่ถูกต้อง การบันทึกและการจัดกระทำข้อมูลอย่างเหมาะสม การพยากรณ์ทำได้ 2 แบบ คือ

8.1 การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

8.2 การพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ เช่นการพยากรณ์ผลของข้อมูลเชิงปริมาณพฤติกรรม

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต อาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า คำตอบที่คิดล่วงหน้าในยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าหรือที่กล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกริธีจัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการควรให้ความหมายที่รัดกุมและเหมาะสมกับระดับการศึกษา ประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 ประการ คือ

10.1 ระบุสิ่งที่สังเกตได้

10.2 ระบุการกระทำซึ่งอาจจะได้จากการวัด การทดสอบหรือการทดลอง

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมให้คงที่ในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วยตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน พฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่า นักเรียนเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรแล้ว คือ สามารถชี้บ่งกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและถูกต้องพฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการทดลองแล้ว

13. ทักษะการตีความข้อมูลและลงข้อสรุปการตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต และทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดพฤติกรรมหรือความสามารถที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแล้ว

3. ทักษะที่ 14 การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Formulating Models)

3.1 นิยามและความสำคัญของแบบจำลอง

Van Driel และ Verloop (1999) ได้อธิบายว่า ด้วยความหลากหลายของแบบจำลองที่มีอยู่ในวงการวิทยาศาสตร์ ทั้งในแง่ของลักษณะภายนอก หน้าที่ และการนำไปประยุกต์ใช้ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงยังไม่มีนิยามที่แน่นอนตายตัว

Windschit และ Thompson (2006) ได้อธิบายว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หมายถึง สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อเป็น “ตัวแทน” (representation) ของลักษณะบางประการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Schwarz และคณะ (2009) ได้อธิบายว่า นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองด้วยวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น เพื่อสื่อสาร (communicate) ความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อบรรยาย (describe) ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเป็นอย่างไร เพื่อ “อธิบาย” (explain) ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และ/หรือเพื่อ “พยากรณ์” (predict) สิ่งที่จะเกิดขึ้นในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Oh และ Oh (2011) ได้อธิบายว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมโยงความคิดของนักวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Treagust และคณะ (2002) ได้อธิบายว่า รูปแบบแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลาย ทั้งข้อความ ภาพวาด กราฟ สมการ แผ่นผัง โครงร่างทางกายภาพ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Van Driel และ Verloop (1999) ได้สรุปลักษณะสำคัญของแบบจำลองไว้ ดังนี้

1. แบบจำลองจะเชื่อมโยงกับเป้าหมาย ลักษณะบางประการของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่แบบจำลองเป็นตัวแทน เป้าหมาย ระบบ ความสัมพันธ์ของตัวแปร
2. แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรง แบบจำลองช่วยให้ให้นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานใหม่ ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่มันเป็นตัวแทน
3. แบบจำลองเป็นผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อาจนำไปสู่การสร้างแบบจำลอง
4. แบบจำลองมีลักษณะที่คล้ายกับเป้าหมายเพียงบางประการ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง
5. การสร้างแบบจำลอง นักวิทยาศาสตร์ต้องพิจารณาว่าแบบจำลองมีลักษณะคล้ายกับเป้าหมาย และไม่จำเป็นต้องคล้ายกับเป้าหมาย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง เป้าหมายเดียวกันอาจมีการสร้างแบบจำลองได้หลายแบบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 25-27) ได้อธิบายว่า การสร้างแบบจำลอง (Formulating Models) ความสามารถสร้างและใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเลียนแบบ หรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือสนใจ เช่น กราฟ สมการ แผนภูมิรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว รวมถึงความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิด รวบรวมเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบของ แบบจำลองแบบต่าง ๆ

โดยสรุป การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้าง หรือเลียนแบบเครื่องมือที่เป็นตัวแทนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมายอย่างไร ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง อาจอยู่ในรูปแบบต่าง เช่น กราฟ สมการ แผนภูมิ รูปภาพ โครงสร้าง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งความสามารถในการนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแบบจำลองนั้น ๆ

4. ประเภทของแบบจำลอง

ลฎาภา ลดาชาติ (2561 : 138) ได้ศึกษาการจัดประเภทของแบบจำลองตามสถานะทาง ภาววิทยา (ontological status) ดังนี้

1. แบบจำลองทางความคิด (mental model) คือ ตัวแทนของปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติที่แต่ละบุคคลสร้างขึ้น ซึ่งอาจเหมือน สอดคล้อง หรือแตกต่างจากแบบจำลองที่เป็นที่ ยอมรับในทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้ โดยปกติแล้วแบบจำลองทางความคิดเป็นสิ่งที่เกิดขึ้น ในความคิดของแต่ละบุคคลไม่สามารถเข้าถึงหรือล่วงรู้แบบจำลองทางความคิดของผู้อื่นได้ ยกเว้น ผู้เป็นเจ้าของแบบจำลองทางความคิดนั้นยินยอมเปิดเผยให้ผู้อื่นได้รับทราบผ่านการแสดงออก ในรูปแบบต่าง ๆ

2. แบบจำลองที่ผ่านการแสดงออก (expressed model) คือ แบบจำลองทาง ความคิดที่เปิดเผยให้ผู้อื่นได้ล่วงรู้ และรับทราบผ่านการแสดงออกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น คำพูด ข้อความ ท่าทาง หรือภาพวาด แบบจำลองประเภทนี้เป็นเรื่องส่วนบุคคล ดังนั้น อาจเหมือน สอดคล้อง หรือแตกต่างจากแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้

3. แบบจำลองที่สอดคล้องกันภายในกลุ่ม (consensus model) คือ แบบจำลอง ทางความคิดของบุคคลต่าง ๆ เปิดเผยสู่สาธารณะ เป็นที่ยอมรับกันภายในกลุ่มบุคคล อาจเป็นที่ ยอมรับในทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้

4. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific model) คือ แบบจำลองทางความคิด ของนักวิทยาศาสตร์ยอมรับ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทดสอบโดยนักวิทยาศาสตร์อย่าง ละเอียด จนกระทั่งนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเห็นพ้องต้องกัน ตัวอย่างเช่น นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ยึดถือ “แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน” (cloud electron model of atom) ทั้งนี้

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงได้ หากแบบจำลองไม่สามารถอธิบายกับหลักฐานที่เกิดขึ้นในอนาคต เมื่อมีแบบจำลองอื่นที่สามารถอธิบายหลักฐานนั้นได้ดีกว่า

Gilbert (2004) จัดประเภทของแบบจำลองตามลักษณะภายนอก ได้แก่

1. แบบจำลองรูปธรรม (concrete mode) หรือแบบจำลองที่เป็นวัสดุ (material mode) เป็นแบบจำลอง 3 มิติ ที่อยู่ในรูปแบบของวัสดุต่าง ๆ
2. แบบจำลองในรูปแบบภาษา (verbal mode) แบบจำลองที่เป็นข้อความบรรยายความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ อาจอยู่ในรูปแบบของภาษาพูด ภาษาเขียน เช่น ข้อความที่บรรยายกฎ การเคลื่อนที่ของนิวตัน ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และคำอธิบายการเกิดระบบสุริยะ แบบจำลองรูปธรรม เช่น วัตถุ ภาชนะ และดาวเคราะห์ และนามธรรม เช่น ความเร่ง โมเมนตัม และแรงโน้มถ่วง
3. แบบจำลองในรูปแบบสัญลักษณ์ (symbolic mode) แบบจำลองการใช้สัญลักษณ์ของนักวิทยาศาสตร์ตกลงร่วมกัน เช่น การใช้ C แทนอะตอมของคาร์บอน การใช้เส้นเล็ก ๆ แทนพันธะระหว่างอะตอม การใช้ลูกศรแทนแรง และการใช้สมการแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
4. แบบจำลองรูปแบบของแผนภาพและกราฟ (visual mode) เป็นแบบจำลองของการใช้แผนภาพ 2 มิติ แทนกระบวนการที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เช่น การใช้แผนภาพที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและลูกศร แทนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ การใช้กราฟแทนความสัมพันธ์
5. แบบจำลองในรูปแบบของท่าทาง (gestural mode) แบบจำลองของการใช้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการจำลองกระบวนการที่เกิดขึ้น

Harrison และ Treagust (2000) จัดประเภทของแบบจำลองที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. แบบจำลองขนาด (scale model) แบบจำลองที่ย่อหรือขยายขนาดของสิ่งต่าง ๆ เช่น แบบจำลองไดโนเสาร์ แบบจำลองเซลล์ และแบบจำลองโครงสร้างร่างกายของมนุษย์ แบบจำลองนี้ถูกใช้เพื่อนำเสนอองค์ประกอบและโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า
2. แบบจำลองเชิงอุปมาอุปไมยเพื่อการสอน (pedagogical analogical model) แบบจำลองที่ครูใช้ประกอบคำอธิบายต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ง่าย มีรูปธรรมยิ่งขึ้น เช่น แบบจำลองการใช้ลูกบิงป้องกันอะตอม แบบจำลองการใช้หลอดไฟแทนดวงอาทิตย์ และแบบจำลองการใช้ลูกบอลแทนดวงจันทร์ แบบจำลองนี้เป็นนามธรรม
3. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) แบบจำลองที่ครูใช้สมการและกราฟแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น สูตร $PV = RT$ แทนกฎของแก๊สในอุดมคติ และ สูตร $f = JN$ แทนกฎแรงเสียดทาน

4. แบบจำลองทางทฤษฎี (theoretical model) แบบจำลองของครูใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนสิ่งสมมติทางทฤษฎี เช่น การที่ใช้ลูกศรแทนลนามแม่เหล็ก การที่ใช้ลูกศรแทนรังสีของแสง การที่ใช้ลูกศรแทนแรงที่กระทำต่อวัตถุ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

5. แบบจำลองแผนภาพและตาราง (diagrams and tables) แบบจำลองของครูใช้เพื่อแสดงแบบแผนบางอย่างในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น แผนภาพของวัฏจักรของน้ำ แผนภาพของการวิเคราะห์เครื่องมือ ตารางธาตุ และแผนภาพอนุกรมวิธานของสัตว์

6. แบบจำลองแนวคิดและกระบวนการ (concept-process model) แบบจำลองแสดงแนวคิดของกระบวนการที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น แบบจำลองสมการเคมี แทนปฏิกิริยาเคมี แบบจำลองการใช้แผนภาพแทนกระบวนการหมุนเวียนของเลือด และแบบจำลองการใช้แผนภาพแทนการหักเหของแสง

7. แบบจำลองคอมพิวเตอร์ (simulations) แบบจำลองของครูโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงพลวัตที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่นักเรียนไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรงจากประสบการณ์ชีวิตประจำวัน เช่น แบบจำลองการใช้คอมพิวเตอร์ แบบจำลองการคัดเลือกโดยธรรมชาติ แบบจำลองการใช้คอมพิวเตอร์จำลองปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบลูกโซ่ และแบบจำลองการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการเคลื่อนที่ของวัตถุในสภาพที่ไร้แรงโน้มถ่วงหรือไร้แรงเสียดทาน

5. การจัดการเรียนการสอนด้วยแบบจำลอง

Oh และ Oh (2011 : 1121) ได้เสนอแนวคิดว่าการใช้แบบจำลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นการถ่ายทอดความรู้ด้านเนื้อหาในแบบจำลองที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ และแนวทางหลักในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความนิยมคือ “วัฏจักรการสืบเสาะแบบ 5Es” (Bybee and others, 2006) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างความสนใจ 2) การสำรวจตรวจสอบ 3) การสร้างคำอธิบาย 4) การขยายหรือต่อยอดความคิด และ 5) การประเมินผล

Schwarz และคณะ (2009) เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลอง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. ชี้นำเสนอปรากฏการณ์ (anchor phenomena) ครูนำเสนอปรากฏการณ์พร้อมทั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่จะอธิบายว่าปรากฏการณ์นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร

2. ชี้นำสร้างแบบจำลอง (construct a model) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองตามความรู้เดิมของตนเอง

3. ชี้นำทดสอบแบบจำลองด้วยหลักฐาน (empirically test the model) นักเรียนทำการสืบเสาะเพื่อเก็บรวบรวมหลักฐาน เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองสอดคล้องกับหลักฐานหรือไม่

4. **ขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluate the model)** นักเรียนนำหลักฐานต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกัน เพื่อประเมินว่าแบบจำลองของตนเองควรเป็นที่ยอมรับบนพื้นฐานของหลักฐานเหล่านั้นหรือไม่

5. **ขั้นเปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองกับของผู้อื่น (test the model against other ideas)** นักเรียนทั้งชั้นนำแบบจำลองต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกับบนพื้นฐานของหลักฐานต่าง ๆ

6. **ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (revise the model)** นักเรียนกลับมาทบทวนแบบจำลองของตนเอง และปรับปรุงแบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้นและอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้ดีขึ้น

7. **ขั้นใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์ (use the model to predict or explain)** นักเรียนนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปพยากรณ์หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน

Rea-Ramirez, Clement และ Nunez-Oviedo (2008) เสนอวัฏจักร GEM สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. **ขั้นสร้างแบบจำลอง (generation)** ซึ่งนักเรียนได้สร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2. **ขั้นประเมินแบบจำลอง (evaluation)** ซึ่งนักเรียนประเมินแบบจำลองบนพื้นฐานของหลักฐาน

3. **ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (modification)** ซึ่งนักเรียนปรับปรุงแบบจำลองให้สอดคล้องกับหลักฐานมากขึ้น

Gobert และคณะ (2011) ; Ladachart และคณะ (2013) อธิบายว่า ครูอาจเน้นย้ำลักษณะสำคัญเกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ดังนี้

1. **การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์** นักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ ดังนั้น แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งจึงมีพื้นฐานมาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (empirical nature of scientific models and modeling)

2. **การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์** นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องลงข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ร่วมกับการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ (inferential, imaginative, and creative nature of scientific models and modeling)

3. **นักวิทยาศาสตร์อาจสร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์เดียวกันได้ไม่เหมือนกัน** ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ปรากฏการณ์เดียวกันอาจมีแบบจำลองได้มากกว่าหนึ่ง (subjective nature of scientific models and modeling)

4. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งชั่วคราวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
(tentative nature of scientific models and modeling)

Schwarz และ White (2005) ได้อธิบายว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความหมายมากขึ้น

6. ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นกระบวนการที่นำไปใช้แสวงหาความรู้ต่อไปได้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญที่ทุกคนต้องเรียนรู้ โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้นำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษา ค้นคว้าความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ก : 10) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดคุณคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ว่า ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ข : 96)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 22) ได้อธิบายว่า ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน พัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ พัฒนาความคิดขั้นบูรณาการ และพัฒนาทักษะการสื่อสาร

1. การพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจ (Decision Making)

การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ควรจัดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกตัดสินใจ เช่น กิจกรรมการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ การสืบเสาะหาความรู้ หรืออาจจัดกิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติ โดยสร้างสถานการณ์ขึ้นเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ โดยเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในเรื่องที่สำคัญของบ้านเมือง เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโรงเรียน หรือชุมชน การตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาบ้านเมืองนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่เชื่อถือผลและส่งผลดีต่อส่วนรวม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้จะต้องพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน และคุณภาพ

2. การพัฒนาความคิดขั้นบูรณาการ (Higher-ordered Thinking)

ความคิดขั้นบูรณาการเป็นความสามารถทางสติปัญญาประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่าง ๆ ความคิดขั้นบูรณาการประกอบด้วยความคิดในด้านต่าง ๆ คือ

2.1 ความคิดวิเคราะห์ (analytical thinking) เป็นความคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำแนก รวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่าง ๆ เช่น การจำแนกชนิดของหิน โดยพิจารณาลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ การจำแนกใบไม้โดยพิจารณารูปร่างของใบ ขอบใบ และเส้นใบเป็นเกณฑ์ หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือ การพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาอายุเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นหนึ่ง ก็ต้องจำแนกปัญหาเป็นกระบวนการงาน (procedure) ย่อยคือ กระบวนการหาอายุรวมและกระบวนการหาจำนวนนักเรียนในชั้น แล้วนำกระบวนการทั้งสองมาหาอายุเฉลี่ย

2.2 ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (critical thinking) คือ ความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้านบวกหรือด้านลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประเด็นที่คนทั่วโลกให้ความสนใจคือ เรื่อง GMOS ผลการใช้เทคโนโลยีชีวภาพดังกล่าว มีผลให้สิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์ มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากพันธุ์เดิมและการเปลี่ยนแปลง ดังกล่าวย่อมมีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม จากประเด็นดังกล่าว เป็นสถานการณ์จริงที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้ารวบรวมความรู้เกี่ยวกับ GMOS เป็นข้อมูลในการอภิปรายแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์เชิงสนับสนุน หรือโต้แย้งเทคโนโลยีดังกล่าว

2.3 ความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) คือ ความคิดที่แปลกใหม่ ยืดหยุ่น และแตกต่างจากผู้อื่น เช่น ให้นักเรียนทำกิจกรรมคิดออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์กำเนิดเสียงแทนการใช้กระดิ่งไฟฟ้า หรือออกแบบวงจรเตือนภัยโดยใช้เซนเซอร์ความร้อน หรือนักเรียนบางคนได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการฟักไข่ของสัตว์พวกนก จึงมีความคิดที่จะทดสอบว่า คนจะสามารถฟักไข่ไก่ได้หรือไม่ โดยออกแบบหนีบไข่ไว้ได้รักรั้ว แล้วคอยติดตามดูผลว่าจะเป็นอย่างไร

2.4 ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (logical thinking) คือความสามารถที่จะคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งเป็นประเด็นโต้แย้งทางสังคมที่ไม่อยู่บนข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุน ไม่ใช่ใช้ความรู้สึกหรือใช้อารมณ์ในการตัดสินว่าควรดำเนินการพัฒนาหรือไม่อย่างไร

2.5 ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific thinking) คือ ความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริง เช่น ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเทคโนโลยีชาวบ้าน การดองผักด้วยน้ำข้าวข้าวหรือน้ำมะพร้าว หรือการใส่พริกสดลงในน้ำกะทิเพื่อกันการบูดได้ เทคโนโลยีดังกล่าวเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้รับสืบทอดกันมาโดยไม่ทราบหลักการทางวิทยาศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมา วางแผนในการตรวจสอบพิสูจน์เพื่ออธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไปแล้วความคิดขั้นบูรณาการด้านต่าง ๆ เหล่านี้จะไม่สามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน ต้องพัฒนาไปพร้อม ๆ กัน และอาจรวมทั้งพัฒนาไปพร้อมกับความสามารถด้านอื่น ๆ

ด้วย ไม่จำเป็นต้องเน้นว่าจะต้องพัฒนาเรื่องใดก่อนหรือหลัง การพัฒนาความคิดขั้นบูรณาการนี้ จะทำได้มากในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา

3. การพัฒนาทักษะการสื่อสาร (Communication Skills)

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะในการสื่อสาร หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่านหรืออื่น ๆ ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจน และมีเหตุผล การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความรู้และแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทุกระดับ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดทักษะ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สามารถฝึกทักษะการสื่อสารได้ดังต่อไปนี้

3.1 การเล่าหรือการเขียนเรื่องราวสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่าง ๆ จากการดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง กิจกรรมนี้อาจใช้เวลาครั้งละ 10 นาที ก่อนที่จะมีการสอนปกติก็ได้

3.2 การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา หรือการศึกษาภาคสนาม ในโอกาสที่นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้ว ให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้ ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์เปิดที่เขาเขียว นักเรียนควรจะเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณสวนสัตว์ ลักษณะนิสัยของสัตว์ป่าบางชนิด รวมทั้งสภาพความเป็นอยู่ และข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมให้กับสัตว์ป่าเหล่านั้น หรือเมื่อไปศึกษาการบำบัดน้ำเสีย นักเรียนควรจะเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียและอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้

3.3 การจัดแสดงผลงาน ในกรณีที่นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการอื่น ๆ ควรกำหนดให้มีวันที่แน่นอน เพื่อจัดแสดงผลงานให้เพื่อน ๆ ในชั้นหรือทั้งโรงเรียนได้ชม และถ้าเป็นไปได้ควรเชิญบุคคลในชุมชนมาชมด้วย ไม่ควรถือว่าการจัดแสดงผลงานเป็นการประกวด ในการจัดแสดงผลงานนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสออกแบบการจัดแสดงผลงาน รวมทั้งการจัดการเพื่อให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นักเรียนจะต้องคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่ที่จำกัด ซึ่งควรมีทั้งข้อความโดยสรุปและตัวอย่างชิ้นงาน ในการนำเสนอควรให้มีทั้งการเสนอด้วยวาจาและผลงาน

3.4 การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยมนุษย์ในการทำงานได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ วิทยาการคอมพิวเตอร์จึงเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง

ที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและจินตนาการ อันจะนำไปสู่การแปลงรูปจากจินตนาการ มาเป็นชิ้นงานสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์มากมายล้วนแล้วแต่มีส่วนประกอบของ คอมพิวเตอร์เข้าไปร่วมด้วย ทำให้ระบบการทำงานต่าง ๆ ได้รับการพัฒนาเข้าสู่ความเป็นอัตโนมัติ มากขึ้น

เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และ การสื่อสารสามารถรับส่งสารจากทุกมุมโลกได้อย่างรวดเร็ว จนทำให้โลกปัจจุบันเป็นโลกไร้พรมแดน การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในด้านรู้จักข้อมูลที่ ตรงตามวัตถุประสงค์ รู้จักเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลผลข้อมูลให้เป็น สารสนเทศ รู้จักใช้การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านค้นหาข้อมูล และความรู้ รู้จักนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสมและทันสมัย ตลอดจนรู้จักเก็บและรักษาสารสนเทศ ให้ถูกต้องและเป็นปัจจุบันความสามารถของนักเรียนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว จะเป็นเป้าหมายที่สำคัญ และเป็นสิ่งจำเป็นอันจะทำให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้เรื่องที่สนใจจากทุกสถานที่ และทุกเวลาได้

ถึงแม้ว่าจะมีผู้คิดค้นและเสนอแนะแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนไว้ มากมายก็ตาม ครูจะต้องนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนของตนเองและสภาพแวดล้อมของ ห้องเรียน และควรพยายามทำการวิจัยเพื่อหารูปแบบ วิธี และกลยุทธ์ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลด้วยตนเองอยู่ตลอดเวลา อาชีพครูจึงเป็นที่ยอมรับกันว่า เป็นวิชาชีพชั้นสูง (professional) อันจะส่งผลไปถึงการสร้างเยาวชนของชาติให้เติบโตอย่างมีคุณภาพ ในสังคมแห่งการเรียนรู้ ปลุกฝังความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1. การประเมินแบบวัดทักษะการปฏิบัติ (performance assessment)

Lane และ Stone (2006) ได้อธิบายว่า การประเมินแบบวัดทักษะปฏิบัติ (performance assessment) หมายถึง ความพยายามที่จะจำลองเงื่อนไขขึ้นมาเพื่อช่วยให้ผู้สอบ สามารถแสดงความรู้ที่ซับซ้อนออกมาในรูปของผลงาน

กมลวรรณ ดังธนกานนท์ (2563 : 24) ได้สรุปว่า การวัดและประเมินผลทักษะปฏิบัติ คือ ควรให้ผู้เรียนหรือผู้รับการประเมินแสดงพฤติกรรมหรือสิ่งที่ต้องการวัดและประเมินออกมา โดยมีสถานการณ์เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนหรือผู้รับการประเมินแสดงออก การวัดที่ใช้ อาจเป็น การวัดที่ใช้ภาษาหรือไม่ใช้ภาษาก็ได้ การวัดและประเมินที่ใช้อาจเน้นการวัดและประเมินกระบวนการ และ/หรือประเมินผลงาน การประเมินทักษะการปฏิบัติประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

จุดมุ่งหมายของการประเมินทักษะปฏิบัติ งานที่กำหนดให้ปฏิบัติ การกำหนดเกี่ยวกับการตอบสนอง และวิธีการสำหรับการให้คะแนน

กฤษยากาญจน์ โดพิทักซ์ (2563 : 3) ได้อธิบายว่า การประเมินการปฏิบัติ (performance assessment) หมายถึง กระบวนการรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติของผู้เรียนครอบคลุม ทั้งผลงานและ/หรือ กระบวนการที่เป็นทั้งการใช้การเคลื่อนไหวทางร่างกาย ร่วมกับความสามารถทางสมองและ/หรือจิตใจ โดยให้ผู้เรียนแสดงออกด้านทักษะหรือสมรรถนะในการสร้างสรรค์ผลงาน หรือวิธีปฏิบัติงาน

สุวิมล ว่องวานิช (2546) ได้อธิบายว่า การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติต้องให้ผู้รับการประเมินปฏิบัติงานหรือแสดงออกในสถานการณ์ อาจเป็นสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์ที่เสมือนจริงที่ผู้ประเมินจัดไว้

2. ประเภทของการวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ

Fitzpatrick และ Morrison (1971) ได้แบ่งประเภทของการวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติตามจุดเน้นของการวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ ดังนี้

1. การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติที่เน้นกระบวนการ เป็นการวัดและประเมินคุณภาพของกระบวนการในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ การวัดและประเมินผลประเภทนี้นิยมใช้กับทักษะที่มีจุดเน้นที่ขั้นตอนของการปฏิบัติมากกว่าผลการปฏิบัติ หรือมีจุดเน้นที่ลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงานนั้น การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติที่เน้นกระบวนการใช้กับการประเมินทักษะการปฏิบัติที่ไม่มีผลงานเป็นชิ้นงานที่ชัดเจนหลังจากการปฏิบัติเสร็จสิ้น Johnson, Penny และ Gordon (2009) ได้แยกการประเมินทักษะที่เน้นกระบวนการออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ การประเมินการพูดหรือทักษะการออกเสียง (oral assessment) และการประเมินการแสดงออก (demonstration) ตัวอย่างของการประเมินการพูด เช่น ผู้สอนประเมินการใช้ภาษาและลีลาการพูด หรือประเมินความคล่องในการอ่านส่วนตัวอย่างของการประเมินการแสดงออก เช่น ในการสอบเพื่อรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพล่ามของสหรัฐอเมริกา (National Interpreter Certification) ผู้สมัครต้องได้รับการประเมินทักษะการใช้ภาษามือ โดยจะได้รับการประเมินการส่งภาษามือให้แก่ผู้พิการทางการได้ยิน
2. การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติที่เน้นผลงาน เป็นการวัดและประเมินคุณภาพของการปฏิบัติ การวัดและประเมินผลประเภทนี้นิยมใช้กับทักษะที่ไม่มีกระบวนการปฏิบัติงานเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องประเมิน หรือทักษะการปฏิบัติที่ก่อให้เกิดผลงานที่มีคุณภาพโดยใช้วิธีการหรือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีความหลากหลายหรือแตกต่างกันได้ การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติที่เน้นผลงาน ยังใช้กับงานที่ไม่ได้ให้ปฏิบัติในสถานที่ที่มีการจัดสอบทักษะการปฏิบัติ เช่น งานโครงการให้ทำที่บ้าน (take-home project) นอกจากนี้ การวัดและประเมินผลประเภทนี้ยังนิยมใช้กับทักษะวัดผลงานได้ง่ายกว่าการวัดกระบวนการปฏิบัติงาน เนื่องจากผลการปฏิบัติงานเหล่านี้

มีผลงานที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม สังเกตเห็นได้ไม่ยาก แต่กระบวนการปฏิบัติงานจะเกิดขึ้นในช่วงที่มีการปฏิบัติงานเครื่องมือการปฏิบัติสิ้นสุด กระบวนการปฏิบัติงานก็สิ้นสุดด้วย ตัวอย่างของทักษะการปฏิบัติที่เน้นผลงาน เช่น การวาดภาพ การประดิษฐ์งานฝีมือ การเขียนความเรียง

3. การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติที่เน้นทั้งกระบวนการและผลงาน เป็นการวัดและประเมินคุณภาพของกระบวนการในขณะที่ปฏิบัติงานและผลจากการปฏิบัติงานด้วย การวัดและประเมินผลประเภทนี้นิยมใช้กับงานประเภทที่สามารถวัดกระบวนการและผลงานแยกจากกันได้ชัดเจน เช่น ทักษะการปรุงอาหาร ประกอบด้วย การประเมินการเตรียมวัตถุดิบ ขั้นตอนการปรุงอาหาร ซึ่งถือเป็นการประเมินที่เน้นกระบวนการ และการประเมินอาหารที่ปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งถือเป็นการประเมินที่เน้นผลงาน หรือผลของการปฏิบัติ ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การประเมินขั้นตอนการทำทดลองทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน การดำเนินการทดลอง และการการวิจัย ตลอดจนการประเมินความถูกต้องของผลการทดลองจากรายงานการทดลองด้วย

3. ประเภทของเครื่องมือวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ

สุวิมล ว่องวานิช (2546) จำแนกเครื่องมือวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่ เครื่องมือประเภทที่ใช้การทดสอบ และเครื่องมือประเภทที่ไม่ใช่การทดสอบ

1. เครื่องมือประเภทที่ใช้การทดสอบ เครื่องมือประเภทที่ใช้การทดสอบโดยใช้ในการวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ คือ แบบสอบ (test) แบ่งออกเป็น แบบสอบข้อเขียน (paper and pencil test) และแบบสอบปากเปล่า (oral test) รายละเอียดของเครื่องมือประเภทที่ใช้การทดสอบ มี ดังนี้

1.1 แบบสอบข้อเขียน (paper and pencil test) แบบสอบข้อเขียนที่ใช้ในการวัดทักษะการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย ได้แก่ แบบสอบวัดความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับการปฏิบัติ (test item) และแบบสอบที่ให้อธิบายกระบวนการทำงานหรือกระบวนการแก้ปัญหา (practical examination) แบบสอบข้อเขียนมีข้อดีคือ เป็นแบบสอบที่สามารถบริหารการสอบได้เป็นกลุ่มทำให้สะดวกต่อการใช้งานและประหยัดเวลา ตลอดจนมีความเป็นปรนัยค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับแบบสอบปากเปล่า

1.2 แบบสอบปากเปล่า (oral test) แบบสอบปากเปล่าควรใช้เมื่อต้องการวัดผู้รับการประเมินหรือผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยเฉพาะการวัดการมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม โดยให้สมาชิกที่ทำงานกลุ่มสอบแบบปากเปล่าทีละคน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ได้ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบว่าผู้รับการประเมินหรือผู้เรียนได้ปฏิบัติงานนั้นจริง หรือการตรวจสอบทักษะการปฏิบัติที่แต่ละคนปฏิบัติต่างกันซึ่งทำได้ยากในการใช้แบบสอบชุดเดียวกัน แบบสอบปากเปลามีข้อดีคือ ขณะสอบปากเปล่า ผู้ประเมินสามารถปรับข้อคำถามที่ถามได้ตามความเหมาะสม

2. เครื่องมือประเภทที่ไม่ใช้การทดสอบ เป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกต การปฏิบัติงานในการประเมินทักษะการปฏิบัติส่วนใหญ่ทั้งกระบวนการปฏิบัติงานและผลการ ปฏิบัติงาน ใช้การสังเกตจากผู้ประเมิน ประเภทของเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติจึงมีลักษณะเป็น แบบประเมินที่ใช้ประกอบการสังเกตของผู้ประเมิน โดยใช้ร่วมกับใบงานที่มีคำสั่งหรือรายละเอียด ของงาน (task) ที่ให้ปฏิบัติประเภทของเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติที่ไม่ใช้การทดสอบ สามารถแบ่ง ตามลักษณะของการประเมินได้ เป็นแบบตรวจสอบรายการ (checklist) แบบประเมินค่า (rating scale) และเกณฑ์การให้คะแนนรูบริก (scoring rubric) รายละเอียดของเครื่องมือประเภทที่ไม่ใช้ การทดสอบ มีดังนี้

2.1 แบบตรวจสอบรายการ (checklist) มีลักษณะเป็นรายการที่ระบุพฤติกรรม หรือลักษณะที่บ่งชี้ทักษะสำคัญที่ต้องการวัด เพื่อให้ผู้ประเมินระบุว่าพฤติกรรมหรือลักษณะนั้น ๆ เกิดขึ้นหรือไม่ แบบตรวจสอบรายการจึงเป็นเครื่องมือที่สร้างง่ายและง่ายต่อการใช้งาน

2.2 แบบประเมินค่า (rating scale) มีลักษณะเป็นรายการที่ระบุพฤติกรรมหรือ ลักษณะบ่งชี้ทักษะสำคัญที่ต้องการวัด เช่นเดียวกับกับแบบตรวจสอบรายการ แต่แบบประเมินค่านี้ ผู้ประเมินระบุระดับคุณภาพหรือความสมบูรณ์ของทักษะนั้น ! ของผู้รับการประเมินว่าอยู่ในระดับใด แบบประเมินค่านี้มีจุดเด่นคือ ใช้เวลาในการสร้างไม่นานนัก การกำหนดระดับคุณภาพของทักษะที่ ประเมินมีความละเอียดมากขึ้นกว่าแบบตรวจสอบรายการ

2.3 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริก (scoring rubric) มีลักษณะเป็นระดับที่แสดง ลักษณะหรือความสำเร็จของการปฏิบัติหรือผลงานของทักษะที่ประเมิน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนรูบริก นี้จะมีคำอธิบายพฤติกรรมหรือลักษณะที่สะท้อนถึงทักษะที่ประเมินในแต่ละระดับผลการประเมิน กำกับไว้ตั้งแต่ระดับสูงหรือดีมากจนถึงระดับต่ำหรือต้องปรับปรุง เกณฑ์การให้คะแนนนี้จึงมีลักษณะ ละเอียดเหมาะสำหรับการประเมินทักษะที่มีรายละเอียดค่อนข้างมากหรือซับซ้อน หรือประเมินทักษะ ของผู้รับการประเมินในช่วงอายุมากขึ้น เช่น นักเรียนมัธยม เกณฑ์การให้คะแนนหรือรูบริกสามารถ ช่วยแก้ไขการประเมินทักษะซึ่งมีลักษณะค่อนข้างเป็นอัตนัย (subjectivity) ได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิด ความเที่ยงที่เพิ่มขึ้นในการให้คะแนนในบริบทการประเมินในชั้นเรียน เกณฑ์การให้คะแนนยังช่วยให้ ผู้สอนและผู้เรียนเข้าใจได้ตรงกันว่าทักษะการปฏิบัติมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับหรือได้มาตรฐานเป็น อย่างไร (Panadero and Jonsson, 2013 ; Schamber and Mahoney, 2006) เป็นการกระตุ้น การเรียนรู้และการกำกับตนเองของผู้เรียนให้ผู้เรียนได้ทราบขอบเขตของสิ่งที่ผู้สอนจะประเมิน ทั้งการประเมินกระบวนการปฏิบัติงาน และผลงานที่ได้จากทักษะการปฏิบัตินั้น ซึ่งเป็นการลด ความวิตกกังวลของผู้เรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติงานนั้นได้ (Kuhl, 2000 ; Wolters, 2003) เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกมี 4 ประเภท คือ เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบองค์รวม (holistic scoring rubric) เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแยกองค์ประกอบ (analytic scoring rubric)

เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแอนโนเทต (annotated scoring rubric) และเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบสองชั้น (double layer scoring rubric)

2.3.1 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบองค์รวม เป็นเกณฑ์ที่พิจารณาภาพรวมของสิ่งที่ประเมินว่า สิ่งที่ประเมินมีลักษณะอย่างไรบ้าง เกณฑ์การให้คะแนนประเภทนี้จะบรรยายคุณภาพโดยรวมของสิ่งที่ประเมินลดหลั่นตามระดับคุณภาพจากสูงสุดถึงต่ำสุด เนื่องจากเกณฑ์การให้รูบริกแบบองค์รวมนี้สร้างจากหลักการพื้นฐานที่ว่า การประเมินคุณภาพของสิ่งต่าง ๆ ต้องพิจารณาภาพรวมทั้งหมดของสิ่งนั้น จะดีกว่าการพิจารณาเป็นมิติหรือองค์ประกอบแต่ละด้านของสิ่งที่มุ่งประเมิน เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกประเภทนี้มักจะพิจารณาลักษณะเด่น ลักษณะสำคัญ หรือลักษณะจำเป็นของสิ่งที่ประเมิน (Johnson, Penny and Gordon, 2009) เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบองค์รวมเหมาะสมกับการประเมินขนาดใหญ่ (large-scale assessment) ที่มีผู้รับการประเมินจำนวนมากและการประเมินสรุปรวม (summative evaluation) ซึ่งใช้สำหรับตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.3.2 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแยกองค์ประกอบ เป็นเกณฑ์การให้คะแนนสิ่งที่ประเมินโดยพิจารณาคุณภาพของสิ่งที่ประเมินแยกรายองค์ประกอบรายด้าน หรือรายมิติ เกณฑ์การให้คะแนนจะบรรยายคุณภาพของสิ่งที่ประเมินแยกรายองค์ประกอบลดหลั่นตามระดับคุณภาพตั้งแต่สูงสุดถึงต่ำสุด ดังนั้น ผู้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนประเภทนี้จึงสามารถพิจารณาคุณภาพของสิ่งที่ประเมินรายมิติหรือรายด้านได้ ไม่ต้องพิจารณาลักษณะของสิ่งที่ประเมินหลาย ๆ มิติ หรือหลาย ๆ ด้านไปพร้อมกันในแต่ละระดับผลการประเมิน ถ้าองค์ประกอบด้าน หรือมิติที่พิจารณา มีความสำคัญไม่เท่ากัน ผู้ประเมินสามารถกำหนดน้ำหนักให้แก่เกณฑ์แต่ละด้านได้ตามความเหมาะสม และเป็นที่ยอมรับของผู้เกี่ยวข้อง เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแยกองค์ประกอบเหมาะสมกับการประเมินความก้าวหน้าหรือกระบวนการ (formative evaluation) ซึ่งต้องมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อการพัฒนาผู้เรียน (Jonsson and Svingby, 2007 ; Panadero and Jonsson, 2013) การใช้เกณฑ์การให้คะแนนประเภทนี้ในการประเมินมักจะใช้เวลานานกว่าเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบองค์รวม เนื่องจากความซับซ้อนในการพิจารณาองค์ประกอบของสิ่งที่ประเมินเป็นรายมิติ

2.3.3 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแอนโนเทต เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่ผสมผสานหลักการของเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบองค์รวมและเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแยกองค์ประกอบ กล่าวคือ เป็นการให้คะแนนสิ่งที่ประเมินโดยพิจารณาคุณภาพของสิ่งที่ประเมินลดหลั่นตามระดับคุณภาพในภาพรวม แล้วอธิบายเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดอ่อนของสิ่งที่ประเมินในแต่ละองค์ประกอบย่อยเพื่อสนับสนุนระดับคะแนนที่ได้ นอกจากนี้ อารยา ยูวณะเดมิย์ และกมลวรรณ ตั้งธนกานนท์ (2561) ได้พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแอนโนเทตประยุกต์ ซึ่งเป็นเกณฑ์

การให้คะแนนที่ปรับเพิ่มรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแอนโนเทต ซึ่งเป็นการให้คะแนนสิ่งที่ประเมินลดหลั่นตามระดับคุณภาพแยกตามองค์ประกอบที่ประเมิน และอธิบายเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดอ่อนของสิ่งที่ประเมินในแต่ละองค์ประกอบย่อย เพื่อสนับสนุนระดับคะแนนที่ได้ด้วย

2.3.4 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบสองชั้น เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่มีการอธิบายลักษณะของงานและ/หรือการปฏิบัติงานในแต่ละระดับความสามารถ โดยให้คะแนน 2 ระดับชั้น ระดับชั้นที่ 1 เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่อธิบายลักษณะของงานและ/หรือการปฏิบัติงานในข้อรายการย่อย ๆ ลดหลั่นตามระดับความสามารถ ส่วนระดับชั้นที่ 2 เป็นการแปลงคะแนนผลรวมของคะแนนที่ได้ในระดับชั้นที่ 1 ออกมาให้เป็นไปตามสเกลที่กำหนด เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบสองชั้นจะช่วยทำให้การให้คะแนนมีความเป็นปรนัยมากขึ้นกว่าเกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบอื่น ๆ

2.3.5 แบบทดสอบแบ่งตามลักษณะการตอบ

1) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบข้อเขียนที่แบ่งตามลักษณะการตอบ หรือแบบความเรียง (Essay Type) หมายถึง แบบทดสอบที่เป็น การสอบที่ให้ผู้ตอบได้รวบรวม เรียบเรียงคำพูดของตนเอง แสดงทัศนคติ และความรู้สึก ความคิด ได้อย่างอิสระภายใต้หัวข้อที่กำหนดให้ มี 3 ประเภท ได้แก่

1.1) แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response items) แบบทดสอบนี้มักจะให้ตอบสั้น มีการกำหนดขอบเขตและความยาวในการตอบไว้ ตัวอย่างเช่น “จงอธิบายประโยชน์ของการวัดและประเมินผลการศึกษา มา 3 ข้อ” เป็นต้น

ตัวอย่าง

1. จงเขียนคำมาตราตัวสะกดแม่ กก มา 5 คำ
2. จงบอกข้อดีของการไปโรงเรียนมา 5 ข้อ

1.2) แบบไม่จำกัดคำตอบ หรือการตอบอย่างเสรี (Extended response) แบบทดสอบนี้จะให้อิสระในการตอบของผู้สอบอย่างเต็มที่ในการแสดงองค์ความรู้ ไม่มีการกำหนดขอบเขตและความยาวในการตอบ ตัวอย่างเช่น “จงอธิบายประโยชน์ของการวัดและประเมินผลการศึกษา” เป็นต้น

ตัวอย่าง

จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบปรนัยว่ามีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร

1.3) แบบอัตนัยประยุกต์ หรือเรียกทั่วไปว่า แบบ MEQ (Modified Essay Question) แบบทดสอบนี้ชุดคำถามปลายเปิด มีการเสนองรณศึกษาตามลำดับเหตุการณ์ และให้ข้อมูลเป็นตอน ๆ แล้วมีคำถามแทรกเป็นระยะ ๆ ข้อมูลนั้นเกี่ยวกับสัมพันธ์กับคำถามมากหรือ

น้อย ผู้ตอบต้องตัดสินใจเลือกข้อมูลมาสังเคราะห์คำตอบ คำถามแต่ละข้อเป็นอิสระกัน การทำข้อสอบผู้สอบจะไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบที่ทำไปแล้วหรือเปิดไปดูข้อมูลข้างหน้า

หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย มีหลักการสร้างดังนี้

1. เขียนคำสั่งหรือคำชี้แจงให้ชัดเจนว่า แบบทดสอบนั้นต้องการให้ผู้ตอบทำอย่างไร มีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างไร
2. เขียนคำถามให้อยู่ในรูปแบบคำถามที่สมบูรณ์ข้อดีของแบบทดสอบอัตนัย
จงบอกข้อดีของแบบทดสอบอัตนัย (ดี)
3. ควรถามเฉพาะเรื่องที่สำคัญ และเป็นเรื่องที่แบบทดสอบอื่น ๆ วัดได้ไม่ดีเท่า
โดยถามพฤติกรรมข้อสอบด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น
 - 3.1 อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วยอะไรบ้าง (ไม่ดี)
 - 3.2 จงบอกและอธิบายความสัมพันธ์ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ (ดีขึ้น)
4. ควรเขียนคำถามให้ชัดเจน มีลักษณะเฉพาะเจาะจงว่าต้องการให้ตอบอย่างไร โดยกำหนดขอบเขตของคำถาม เพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจจุดมุ่งหมายในการวัดและสามารถตอบได้ตรงประเด็นการวัด เช่น
 - 4.1 จงเปรียบเทียบประเทศไทยกับประเทศมาเลเซีย (ไม่ดี)
 - 4.2 จงเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกนักศึกษาของประเทศไทยกับประเทศมาเลเซีย (ดีขึ้น)
5. กำหนดเวลาในการทำข้อสอบให้เหมาะสม โดยพิจารณาระดับความยากง่ายและจำนวนข้อสอบ เพื่อให้ผู้ตอบสามารถที่จะตอบได้ครบทุกข้อ
6. ควรกำหนดคะแนนและหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนของแต่ละข้อไว้ด้วย
7. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบกัน เนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน และวัดเนื้อหาแตกต่างกัน
8. ไม่ควรถามเรื่องที่ยูเรียนเคยทำหรือเคยอภิปรายมาก่อน เพราะจะเป็นการวัดความจำควรถามในเรื่องที่ผู้เรียนต้องพยายามนำกฎเกณฑ์หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
9. ถ้าเป็นคำถามที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ยังหาข้อยุติไม่ได้ ควรทดสอบการหาเหตุผลมาอธิบายหรือการสนับสนุนมากกว่า ไม่ควรจะเน้นว่าถูกหรือผิด
10. เมื่อเขียนคำถามแล้ว ควรเขียนคำตอบด้วยเพื่อเป็นการตรวจสอบความชัดเจนของคำถามถ้าไม่ชัดเจนจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้ชัดเจนก่อนนำไปใช้จริง
11. ถ้าแบบทดสอบมีข้อสอบหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อกระตุ้น จูงใจ หรือช่วยผู้ตอบอยากตอบมากขึ้น

การตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัย มีวิธีการดังนี้

1. จะต้องเฉลยคำตอบที่ถูกต้องชัดเจนไว้ก่อน โดยแยกเป็นข้อ 1 หรือแต่ละประเด็นให้ชัดเจน
2. ควรตรวจให้คะแนนที่ละข้อจนครบทุกคนแล้วจึงตรวจข้อใหม่ เพื่อจะได้เปรียบเทียบคำตอบของแต่ละคน
3. ถ้ามีการตรวจหลายคน อาจแบ่งกันตรวจคนละข้อ หรือตรวจคนละกลุ่ม แต่จะต้องปรึกษาหารือเกี่ยวกับแนวทางและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน ถ้าเป็นการสอบที่สำคัญมาก ๆ อาจตรวจกันหลายคนแล้วใช้คะแนนเฉลี่ยแทน
4. ต้องตรวจให้คะแนนด้วยความรอบคอบ มีความเที่ยงธรรมปราศจากอคติหรือความลำเอียง
5. ถ้าไม่ใช้การวัดทักษะในการเขียนหรือไวยากรณ์ก็ไม่ต้องนำเรื่องทักษะการเขียนหรือไวยากรณ์ไปมีส่วนในการพิจารณาให้คะแนน
6. เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน ควรใช้ทั้งเกณฑ์ด้านเนื้อหา (content criteria) เกณฑ์ด้านการจัดลำดับความคิด-การเรียงเรื่อง (organization criteria) และเกณฑ์ด้านกระบวนการทางสมอง (process criteria) นอกจากนี้ต้องพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้ด้วย
 - 6.1 ความถูกต้องตรงประเด็นที่ถาม
 - 6.2 ความสมบูรณ์ครบถ้วนของประเด็นที่ถาม
 - 6.3 ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

วิธีวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย

1. สูตรของ ซีเอ เดรก (C.A.Drake) ซึ่งเสนอว่า สามารถวิเคราะห์ได้โดยเปรียบเทียบคะแนนที่สอบได้จริงกับคะแนนเต็มที่เป็นไปได้ เช่น มีผู้เรียน 20 คน ตอบข้อสอบอัตนัยคะแนนเต็ม 10 คะแนน ถ้าทุกคนได้รับคะแนนรวมที่ควรจะเป็นคือ $20 \times 10 = 200$ คะแนน และถ้าคะแนนรวมที่สอบได้จริง คือ 150 คะแนน ดังนั้นสัดส่วนของคะแนนที่ผู้เรียนกลุ่มนี้ตอบได้ถูกต้อง = $\frac{150}{200} = 0.75$
- วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบแบบนี้ใช้ได้ผลดีเมื่อคะแนนเต็มไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน

การหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก มีสูตรดังนี้

$$\text{ความยาก} = \frac{H+L}{N} \quad \text{อำนาจจำแนก} = H - L$$

- เมื่อ H แทน สัดส่วนของคะแนนที่ผู้สอบในกลุ่มสูงตอบถูก
L แทน สัดส่วนของคะแนนที่ผู้สอบในกลุ่มต่ำตอบถูก

2. สูตรของ ดี อาร์ไวทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L.Sabers) วิธีนี้วิเคราะห์โดยตรวจสอบและเรียงคะแนนจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อย แล้วแบ่งผู้สอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 25% แล้วใช้สูตรคำนวณดังนี้

2.1 ดัชนีค่าความยาก คำนวณจากสูตร

2.1.1 ดัชนีค่าความยาก (P_D) คำนวณจากสูตร

$$P_D = \frac{S_u + S_L - (2N X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

2.1.2 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) คำนวณจากสูตร

$$D = \frac{S_u - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_D = ดัชนีค่าความยาก

D = ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

S_U = ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L = ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N = จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{\max} = คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด

X_{\min} = คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด

2.1.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบข้อสอบอัตนัย โดยวิธีของ Cronbach ซึ่งใช้กับเครื่องมือที่ไม่ได้ตรวจให้คะแนนเป็น 1 กับ 0 เรียกว่า “สัมประสิทธิ์แอลฟา” (α -Coefficient) มีสูตรดังนี้

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

2.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือน

แบบทดสอบอัตนัยแบบทดสอบชนิดนี้แบ่งเป็น 4 แบบ คือ แบบถูกผิด (True-False) แบบเติมคำ (Completion) แบบจับคู่ (Matching) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

4. การสร้างแบบทดสอบ

อพันธ์ พูลพุทธา (2564 : 79-105) ได้อธิบายการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบอัตนัยหรือความเรียง เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบหาคำตอบเองโดยเขียนบรรยาย หรือแสดงความคิดเห็น วิชาทฤษฎีการวิจัยเรื่องราว พฤติกรรมต่าง ๆ จากความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาลักษณะของแบบทดสอบนี้อาจจะเป็นโจทย์ หรือคำถามที่กำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างกว้าง ๆ

ชนิดของแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบอัตนัยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. แบบตอบขยาย (extended response) หรือแบบไม่จำกัดคำตอบ (unrestricted response) เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น อธิบาย บรรยาย อภิปรายได้อย่างเต็มที่มักใช้กับนักเรียนหรือนักศึกษาในระดับชั้นสูง ลักษณะของคำถามมักจะมีคำว่า จงอธิบาย อภิปรายเปรียบเทียบ วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ สรุปวางแผน ออกแบบทดลอง ตั้งสมมุติฐาน ตั้งเกณฑ์ตัดสิน ประเมินผลหรือการแก้ปัญหา

2. แบบจำกัดคำตอบหรือแบบตอบสั้น (restricted response or short essay item) เป็นแบบทดสอบที่ถามแบบจำเพาะเจาะจง ให้ตอบสั้นภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยทั่วไปจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วยลักษณะของคำถามมักจะอยู่ในรูป จงอธิบายสั้น ๆ จงบอกประโยชน์ จงอธิบายสาเหตุ หรือจงบอกขั้นตอน

3. แบบอัตนัยประยุกต์ หรือแบบ MEQ (Modified Essay Question) แบบทดสอบนี้คำถามมีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด ใช้ข้อความในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ในการแก้ปัญหา โดยแบ่งสถานการณ์ทั้งหมดออกเป็นส่วนย่อย ๆ หรือเป็นตอน 1 แล้วให้ผู้ตอบพิจารณาทีละส่วนย่อย หรือตอนที่ต่อเนื่องกันตามลำดับ ผู้ตอบต้องตัดสินใจเลือกข้อมูลมาสังเคราะห์คำตอบ คำถามอิสระกัน การทำข้อสอบผู้สอบจะไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขข้อสอบที่ทำไปแล้วหรือเปิดไปดูข้อมูลข้างหน้า

หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย มีหลักการสร้างดังนี้

1. เขียนคำสั่งหรือคำชี้แจงให้ชัดเจนว่า แบบทดสอบนั้นต้องการให้ผู้ตอบทำอย่างไร

2. เขียนคำถามให้อยู่ในรูปแบบคำถามที่สมบูรณ์

3. ควรถามเฉพาะเรื่องที่สำคัญ และเป็นเรื่องที่แบบทดสอบอื่น ๆ

วัดได้ไม่ดีเท่า โดยถามพฤติกรรมข้อสอบด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

4. ควรเขียนคำถามให้ชัดเจน มีลักษณะเฉพาะเจาะจงว่าต้องการให้ตอบอย่างไร โดยกำหนดขอบเขตของคำถาม เพื่อให้ผู้ตอบเข้าใจจุดมุ่งหมายในการวัดและสามารถตอบได้ตรงประเด็นการวัด

5. กำหนดเวลาในการทำข้อสอบให้เหมาะสม โดยพิจารณาระดับความยากง่ายและจำนวนข้อสอบ เพื่อให้ผู้ตอบสามารถที่จะตอบได้ครบทุกข้อ

6. ควรกำหนดคะแนนและหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนของแต่ละข้อไว้ด้วย

7. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบกัน เนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน และวัดเนื้อหาแตกต่างกัน

8. ไม่ควรถามเรื่องที่ยุ่เรียนเคยทำหรือเคยอภิปรายมาก่อน เพราะจะเป็นการวัดความจำ ควรถามในเรื่องที่ยุ่เรียนต้องพยายามนำกฎเกณฑ์หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

9. ถ้าเป็นคำถามที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ยังหาข้อยุติไม่ได้ ควรทดสอบการหาเหตุผลมาอธิบายหรือการสนับสนุนมากกว่า ไม่ควรจะเน้นว่าถูกหรือผิด

10. เมื่อเขียนคำถามแล้ว ควรเขียนคำตอบด้วยเพื่อเป็นการตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ถ้าไม่ชัดเจนจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้ชัดเจนก่อนนำไปใช้จริง

11. ถ้าแบบทดสอบมีข้อสอบหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อกระตุ้น จูงใจหรือช่วยผู้ตอบอยากตอบมากขึ้น

ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบอัตนัย

ข้อดี

1. สามารถวัดสมรรถภาพหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะด้านกระบวนการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์จะวัดได้ดี

2. ผู้ตอบได้มีโอกาสใช้ความรู้ความคิดและความสามารถในการใช้ภาษาอย่างกว้างขวาง

3. ผู้ตอบไม่มีโอกาสในการเดาหรือเดาได้น้อยมาก

4. สร้างได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย

ข้อจำกัด

1. เขียนคำถามได้น้อยข้อจึงวัดได้บางเรื่องไม่ครอบคลุมเนื้อหา

2. การตรวจให้คะแนนทำได้ยากไม่คงที่แน่นอน มีโอกาสที่จะเกิดความ

ลำเอียงได้ง่าย

3. ใช้เวลาในการตรวจมาก จึงไม่เหมาะสมสำหรับใช้สอบในกรณีที่มีผู้สอบจำนวนมาก ๆ

4. มีความเชื่อมั่นต่ำ และมักขาดความเที่ยงตรง

2. การสร้างแบบทดสอบถูก-ผิด เป็นแบบทดสอบที่จำกัดการตอบของผู้ตอบ ให้ตัดสินใจเลือกตอบเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งจากตัวเลือก 2 ตัว แบบทดสอบชนิดนี้ที่แท้ก็คือ แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือกตัว และเป็นตัวเลือกเหมือนกันทุกข้อ ตัวเลือกอาจอยู่ในรูป ถูก - ผิด ใช่ - ไม่ใช่ จริง - เท็จ เป็นต้น ลักษณะของแบบทดสอบชนิดนี้จะประกอบด้วยข้อความที่เป็นสถานการณ์หรือปัญหาในรูปประโยคบอกเล่า หรือปฏิเสธซึ่งมีทั้งถูกและผิดตามหลักวิชาละกันไป จึงเหมาะสำหรับการถามเกี่ยวกับเรื่องราวหรือ ข้อเท็จจริงที่ไม่มีข้อแย้งอื่นใด

หลักการสร้างแบบทดสอบถูก-ผิด มีหลักการสร้างดังนี้

1. เขียนคำสั่ง และข้อความที่เป็นทั้งคำถาม คำตอบให้ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่คลุมเครือ
2. ไม่ควรยกข้อความหรือประโยคจากตำรา แบบเรียนโดยตรง เพราะจะเป็นการเน้นให้ผู้เรียนมุ่งท่องจำมากกว่าการใช้การคิดเพื่อค้นหาคำตอบ
3. ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธซ้อน เพราะอาจทำให้ผู้ตอบบง หรือเข้าใจผิด
4. เขียนข้อความหรือประโยคที่มีความถูกหรือผิดอย่างชัดเจนอย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่ควรให้ทั้งข้อความที่ทั้งถูกและผิดรวมอยู่ด้วยกันหรือถูกครึ่งหนึ่ง ผิดครึ่งหนึ่ง เพราะยากต่อการตัดสินใจตอบว่าถูกหรือผิด
5. สิ่งที่ย้ำว่าถูกหรือผิดนั้นควรเป็นส่วนสำคัญของข้อความหรือเกี่ยวข้องกับข้อความที่ถาม
6. ไม่ควรใช้คำขยายที่ช่วยชี้แนะนำคำตอบหรือช่วยให้คำตอบถูกหรือผิดเด่นชัดขึ้น ได้แก่ เสมอ ๆ อาจจะ ไม่ค่อยจะ ไม่เคย แน่ ๆ ไม่มีสิ่งใด บางอย่าง ทุก ๆ ทั้งหมด ฯลฯ ควรใช้ข้อความที่บอก
7. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นคำสั่งหรือคำขอร้อง เพราะบอกไม่ได้ว่าถูกหรือผิด

ข้อดี

1. สร้างได้ง่ายและสร้างได้ทุกวิชา
2. ใช้เวลาในการสร้างข้อสอบและการตรวจให้คะแนนน้อย
3. สามารถถามได้จำนวนมาก ๆ ข้อวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา
4. ตรวจให้คะแนนได้ง่าย แน่นนอน และรวดเร็ว
5. มีความเที่ยงตรง ยุติธรรมและมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน

ข้อจำกัด

1. เปิดโอกาสให้เดาได้มาก เพราะให้เลือกอย่างใดอย่างหนึ่งจากสองอย่าง ผู้ตอบมีโอกาสเดา 50%

2. ไม่สามารถวินิจฉัยจุดบกพร่องหรือจุดอ่อนของผู้เรียนในทอย่างแท้จริง
เนื่องจากโอกาสเดาถูก

3. การสร้างแบบทดสอบเติมคำ เป็นแบบทดสอบประเภทให้ตอบสั้น ๆ มีขอบเขต
ในการตอบ โดยให้ผู้สอบคำตอบเองและเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ลักษณะของ
แบบทดสอบจะเขียนเป็นประโยค หรือประโยคบอกเล่าที่เป็นข้อความยังไม่สมบูรณ์ โดยเว้นช่องว่างไว้
ส่วนใดของประโยคก็สอบได้เติมคำ หรือข้อความให้ถูกต้องสมบูรณ์

หลักการสร้างแบบทดสอบเติมคำ

1. เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่า ต้องการให้ผู้สอบตอบอย่างไร และเขียนตอบที่ไหน
2. เขียนคำถามให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงไม่คลุมเครือ ให้มีคำตอบได้เพียง
คำตอบเดียว
3. แต่ละข้อไม่ควรกำหนดช่องว่างให้เติมหลายแห่ง เพราะอาจทำให้ผู้สอบงง
หรือต้องใช้ความสามารถด้านอื่นช่วย เช่น ความสามารถในการเรียงเรียงถ้อยคำเพื่อต่อความ
แล้วเติมในช่องว่าง

4. คำตอบที่ต้องการให้เติมนั้นต้องเป็นประเด็นหรือจุดสำคัญจริง ๆ
5. ถ้าคำถามนั้นต้องตอบเกี่ยวกับตัวเลขที่มีหน่วยต้องใส่หน่วยไว้ด้วย
เพื่อจะได้มีเพียงคำตอบ

6. ช่องว่างที่ให้เติมคำตอบควรให้อยู่ตอนท้ายของประโยค หรือท้ายข้อความ
ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบเติมคำ

ข้อดี

1. สร้างได้ง่ายกว่าแบบทดสอบเลือกตอบและแบบทดสอบจับคู่
เพราะไม่ต้องคิดตัวเลือก
2. โอกาสในการเดาให้ถูกมีน้อยมากหรือเดาได้ยาก เพราะผู้สอบต้องคิด
หาคำตอบเองไม่มีคำตอบให้เลือก
3. สามารถเขียนคำถามได้หลายข้อ เพราะแต่ละข้อให้ตอบสั้น ๆ
และใช้เวลาในการตอบไม่มากนักจึงทำให้วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา

4. นักวัดผลการศึกษาหลายท่าน เช่น STANLEY, GRONLUND,
HEDGER, MASHALL และ HALLS ต่างก็มีความเห็นตรงกันว่า แบบทดสอบชนิดนี้มีประโยชน์
อย่างยิ่งในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพราะสามารถวัดความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
คำศัพท์ กฎเกณฑ์ ความสามารถที่จะหาคำตอบโดยการคำนวณการตีความหมายของข้อมูล
การแปลความจากรูปหรือแผนภูมิได้

ข้อจำกัด

1. ถ้าเขียนข้อสอบไม่ดีจะวัดแต่ความรู้ ความจำ ซึ่งเป็นสมรรถภาพทางปัญญาขั้นต้นเท่านั้น

2. โดยที่ลักษณะของข้อสอบให้ตอบสั้น ๆ จึงเป็นการยากที่จะเขียนข้อสอบให้วัดสมรรถภาพทางปัญญาขั้นสูง ๆ เช่น การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า

3. ถ้าในแต่ละข้อต้องการให้เติมหลายเรื่องหรือหลายแห่งจะไม่เหมาะสม เพราะการเว้นที่ไว้อาจแนะนำคำตอบผู้สอบได้

4. ถ้าเขียนข้อสอบไม่ดี ผู้สอบจะตอบไปคนละทิศละทาง เพราะเข้าใจไม่ตรงกัน

5. ตรวจให้คะแนนยากกว่า แบบทดสอบปรนัยชนิดที่กำหนดคำตอบให้ เช่น แบบถูก – ผิด หรือแบบเลือกตอบ

4. การสร้างแบบทดสอบจับคู่ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิดพิเศษ ซึ่งมีชุดของคำถามที่มีตัวเลือกชุดหนึ่งร่วมกันแล้วให้ผู้สอบเลือกจับคู่ที่ตรงกันหรือมีความสัมพันธ์กันตามเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง และในแต่ละครั้งที่จับคู่ต่อไปจำนวนตัวเลือกก็จะลดลงเรื่อย ๆ ลักษณะของแบบทดสอบจับคู่ประกอบด้วยชุดของคำข้อความแยกออกเป็น 2 ชุดหรือ 2 คอลัมน์ โดยปกติจะให้ชุดทางซ้ายมือเป็นตัวคำถามหรือตัวยืน หรือตัวนำเรื่อง (premise) ชุดทางขวามือเป็นคำตอบหรือตัวเลือก (response) แล้วให้ผู้สอบเลือกจับคู่ว่าคำหรือข้อความใดระหว่างแต่ละชุดมีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบก็คือ คำหรือข้อความในแต่ละชุดควรมีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือเป็นกลุ่มเดียวกัน

การสร้างแบบทดสอบจับคู่ มีหลักการสร้างดังนี้

1. ต้องเขียนคำสั่งหรือคำชี้แจงให้ชัดเจนว่า ข้อความหรือคำในแต่ละคอลัมน์เกี่ยวกับเรื่องอะไร และอาจเขียนชื่อหัวข้อหรือชื่อเรื่องไว้ตอนบนของแต่ละคอลัมน์จะช่วยให้ผู้สอบเข้าใจลักษณะของเนื้อหาที่ถามและตอบได้ง่ายขึ้น

2. ข้อความหรือคำที่จะให้จับคู่ ควรเป็นเรื่องเดียวกันหรือสัมพันธ์กัน เช่น ศัพท์ กับนิยาม ชื่อบุคคลสำคัญจับคู่กับผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น ถ้าต้องการถามหลายๆ เรื่อง ควรแยกออกเป็นคนละชุด

3. ตัวเลือกควรจับคู่กับตัวยืนเพียงครั้งเดียว ไม่ควรจับคู่กับตัวยืนข้ออื่น ๆ อีก

4. แบบทดสอบจับคู่ชุดหนึ่ง ๆ ควรมีประมาณ 5-15 ข้อ ถ้ามีมากเกินไป ผู้สอบจะเสียเวลาในการอ่านกลับไปกลับมาทำให้งง ถ้ามีน้อยเกินไป ผู้สอบจะเดาคำตอบได้ง่าย

5. ตัวเลือก หรือคำตอบควรมีมากกว่าตัวยืน อย่างน้อยประมาณ 24 ข้อ เพื่อลดโอกาสในการเดา

6. การเรียงลำดับข้อความ หรือคำในแต่ละคอลัมน์ควรกระจายตำแหน่งของคู่ที่จับกันแล้วถูกต้องสลับกันไป ไม่ควรให้อยู่ตรงกันเป็นคู่ หรือเรียงลำดับอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการเดาและการชี้แนะคำตอบ

7. ในการจับคู่หรือการตอบควรให้นำเฉพาะตัวอักษรหน้าข้อความหรือหน้าคำของคอลัมน์ที่เป็นตัวเลือกไปใส่ไว้หน้าข้อความหรือคำของคอลัมน์ที่เป็นตัวยืนหรือคำถาม

8. ในการจัดพิมพ์ควรให้ข้อสอบแต่ละชุดอยู่ในหน้าเดียว ไม่ควรให้ไปต่อหน้าอื่นเพราะจะทำให้ผู้สอบยุ่งยาก และเสียเวลาในการพลิกกลับไปกลับมา

ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบจับคู่

ข้อดี

1. เหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำ ประเภท ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไหร่ และอย่างไรได้ดี
2. สร้างได้ง่าย ตรวจสอบให้คะแนนง่ายและการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย
3. เหมาะสำหรับวัดความสามารถในการมองความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของหรือสาระ 2 ชุด

4. ประหยัดกระดาษและเนื้อที่ในการเขียนข้อสอบ

5. โอกาสในการเดามีน้อย

ข้อจำกัด

1. เขียนคำถามให้วัดสมรรถภาพทางปัญญาชั้นสูงได้ยาก
2. ข้อสอบแต่ละข้อมีโอกาสดูไม่เท่ากันข้อต้น ๆ มีโอกาสเดาถูกน้อยกว่าข้อท้าย ๆ
3. เป็นการยากที่จะสร้างข้อสอบให้เป็นเรื่องเดียวกันหรือเป็นเอกพันธ์
4. ในบางครั้งคำหรือข้อความหนึ่งอาจจับคู่กับคำหรือข้อความในอีกชุดหนึ่งได้มากกว่า 1 คำตอบ

5. การสร้างแบบทดสอบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือคำตอบที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุด หรือถูกที่สุด จากตัวเลือกต่าง ๆ ที่กำหนดได้ ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

5.1 ตอนนำหรือตัวคำถาม (stem) เป็นข้อความที่กระตุ้นใจให้ผู้สอบค้นหาคำตอบ

5.2 ตัวเลือก (choices หรือ option) เป็นส่วนที่เป็นไปได้ในการตอบคำถามซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวถูก (correct choice) และตัวลวง (distractors หรือ

decoys) โดยทั่วไปตัวเลือกมักจะกำหนดให้มี 3 - 5 ตัวเลือกซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายของคำถาม และระดับชั้นเรียน

หลักการเขียนตัวเลือก

1. เขียนตัวเลือกให้เป็นเรื่องราวเดียวกัน หรือประเภทเดียวกัน คำตอบที่ถูกและคำตอบที่ผิดต้องไม่แตกต่างกันชัดเจนจนเกินไปหรือถูกเด่น - ผิดโด่ง
2. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม ได้แก่ตัวเลือกประเภท “ถูกทุกข้อ” “ไม่มีข้อถูก” “ผิดหมด” “ก และ ข ถูก” “ยังสรุปแน่นอนไม่ได้” ฯลฯ ควรใช้กับคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ หรือยังเป็นปัญหาโต้แย้งกันอยู่ หรือใช้กับวิชาประเภทคำนวณด้วยตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก”
3. ในแต่ละข้อต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวหน้า
4. เขียนตัวถูก - ตัวลวงให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา
5. เขียนตัวเลือกให้เป็นอิสระจากกัน หรือตัวเลือกไม่ควรก้าวก่ากัน

โดยไม่ให้ตัวเลือกเป็นตัวเดียวกัน มีความหมายสับสนเนื่องสัมพันธ์กัน หรือครอบคลุมตัวเลือกอื่น ๆ

6. ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลือก โดยอาจจะเรียงจากมากไปหาน้อยหรือจากน้อย เพื่อให้ผู้สอบหาคำตอบได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ควรเรียงลำดับตัวเลือกจากสั้นไปยาวหรือจากยาวไปสั้นหรือเรียงลำดับเหตุการณ์ หรือตัวอักษร

ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบเลือกตอบ

ข้อดี

1. วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและสมรรถภาพทางปัญญาตั้งแต่ขั้นต้นถึงขั้นสูง
2. ตรวจสอบให้คะแนนได้ง่ายและรวดเร็ว เหมาะสำหรับการใช้สอบคัดเลือกที่มีผู้สอบจำนวนมาก ๆ
3. มีความเป็นปรนัยสูง ซึ่งสามารถเข้าใจคำถามได้ตรงกัน ตรวจสอบให้คะแนนตรงกันและการความหมายคะแนนได้ตรงกัน
4. สามารถนำมาวิเคราะห์ และปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ง่าย
5. มีโอกาสให้ความยุติธรรมสูง เพราะออกข้อสอบได้ครอบคลุมตัวอย่างของเนื้อหาและกรรมที่ต้องการวัด

ข้อจำกัด

1. สร้างได้ยากและเสียเวลาในการสร้างเพราะอาศัยความรู้ความชำนาญของผู้สร้างเป็นสำคัญ
2. วัดความคิดลึกซึ้งในเชิงความคิดสร้างสรรค์ความสามารถในการใช้ภาษาและแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ยาก

3. ไม่ส่งเสริมหรือช่วยสร้างทักษะการเขียน

4. สิ้นเปลืองมาก โดยต้องลงทุนกระดาษ หมึก และอุปกรณ์ในการสร้าง

และผลิตข้อสอบ

5. ส่งเสริมการเดา ถ้าผู้สอบไม่ต้องการคิดหาคำตอบอาจใช้การเดาคำตอบ

แทน

5. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

5.1 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ แบบทดสอบมีหลายประเภท ในการหาคุณภาพในบทนี้ขอกล่าวถึงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

5.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

5.1.2 พิจารณาโครงสร้างรายวิชา แล้วนำเนื้อหาที่จะทำการวิจัยมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และชั่วโมงสอน ในวิชาที่จะดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังการพิจารณาเนื้อหา ตัวชี้วัด ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

สาระ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด 4. สร้างแบบจำลองระบบย่อยอาหาร และบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหาร รวมทั้งอธิบายการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร

5. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหาร โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ

ด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง

3. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยออกแบบสร้างแบบจำลองและใช้แบบจำลองเพื่อ อธิบายลักษณะและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบย่อยอาหาร

แนวทางการวัดและประเมินตัวชี้วัด

3. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลอง จากแบบจำลองระบบย่อยอาหารที่ออกแบบสร้าง และใช้เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะและ

หน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบย่อยอาหาร และจากการเปรียบเทียบแบบจำลองกับของจริงได้อย่างถูกต้อง

สาระ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด 3 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์

4. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง

4. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยเขียนแผนภาพ วงจรไฟฟ้า

อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

แนวทางการวัดและประเมินตัวชี้วัด

4. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลอง จากแผนภาพ

วงจรไฟฟ้าอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ ถูกต้อง

ตัวชี้วัด 9 อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์

10. เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว

ด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง

4. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยเขียนแผนภาพ รังสีของแสง

แสดงการเกิดเงามืด เงามัว

แนวทางการวัดและประเมินตัวชี้วัด

4. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลอง จากแผนภาพ

รังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวได้ถูกต้อง

สาระ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้ง ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ตัวชี้วัด 1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดและเปรียบเทียบ

ปรากฏการณ์สุริยุปราคาและจันทรุปราคา

ด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง

3. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยการนำข้อมูล ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมาออกแบบและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เพื่อสร้างแบบจำลองการเกิดสุริยุปราคาและจันทรุปราคา

แนวทางการวัดและประเมินตัวชี้วัด

3. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลอง จากแบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดสุริยุปราคา และจันทรุปราคา

ตัวชี้วัด 3 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนีหินตะกอน และหินแปร และอธิบายวัฏจักรหินจากแบบจำลอง

ด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง

5. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยสามารถออกแบบ และสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายวัฏจักรหิน

แนวทางการวัดและประเมินตัวชี้วัด

5. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลองจากแบบจำลองที่สามารถแสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับวัฏจักรหิน

ตัวชี้วัด 5 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์ และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์

ด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง

3. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมาออกแบบและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อสร้างแบบจำลอง กระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์

แนวทางการวัดและประเมินตัวชี้วัด

3. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลอง จากแบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่ถูกต้องกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์

ตัวชี้วัด 10 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

11. ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

ด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง

4. ทักษะการสร้างแบบจำลองโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมาออกแบบและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เพื่อสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

แนวทางการวัดและประเมินตัวชี้วัด

4. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลองจากแบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับปรากฏการณ์เรือนกระจกได้อย่างถูกต้อง

ตาราง 1 แสดงเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1/2565

เนื้อหา	สาระ	ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แนวทางการวัดและประเมินตัวชี้วัด
วัฏจักรหิน	สาระ 3	3. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร และอธิบายวัฏจักรหินจากแบบจำลอง	5. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยสามารถออกแบบ และสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายวัฏจักรหิน	5. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลองจากแบบจำลองที่สามารถแสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับวัฏจักรหิน
ซากดึกดำบรรพ์	สาระ 3	5. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์ และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์	3. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยการนำข้อมูล ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมาออกแบบและเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อสร้างแบบจำลองกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์	3. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลองจากแบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่ถูกต้องกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์
เงามืดเงามัว	สาระ 2	9. อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์ 10. เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว	4. ทักษะการสร้างแบบจำลอง โดยเขียนแผนภาพ รังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว	4. ประเมินทักษะการสร้างแบบจำลองจากแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวได้ถูกต้อง

ตาราง 2 แสดงเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2/2565

เนื้อหา	สาระ	ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัดทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	แนวทางการวัดและ ประเมินตัวชี้วัด
ปรากฏการณ์ เรือนกระจก	สาระ 3	10. สร้างแบบจำลอง ที่อธิบายการเกิด ปรากฏการณ์เรือน กระจกและผลของ ปรากฏการณ์เรือน กระจกต่อสิ่งมีชีวิต 11. ตระหนักถึง ผลกระทบของ ปรากฏการณ์เรือน กระจก โดยนำเสนอ แนวทางการปฏิบัติ ตนเพื่อลดกิจกรรมที่ ก่อให้เกิดแก๊สเรือน กระจก	4. ทักษะการสร้าง แบบจำลองโดยการ นำข้อมูล ที่ได้จาก การสืบค้นข้อมูลมา ออกแบบและเลือกใช้ วัสดุอุปกรณ์เพื่อสร้าง แบบจำลองที่อธิบาย การเกิดปรากฏการณ์ เรือนกระจก	4. ประเมินทักษะ การสร้างแบบจำลอง จากแบบจำลองที่ แสดงให้เห็นถึง แนวคิดที่ถูกต้อง เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์เรือน กระจกได้อย่าง ถูกต้อง
อุณหภูมิต่ำ	สาระ 3	1. สร้างแบบจำลองที่ อธิบายการเกิดและ เปรียบเทียบ ปรากฏการณ์ สุริยุปราคาและ จันทรุปราคา	3. ทักษะการสร้าง แบบจำลอง โดยการ นำข้อมูล ที่ได้จาก การสืบค้นข้อมูลมา ออกแบบและเลือกใช้ วัสดุอุปกรณ์เพื่อสร้าง แบบจำลองการเกิด สุริยุปราคาและ จันทรุปราคา	3. ประเมินทักษะ การสร้างแบบจำลอง จากแบบจำลองที่ แสดงให้เห็นถึง แนวคิดที่ถูกต้อง เกี่ยวกับ การเกิดสุริยุปราคา และจันทรุปราคา

5.1.3 กำหนดรูปแบบของข้อสอบว่าจะสร้างแบบใด เช่นสร้างแบบปรนัย หรือสร้างแบบอัตนัย หรือสร้างทั้งแบบปรนัย และแบบอัตนัย

5.1.4 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งการกำหนด จำนวนข้อสอบนักวิจัยสามารถกำหนดได้ 2 แบบ ได้แก่

แบบที่ 1 กำหนดจำนวนข้อสอบโดยใช้ดุลยพินิจ นักวิจัยควรกำหนดจำนวน จำนวนข้อสอบเกินจากที่ต้องการจริง ประมาณร้อยละ 20-50

แบบที่ 2 กำหนดน้ำหนักตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะออกข้อสอบ โดยน้ำหนักรวมให้ได้ร้อยละ 100 เพื่อให้มีความง่ายต่อการคำนวณจำนวนข้อสอบ

5.1.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบและโครงสร้าง แบบทดสอบที่กำหนดไว้

5.1.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาคุณภาพ หรือ หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

5.1.7 นำผลการพิจารณาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่า ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) จากนั้นนักวิจัยต้องกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถาม โดย IOC ค่าสูงสุด จะเป็น +1 และต่ำสุดจะเป็น -1 ดังนั้นเกณฑ์การมีคุณภาพหรือมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา IOC มีค่าตั้งแต่ 0.50 - 1.00

5.1.8 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข หรือสร้างข้อสอบใหม่กรณีที่ไม่ผ่านให้ครบตาม จำนวนโครงสร้างแบบทดสอบที่กำหนดไว้ จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไป Try out กับกลุ่มที่มีลักษณะเหมือนกลุ่มตัวอย่าง

5.1.9 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหาความยากง่าย และอำนาจจำแนก ซึ่งรายละเอียดการวิเคราะห์ จะอยู่หัวข้อต่อไป

5.1.10 คัดข้อสอบให้ได้ตามจำนวนโครงสร้างแบบทดสอบที่กำหนดไว้ แล้วนำมาหา ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

5.1.11 ปรับปรุง และจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวิจัย ต่อไป

5.2 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

5.2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงกลุ่ม

โดยทั่วไปจะมีการหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีลำดับชั้น

ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจ นำข้อสอบที่สร้างเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับผู้เข้าสอบจำนวนหนึ่ง แล้วนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน

ขั้นที่ 2 รวมและเรียง รวมคะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคน จากนั้นเรียงกระดาษคำตอบจากคะแนนสูงสุดไปหาต่ำสุด

ขั้นที่ 3 แบ่งกลุ่มสูง-ต่ำ โดยใช้เทคนิค 25-50% แบ่งกลุ่มผู้เข้าสอบโดยใช้เทคนิค 25% หรือ 27% หรือ 50% ตามความเหมาะสม เมื่อคำนวณจำนวนกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำได้แล้วให้นำกระดาษคำตอบจากข้างบนลงมาจำนวนหนึ่งเรียกว่า กลุ่มสูง และนำกระดาษคำตอบจากข้างล่างขึ้นมาให้มีจำนวนเท่ากับกลุ่มสูง เรียกว่า กลุ่มต่ำ

นำกระดาษคำตอบที่เรียงคะแนนจากมากไปหาน้อยไว้แล้ว จากบนลงล่างจะได้กระดาษคำตอบลำดับที่ 1-100 จากกลุ่มตัวอย่าง 370 คน กลุ่มนี้จัดเป็นกลุ่มสูง และนำกระดาษคำตอบจากล่างขึ้นบน จะได้กระดาษคำตอบลำดับที่ 370-270 กลุ่มนี้จัดเป็นกลุ่มต่ำ

ขั้นที่ 4 นำกระดาษคำตอบในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ มานับความถี่ในการตอบแต่ละตัวเลือกของแต่ละข้อว่ามีนักเรียนเลือกตอบกี่คน

ขั้นที่ 5 นำค่ารวม (H) และรวม (L) ของแต่ละข้อไปคำนวณหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ตัวถูก} \quad p = \frac{H+L}{2N} \quad , \quad r = \frac{H-L}{N}$$

$$\text{ตัวลวง} \quad p = \frac{H+L}{2N} \quad , \quad r = \frac{L-H}{N}$$

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 3 เกณฑ์การพิจารณาตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและตัวลวงเป็น

ตัวถูก	ตัวลวง
P แทน ค่าความยากของข้อสอบ	P แทน ค่าความยากของข้อสอบ
r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ	r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก	H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก	L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง	N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ตาราง 4 เกณฑ์พิจารณาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ที่เป็นตัวถูก

ค่าความยากง่าย (p) ตัวถูก			ค่าอำนาจจำแนก (r, S, B) ตัวถูก	
			ค่าลบ	ใช้ไม่ได้
			.00	ไม่มีอำนาจจำแนก
.01 ถึง .09	ยากมาก	} มีคุณภาพ	.01 ถึง .09	ต่ำ
.10 ถึง .19	ยาก		.10 ถึง .19	ค่อนข้างต่ำ
.20 ถึง .39	ค่อนข้างยาก		.20 ถึง .40	ปานกลาง
.40 ถึง .60	ปานกลาง	} มีคุณภาพ	.41 ถึง .60	ค่อนข้างสูง
.61 ถึง .80	ค่อนข้างง่าย		.61 ถึง 1.00	สูง
.81 ถึง .90	ง่าย			
.91 ถึง 1.00	ง่ายมาก			

ตาราง 5 เกณฑ์พิจารณาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ที่เป็นตัวลวง

ค่าความยากง่าย (p) ตัวลวง			ค่าอำนาจจำแนก (r,S,B) ตัวลวง	
			ค่าลบ	ใช้ไม่ได้
.00 ถึง .04	ใช้ไม่ได้	} มีคุณภาพ	.00 ถึง .04	ใช้ไม่ได้
.05 ถึง .09	พอใช้		.05 ถึง .09	พอใช้
.10 ถึง .30	ใช้ได้		.10 ถึง .30	ใช้ได้
.31 ถึง .50	พอใช้	} มีคุณภาพ	.31 ถึง .50	พอใช้
.51 ถึง 1.00	ใช้ไม่ได้		.51 ถึง 1.00	ใช้ไม่ได้

5.2.2 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์

การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์ จะมุ่งเน้นการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามจุดประสงค์นั้นอย่างแท้จริง จึงไม่จำเป็นต้องพิจารณาค่าความยาก เพราะแม้จะเป็นข้อที่ง่ายหรือยากก็ไม่ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ซึ่งมีหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง 2 วิธี คือการหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) และจากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) แต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

วิธีที่ 1 ดัชนี เอส (S-Index หรือ Sensitivity Index) เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบ 2 ครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) เป็นวิธีที่เสนอโดยคริสปินและเฟลด์ฮูเซน (Kryspin and Feldhuson) มีสูตรดังนี้

$$S = \frac{R_{\text{pos}} - R_{\text{pre}}}{N}$$

เมื่อ S แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 R_{pos} แทน จำนวนคนที่ตอบถูกหลังสอน
 R_{pre} แทน จำนวนคนตอบถูกก่อนสอน
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

วิธีที่ 2 การหาค่าอำนาจจำแนก จากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) เป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan) ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้เรียกว่า ดัชนี บี (B-Index หรือ Brennan Index) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2} \quad \text{ตัวถูก}$$

$$B = \frac{L}{N_2} - \frac{U}{N_1} \quad \text{ตัวลง}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 U แทน จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
 L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
 N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N₂ แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

เกณฑ์แปลความหมายของ ค่าดัชนี S ทั้งตัวถูกและตัวลวง ให้ใช้ตาราง 1 และ ตาราง 2 เกณฑ์พิจารณาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ที่เป็นตัวถูก และตัวลวง ตามลำดับ การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิค 27% ในการวิเคราะห์ ข้อมูลแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ และปรนัยชนิดถูก-ผิด เต็มค่า จับคู่ เพราะข้อมูลมีลักษณะ การกระจายเป็นเส้นโค้งปกติ แสดงให้เห็นว่าหากคะแนนผู้สอบมีการแจกแจงเป็นปกติแล้ว การนำคะแนนของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมาวิเคราะห์เพียงร้อยละ 27 จะให้ผลได้เหมือนกับนำผลการ สอบของนักเรียนทั้งหมด 100% มาวิเคราะห์เช่นกับการใช้เทคนิค 27% มาเป็นหลักในการหาค่า ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกนั้น

5. ความเที่ยงตรง

อพันธ์รี พูลพุทธา (2564 : 170-173) กล่าวถึง การวิเคราะห์ความเที่ยงตรง มีรายละเอียดดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

การพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหมักอาศัยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เป็นหลัก (ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่เป็นที่ยอมรับของคนในวงการ/สาขางานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหรือ เรื่องที่จะวัดและผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล) โดยทำการพิจารณาความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือตัวชี้วัด วิธีตรวจสอบ

1.1 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ มุ่งเน้นในประเด็นความตรง ของเครื่องมือวัดคือ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นหลัก และพิจารณาลักษณะของข้อสอบที่ดี ประกอบด้วย นั่นคือพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ข้อคำถามของข้อสอบตรงกับตัวชี้วัดหรือไม่
- 2) ข้อคำถามมีความเป็นปรนัย เหมาะสม ชัดเจน หรือไม่ ระดับภาษาหรือ คำถามเหมาะสมกับระดับชั้นหรือไม่
- 3) ข้อความในข้อสอบกะทัดรัด ชัดเจนหรือไม่ ระดับภาษาเหมาะสมกับ ผู้ตอบหรือไม่ใช้ศัพท์เทคนิคเกินความจำเป็นหรือไม่

1.2 บันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ข้อสอบแล้วจะบันทึกความคิดเห็นลงในแบบบันทึกการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ ตัวชี้วัด

1.3 หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัด (IOC) ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาความสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องของข้อคำถามรายข้อ (สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง) แล้วนำผลรวมรายข้อมาหาค่าเฉลี่ยที่เรียกว่า ดัชนี IOC ดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับตัวชี้วัด
 ΣR คือ ผลรวมของความเห็นผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การพิจารณา คือ

ค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าข้อคำถามสอดคล้องกับตัวชี้วัดให้นำไปใช้
 ค่า IOC ต่ำกว่า .50 ควรปรับปรุง หรือตัดทิ้ง หรือสร้างใหม่

2. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มีวิธีการตรวจสอบดังนี้

2.1 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients) เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนน 2 ชุด จากแบบทดสอบที่คาดหวังว่าวัดในสิ่งเดียวกัน โดยใช้แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับต่างกัน แต่วัดในคุณลักษณะเดียวกัน เช่น ครูสร้างแบบทดสอบความมีวินัยในการเรียนรู้ 1 ฉบับ ครูต้องการทราบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างหรือไม่ จึงนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้ไปหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบที่ได้รับการยอมรับหรือได้รับการตรวจสอบแล้วว่าสามารถวัดความมีวินัยในการเรียนรู้ได้จริง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ถ้าพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงและมีทิศทางเดียวกัน ก็สรุปได้ว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.2 การใช้กลุ่มที่รู้จักอยู่แล้ว (Known-group technique) เป็นวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะระหว่างบุคคล 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่รู้จักอยู่แล้วว่ามีคุณลักษณะที่ต้องการจะวัดกับกลุ่มที่รู้ว่าไม่มีคุณลักษณะที่ต้องการจะวัด แล้วนำคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่มมาทดสอบความแตกต่าง ถ้ากลุ่มที่มีคุณลักษณะที่จะวัดมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีคุณลักษณะที่จะวัดอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าแบบทดสอบนี้มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง แบบทดสอบสามารถจำแนกคนออกเป็น 2 กลุ่มได้ บางครั้งเราเรียกวิธีหาความเที่ยงตรงวิธีนี้ว่า ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (discriminant validity)

2.3 ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง มีวิธีการตรวจสอบดังนี้

2.3.1 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ ตรวจสอบโดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่ต้องการหาความเที่ยงตรงไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบที่ใช้เป็นเกณฑ์ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นพฤติกรรมบางอย่างที่สนใจในสภาพที่เป็นจริงในปัจจุบัน ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูง และมีทิศทางเดียวกัน แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

2.3.2 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ ตรวจสอบโดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่ต้องการหาความเที่ยงตรงไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบที่ใช้เป็นเกณฑ์ในอนาคตการแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

6. ความยาก

อพันตรี พูลพุทธา (2564 : 168) กล่าวว่า ความยาก (difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อยเพียงใด หรืออัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างตอบผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นก็มีความยาวปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะ ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เพราะคุณค่าของข้อสอบดังกล่าวจะช่วยจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ส่วนทฤษฎีการวัดแบบอิงเกณฑ์ ถือว่าข้อสอบที่ดีคือ สามารถวัดว่าผู้เรียนเรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่ การที่ทุกคนทำข้อสอบได้ถูกแสดงว่าเขาบรรลุตามจุดประสงค์ตามที่ต้องการ ดังนั้นสิ่งสำคัญของข้อสอบอยู่ที่ว่าสามารถวัดในจุดประสงค์ที่ต้องการได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดี แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

ณัฐภรณ์ หลาวทอง (2561 : 82) กล่าวว่า ความยากถือเป็นความเข้มของข้อคำถามที่หากผู้รับการทดสอบที่มีคุณลักษณะทางพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมองสูงในเรื่องนั้นจะมีโอกาสทำข้อที่มีความยากมากได้ขณะที่ผู้รับการทดสอบที่มีคุณลักษณะทางพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมองต่ำในเรื่องนั้นจะมีโอกาสทำข้อที่มีความยากน้อยได้ ความยาก (difficulty index) ตามแนวคิดทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมมีการกำหนดให้เป็นตัวเลขที่เป็นรูปธรรมจากการคำนวณสัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบ/ข้อคำถามนั้นถูกต้องต่อจำนวนผู้รับการทดสอบทั้งหมด และมักแทนสัญลักษณ์เป็นค่า P ที่ย่อมาจากสัดส่วน (proportion) หรือเปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ตอบถูก (percent) ดังตัวอย่างในตารางต่อไปนี้

กรณีการวิเคราะห์ข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบสองค่า (0, 1) ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน

ตาราง 6 ตัวอย่างผลการตอบข้อสอบเลือกตอบที่มีผู้เข้าร่วมการทดสอบ 100 คน

ข้อสอบ (เฉลย)	กลุ่มที่ทำ คะแนนได้สูง 25 คน (H)	กลุ่มที่ทำคะแนน ได้ปานกลาง 50 คน (M)	กลุ่มที่ทำ คะแนนได้ต่ำ 25 คน (L)	รวมผู้ตอบ ข้อสอบได้ ถูกต้อง	ค่าความยาก (p)
1. (ค)	25	50	25	100	1
2. (ง)	24	32	4	60	.60
3. (ก)	5	15	20	40	.40
4. (ข)	5	5	0	10	.10

จากตารางจะพบว่า ข้อที่ 1 มีผู้รับการทดสอบตอบถูกทุกคน ถือเป็นข้อที่ง่าย ส่วนข้อ 4 มีผู้รับการทดสอบตอบถูกเพียง 10 คน ถือเป็นข้อที่ยาก ดังนั้น หากนำจำนวนผู้รับการทดสอบที่ทำถูกในแต่ละข้อหารด้วยจำนวนผู้รับการทดสอบทั้งหมด ($N = 100$) จะมีค่าความยากเท่ากับ 1 และ .10 ตามลำดับ แปลผลได้ว่ามีจำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อสอบได้ถูกต้อง และมีจำนวนคนเพียงร้อยละ 10 ที่ทำข้อสอบได้ถูกต้อง ดังนั้น หากค่าความยากมีค่าเข้าใกล้ 1 หมายความว่าข้อสอบนั้นง่าย และหากค่าความยากเข้าใกล้ 0 หมายความว่าข้อสอบนั้นยาก ดังสูตรต่อไปนี้

$$P = \frac{H+M+L}{N} \quad (1)$$

$$P = \frac{H+L}{N_H+N_L} \quad (2)$$

- เมื่อ P คือ ความยาก
H คือ จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
L คือ จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
M คือ จำนวนคนกลุ่มปานกลางที่ตอบถูก
N คือ จำนวนผู้รับการทดสอบทั้งหมด
 N_H คือ จำนวนผู้รับการทดสอบที่จัดอยู่ในกลุ่มสูง
 N_L คือ จำนวนผู้รับการทดสอบที่จัดอยู่ในกลุ่มต่ำ

เมื่อพิจารณาจากสูตรที่ (1) ถือว่ามีความถูกต้องตรงตามนิยามมากที่สุด และมักใช้สูตรที่ (1) นี้ในโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อสอบโดยทั่วไป ในกรณีของสูตรที่ (2) เป็นประโยชน์ในการคำนวณผู้รับการทดสอบที่มีจำนวนผู้รับการทดสอบที่มีจำนวนมากและต้องการคำนวณด้วยมือก็สามารถกระทำได้

สำหรับการแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำนั้นมีหลักในการแบ่งกลุ่ม คือ การเรียงคะแนนรวมในการทดสอบครั้งนั้นจากน้อยไปมาก หรือมากไปน้อยก็ได้ แล้วทำการแบ่งกลุ่มจากจำนวนร้อยละของผู้รับการทดสอบโดยใช้ 25% 27% 50% หมายความว่า ถ้ามีผู้รับการทดสอบ 100 คน ใช้ 259 หมายถึง จะมีผู้ที่ได้คะแนนต่ำสุด 25 คน เป็นกลุ่มต่ำ และจะมีผู้ที่ได้คะแนนสูงสุด 25 คน เป็นกลุ่มสูง ทั้งนี้จะเลือกใช้เทคนิค 25% หรือ 50% จะพิจารณาตามจำนวนผู้รับการทดสอบทั้งหมดเป็นเรื่องสำคัญ หากมีผู้รับการทดสอบเพียง 60 คน อาจใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ 50% เพื่อแบ่งกลุ่มสูงเป็น 30 คน และกลุ่มต่ำ 30 คน แต่ถ้ามีผู้รับการทดสอบทั้งสิ้น 1,000 คน อาจใช้เทคนิค 10% เพื่อแบ่งกลุ่มสูงเป็น 100 คน และกลุ่มต่ำเป็น 100 คน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำควรมีจำนวนที่เท่ากัน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

การแปลผลความยากของทั้งข้อสอบปรนัยที่ให้คะแนนแบบ 2 ค่า และข้อสอบอัตนัยที่ให้คะแนนหลายค่ามีเกณฑ์การแปลผลค่าความยากดังนี้

0.00-0.19	หมายถึง ยาก
0.20-0.39	หมายถึง ค่อนข้างยาก
0.40-0.60	หมายถึง ยากปานกลาง
0.61-0.80	หมายถึง ค่อนข้างง่าย
0.81-1.00	หมายถึง ง่าย

ทั้งนี้ ในการทดสอบแบบอิงกลุ่มนิยมคัดเลือกข้อที่มีความยากระดับ 0.20-0.80 เก็บไว้ใช้ แต่จะตัดข้อที่มีความยากและง่ายออกไป เนื่องจากข้อเหล่านี้มีโอกาสที่ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าน้อยได้ ซึ่งจะมีผลให้คุณภาพเครื่องมือด้านความเที่ยงมีโอกาสน้อยลงเช่นกัน

สมนึก ภัทธยธนี (2565 : 198) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วน (Ratio) ของจำนวนคนตอบถูกต้องจำนวนคนทั้งหมด ส่วนสูตรหาค่าความยากเป็นดังนี้

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

เมื่อ P แทน ความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

สรุปได้ว่า ความยากของข้อสอบ หมายถึง การคำนวณสัดส่วนหรืออัตราส่วนของ ผู้เข้าสอบที่ตอบถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด สัญลักษณ์ใช้แทนค่า P

7. อำนาจจำแนกของข้อสอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2565 : 200-203) กล่าวว่า อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) หมายถึง อัตราส่วนของผลต่างระหว่างจำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูกต้องกับจำนวนคนใน กลุ่มต่ำตอบถูกต้องจำนวนคนทั้งหมด

การหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ มีลำดับขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำแบบทดสอบ (ควรสร้างเพื่อไว้ 20% - 50%) ไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนจำนวนหนึ่ง (ควรใช้จำนวน 30 คน ขึ้นไป) แล้วนำกระดาษคำตอบมาตรวจให้ คะแนนตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

ขั้นที่ 2 นำกระดาษคำตอบมาจัดเรียงจากคะแนนรวมสูงสุดไปหาต่ำสุด (กระดาษคำตอบที่ได้คะแนนรวมเท่ากันจะเรียงติดกัน โดยเรียงแผ่นใดก่อนก็ได้)

ขั้นที่ 3 นับกระดาษคำตอบจากข้างบนลงมาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า กลุ่มสูง (High Group) ใช้อักษรย่อว่า ส หรือ H และนับกระดาษคำตอบจากข้างล่างขึ้นมา ให้มีจำนวนเท่ากับ กลุ่มสูง เรียกว่า กลุ่มต่ำ (Low Group) ใช้อักษรย่อว่า ต หรือ L ส่วนที่เหลือ (ถ้ามี) เรียกว่า กลุ่มกลาง ซึ่งโดยวิธีนี้ไม่ต้องนำมาใช้

ตัวอย่าง ทำการทดสอบนักเรียนจำนวน 60 คน ถ้าต้องการกระดาษคำตอบ ในกลุ่มสูง 25% และกลุ่มต่ำ 25% (เรียกว่าใช้เทคนิค 25% แต่ในความเป็นจริงถ้ามีผู้เข้าสอบเพียง 60 คน ควรใช้เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมากกว่านี้) ดังนั้นในกระดาษคำตอบในกลุ่มสูง 15 แผ่น (ส 1 - ส 15) และกลุ่มต่ำ 15 แผ่น (ต 1 - ต 15)

หมายเหตุ กระดาษคำตอบในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำจะมีจำนวนอย่างน้อยเพียงใด ให้ยึดหลัก ดังนี้

1. ถ้าทดสอบกับนักเรียนจำนวนมากเป็นร้อยเป็นพัน ก็ควรตัดให้เป็นกลุ่มสูงจำนวน น้อย เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ต่ำกว่า 25% (ส่วนกลุ่มต่ำทำในทำนองเดียวกัน)
2. ถ้าทดสอบกับนักเรียนจำนวนน้อย เพียงหนึ่งห้องเรียน หรือ 30 - 50 คน ก็ควรตัดให้เป็นกลุ่มสูงจำนวน มาก เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่เกิน 50% (ส่วนกลุ่มต่ำทำในทำนองเดียวกัน)

สรุปได้ว่า แต่ละกลุ่มจะมีจำนวนกระดาษคำตอบตั้งแต่ 25% - 50%

โดยยึดหลักว่า ถ้าจำนวนนักเรียนมีมากก็ตัดแต่ละกลุ่มให้มีกระดาษคำตอบจำนวนน้อยเปอร์เซ็นต์ และถ้าจำนวนนักเรียนมีน้อย ก็ตัดแต่ละกลุ่มให้มีกระดาษคำตอบมากเปอร์เซ็นต์ แต่การวิเคราะห์ข้อสอบมักจะนิยมใช้กลุ่มละ 25%, 30%, 40% หรือ 50%

ขั้นที่ 4 นำกระดาษคำตอบในกลุ่มสูง (ส 1 - ส 15) ไปลงรอยขีด (Tally) ในแบบฟอร์ม เฉพาะข้อที่ตอบถูก เพื่อนับความถี่ในแต่ละข้อว่ามีคนในกลุ่มสูงตอบถูกกี่คน สำหรับกลุ่มต่ำทำในทำนองเดียวกัน

ขั้นที่ 5 นำค่ารวม (H) และรวม (L) ของแต่ละข้อไปคำนวณหาค่าความยาก และอำนาจจำแนก โดยใช้สูตร ดังนี้

$$P = \frac{H+L}{2N}$$

$$r = \frac{H-L}{N}$$

เมื่อ P	แทน	ความยากของข้อสอบ
r	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
N	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

หมายเหตุ

1. ลักษณะบางประการของค่า P ที่ต้องทราบ มีดังนี้
 - 1.1 p เป็นสัญลักษณ์ของอัตราส่วน (Ratio) หรือร้อยละ (Percentage) แทนค่าความยากของข้อสอบ
 - 1.2 P จะมีค่า ตั้งแต่ .00 ถึง 1.00
 - 1.3 * ค่า P ตั้งแต่ .20 ถึง .80 แสดงว่าข้อสอบมีคุณภาพ จะคัดเลือกไว้
 - 1.4 ถ้าค่า P = .40 ถึง .60 แสดงว่าข้อสอบมีความยากปานกลางหรือมีค่าความยากง่ายพอเหมาะ (เป็นค่าที่ดีมาก)
 - 1.5 ถ้าค่า p เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบง่าย และถ้า P = 1.00 แสดงว่าง่ายมาก (ทั้งสองกลุ่มตอบข้อนั้นถูกทุกคน)

1.6 ถ้าค่า p เข้าใกล้ $.00$ แสดงว่าข้อสอบยาก และถ้า $p = .00$ แสดงว่า
ยากมาก (ทั้งสองกลุ่มตอบข้อนั้นผิดทุกคน)

2. ลักษณะบางประการของค่า r ที่ต้องทราบ มีดังนี้

2.1 r เป็นสัญลักษณ์เปรียบเสมือนค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)

แบบพอยท์ไบซีเรียล แทนค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

2.2 r จะมีค่า ตั้งแต่ -1.00 ถึง 1.00

2.3 * ค่า ตั้งแต่ $.20$ ถึง 1.00 แสดงว่าข้อสอบมีคุณภาพ จะคัดเลือกไว้ใช้

2.4 ถ้าค่า r เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง (เป็นค่าที่ดี
มาก) และถ้า $r = 1.00$ แสดงว่ามีอำนาจจำแนกสูงสุด (กลุ่มสูงตอบข้อนั้นถูกทุกคน ส่วนกลุ่มต่ำตอบผิด
ทุกคน)

2.5 ถ้าค่า r เข้าใกล้ $.00$ แสดงว่าข้อสอบมีอำนาจจำแนกต่ำ และถ้า $r = .00$
แสดงว่าไม่มีอำนาจจำแนก (จำนวนคนในกลุ่มสูงกับจำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบข้อนั้นถูกเท่ากัน)

2.6 ถ้าค่า r เป็นลบ แสดงว่าจำนวนคนในกลุ่มต่ำ ตอบข้อนั้นถูกมากกว่า
จำนวนคนในกลุ่มสูง จึงเป็นข้อสอบที่ใช้ไม่ได้

ขั้นที่ 6 เนื่องจากข้อสอบที่ดี ต้องมีคุณภาพทั้งค่า r และ P (แต่ค่านี้นับคุณภาพของค่า
 r มากกว่าค่า P) ดังนั้นเพื่อความสะดวกจึงต้องนำค่า P และค่า r มาพิจารณาเป็นรายข้อพร้อมกัน
เพื่อจะได้ทราบว่าข้อใดมีคุณภาพควรคัดเลือกไว้ใช้ ข้อใดบกพร่องต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไข

การแปลผลอำนาจจำแนกของทั้งข้อสอบปรนัยที่ให้คะแนน 2 ค่าและ
ข้อสอบอัตนัยที่ให้คะแนนหลายค่ามีเกณฑ์การแปลผลค่าอำนาจจำแนกดังนี้

≥ 0.40 หมายถึง จำแนกได้ดีมาก

$0.30-0.39$ หมายถึง จำแนกได้ดี

$0.20-0.29$ หมายถึง จำแนกได้พอใช้

$0.01-0.19$ หมายถึง จำแนกได้ต่ำ

≤ 0.00 หมายถึง จำแนกไม่ได้

สรุปว่า อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถชี้บ่ง
อัตราส่วนของผลต่างระหว่างจำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูกกับจำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
เป็นแบบทดสอบที่ความสามารถจำแนกความรู้ความสามารถของบุคคลออกจากกันได้อย่างชัดเจน

8. ความเชื่อมั่น

สมนึก ภัททิยธนี (2565 : 200-203) กล่าวว่า การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
แยกเป็นแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ มีรายละเอียด ดังนี้

1. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

วิธีหาค่าความเชื่อมั่นที่นิยมใช้ แบ่งเป็น 4 วิธี คือ

1. วิธีใช้แบบทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method) วิธีนี้ทำได้โดยนำ

แบบทดสอบ 1 ฉบับ ที่ต้องการหาค่าความเชื่อมั่นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง ในสถานการณ์ที่เหมือน ๆ กัน (แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง) ระยะเวลาห่างกันพอสมควร คือประมาณ 1 - 8 สัปดาห์ เมื่อตรวจให้คะแนนเสร็จก็นำคะแนนทั้ง 2 ชุดนั้น ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson) ซึ่งบางครั้งเรียกว่า สัมประสิทธิ์ความคงที่ (Coefficient of Stability) สูตรเป็นดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Forms Method) วิธีนี้ทำได้โดยสร้าง

แบบทดสอบ 2 ฉบับ ที่มีลักษณะคู่ขนานกัน กล่าวคือ จำนวนข้อเท่ากัน วัตถุประสงค์เนื้อหาเดียวกัน เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งเพียงฉบับละ 1 ครั้ง (แบบทดสอบ 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งเพียงฉบับละ 1 ครั้ง) แล้วตรวจให้คะแนน ถ้าพบว่าได้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบ 2 ครั้ง เท่า ๆ กัน (คือ ทดสอบนัยสำคัญด้วย t - test แล้วไม่แตกต่างกัน) จึงทำการหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เช่นเดียวกับวิธีที่ 1

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split - Half Method) วิธีนี้ทำได้ โดยนำ

แบบทดสอบ 1 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งเพียง 1 ครั้ง แต่การตรวจให้คะแนน จะตรวจทีละครึ่งฉบับ จะได้คะแนน 2 ชุด (แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งเพียง 1 ครั้ง โดยตรวจแบบข้อคู่ - ข้อคี่ หรือแบบครึ่งแรก - ครึ่งหลัง หรือใช้วิธีสุ่มครึ่งละครึ่งฉบับมาตรวจก็ได้) นำคะแนน 2 ชุดนี้ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เช่นเดียวกับวิธีที่ 1

แต่ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ จะเป็นค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบเพียงครึ่งฉบับ (ชุดละครึ่งฉบับ) จึงต้องนำมาปรับขยายให้เต็มฉบับ โดยใช้สูตรของสเปียร์แมน บราวน์ (Spearman Brow) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{2R_{hh}}{1 + r_{hh}}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเต็มฉบับ
 r_{hh} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ

4. วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) วิธีนี้มีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า การหาความคงที่ภายใน (Internal Consistency) ซึ่งใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับดำเนินการสอบเพียง 1 ครั้ง และต้องเป็นประเภทตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน มีสูตรหาค่าความเชื่อมั่น 2 สูตร คือ KR - 20 และ KR - 21 ดังนี้

4.1 สูตร KR-20 การคำนวณโดยใช้สูตรนี้ต้องหา อัตราส่วนของคนที่ตอบถูก(p) และ อัตราส่วนของคนที่ตอบผิด (4) ในแต่ละข้อ จึงถือได้ว่าเป็นสูตรที่มีความละเอียดถูกต้องมากกว่าสูตร KR - 21 และควรมีข้อสอบอย่างน้อย 20 ข้อ นอกจากนี้ต้องคำนึงข้อตกลงที่ว่าข้อสอบทั้งหมดมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) คือวัดคุณลักษณะเดียวกัน และมีความยากใกล้เคียงกัน

4.2 สูตร KR-21 การคำนวณโดยสูตรนี้ต้องหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และความแปรปรวน (S^2)

2. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามแนวอิงเกณฑ์มีหลายแนวคิด แต่ในที่นี้จะจำแนกเป็น 2 แนวคิด คือ

แนวคิดที่ 1 ความเชื่อมั่นที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ กลุ่มนี้มีความเชื่อว่า แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นจะสามารถจำแนกผู้สอบว่าใครเป็นผู้รอบรู้ (สอบผ่าน) ใครเป็นผู้ไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่าน) ได้อย่างคงเดิม ซึ่งวิธีการพิจารณาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้นั้น อาจทำได้ 2 แบบ ดังนี้ (ทำการทดสอบ 2 ครั้ง)

แบบที่ 1 ใช้แบบทดสอบคุณานาน 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว 1 ครั้ง

แบบที่ 2 ใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดียว 2 ครั้ง

แนวคิดที่ 2 ความเชื่อมั่นชนิดที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคนที่แปรปรวนไปจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่มครั้งเดียว ซึ่งมีวิธีคำนวณหลายวิธี

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน (2561 : 84) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หรือความเที่ยง (Reliability) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือทั้งฉบับที่บ่งบอกว่าเครื่องมือดังกล่าวมีความคงเส้นคงวา (Consistency) ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะใช้วัดที่ครั้งก็ตาม หรือผลการวัดแตกต่างจากเดิมน้อยมาก ซึ่งถือว่าเป็นดัชนีที่

มีความสำคัญสำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยจะต้องวิเคราะห์คุณภาพและนำเสนอในรายงานการวิจัยด้วยในการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

9. เกณฑ์ปกติ (Norms)

9.1 ความหมายเกณฑ์ปกติ

สมนึก ภัททิยธนี (2565 : 271) กล่าวว่า เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้อย่างดีแล้ว และเป็นคะแนนตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้สอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร การสร้างเกณฑ์ปกติจึงต้องคำนึงถึงหลัก 3 ประการ ดังนี้

1. ความเป็นตัวแทนที่ดี หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้สร้างเกณฑ์ปกติ ต้องเกิดจากการสุ่มที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร การสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็นทำได้หลายวิธีทั้งนี้ต้องเลือกวิธีสุ่มให้เหมาะสมกับลักษณะประชากร
2. มีความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การนำคะแนนสอบไปเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้วสามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริงหรือไม่ เช่น นักเรียนคนหนึ่งสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 20 คะแนน ตรงกับคะแนน T ปกติ 50 แปลว่า มีความสามารถปานกลาง ความเป็นจริงจะเป็นเช่นนั้นจริงหรือไม่ ในเรื่องนี้จึงถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก
3. มีความทันสมัย เกณฑ์ปกตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรกลุ่มนั้น การพัฒนาคนมีอยู่ตลอดเวลา เทคโนโลยี สภาพแวดล้อม การบริโภคอุปโภค สิ่งเหล่านี้ จะช่วยให้คนเก่งหรืออ่อนได้ ดังนั้นเกณฑ์ปกติที่เคยศึกษาไว้นานแล้วหลายปี อาจจะไม่ตรงกับความเป็นจริง จึงต้องสร้างขึ้นมาใหม่ให้ทันสมัย โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ 5 ปี

9.2 หลักการสร้างเกณฑ์ปกติ

สมนึก ภัททิยธนี (2565 : 273) กล่าวว่า การเปลี่ยนคะแนนสอบ (คะแนนดิบ) เป็นคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) โดยสุ่มตัวอย่างมาจากประชากรให้มีจำนวนมาก 1 คะแนนสอบ จะกระจายจากสูงสุดไปหาต่ำสุดเข้าลักษณะโค้งปกติ คะแนนสอบทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนน จะถูกแปลงเป็นคะแนน T ปกติ การนำเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบวัดฉบับนี้ไปใช้ก็จะมีปัญหา เพราะสามารถเทียบคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ ได้ทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนน แต่ถ้าจำนวนผู้เข้าสอบมีไม่มากพอ หรือข้อสอบยากง่ายเกินไปจะเกิดปัญหาการสร้างเกณฑ์ปกติ กล่าวคือ คะแนน T ปกติ ที่แปลงมาจะไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด หรือแม้จะสุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมาก ๆ เป็นจำนวนนับพันก็อาจจะไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนเข้าใกล้คะแนนเต็มหรือเข้าใกล้ : จึงจำเป็นต้องขยายคะแนน T ปกติ ให้ครอบคลุมคะแนนสอบทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนน

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ มีลำดับขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงจากมากไปหาน้อยแล้วนำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่า f และ cf

ขั้นที่ 3 หาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ (จะหาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ของชั้นใด ต้องใช้ค่า Cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้นแต่ใช้ค่า f ของชั้นนั้น ซึ่งคล้ายกับหลักการคำนวณหาค่ามัธยฐาน (Md))

ขั้นที่ 4 เอาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ คูณด้วย $\frac{100}{N}$ ได้เป็น $(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$ ค่าที่ได้เรียกว่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank = PR) แสดงถึงค่าของพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจงความถี่ ซึ่งมีค่าทั้งหมดเป็น 1 หรือ 100%

ขั้นที่ 5 นำค่า $(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$ หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) ที่ได้ในขั้นที่ 4 ไปเทียบค่า T ปกติ จากตารางสำเร็จรูป ดังนี้

ตาราง 7 ตารางเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนน T ปกติ

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.003	.004	.007	.011	.016	.023	.034	.048	.069	.097
2	.13	.19	.26	.35	.47	.62	.82	1.07	1.39	1.79
3	2.28	2.87	3.59	4.46	5.48	6.68	8.08	9.68	11.51	13.57
4	15.87	18.41	21.19	24.20	27.43	30.85	34.46	38.21	42.07	46.02
5	50.00	53.98	57.93	61.79	65.54	69.15	72.57	75.80	78.81	81.59
6	84.13	86.43	88.49	90.32	91.92	93.32	94.52	95.54	96.41	97.13
7	97.72	98.21	98.61	98.93	99.18	99.38	99.53	99.65	99.74	99.81
8	99.865	99.903	99.931	99.952	99.966	99.977	99.984	99.989	99.993	99.995

วิธีเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนนที่ปกติ

1. ตารางเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) เป็นคะแนน T ปกติ ข้างต้นนี้เป็นตารางที่ปรับรูปแบบมาจากตารางการเปลี่ยนค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ เป็นคะแนน T ปกติที่อยู่ในภาคผนวกของหนังสือเกี่ยวกับสถิติเพื่อการวิจัย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้
2. ค่าของคะแนน T ตามแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ เลข 1-8) แสดง หลักสิบ และตามแนวนอน (แถวบน เลข 0-9) แสดง หลักหน่วย

3. ให้นำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ : $(cf + \frac{1}{2}f) \frac{100}{N}$ มาเทียบกับค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่อยู่ในตารางนี้ซึ่งมีค่าทศนิยม 2-3 ตำแหน่ง โดยพิจารณาค่าที่ตรงกัน หรือหากมีค่าไม่ตรงกันให้เลือกใช้ค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเป็นหลัก

4. ให้อ่านคะแนน T หลักสิบ จากแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ) และรวมกับ หลักหน่วย จากแนวนอน (แนวนอน) เช่น ถ้าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่า 91.92 จะได้คะแนน T = 64 หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ 13.57 จะได้คะแนน T = 39 หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่า 2.0 จะได้คะแนน T = 29 (เพราะ 2.0 ใกล้ 1.79 มากกว่า 2.28) เป็นต้น

หลักการขยายคะแนน T ปกติ แบบเดิม กระทำโดยเขียนกราฟจากคู่อันดับระหว่างคะแนนสอบกับคะแนน T ปกติ จากนั้นพิจารณาแนวโน้มจากจุดกราฟแต่ละตำแหน่ง แล้วลากเส้นให้ผ่านจุดกราฟต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้มากที่สุดไปตัดทั้งแกน X และแกน Y ทั้งนี้ต้องพยายามลากเส้นตรงให้ผ่านคะแนน T ปกติที่ 50 ด้วย จึงสามารถอ่านคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ ที่ต้องการขยายได้อย่างเหมาะสม แต่การลากขยายเส้นตรงที่คาดว่าครอบคลุมคะแนนผลการสอบทุกคะแนน (Extrapolate) ดังกล่าว ถ้าใช้มือและสายตาคะประมาณก็ไม่มีหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ว่าเส้นตรงมีความเหมาะสม (Fit a Straight Line) ทำให้เกณฑ์ปกติมีความคลาดเคลื่อนได้ วิธีที่ดีกว่านี้ก็คือการขยายคะแนน T ปกติ โดยอาศัยสมการพยากรณ์

สรุป

1. การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยอาศัยสมการพยากรณ์ มี 4 ขั้นตอน
2. การนำวิธีการกำลังสองต่ำสุด มาสร้างเกณฑ์ปกติ โดยมีฐานความคิดที่ว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลการสอบ กับคะแนน T ปกติ เป็นแบบเส้นตรง จึงใช้สมการพยากรณ์เชิงเส้นมาพยากรณ์คะแนน T ปกติที่ปรับแก้ (T_c) จากคะแนนสอบ ได้ หากความสัมพันธ์ไม่เป็นแบบเชิงเส้น(หมายถึงเส้นตรง)คือเป็นแบบอื่น เช่น พาราโบลา (Parabola) เอกซ์โปเนนเชียล (Exponential) รูปร่างเอส หรือโลจิสติก (S - Shape or Logistic) การพยากรณ์ต้องใช้สมการที่เหมาะสมกับการแจกแจงของคะแนนสอบ จะได้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสมมากกว่าวิธีการใช้มือและสายตาคะประมาณ

3. ถ้าจะเขียนจุดกราฟที่เกิดจาก คู่อันดับระหว่างคะแนนสอบ (X) กับคะแนน T ปกติ (แทนจุดกราฟด้วย *) จะไม่อยู่ในแนวตรงเดียวกัน แต่ถ้าเขียนจุดกราฟที่เกิดจาก คู่อันดับระหว่างคะแนนสอบ (X) กับคะแนน T ปกติที่ปรับแก้ (T_c แทนจุดกราฟด้วย *) จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันเพราะอาศัยสมการพยากรณ์ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้น (T_c = b x + a)

9.3 ชนิดของเกณฑ์ปกติ

สมนึก ภัททิยธนี (2565 : 272-273) กล่าวว่า ชนิดของเกณฑ์ปกติแบ่งได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบดังนี้

1. การแบ่งชนิดของชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะประชากร

1.1 เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) คือ การสร้างเกณฑ์ปกติที่ใช้ประชากรทั่วประเทศ เช่น หาเกณฑ์ปกติของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ ซึ่งได้มาโดยการสุ่มจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจึงมีมากมาย

1.2 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) เป็นการสร้างเกณฑ์ปกติระดับเล็กเล็กลงมา เช่น ระดับจังหวัด หรือระดับอำเภอ เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบคะแนนของผู้สอบแต่ละคนกับคนทั้งจังหวัดหรืออำเภอ

1.3 เกณฑ์ปกติของโรงเรียน (School Norms) โรงเรียนบางแห่งมีขนาดใหญ่ นักเรียนแต่ละชั้นมีจำนวนมาก เมื่อสร้างแบบทดสอบแต่ละวิชาของแต่ละระดับชั้นจน มีคุณภาพได้มาตรฐานแล้วจะสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนตนก็ได้ กรณีสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนเดียวหรือในกลุ่มโรงเรียนเดียวกัน เรียกว่า เกณฑ์ปกติของโรงเรียน ใช้ประเมินเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนโดยรวมของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยพิจารณาจากผลการสอบแต่ละปีว่าเด่นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติไว้

2. การแบ่งชนิดของชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบ

2.1 เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile norms) เกณฑ์ปกติแบบนี้สร้างจากคะแนนสอบที่มาจากประชากร หรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดี แล้วดำเนินการตามวิธีการสร้างเกณฑ์ปกติทั่วไป เมื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เสร็จก็หยุดแค่นั้น เกณฑ์ปกติแบบนี้เป็นคะแนนจัดอันดับเท่านั้นจะนำไปวกลบกันไม่ได้ แต่สามารถเปรียบเทียบและแปลความหมายได้ เช่น นักเรียนคนหนึ่งสอบได้ 25 คะแนน เทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 (PR_{80}) แสดงว่าถ้ามีคนเข้าสอบ 100 คน เขาเก่งกว่าคนอื่น 80 คน (หรือเขาอ่อนกว่าคนอื่นเพียง 20 คน)

2.2 เกณฑ์ปกติคะแนนที (T-score norms) นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นคะแนนมาตรฐานที่สามารถนำมาวกลบและหาคะแนนเฉลี่ยได้ จึงนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงคะแนน 10- 90 มีคะแนนเฉลี่ย 50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 เรียกคะแนนชนิดนี้ว่าคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score)

2.3 เกณฑ์ปกติสเตโนน (Stanine norms) คะแนนแบบนี้เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่ง แต่มีค่าเพียง 9 ตัว (Standard nine points) คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 คะแนน

มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 คะแนน แต่ละสเตรนจ์จะถูกกำหนดตามอัตราส่วนร้อยละของการแจกแจงโค้งปกติดังนี้

คะแนนสเตรนจ์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ร้อยละของจำนวนคนที่อยู่ในสเตรนจ์	4%	7%	12%	17%	20%	17%	12%	7%	4%

2.4 เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age norms) แบบทดสอบมาตรฐานบางอย่างหาเกณฑ์ปกติตามอายุ เพื่อดูพัฒนาการในเรื่องเดียวกันว่า อายุต่างกันจะมีพัฒนาการอย่างไร หรืออายุเท่ากันจะมีพัฒนาการต่างกันหรือไม่ การสร้างแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัดนิยมหาเกณฑ์ปกติโดยวิธีนี้ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะหาเฉพาะแบบทดสอบวิชาที่เป็นพื้นฐานจริง ๆ เช่น ภาษาและคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.5 เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade norms) เป็นการหาเกณฑ์ปกติตามระดับชั้นเรียนในโรงเรียน แบบทดสอบที่จะทำเกณฑ์ปกติแบบนี้ได้ต้องเป็นเนื้อหาเดียวกัน วิชาที่นิยมสร้างเกณฑ์ปกติชนิดนี้มักจะเป็นวิชาพื้นฐาน เช่น คำศัพท์ คณิตศาสตร์เบื้องต้น ส่วนแบบทดสอบวัดความรู้ความสามารถจะค่อนข้างกว้าง เช่น คำศัพท์ก็ให้คลุมตั้งแต่ชั้น ม. 1- 3 แล้วพิจารณาดูว่าระดับชั้นม. 1, ม. 2, หรือ ม. 3 จะได้กี่คะแนน ก็จะเป็นเกณฑ์ปกติของระดับชั้นนั้นๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหาเกณฑ์ปกติในรูปคะแนนที่ปกติ (Normalized T- Score) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile norms)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษาค้นคว้า และประมวลผลเกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ปราณี ไตยะบุตร (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1 เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1 จำนวน 601 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ความตรง

ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก ในการพัฒนาแบบวัดให้มีประสิทธิภาพ พบว่า 1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีจำนวน 58 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดควบคุมตัวแปรการทดลอง และการตีความความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความตรงระหว่าง 0.86 -1.00 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83 ค่าความยากระหว่าง 0.21 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.23 -0.71 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

อนงค์ เบ้าชาลี (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หาคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติและพัฒนาคู่มือการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 4 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 361 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample random sampling) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีดังนี้ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ ระหว่าง 0.23 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.60 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ อยู่ระหว่าง 0.733 ถึง 0.968 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะวัดได้ตรงกับโครงสร้างและจุดมุ่งหมายของการวัด โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.700 ถึง 0.923 แสดงว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เกณฑ์ปกติของคะแนนจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 4 ในรูปคะแนน T ปกติ มีค่าอยู่ระหว่าง T22 ถึง T62

พิมพ์ลภัส บัวศรี (2560) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการวัดวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และการสร้างเกณฑ์ปกติ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จำนวน 915 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัย พบว่า

1) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ตอน แต่ละตอนมีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ รวม 50 ข้อ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายและลงข้อสรุป 2) คุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ความยากอยู่ระหว่าง 0.35 - 0.61 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.60 ความเชื่อมั่นด้านการตั้งสมมติฐานมีค่า 0.65 ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีค่า 0.58 ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรมีค่า 0.68 ด้านการทดลองมีค่า 0.42 และด้านการตีความหมายและลงข้อสรุปมีค่า 0.78 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า 0.86 3) เกณฑ์ปกติของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 มีคะแนนที่ปกติอยู่ระหว่าง 128 ถึง T78 นั่นคือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 37.84

ภัทรทวีณ์ ศรีสมพันธ์ (2561) ได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ประชากรที่ใช้คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาทุกสังกัดทั้งรัฐบาลและเอกชนในประเทศไทย ปีการศึกษา 2560 จำนวน 704,697 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2,190 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เชิงสถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบวัดทั้งแบบเลือกตอบเชิงซ้อนและแบบเขียนตอบ การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและเกณฑ์ปกติ พบว่าผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มี จำนวน 2 องค์ประกอบ ได้แก่ พื้นฐานกระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการคิดชั้นบูรณาการ โดยองค์ประกอบพื้นฐานกระบวนการเรียนรู้ มีจำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การสังเกต การวัด การใช้ตัวเลข การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์และการลงความเห็นจากข้อมูล สำหรับองค์ประกอบกระบวนการคิดชั้นบูรณาการ มีจำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความและลงข้อสรุป มีจำนวนแบบวัดทั้งหมด 30 ข้อ ทั้ง 2 องค์ประกอบ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

ในรูปคะแนนมาตรฐาน (β) ระหว่าง 0.451 ถึง 0.871 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) มีค่าระหว่าง 0.203 ถึง 0.759 โดยมีค่าดัชนีวัดความกลมกลืน ดังนี้ $\chi^2 = 78.160$ $df = 61$, $p\text{-value} = 0.0685$, $\chi^2/df = 1.281$, $RMSEA = 0.041$, $CFI = 0.988$ และ $SRMR = 0.031$ สรุปได้ว่า องค์ประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่สร้างขึ้น พบว่า แบบวัดจำนวน 30 ข้อ มีค่า P อยู่ระหว่าง 0.300-0.830 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.200-0.890 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.938 เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ใช้เกณฑ์ปกติสแตนิเน่ พบว่า การแปลความหมายของเกณฑ์ปกติ คะแนนมาตรฐานของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ แบ่งเป็น 9 ระดับความสามารถ โดยนำมาจากคะแนนมาตรฐาน 9 (Stanine System) ดังนี้ ถ้านักเรียนทำคะแนนได้ในระดับคะแนนมาตรฐานมากกว่า 125 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีเยี่ยม ระดับคะแนนมาตรฐาน 119-125 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 26.94 ระดับคะแนนมาตรฐาน 112-118 แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดี คิดเป็นร้อยละ 20.09 ระดับคะแนนมาตรฐาน 104-111 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 18.81 ระดับคะแนนมาตรฐาน 97-103 แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 12.60 ระดับคะแนน มาตรฐาน 90-96 แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าปานกลาง คิดเป็น ร้อยละ 7.76 ระดับคะแนนมาตรฐาน 83-89 แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ คิดเป็นร้อยละ 7.85 ระดับคะแนนมาตรฐาน 77-82 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ต่ำมาก คิดเป็นร้อยละ 5.94 ระดับคะแนนมาตรฐานน้อยกว่า 77 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำมากที่สุด

นิภา ตรีแจ่มจันทร์ (2562) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบโครงงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ศึกษาความสามารถในการทำโครงการ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และศึกษา ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน นักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนวัดบางหลวง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม จำนวน 31 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลา 20 ชั่วโมง แบบแผนการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design พบว่า 1) ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก 3) ผลการพัฒนาความสามารถในการทำโครงการระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงการ อยู่ในระดับมาก และ 4) ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นโดยภาพรวม อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

ณัฐพล กวดไทย (2563) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีปัญหาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 9 แผน 14 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองแบบประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลอง และแบบสัมภาษณ์นักเรียน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติที่ 1 2 และ 3 คือ 29 36 และ 36 คน และมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองในแต่ละวงจรปฏิบัติเท่ากับ 24.86 25.61 และ 26.61 คิดเป็นร้อยละ 77.69 80.03 และ 83.15 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และคะแนนเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านไปแต่ละวงจรปฏิบัติ เมื่อพิจารณาแยกออกเป็น 1) คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการสร้างแบบจำลองมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติที่ 12 และ 3 เท่ากับ 12.69, 12.47 และ 12.75 คิดเป็นร้อยละ 79.34 77.95 และ 79.68 ตามลำดับ และ 2) คะแนนจากการประเมินกระบวนการสร้างแบบจำลองโดยมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 12.16 13.13 และ 13.86 คิดเป็นร้อยละ 76.04 82.1 1 และ 86.63 ตามลำดับ

สายฝน ศิริมนตรี (2564) ได้สร้างแบบวัดทักษะปฏิบัติ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์ จำนวน 117 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบสังเกตประเมินค่า 3 ระดับ แบ่งการสังเกต 4 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน และขั้นจินตนิมิต จำนวน 15 ข้อ เกณฑ์ประเมินทักษะการปฏิบัติ แบบแยกองค์ประกอบ เป็น 3 ระดับ มีค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน 2 คน เท่ากับ 0.88 รวมทั้งมีค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนกระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถสูงกับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด มีค่าเท่ากับ 1.10

สุวรรณณี โลมกลาง (2564) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่อง ระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดประเภทแบบจำลองภาพของนักเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลาย ได้แก่ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนวาดภาพระบบสุริยะ ร่วมกับการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างของนักเรียนเป็นรายบุคคล แบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจ แนวคิดการจำลองระบบสุริยะ ผลวิจัยแบ่งความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับระบบสุริยะออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวหาง และดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องการจำลองระบบสุริยะเพิ่มขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลายเป็นวิธีการสอนที่ดี

มณี ผ่านจันทาร (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อ 1) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 2) วิเคราะห์ความยาก อำนาจจำแนกรายข้อและความเที่ยงของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 3) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และ 4) สร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 613 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 42 ข้อ มีความตรงเชิง

เนื้อหา มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.74 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.55 สัมประสิทธิ์แอลฟา ของคอนบราค 0.85 แบบทดสอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง และผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีช่วงคะแนนตั้งแต่ T19 ถึง T79 สามารถนำแบบทดสอบ ไปใช้วัดความรู้ที่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้

งานวิจัยต่างประเทศ

วอลเบิร์ก เฮอเบิร์ท เจย์ (Walberg, 1969 : 1-22) ได้ศึกษาวิจัยแบบจำลองเพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อทดสอบผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลและปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรหลักสามตัว ได้แก่ การสอน ความถนัดของผู้เรียน และแบบจำลองการเรียนรู้เชิงอธิบายสิ่งแวดล้อม ได้รับการทดสอบในช่วงปีการศึกษา พ.ศ. 2487-2511 ในการทดลองที่ดำเนินการร่วมกับกลุ่มตัวอย่างสุ่มอย่างง่ายจำนวน 56 คนจากสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ จำนวน 17,000 คน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา จำนวนหนึ่ง ทดลองกับทั้ง 56 ห้องเรียน กับกลุ่มครูทดลอง โดยใช้สื่อการเรียนการสอน ของ Harvard Physics Project และกลุ่มควบคุมของครูที่ใช้สื่อการเรียนการสอนตามปกติ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการทบทวน ไม่เพียงแต่การสอนเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความถนัดและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ด้วย อันเป็นตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้

แอนเดอสัน และฟรานเสวริธ (Anderson and Faarnsworth, 2000 : 1-9) ได้ศึกษาการเรียนรู้และลงมือทำผ่านแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมาตรฐานการศึกษาทางวิทยาศาสตร์แห่งชาติยืนยันว่า “การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่นักเรียนทำ ไม่ใช่สิ่งที่ทำกับพวกเขา” ซึ่งจากโครงการ MUSE การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของผู้เรียนและครู ซึ่งแนวคิดหลักที่ศึกษาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คือ ชุดของความคิดที่บรรยายถึงกระบวนการทางธรรมชาติ และสามารถใช้อธิบายชุดปรากฏการณ์เฉพาะในห้องเรียนที่นักเรียนร่วมกันสร้างข้อมูล แสวงหารูปแบบในข้อมูลแล้วพัฒนาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายข้อมูล และมีอำนาจทำนายเนื้อหา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกรวมเข้าด้วยกัน และนักเรียนเรียนรู้ที่จะพัฒนาและพิสูจน์แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในขณะที่พวกเขาทำการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน จากผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่หลากหลาย พัฒนาการที่เก่งขึ้น สามารถสร้าง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการสอบถาม วิจัยงาน ทำให้ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

แดเนียลลา บีฟี่ และคณะ (Biffi, 2016 : 40-53) ได้พัฒนาเครื่องมือการสร้างแบบจำลองห่วงโซ่อาหาร เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน และการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจ พัฒนาแนวคิด ความมีเหตุและผล คิดอย่างเป็นระบบ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้สอนวิทยาศาสตร์นำแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น โดยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นี้ใช้กับนักเรียนระดับชั้นอนุบาลถึงประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งแบ่ง เป็น 3 ระยะ ตามกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพ ในระยะที่ 3 จำนวน 89 โรงเรียน พบว่า ผลการทดสอบมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญอย่างถูกต้อง

โรนัล ดับปิว รินฮาร์ท และคณะ (Rineharti, 2016 : 17-40) ได้ศึกษารูปแบบโมเดลพื้นฐานที่เป็นตัวตัดสินความสำเร็จต่อการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยและคณะได้ออกแบบจำลองโมเดลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อกำหนดการประเมินที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของผู้เรียนได้มาตรฐานตามการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติ และมีวินัยในชั้นเรียน การออกแบบจึงต้องมีความสำคัญและเหมาะสม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายและแตกต่างจากการประเมินแบบเดิมที่ผ่านมา การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานช่วยให้ครู ผู้บริหาร มีโอกาสประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงที่ได้เรียนรู้มา มากกว่าเลือกประเมินแบบปรนัยหรือกรอกแบบประเมินที่ว่างเปล่า

โกคาน ออซเดเมียร์ และอัยฮัน ดิกิซี (Ozdemir and Dikici, 2017 : 51-68) ได้ศึกษาสำรวจความคงทนของความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผ่านการสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) รวบรวมข้อมูลจากนักเรียน 332 คน พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนสัมพันธ์กันต่อพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่สูงขึ้น

ซามีเอ คาร์น และมอริส เคล (Khan, S. and Krell, 2021 : 1-9) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความมีเหตุผลของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินปรนัยเพื่อวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาและความมีเหตุผลของผู้เรียนจากกระบวนการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และรูปการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มตัวอย่าง 112 โรงเรียน พบว่า การใช้รูปแบบการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนใช้ทักษะการแก้ปัญหาและคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่ารูปแบบการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธีการฉาย ดังนั้นการตั้งสมมติฐานออกแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อทดสอบจึงมีความสำคัญและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อพัฒนาการทักษะการใช้เหตุผลผู้เรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอน การวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
7. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2565 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ ทั้งหมด 212 โรงเรียน
จำนวนนักเรียน 4,619 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ดำเนินการพัฒนาโดยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 ครั้ง ดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ จำนวน 120 คน
เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ จำนวน 125 คน
เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบครั้งที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาบึงกาฬ จาก 28 โรงเรียน ตามเกณฑ์ร้อยละ 25 จำนวนนักเรียน 370 คน ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปของทาโรยามาเน (Yamane, 1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายชั้น (Multi-stage Random Sampling) การทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติ สำหรับขั้นตอนการสุ่มแบบหลายชั้น มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) สุ่มอำเภอในจังหวัดบึงกาฬมาจากชั้นที่เป็นอำเภอ อันได้แก่ อำเภอเมืองบึงกาฬ อำเภอศรีวิไล อำเภอพรเจริญ อำเภอโซ่พิสัย อำเภอเซกา อำเภอบึงโขงหลง อำเภอบุ่งคล้า อำเภอปากคาด ใช้แต่ละอำเภอ (8 อำเภอ) ในจังหวัดเป็นหน่วยการสุ่ม ทำการสุ่มอย่างง่ายมา 50%



ที่มา : <https://www.sanook.com/travel/935134>

ภาพประกอบ 2 แสดงการสุ่มประชากรให้กระจายในพื้นที่กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 2 ดำเนินการสุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยจำแนกตามขนาดของโรงเรียนตามเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

ขนาดเล็ก หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 119 คนลงมา

ขนาดกลาง หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 120 - 719 คน

ขนาดใหญ่ หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 720 - 1679 คน

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งโรงเรียนตามอำเภอใน 4 อำเภอ และทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

ร้อยละ 25 ของโรงเรียนในแต่ละอำเภอ ได้โรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 28 โรงเรียน ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่จำนวน 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลางจำนวน 17 โรงเรียน โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 10 โรงเรียน

ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยใช้ห้องเรียนของแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้เป็นหน่วยในการสุ่มทำการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster) สำหรับโรงเรียนทุกขนาด

ตาราง 8 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ที่	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ	ประชากร	
		จำนวนโรงเรียน (โรง)	จำนวนประชากร (คน)
1	อำเภอเมืองบึงกาฬ	51	1,003
2	อำเภอบึงโขงหลง	18	435
3	อำเภอปากคาด	18	442
4	อำเภอพรเจริญ	21	409
	รวม	108	2,289

ตาราง 9 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

อำเภอ	ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	กลุ่มการทดสอบ (คน)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
พรเจริญ	ขนาดกลาง	บ้านใหม่ศรีชมภู	12		
		อนุบาลพรเจริญ	16		
		ชุมชนบ้านโคกอุดม	15		
	ขนาดเล็ก	บ้านโนน	7		
		บ้านปรารภนาดี	8		
บึงโขงหลง	ขนาดกลาง	บ้านท่าไร่ไทยเจริญ	13		
		บ้านดงบัง	15		
		บึงของหลงวิทยา	16		

ตาราง 9 (ต่อ)

อำเภอ	ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	กลุ่มการทดสอบ (คน)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	ขนาดเล็ก	บ้านโนนสาสวรรค์	10		
		บ้านท่าดอกคำ	8		
ปากคาด	ขนาดกลาง	อนุบาลปากคาด		21	
		บ้านห้วยไม้ซอด		49	
		บ้านนาแก้ง		26	
		บ้านห้วยก้านเหลือง		15	
	ขนาดเล็ก	บ้านไร่นาสำราญ		14	
เมืองบึงกาฬ	ขนาดกลาง	บ้านบึงกาฬ			48
		บ้านโคกก่องมิตรภาพที่ 86			23
		บ้านนาสวรรค์			41
		ประสานมิตรวิทยา			41
		บ้านโป่งเปือย			43
		บ้านทองสาย			21
		บ้านหนองหมู			34
เมืองบึงกาฬ	ขนาดเล็ก	บ้านท่าไคร้			8
		บ้านท่าโพธิ์			10
		บ้านแสนสำราญ			11
		บ้านไร่สุขสันต์			16
		บ้านกำแพงเพชร			9
	ขนาดใหญ่	อนุบาลบึงกาฬวิศิษฐ์ฯ			65
รวม			120	125	370

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีลักษณะเป็น 3 ประเภท คือ 1. แบบวัดปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
 โดยใช้ระดับการให้คะแนน คือ 0, 1 คะแนน จำนวน 1 ชุด จำนวน 30 ข้อ 2. แบบวัดปรนัยชนิด

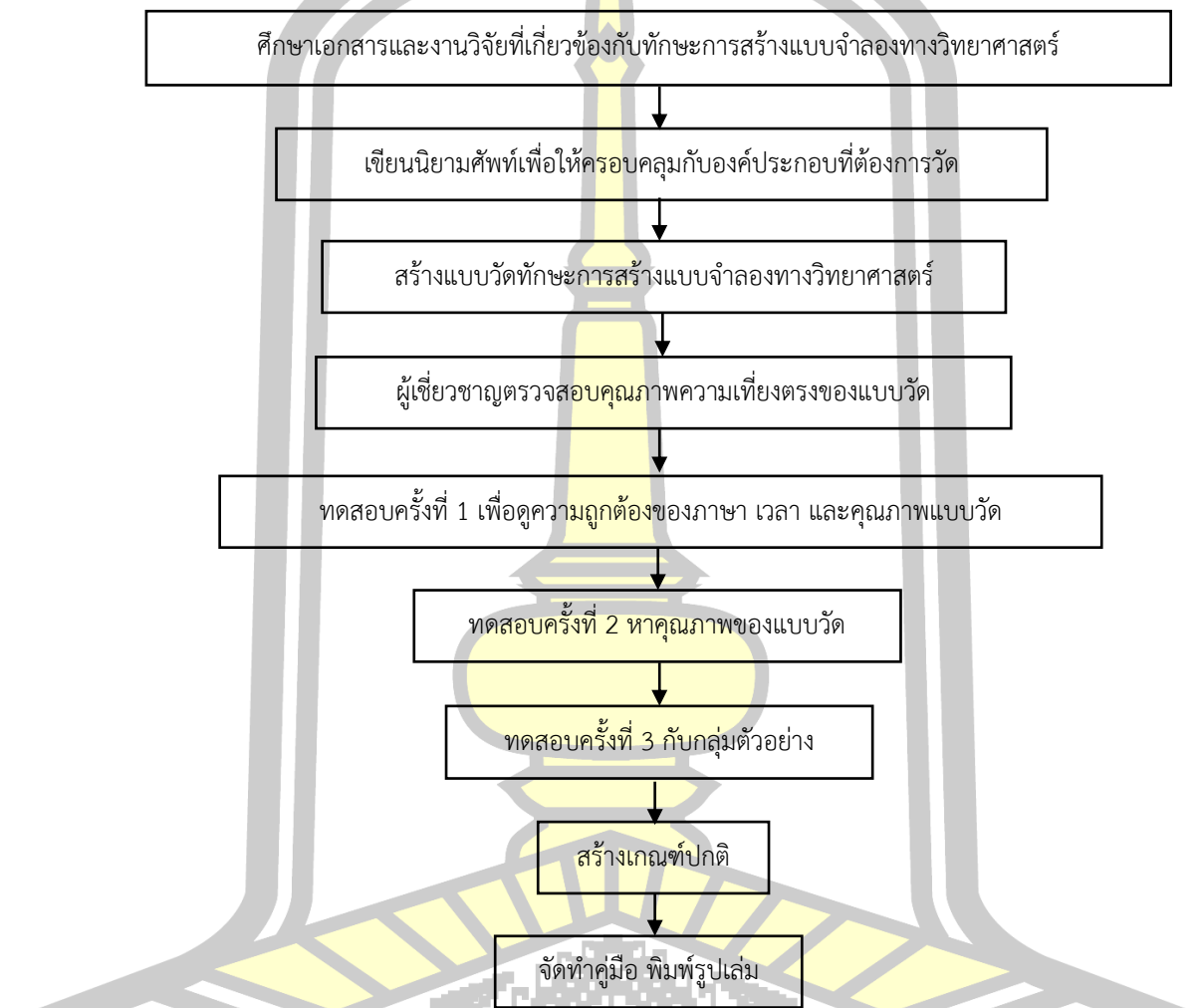
ถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ จำนวน 1 ชุด จำนวน 21 ข้อ โดยใช้ระดับการให้คะแนน คือ 0, 1 คะแนน และแบบวัดอัตนัย ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubric) ที่วัดระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3 (ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา, 2564 : 99) 1 ชุด จำนวน 17 ข้อ โดยแบบวัดทั้ง 3 ชุด ใช้เนื้อหาตามมาตรฐานตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
2. เรื่อง ต่่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
3. เรื่อง วิถีจักรหิน
4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์
5. เรื่อง เงามืดเงามัว



วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษาความหมายทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กัน และมีผู้ศึกษาการนำไปใช้ทดสอบทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยทำการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับมาตรฐานและตัวชี้วัดการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และรวบรวมข้อมูลเพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1. สร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 ชุด รวมจำนวน 125 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น

1.1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ชุด จำนวน 40 ข้อ โดยมีการให้คะแนน ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน สร้างขึ้นครั้งแรก จำนวน 5 เรื่อง ๆ ละ 8 ข้อ รวมจำนวน 40 ข้อ และกำหนดไว้ว่าต้องการจริง จำนวน 5 เรื่อง ๆ ละ 6 ข้อ รวม จำนวน 30 ข้อ

1.2 แบบปรนัยชนิดถูกผิด จับคู่ เติมคำ 1 ชุด จำนวน 67 ข้อ โดยมีการให้คะแนน ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน สร้างขึ้นครั้งแรก จำนวน 5 เรื่อง ๆ จำนวน 67 ข้อ และกำหนดไว้ว่าต้องการจริง จำนวน 4 เรื่อง ๆ รวม จำนวน 21 ข้อ

1.3 แบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบสถานการณ์ที่ได้จากการเขียนแผนผังความคิด รวบยอด แบบทดสอบแบบความเรียง แบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ จำนวน 18 ข้อ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubric) ที่วัดระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3 สร้างขึ้นครั้งแรก จำนวน 5 เรื่อง รวมจำนวน 18 ข้อ และกำหนดไว้ว่าต้องการจริง จำนวน 4-5 เรื่อง ๆ รวม จำนวน 17 ข้อ

2. ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำนวน 3 ชุด ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ขั้นที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1. ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ พร้อมเฉลยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ให้ดำเนินการตรวจสอบโดยการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

1.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล อาจารย์สาขาประจำภาคศึกษาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

1.2 ดร.ปทุมทริกา น้อยนนท์ อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา และด้านเนื้อหา

1.3 ดร.อรอุมา บวรศักดิ์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษาประถมศึกษาหนองคายเขต 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และด้านเนื้อหา

1.4 นางสาวตรุณี คามะปะโน ครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โรงเรียนนาข่าวิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้าน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.5 นางสุริภรณ์ สาชิต ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านใหม่ศรีชมภู ผู้เชี่ยวชาญด้านกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหา

-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

2. นำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง
ข้อสอบกับเนื้อหา (IOC) จากนั้นทำการคัดเลือกข้อคำถาม ที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00
ผลปรากฏว่า ข้อคำถามมีค่า IOC ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ โดยมีค่าตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00

ขั้นที่ 5 ผู้วิจัยปรับปรุงแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตาม
ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 1 (Try out) จำนวน
120 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ และช่วงเวลาในการตอบแบบวัดทักษะการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หากคุณภาพดังนี้

1. แบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ
ดำเนินการหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ โดยคัดข้อที่มี
ความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20-0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-1.00 โดยใช้ KR-20 ตามวิธีของ
คูเดอร์ ริชาร์ดสัน

2. แบบวัดอัตนัย ดำเนินการหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ด้วยวิธีของ
ดี อาร์ไวทเนีย และดีแอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) โดยคัดข้อที่มีความยากง่าย
ตั้งแต่ 0.20-0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-1.00

ขั้นที่ 6 ผู้วิจัยนำข้อสอบของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ที่ 1(Try out) ครั้งที่ 1 จำนวน120 คน เพื่อตรวจสอบหาค่าความยาก
ง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1. แบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ผลปรากฏว่า แบบวัดปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 36 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกรายข้อสอบไว้ 36 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.75 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.81

2. แบบวัดปรนัยชนิดถูก-ผิดจับคู่ เติมคำ จำนวน 67 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 52 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 15 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกรายข้อสอบไว้ 52 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.97

3. แบบวัดอัตนัย หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยสูตรของ ดี อาร์ไวทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) โดยใช้เทคนิค 27% หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบวัดโดยใช้การคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ตามวิธีของครอนบัท ทดลองสอบกลุ่มตัวอย่างที่ 1 (Try out) ครั้งที่ 1 จำนวน 120 คน ผลปรากฏว่า แบบวัดอัตนัย จำนวน 18 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 18 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 0 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกรายข้อสอบไว้ 18 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.77 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.78

ทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ที่ 2 (Try out) ครั้งที่ 2 จำนวน 125 คน เพื่อตรวจสอบหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

1. แบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ผลปรากฏว่า แบบวัดปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 36 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 32 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกรายข้อสอบไว้ 32 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.84 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.81

2. แบบวัดปรนัยชนิดถูก-ผิดจับคู่ เติมคำ จำนวน 52 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 41 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 15 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกรายข้อสอบไว้ 52 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.21 ถึง 1 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.78

3. แบบวัดอัตนัย หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยสูตรของ ดี อาร์ไวทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) โดยใช้เทคนิค 27% หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบวัดโดยใช้การคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ตามวิธีของครอนบัท ผลปรากฏว่า แบบวัดอัตนัย จำนวน 18 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 17 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 1 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกรายข้อสอบไว้ 17 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.73 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.93

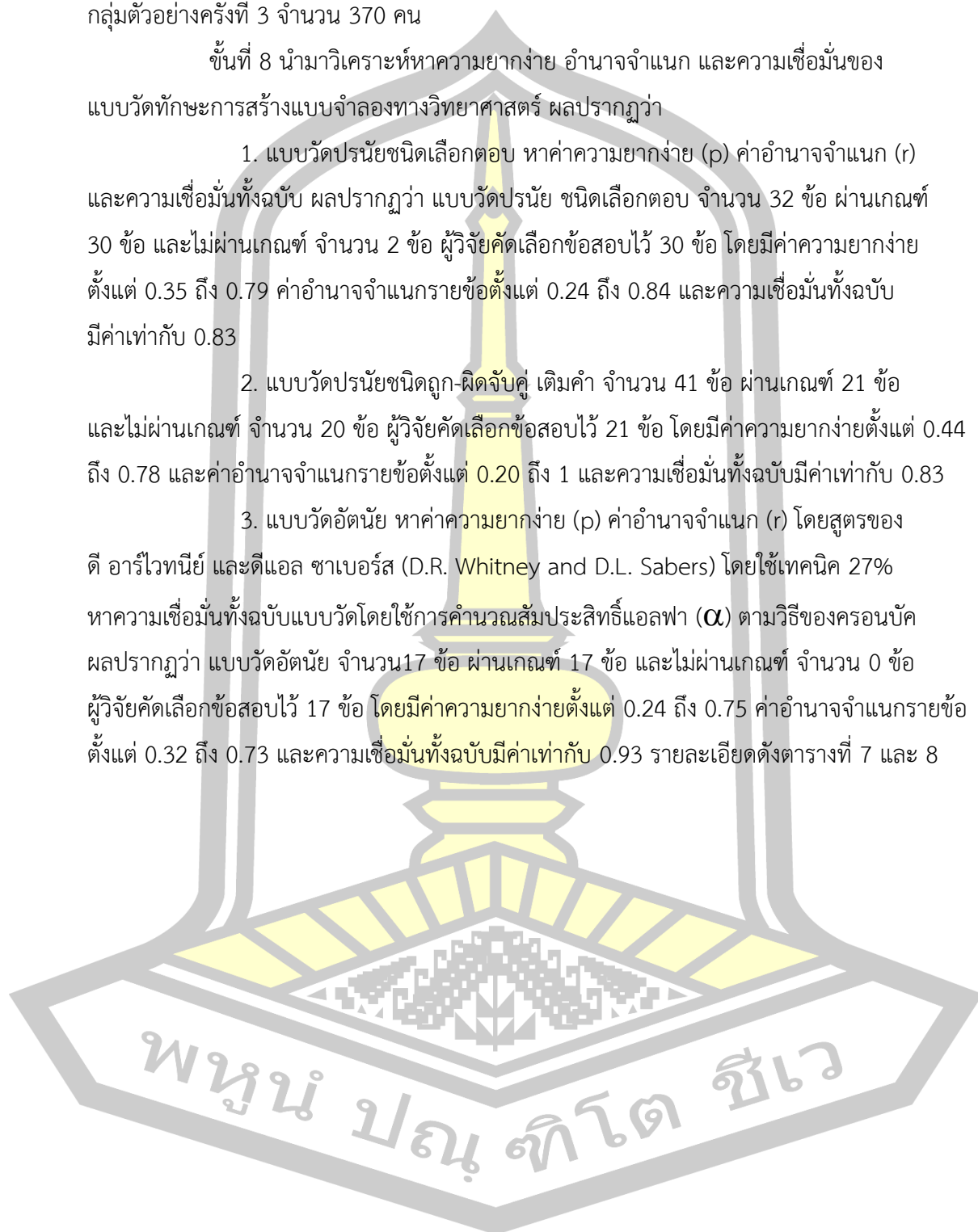
ขั้นที่ 7 จัดทำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ทดสอบกับ
กลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 จำนวน 370 คน

ขั้นที่ 8 นำมาวิเคราะห์หาความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของ
แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า

1. แบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)
และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ผลปรากฏว่า แบบวัดปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 32 ข้อ ผ่านเกณฑ์
30 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 2 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบไว้ 30 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย
ตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.84 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
มีค่าเท่ากับ 0.83

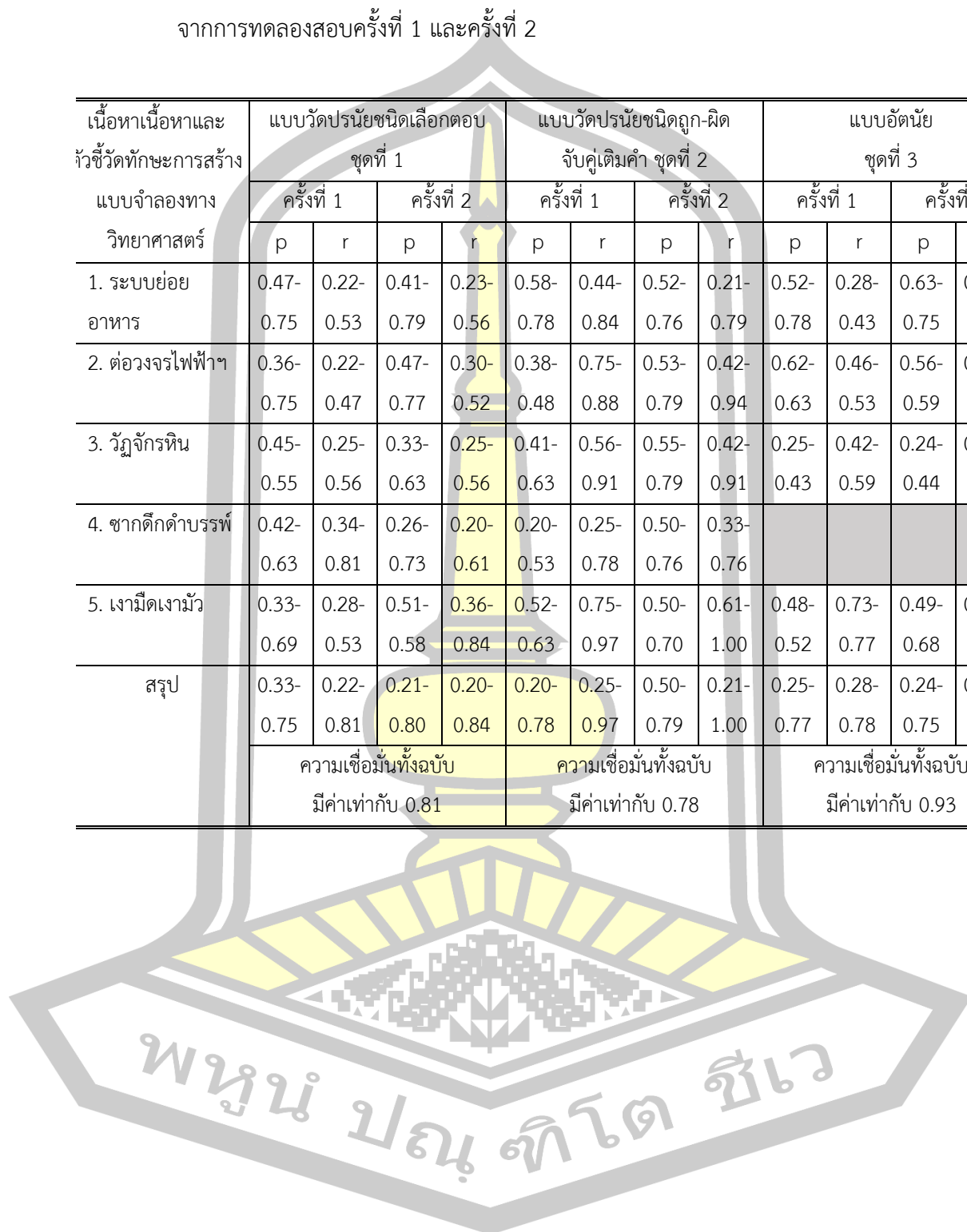
2. แบบวัดปรนัยชนิดถูก-ผิดจับคู่ เติมคำ จำนวน 41 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 21 ข้อ
และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบไว้ 21 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.44
ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ถึง 1 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.83

3. แบบวัดอัตนัย หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยสูตรของ
ดี อาร์ไวทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) โดยใช้เทคนิค 27%
หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบวัดโดยใช้การคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ตามวิธีของครอนบัก
ผลปรากฏว่า แบบวัดอัตนัย จำนวน 17 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 17 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 0 ข้อ
ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบไว้ 17 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
ตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.73 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.93 รายละเอียดดังตารางที่ 7 และ 8



ตาราง 10 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
จากการทดลองสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

เนื้อหาเนื้อหาและ ตัวชี้วัดทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ ชุดที่ 1				แบบวัดปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่เติมคำ ชุดที่ 2				แบบอัตนัย ชุดที่ 3			
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
1. ระบบย่อย อาหาร	0.47- 0.75	0.22- 0.53	0.41- 0.79	0.23- 0.56	0.58- 0.78	0.44- 0.84	0.52- 0.76	0.21- 0.79	0.52- 0.78	0.28- 0.43	0.63- 0.75	0.50- 0.73
2. ต่อวงจรไฟฟ้า	0.36- 0.75	0.22- 0.47	0.47- 0.77	0.30- 0.52	0.38- 0.48	0.75- 0.88	0.53- 0.79	0.42- 0.94	0.62- 0.63	0.46- 0.53	0.56- 0.59	0.41- 0.49
3. วัฏจักรหิน	0.45- 0.55	0.25- 0.56	0.33- 0.63	0.25- 0.56	0.41- 0.63	0.56- 0.91	0.55- 0.79	0.42- 0.91	0.25- 0.43	0.42- 0.59	0.24- 0.44	0.32- 0.66
4. ซากดึกดำบรรพ์	0.42- 0.63	0.34- 0.81	0.26- 0.73	0.20- 0.61	0.20- 0.53	0.25- 0.78	0.50- 0.76	0.33- 0.76				
5. เงามืดเงามัว	0.33- 0.69	0.28- 0.53	0.51- 0.58	0.36- 0.84	0.52- 0.63	0.75- 0.97	0.50- 0.70	0.61- 1.00	0.48- 0.52	0.73- 0.77	0.49- 0.68	0.38- 0.73
สรุป	0.33- 0.75	0.22- 0.81	0.21- 0.80	0.20- 0.84	0.20- 0.78	0.25- 0.97	0.50- 0.79	0.21- 1.00	0.25- 0.77	0.28- 0.78	0.24- 0.75	0.32- 0.73
	ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.81				ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.78				ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.93			



ตาราง 11 ความยากง่ายและอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3

เนื้อหาเนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้างแบบจำลอง ทางวิทยาศาสตร์	แบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ		แบบวัดปรนัยชนิดถูก-ผิด		แบบอัตนัย	
	ชุดที่ 1		จับคู่ เติมคำ ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	p	r	p	r	p	r
1. ระบบย่อยอาหาร	0.48-0.70	0.49-0.82	0.44-0.68	0.40-0.60	0.42-0.55	0.64-0.80
2. ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	0.44-0.79	0.29-0.53	0.52-0.72	0.21-0.80	0.77-0.78	0.24-0.25
3. วิฏจักรหิน	0.44-0.50	0.35-0.68	0.62-0.75	0.30-0.69	0.45-0.52	0.32-0.44
4. ชากตึกดำบรรพ์	0.42-0.69	0.26-0.84	0.48-0.78	0.20-0.38		
5. เงามืดเงามัว	0.35-0.56	0.24-0.61			0.37-0.41	0.35-0.58
สรุป	0.35-0.79	0.24-0.84	0.44-0.78	0.20-1.00	0.24-0.75	0.32-0.73
	ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.83		ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.83		ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.91	

ขั้นที่ 9 นำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วเทียบหาค่าคะแนน T ปกติ จากตารางสำหรับการแปลงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ให้เป็นคะแนน T ปกติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อขอทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และนำไปติดต่อกับผู้บริหารของโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอเก็บข้อมูลจากนักเรียน
2. ผู้วิจัยดำเนินการเตรียมข้อมูลเอกสารและคู่มือการดำเนินการสอบเพื่อนัดหมายชี้แจงกรรมการคุมสอบและกำหนดวัน เวลาในการสอบเพื่อให้การจัดการทดสอบเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
3. จัดเตรียมชุดข้อสอบแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ เพื่อดำเนินการสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
4. กำหนด วัน เวลาในการสอบ ดังนี้
 - 4.1 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ดำเนินการสอบในเดือนพฤศจิกายน 2565

4.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ดำเนินการสอบในเดือนธันวาคม 2565

4.3 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 ดำเนินการสอบในเดือนมกราคม 2566

5. ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยดำเนินการอธิบายให้กับครูผู้คุมสอบนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการทดสอบ และเข้าใจในวิธีการดำเนินการทดสอบ ก่อนที่จะให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเริ่มทำการทดสอบและนำผลการสอบมาหาคะแนน มาหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกระทำข้อมูลตามประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. การตรวจให้คะแนนข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ ชุดที่ 1 การตรวจให้คะแนน ถูกให้ 1 คะแนน ผิดให้ 0 คะแนน โดยการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน การทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 36 ข้อ 36 คะแนน การทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 32 ข้อ 32 คะแนน ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงจำนวนข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ

เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	ครั้งที่ 1 (ข้อ)	ครั้งที่ 2 (ข้อ)	ครั้งที่ 3 (ข้อ)
1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	8	8	7
2. เรื่อง ต่อย่างจรไฟฟ้าอย่างง่าย	8	7	6
3. เรื่อง วัฏจักรหิน	8	7	6
4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์	8	8	7
5. เรื่อง เงามืดเงามัว	8	6	6
รวม (ข้อ)	40	36	32
รวม (คะแนน)	40	36	32

2. การตรวจให้คะแนนข้อสอบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ ชุดที่ 2 การตรวจให้คะแนน ถูกให้ 1 คะแนน ผิดให้ 0 คะแนน โดยการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 67 ข้อ 67 คะแนน การทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 52 ข้อ 52 คะแนน การทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 41 ข้อ 41 คะแนน

ตาราง 13 แสดงจำนวนข้อสอบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ

เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	ครั้งที่ 1 (ข้อ)	ครั้งที่ 2 (ข้อ)	ครั้งที่ 3 (ข้อ)
1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	16	10	6
2. เรื่อง ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	14	10	10
3. เรื่อง วัฏจักรหิน	11	11	8
4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์	22	17	13
5. เรื่อง เกมมีดเกม้าว	4	4	4
รวม (ข้อ)	67	52	41
รวม (คะแนน)	67	52	41

3. การตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัย ชุดที่ 3 ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubric) 4 ระดับ คือ 0 1 2 3 ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงจำนวนข้อสอบอัตนัย

ข้อสอบ ชุดที่ / เรื่องที่	ครั้งที่ 1 (ข้อ)	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (คะแนน)				ครั้งที่ 2 (ข้อ)	ครั้งที่ 3 (ข้อ)
		3	2	1	0		
ชุดที่ 3 แบบอัตนัย เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อ 1-8)	8	ใช้แบบ จำลองเพื่อ ระบุรายละเอียดชื่อ อวัยวะ และ หน้าที่ได้ อย่างถูกต้อง	ใช้แบบ จำลองเพื่อ ระบุรายละเอียดชื่อ อวัยวะ และ หน้าที่ได้ ถูกต้อง บางส่วน	ใช้แบบ จำลองเพื่อ ระบุรายละเอียดชื่อ อวัยวะ หรือ หน้าที่ถูกต้อง อย่างใดอย่าง หนึ่ง	ใช้แบบ จำลองเพื่อ ระบุรายละเอียดชื่อ อวัยวะและ หน้าที่ไม่ ถูกต้อง	8	7

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อสอบ ชุดที่ / เรื่องที่	ครั้งที่ 1 (ข้อ)	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (คะแนน)				ครั้งที่ 2 (ข้อ)	ครั้งที่ 3 (ข้อ)
		3	2	1	0		
ชุดที่ 3 แบบ อัตนัย เรื่องที่ 2 ต่อวงจรไฟฟ้า อย่างง่าย (ข้อ 9-10)	2	สร้างแบบ จำลองโดย เขียนแผน ภาพวงจร ไฟฟ้า อธิบาย การต่อวงจร ไฟฟ้าอย่าง ง่ายได้อย่าง ถูกต้อง	สร้างแบบ จำลองโดย เขียนแผน ภาพวงจร ไฟฟ้า อธิบาย การต่อวงจร ไฟฟ้าอย่าง ง่ายได้ถูกต้อง บางส่วน	สร้างแบบ จำลองโดย เขียนแผน ภาพวงจร ไฟฟ้า หรือ อธิบายการ ต่อวงจร ไฟฟ้าอย่าง ง่ายถูกต้อง อย่างใด อย่างหนึ่ง	สร้างแบบ จำลองโดย เขียนแผน ภาพวงจร ไฟฟ้า อธิบาย การต่อวงจร ไฟฟ้าอย่าง ง่าย ไม่ถูกต้อง	2	2
ชุดที่ 3 แบบอัตนัย เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน (ข้อ 11-14)	4	ใช้แบบจำลอง เพื่ออธิบาย ความหมาย ของหินและ กระบวนการ เกิดหิน ประเภทต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง	ใช้แบบจำลอง เพื่ออธิบาย ความหมาย ของหินและ กระบวนการ เกิดหิน ประเภทต่างๆ ได้ถูกต้อง บางส่วน	ใช้แบบจำลอง เพื่ออธิบาย ความหมาย ของหินหรือ กระบวนการ เกิดหิน ประเภทต่างๆ ถูกต้องอย่างใด อย่างหนึ่ง	ใช้แบบจำลอง เพื่ออธิบาย ความหมาย ของหินและ กระบวนการ เกิดหิน ประเภทต่างๆ ไม่ถูกต้อง	4	4
ชุดที่ 3 แบบอัตนัย เรื่องที่ 4 เงามืดเงามัว (ข้อ 15-18)	4	ใช้ แบบจำลอง แผนภาพรังสี ของแสง แสดงการเกิด เงามืดเงามัว ได้อย่าง ถูกต้อง	ใช้ แบบจำลอง แผนภาพรังสี ของแสง แสดงการเกิด เงามืดเงามัว ได้ถูกต้อง บางส่วน	ใช้ แบบจำลอง แผนภาพรังสี ของแสง แสดงการเกิด เงามืดเงามัว ถูกต้อง อย่าง ใดอย่างหนึ่ง	ใช้ แบบจำลอง แผนภาพรังสี ของแสง แสดงการเกิด เงามืดเงามัว ไม่ถูกต้อง	4	4
รวม (ข้อ)	18					18	17
รวม (คะแนน)	54					54	51

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา (IOC) จากนั้นทำการคัดเลือกข้อคำถาม ที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00

2. หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อของข้อสอบ โดยผู้วิจัยปรับปรุงแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 1 (Try out) จำนวน 120 คน ดังนี้

2.1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ ดำเนินการหาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยคัดข้อที่มีความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ให้เหลือแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ จำนวน 67 ข้อ ดำเนินการหาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยคัดข้อที่มีความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ให้เหลือแบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ จำนวน 21 ข้อ

2.2 แบบอัตนัย จำนวน 18 ข้อ ดำเนินการหาความยากง่าย และอำนาจจำแนก ด้วยวิธีของ ดี อาร์ไวทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) โดยคัดข้อที่มีความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20-0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-1.00 ให้เหลือแบบอัตนัย จำนวน 17 ข้อ

3. หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยนำข้อสอบของแบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 36 ข้อ แบบวัดปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ จำนวน 52 ข้อ และแบบวัดอัตนัย จำนวน 18 ข้อ ทดลองสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 (Tryout) ครั้งที่ 2 จำนวน 125 คน เพื่อตรวจสอบหาความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิเคราะห์ความเชื่อมั่นดังนี้

3.1 แบบข้อสอบปรนัย หาความเชื่อมั่น โดยใช้ KR-20 ตามวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson Method) สูตร $KR - 20$

3.2 แบบอัตนัย หาความเชื่อมั่นของแบบวัด โดยหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีของครอนบัค (α -Coefficient)

4. ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 จำนวน 370 คน

5. นำมาวิเคราะห์หาความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6. นำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านวิเคราะห์ ครั้งที่ 3 มาสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยคำนวณหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วเทียบหาค่าคะแนน T ปกติ จากตารางสำหรับการแปลงจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ให้เป็นคะแนน T ปกติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1.1 แบบข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ และปรนัยชนิดถูก-ผิด เต็มคำ จับคู่

1.1.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบทดสอบ โดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC : Index of Item objective congruence) (สมนึก ภัททิยธนี, 2565 : 217)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.1.2 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อแบบอิงกลุ่มโดยใช้เทคนิค 27% ดังนี้

1) นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนและเรียงกระดาษคำตอบตามลำดับคะแนนจากมากไปน้อย

2) แบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มสูง(H) โดยนับคะแนนสูงลงมา 27% ของกระดาษคำตอบทั้งหมด และกลุ่มต่ำ (L) นับจากคะแนนต่ำสุดขึ้นไป 27% ของกระดาษคำตอบทั้งหมด

2.1) วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบรายข้อ คำนวณจากสูตร ดังนี้ (อพันธ์ พิลาพุทธา, 2564 : 174)

$$\text{ตัวถูก } P = \frac{H+L}{2N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.2) หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อคือ
การใช้เทคนิค 27% โดยใช้สูตร ดังนี้ (อพันธ์ พูลพุทธา, 2564)

$$\text{ตัวถูก } r = \frac{H - L}{N}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

1.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีของ
คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson : KR-20)

$$R_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	R_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ
	P	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด (1-p)
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. แบบข้อสอบอัตนัย

2.1 ข้อสอบอัตนัยซึ่งมีระบบการให้คะแนนไม่เป็นแบบ 0 – 1 ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้สูตรของ ดี อาร์ไวทนี และ ดีแอล ซาเบอร์ส (D.R.Whitney and D.L.Sabers) ดังนี้

2.1.1 ดัชนีค่าความยาก (P_D) คำนวณจากสูตร

$$P_D = \frac{S_u + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{mix} - X_{min})}$$

2.1.2 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) คำนวณจากสูตร

$$D = \frac{S_u - S_L}{N(X_{mix} - X_{min})}$$

- เมื่อ P_d = ดัชนีค่าความยาก
 D = ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
 S_U = ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
 S_L = ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
 N = จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
 X_{max} = คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
 X_{min} = คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด

2.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบข้อสอบอัตนัย โดยวิธีของ Cronbach ซึ่งใช้กับเครื่องมือที่ไม่ได้ตรวจให้คะแนนเป็น 1 กับ 0 เรียกว่า “สัมประสิทธิ์แอลฟา” (α -Coefficient) มีสูตรดังนี้

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

พหุ มณ ทั โต ชี เว

3. สถิติที่ใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติ

3.1 หาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) และแปลงเป็นคะแนนที่ปกติ โดยนำไปเทียบกับตาราง การหาเปอร์เซ็นต์ไทล์โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2565 : 268)

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

เมื่อ	PR	แทน	ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
	F	แทน	ความถี่ของคะแนน
	Cf	แทน	ความถี่สะสม
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.2 การขยายคะแนนที่ปกติ (Normalized T- Score) โดยใช้สมการดังนี้

$$T_c = bX + a$$

T_c	แทน	คะแนนเกณฑ์ (คะแนน T ปกติที่ปรับแก้แล้ว)
X	แทน	คะแนนสอบ (คะแนนพยากรณ์)
b	แทน	สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (ความชันของเส้นตรง)
a	แทน	Y - Intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

$$\text{เมื่อ } b = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Y	แทน	คะแนน T ปกติ
N	แทน	จำนวนคู่อันดับระหว่างคะแนนสอบ (X) กับ คะแนน T ปกติ (Y)

$$\text{และ } a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ

\bar{Y} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน T ปกติ

3.3 สถิติพื้นฐาน

3.3.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 N แทน จำนวนนักเรียน

3.3.2 วิเคราะห์ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร ดังนี้

(บุญชม ศรีสะอาด, 2553 : 104)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ
 N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.3.3 วิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้

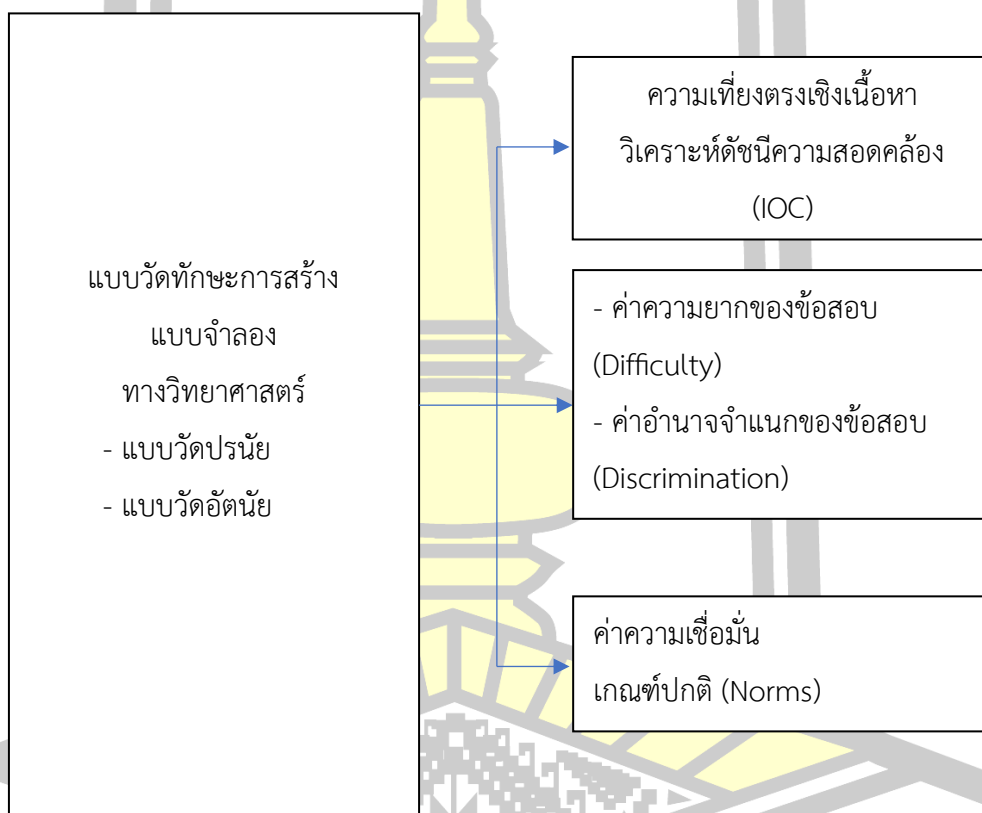
(บุญชม ศรีสะอาด, 2553 : 106)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X_i^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 N แทน จำนวนนักเรียน
 \sum แทน ผลรวม

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมการวัดและประเมินผลแนวใหม่ ด้วยการหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น จากเนื้อหาตามมาตรฐานตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูล โดยนำเสนอตามขั้นตอนของการดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ทางสถิติและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้แทนความหมายดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบ
P	แทน	ค่าความยากของแบบวัด
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด
KR-20	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ
T	แทน	คะแนนที่ปกติ (Normalized T- Score)
X	แทน	คะแนนสอบ
Y	แทน	คะแนน T ปกติ α
N	แทน	จำนวนคู่ของ X กับ Y
b	แทน	สัมประสิทธิ์การพยากรณ์
f	แทน	ความถี่ของข้อมูล
Cf	แทน	ความถี่สะสมของข้อมูล
PR	แทน	ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
T _c	แทน	คะแนน T ปกติที่คำนวณจากสมการเส้นตรงอยู่ในรูปฟังก์ชัน

α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach

ลำดับในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

- ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- ตอนที่ 3 การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินคุณภาพขั้นต้นด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้สำนวน ภาษา ความชัดเจนของสัญลักษณ์ และรูปภาพ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ แบบปรนัยถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ จำนวน 67 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 18 ข้อ และได้นำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาเป็นรายข้อระหว่างความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา ผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นดังตารางที่ 15 16 และ 17

พูน ปรน จิต ชีเว

ตาราง 15 (ต่อ)

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ						ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
ข้อที่	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5			
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
33	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

จากตาราง ผลการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา และพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา มีค่าตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ตามเกณฑ์การพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัด ให้นำไปใช้ได้ (อพันธ์ พูลพุทธา, 2564 : 172)

ตาราง 16 (ต่อ)

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5			
49	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
51	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
52	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
58	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
59	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
60	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
61	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
62	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
63	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
64	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
65	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
66	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
67	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

จากตาราง ผลการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน
การวัดผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน
เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา และพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน
ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้าง

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา มีค่าตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ตามเกณฑ์การพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัด ให้นำไปใช้ได้ (อพนันตรี พูลพุทธา, 2564 : 172)

ตาราง 17 ผลการประเมินความเที่ยงตรง แบบอัตโนมัติ

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ						ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

จากตาราง ผลการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน
การวัดผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน

เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา และพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 1.00 ตามเกณฑ์การพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัด ให้นำไปใช้ได้ (อพันธ์ พูลพุทธา, 2564 : 172)

ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ทดสอบครั้งที่ 1 วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปทดสอบครั้งที่ 2

ตาราง 18 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. เรื่อง ระบบย่อย อาหาร	1	0.75	0.38	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	2	0.61	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	3	0.55	0.28	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	4	0.64	0.47	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	5	0.56	0.31	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	6	0.47	0.44	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 18 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. เรือง ระบบย่อย อาหาร	7	0.55	0.22	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	8	0.75	0.5	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
2. ต่อบางจรไฟฟ้า อย่างง่าย	9	0.55	0.16	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	10	0.36	0.34	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	11	0.75	0.44	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	12	0.75	0.44	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	13	0.52	0.28	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	14	0.42	0.47	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	15	0.66	0.44	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	16	0.45	0.22	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
3. วัฏจักรหิน	17	0.50	0.25	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	18	0.45	0.47	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 18 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
3. วิจัยกรหิน	19	0.53	0.38	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	20	0.45	0.28	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	21	0.55	0.09	ยากปานกลาง อำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน
	22	0.48	0.47	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	23	0.50	0.56	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	24	0.50	0.56	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
4. ซากดึกดำบรรพ์	25	0.50	0.81	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	26	0.53	0.56	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	27	0.52	0.53	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	28	0.63	0.75	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	29	0.48	0.41	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	30	0.52	0.34	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน

ตาราง 18 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
4. ซากดึกดำบรรพ์	31	0.42	0.41	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	32	0.44	0.56	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
5. เงามีดงามัว	33	0.39	0.19	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	34	0.55	0.47	ยากปานกลาง อำนาจจำแนก ค่อนข้างสูง	ผ่าน
	35	0.55	0.53	ยากปานกลาง อำนาจจำแนก ค่อนข้างสูง	ผ่าน
	36	0.69	0.38	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	37	0.61	0.41	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนก ค่อนข้างสูง	ผ่าน
	38	0.33	0.28	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	39	0.44	0.19	ยากปานกลาง อำนาจจำแนก ค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	40	0.50	0.38	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 36 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 40 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อ 9, 21, 33, 39 ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33-0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.22-0.81 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.47-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.53 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2. เรื่อง ต่่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.36-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.47 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.45-0.55 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25-0.56 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24
4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.42-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34-0.81 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือ ข้อ 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
5. เรื่อง เงามีดงามัว จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33-0.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28-0.53 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 34, 35, 36, 37, 38, 40 ดังตาราง 19

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 19 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1
แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์
1	1	0.75	0.38	ตัดไว้	3	21	0.55	0.09	ตัดทิ้ง
	2	0.61	0.53	ตัดไว้		22	0.48	0.47	ตัดไว้
	3	0.55	0.28	ตัดไว้		23	0.50	0.56	ตัดไว้
	4	0.64	0.47	ตัดไว้		24	0.50	0.56	ตัดไว้
	5	0.56	0.31	ตัดไว้	4	25	0.50	0.81	ตัดไว้
	6	0.47	0.44	ตัดไว้		26	0.53	0.56	ตัดไว้
	7	0.55	0.22	ตัดไว้		27	0.52	0.53	ตัดไว้
	8	0.75	0.50	ตัดไว้		28	0.63	0.75	ตัดไว้
2	9	0.55	0.16	ตัดทิ้ง	5	29	0.48	0.41	ตัดไว้
	10	0.36	0.34	ตัดไว้		30	0.52	0.34	ตัดไว้
	11	0.75	0.44	ตัดไว้		31	0.42	0.41	ตัดไว้
	12	0.75	0.44	ตัดไว้		32	0.44	0.56	ตัดไว้
	13	0.52	0.28	ตัดไว้	33	0.39	0.19	ตัดทิ้ง	
	14	0.42	0.47	ตัดไว้	34	0.55	0.47	ตัดไว้	
	15	0.66	0.44	ตัดไว้	35	0.55	0.53	ตัดไว้	
	16	0.45	0.22	ตัดไว้	36	0.69	0.38	ตัดไว้	
3	17	0.50	0.25	ตัดไว้	37	0.61	0.41	ตัดไว้	
	18	0.45	0.47	ตัดไว้	38	0.33	0.28	ตัดไว้	
	19	0.53	0.38	ตัดไว้	39	0.44	0.19	ตัดทิ้ง	
	20	0.45	0.28	ตัดไว้	40	0.50	0.38	ตัดไว้	

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 36 ข้อ และจากการจับเวลาในการทำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบเสร็จใช้เวลาทั้งสิ้น 40 นาที โดยเฉลี่ย

ใช้เวลาข้อละ 1 นาที ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบการใช้เวลาในการทดสอบครั้งนี้ต่อไปกำหนดในการทดสอบครั้งที่ 2

ตาราง 20 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด
จับคู่ เติมคำ

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อยอาหาร	1	0.97	0.06	ง่ายมาก อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่าน
	2	0.63	0.75	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	3	0.75	0.5	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	4	0.58	0.84	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	5	0.89	0.22	อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	6	0.61	0.78	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	7	0.97	0.06	ง่ายมาก อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่าน
	8	0.94	0.13	ง่ายมาก อำนาจจำแนก ค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	9	0.83	0.34	ง่าย อำนาจจำแนก ปานกลาง	ไม่ผ่าน
	10	0.78	0.44	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	11	0.69	0.63	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	12	0.66	0.69	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อยอาหาร	13	0.66	0.69	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	14	0.52	0.97	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	15	0.69	0.63	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	16	0.89	0.81	อำนาจจำแนกสูง	ไม่ผ่าน
2. ต่อบางจรไฟฟ้า อย่างง่าย	17	0.92	0.16	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	18	0.89	0.16	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	19	0.67	0.16	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	20	0.81	0.19	ง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	21	0.48	0.78	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	22	0.44	0.81	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	23	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	24	0.44	0.75	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	25	0.44	0.75	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
2. ต่อบางจรรยา อย่างง่าย	26	0.47	0.88	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	27	0.45	0.84	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	28	0.45	0.84	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	29	0.41	0.81	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	30	0.41	0.75	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
3. วิจัยจักรหิน	31	0.5	0.56	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	32	0.47	0.69	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	33	0.44	0.75	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	34	0.53	0.88	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	35	0.52	0.91	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	36	0.44	0.88	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	37	0.41	0.75	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
3. วัฏจักรหิน	38	0.41	0.75	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	39	0.42	0.78	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	40	0.45	0.78	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	41	0.63	0.75	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
4. ซากดึกดำบรรพ์	42	0.38	0.44	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	43	0.25	0.31	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	44	0.20	0.41	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	45	0.17	0.28	ยาก อำนาจจำแนกปาน กลาง	ไม่ผ่าน
	46	0.30	0.34	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	47	0.28	0.25	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	48	0.19	0.31	ยาก อำนาจจำแนก ปานกลาง	ไม่ผ่าน
	49	0.3	0.28	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
4. ซากดึกดำบรรพ์	50	0.38	0.44	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	51	0.45	0.41	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	52	0.38	0.56	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	53	0.42	0.66	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	54	0.47	0.69	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	55	0.55	0.72	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	56	0.53	0.75	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	57	0.52	0.78	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	58	0.38	0.56	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	59	0.11	0.09	ยาก อำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน
	60	0.19	0.38	ยาก อำนาจจำแนกปาน กลาง	ไม่ผ่าน
	61	0.53	0.5	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	62	0.41	0.5	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
4. ซากดึกดำบรรพ์	63	0.06	0.13	ยากมาก อำนาจจำแนก ค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
5. เงามืดเงามัว	64	0.52	0.97	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	65	0.63	0.75	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	66	0.56	0.88	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	67	0.55	0.91	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ
จำนวน 67 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 52 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15,
21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43,
44, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 64, 65, 66, 67 และไม่ผ่านเกณฑ์
จำนวน 15 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 5, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 45, 48, 59, 60, 63 ซึ่งแบบวัดทักษะ
การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้างแบบจำลอง
ทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 67 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.78 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
ตั้งแต่ 0.25-0.97 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทาง
วิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.58-0.78 ค่าอำนาจ
จำแนกตั้งแต่ 0.44-0.84 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด
จำนวน 10 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 10 ข้อ คือ ข้อ 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15,

2. เรื่อง ต่อบางไฟฟ้ําอย่างง่าย จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.38-0.48
ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.75-0.88 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 10 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 10 ข้อ คือ ข้อ 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 11 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.41-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.56-0.91 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 11 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 11 ข้อ คือ ข้อ 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41

4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 22 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.53 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25-0.78 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 17 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 17 ข้อ คือ ข้อ 42,43,44,46,47,49,50,51,52,53,54,55,56,57, 58,61,62

5. เรื่อง เงามีตเงามัว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.75-0.97 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือข้อ 64, 65, 66, 67

ตาราง 21 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1
แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มค่า

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์
	1	0.97	0.06	ตัดทิ้ง	1	7	0.97	0.06	ตัดทิ้ง
	2	0.63	0.75	ตัดไว้		8	0.94	0.13	ตัดทิ้ง
	3	0.75	0.5	ตัดไว้		9	0.83	0.34	ตัดทิ้ง
	4	0.58	0.84	ตัดไว้		10	0.78	0.44	ตัดไว้
	5	0.89	0.22	ตัดทิ้ง		11	0.69	0.63	ตัดไว้
	6	0.61	0.78	ตัดไว้		12	0.66	0.69	ตัดไว้
1	13	0.66	0.69	ตัดไว้	3	41	0.63	0.75	ตัดไว้
	14	0.52	0.97	ตัดไว้	4	42	0.38	0.44	ตัดไว้
	15	0.69	0.63	ตัดไว้		43	0.25	0.31	ตัดไว้
	16	0.89	0.81	ตัดทิ้ง		44	0.20	0.41	ตัดไว้

ตาราง 21 (ต่อ)

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์		
2	17	0.92	0.16	ตัดทิ้ง	4	45	0.17	0.28	ตัดทิ้ง		
	18	0.89	0.16	ตัดทิ้ง		46	0.30	0.34	ตัดไว้		
	19	0.67	0.16	ตัดทิ้ง		47	0.28	0.25	ตัดไว้		
	20	0.81	0.19	ตัดทิ้ง		48	0.19	0.31	ตัดทิ้ง		
	21	0.48	0.78	ตัดไว้		49	0.30	0.28	ตัดไว้		
	22	0.44	0.81	ตัดไว้		50	0.38	0.44	ตัดไว้		
	23	0.38	0.75	ตัดไว้		51	0.45	0.41	ตัดไว้		
	24	0.44	0.75	ตัดไว้		52	0.38	0.56	ตัดไว้		
	25	0.44	0.75	ตัดไว้		53	0.42	0.66	ตัดไว้		
	26	0.47	0.88	ตัดไว้		54	0.47	0.69	ตัดไว้		
	27	0.45	0.84	ตัดไว้		55	0.55	0.72	ตัดไว้		
	28	0.45	0.84	ตัดไว้		56	0.53	0.75	ตัดไว้		
	29	0.41	0.81	ตัดไว้		57	0.52	0.78	ตัดไว้		
	30	0.41	0.75	ตัดไว้		58	0.38	0.56	ตัดไว้		
	3	31	0.5	0.56		ตัดไว้	5	59	0.11	0.09	ตัดทิ้ง
		32	0.47	0.69		ตัดไว้		60	0.19	0.38	ตัดทิ้ง
		33	0.44	0.75		ตัดไว้		61	0.53	0.5	ตัดไว้
34		0.53	0.88	ตัดไว้	62	0.41		0.5	ตัดไว้		
35		0.52	0.91	ตัดไว้	63	0.06		0.13	ตัดทิ้ง		
36		0.44	0.88	ตัดไว้	64	0.52		0.97	ตัดไว้		
37		0.41	0.75	ตัดไว้	65	0.63		0.75	ตัดไว้		
38		0.41	0.75	ตัดไว้	66	0.56		0.88	ตัดไว้		
39		0.42	0.78	ตัดไว้	67	0.55		0.91	ตัดไว้		
40		0.45	0.78	ตัดไว้							

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 52 ข้อ และจากการจับเวลาในการทำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบเสร็จใช้เวลาทั้งสิ้น 30 นาที โดยเฉลี่ยใช้เวลาข้อละ 2.23 นาที ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบการใช้เวลาในการทดสอบครั้งนี้ต่อไปกำหนดในการทดสอบครั้งที่ 2

ตาราง 22 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบอัตนัย

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อย อาหาร	1	0.78	0.34	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
	2	0.64	0.41	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	3	0.53	0.29	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
	4	0.53	0.38	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
	5	0.52	0.30	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
	6	0.56	0.28	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
	7	0.61	0.43	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	8	0.72	0.43	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 22 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
2. ต่อบางจรไฟฟ้า อย่างง่าย	9	0.63	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	10	0.62	0.46	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
3. วัฏจักรหิน	11	0.43	0.59	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	12	0.29	0.48	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	13	0.29	0.48	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	14	0.25	0.42	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
4. เงามืดเงามัว	15	0.50	0.77	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	16	0.48	0.73	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	17	0.52	0.77	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	18	0.50	0.76	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัย
จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.77 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.78
และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 18 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 0 ข้อ ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้าง

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 18 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25-0.77 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.28-0.78 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28-0.43 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2. เรื่อง ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.62-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.46-0.53 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 2 ข้อ คือข้อ 9, 10
3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25-0.43 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42-0.59 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือข้อ 11, 12, 13, 14
4. เรื่อง เงามืดเงามัว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.48-0.52 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.73-0.77 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือข้อ 15,16,17,18

ตาราง 23 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 1 แบบอัตนัย

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	
1	1	0.78	0.34	ตัดไว้	2	10	0.62	0.46	ตัดไว้	
	2	0.64	0.41	ตัดไว้		11	0.43	0.59	ตัดไว้	
	3	0.53	0.29	ตัดไว้		12	0.29	0.48	ตัดไว้	
	4	0.53	0.38	ตัดไว้		13	0.29	0.48	ตัดไว้	
	5	0.52	0.30	ตัดไว้		14	0.25	0.42	ตัดไว้	
	6	0.56	0.28	ตัดไว้		4	15	0.50	0.77	ตัดไว้
	7	0.61	0.43	ตัดไว้			16	0.48	0.73	ตัดไว้
	8	0.72	0.43	ตัดไว้			17	0.52	0.77	ตัดไว้
9	0.63	0.53	ตัดไว้	18	0.50		0.76	ตัดไว้		

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 18 ข้อ และจากการจับเวลาในการทำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบเสร็จใช้เวลาทั้งสิ้น 30 นาที โดยเฉลี่ยใช้เวลาข้อละ 1.6 นาที ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบการใช้เวลาในการทดสอบครั้งนี้ต่อไปกำหนดในการทดสอบครั้งที่ 2

3. ทดสอบครั้งที่ 2 วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการคัดเลือกครั้งที่ 1 จำนวน 36 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับกลุ่มตัวอย่างการทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 125 คน ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง 40 นาที แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ดังนี้

3.1 หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ได้ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 24

ตาราง 24 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อย อาหาร	1	0.79	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	2	0.50	0.34	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	3	0.41	0.56	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	4	0.55	0.47	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 24 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อยอาหาร	5	0.44	0.50	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	6	0.66	0.48	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	7	0.49	0.27	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	8	0.81	0.23	อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
2. ต่อบางจรไฟฟ้า อย่างง่าย	9	0.57	0.52	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	10	0.63	0.30	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	11	0.77	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	12	0.21	0.14	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	13	0.46	0.45	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	14	0.71	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	15	0.49	0.52	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
3. วัฏจักรหิน	16	0.33	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	17	0.53	0.44	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 24 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
3. วัฏจักรหิน	18	0.47	0.50	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	19	0.42	0.25	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	20	0.19	0.56	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	21	0.63	0.30	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	22	0.56	0.47	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
4. ซากดึกดำบรรพ์	23	0.55	0.56	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	24	0.26	0.23	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	25	0.71	0.52	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	26	0.73	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	27	0.26	0.20	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	28	0.66	0.61	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	29	0.45	0.36	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	30	0.81	0.39	ง่ายมาก อำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน

ตาราง 24 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
5. เงามีดงามิว	31	0.52	0.47	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	32	0.53	0.81	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	33	0.58	0.5	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	34	0.54	0.73	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	35	0.56	0.84	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	36	0.51	0.36	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 36 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 32 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อ 8, 12, 20, 30 ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธี KR20 มีค่าเท่ากับ 0.81 ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 36 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.21-0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20-0.84 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.41-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.56 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

ตาราง 25 (ต่อ)

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์
3	18	0.47	0.50	ตัดไว้	5	32	0.53	0.81	ตัดไว้
	19	0.42	0.25	ตัดไว้		33	0.58	0.5	ตัดไว้
	20	0.19	0.56	ตัดทิ้ง		34	0.54	0.73	ตัดไว้
	21	0.63	0.30	ตัดไว้		35	0.56	0.84	ตัดไว้
	22	0.56	0.47	ตัดไว้		36	0.51	0.36	ตัดไว้
4	23	0.55	0.56	ตัดไว้					
	24	0.26	0.23	ตัดไว้					
	25	0.71	0.52	ตัดไว้					
	26	0.73	0.42	ตัดไว้					

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดปรนัยแล้ว ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 32 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 26 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบปรนัยชนิดถูกผิด จับคู่
เติมคำ

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อยอาหาร	1	0.91	0.18	ง่ายมาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	2	0.91	0.18	ง่ายมาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน

ตาราง 26 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ	
1. ระบบย่อยอาหาร	3	0.91	0.18	ง่ายมาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน	
	4	0.91	0.18	ง่ายมาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน	
	5	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน	
	6	0.73	0.55	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	
	7	0.76	0.48	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	
	8	0.74	0.52	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	
	9	0.71	0.21	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน	
	10	0.52	0.79	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	
	2. ต่อดวงจรไฟฟ้า อย่างง่าย	11	0.76	0.48	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
		12	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
13		0.53	0.94	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน	
14		0.73	0.55	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน	

ตาราง 26 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
2. ต่อบางจรไฟฟ้า อย่างง่าย	15	0.79	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	16	0.62	0.76	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	17	0.71	0.58	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	18	0.61	0.79	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	19	0.61	0.79	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	20	0.65	0.70	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
3. วัฏจักรหิน	21	0.59	0.82	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	22	0.64	0.73	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	23	0.55	0.91	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	24	0.56	0.88	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	25	0.59	0.82	อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	26	0.79	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	27	0.71	0.58	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 26 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
3. วิฏจักรหิน	28	0.56	0.88	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	29	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	30	0.73	0.55	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	31	0.86	0.27	ง่าย อำนาจจำแนก ปานกลาง	ไม่ผ่าน
4. ซากดึกดำบรรพ์	32	0.83	0.33	ง่าย อำนาจจำแนก ปานกลาง	ไม่ผ่าน
	33	0.82	0.36	ง่าย อำนาจจำแนก ปานกลาง	ไม่ผ่าน
	34	0.76	0.48	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	35	0.70	0.61	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	36	0.65	0.70	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	37	0.68	0.58	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	38	0.65	0.70	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	39	0.68	0.64	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน

ตาราง 26 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
4. ซากดึกดำบรรพ์	40	0.58	0.61	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	41	0.61	0.55	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	42	0.50	0.33	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปาน กลาง	ผ่าน
	43	0.61	0.12	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	44	0.74	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	45	0.59	0.45	อำนาจจำแนก ค่อนข้างสูง	ผ่าน
	46	0.55	0.48	ยากปานกลาง อำนาจจำแนก ค่อนข้างสูง	ผ่าน
	47	0.47	0.76	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
5. เงามีดเงามัว	48	0.52	0.55	ยากปานกลาง อำนาจจำแนก ค่อนข้างสูง	ผ่าน
	49	0.70	0.61	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	50	0.53	0.94	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน

ตาราง 26 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
5. เงามีตงามัว	51	0.53	0.94	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	52	0.50	1	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบปรนัย ชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ จำนวน 52 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.79 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ถึง 1.00 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 41 ข้อ ได้แก่ข้อ 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52 ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 11 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 4, 21, 25, 31, 32, 33, 43, 45 ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดถูกผิด จับคู่ เติมคำประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 52 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50-0.79 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.12-1 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52-0.76 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.79 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 5, 6, 7, 8, 9, 10
2. เรื่อง ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.53-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42-0.94 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 10 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 10 ข้อ คือ ข้อ 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 11 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.55-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42-0.91 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือ ข้อ 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30

ตาราง 27 (ต่อ)

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์
3	30	0.73	0.55	ตัดไว้	4	44	0.74	0.33	ตัดไว้
	31	0.86	0.27	ตัดทิ้ง		45	0.89	0.45	ตัดทิ้ง
4	32	0.83	0.33	ตัดทิ้ง		46	0.55	0.48	ตัดไว้
	33	0.82	0.36	ตัดทิ้ง		47	0.47	0.76	ตัดไว้
	34	0.76	0.48	ตัดไว้		48	0.52	0.55	ตัดไว้
	35	0.70	0.61	ตัดไว้	5	49	0.70	0.61	ตัดไว้
	36	0.65	0.70	ตัดไว้		50	0.53	0.94	ตัดไว้
	37	0.68	0.58	ตัดไว้		51	0.53	0.94	ตัดไว้
	38	0.65	0.70	ตัดไว้		52	0.50	1.00	ตัดไว้

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 41 ข้อ และ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.78 จากการจับเวลาในการทำแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบเสร็จ ใช้เวลาทั้งสิ้น 30 นาที โดยเฉลี่ยใช้เวลาข้อละ 0.57 นาที ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบการใช้เวลาในการ ทดสอบครั้งนี้ต่อไปกำหนดในการทดสอบครั้งที่ 3

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 28 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบอัตนัย

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อย อาหาร	1	0.90	0.19	ง่ายมาก อำนาจจำแนก ค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่านเกณฑ์
	2	0.72	0.56	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	3	0.67	0.66	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	4	0.63	0.72	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	5	0.64	0.73	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	6	0.68	0.64	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	7	0.71	0.59	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	8	0.75	0.50	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
2. ต่อบางจรไฟฟ้า อย่างง่าย	9	0.59	0.49	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	10	0.56	0.41	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
3. วัฏจักรหิน	11	0.44	0.66	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 28 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
3. วัฏจักรหิน	12	0.39	0.60	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	13	0.34	0.51	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	14	0.24	0.32	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
4. เงามีดเงามัว	15	0.49	0.43	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	16	0.51	0.38	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
	17	0.64	0.73	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	18	0.68	0.64	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัย
จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.75 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.73
และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 17 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 ข้อ ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลอง
ทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 18 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24-0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่
0.32-0.73 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.63-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.50-0.73 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2. เรื่อง ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.56-0.59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41-0.49 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 2 ข้อ คือ ข้อ 9, 10
3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24-0.44 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32-0.66 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 11, 12, 13, 14
4. เรื่อง เงามีดงามิ้ว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.49-0.68 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38-0.73 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 15, 16, 17, 18

ตาราง 29 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 2 แบบอัตนัย

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	
1	1	0.90	0.19	ตัดทิ้ง	2	10	0.56	0.41	คัดเลือก	
	2	0.72	0.56	คัดเลือก		11	0.44	0.66	คัดเลือก	
	3	0.67	0.66	คัดเลือก		12	0.39	0.60	คัดเลือก	
	4	0.63	0.72	คัดเลือก		13	0.34	0.51	คัดเลือก	
	5	0.64	0.73	คัดเลือก		14	0.24	0.32	คัดเลือก	
	6	0.68	0.64	คัดเลือก		4	15	0.49	0.43	คัดเลือก
	7	0.71	0.59	คัดเลือก			16	0.51	0.38	คัดเลือก
	8	0.75	0.50	คัดเลือก			17	0.64	0.73	คัดเลือก
2	9	0.59	0.49	คัดเลือก	18		0.68	0.64	คัดเลือก	

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 17 ข้อ และความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.93 จัปเวลาในการทำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทาง

วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบเสร็จ ใช้เวลาทั้งสิ้น 30 นาที โดยเฉลี่ยใช้เวลาข้อละ 1.6 นาที ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบการใช้เวลาในการทดสอบ ครั้งนี้ต่อไปกำหนดในการทดสอบครั้งที่ 3

4. ทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ ในโรงเรียนขนาดเล็กขนาดกลาง ขนาดใหญ่ จำนวน 370 คน

ตาราง 30 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อยอาหาร	1	0.70	0.51	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	2	0.40	0.18	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	3	0.54	0.49	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	4	0.52	0.49	ยากปานกลาง อำนาจจำแนก ค่อนข้างสูง	ผ่าน
	5	0.48	0.57	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	6	0.53	0.82	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	7	0.51	0.51	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 30 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
2. ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่าง ง่าย	8	0.45	0.29	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	9	0.79	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	10	0.77	0.37	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	11	0.45	0.44	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	12	0.66	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	13	0.44	0.43	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
3. วัฏจักรหิน	14	0.47	0.51	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	15	0.49	0.53	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	16	0.50	0.68	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	17	0.48	0.45	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	18	0.44	0.35	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน

ตาราง 30 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
3. วิถีจักรวาล	19	0.46	0.42	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
4. ซากดึกดำบรรพ์	20	0.49	0.65	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	21	0.42	0.26	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	22	0.59	0.73	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	23	0.69	0.48	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	24	0.53	0.52	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	25	0.56	0.27	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	26	0.47	0.84	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
5. เงามืดเงามัว	27	0.55	0.41	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	28	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน
	29	0.56	0.54	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 30 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
5. เงามีเดงามัว	30	0.53	0.61	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่าน
	31	0.21	0.03	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกต่ำ	ไม่ผ่าน
	32	0.51	0.42	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 32 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32 และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 31 ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธี KR20 มีค่าเท่ากับ 0.83 ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.35-0.79 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.24-0.84 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.40-0.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.49-0.82 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 1, 3, 4, 5, 6, 7
2. เรื่อง ต่่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29-0.53 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 8, 9, 10, 11, 12, 13
3. เรื่อง วิฏจักรหิน จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.50 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35-0.68 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 14, 15, 16, 17, 18, 19

4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.42-0.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26-0.84 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

5. เรื่อง เงามีดงามิ้ว จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.35-0.56 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.61 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 5 ข้อ คือ ข้อ 27, 28, 29, 30, 32

ตาราง 31 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	
1	1	0.70	0.51	ตัดไว้	3	17	0.48	0.45	ตัดไว้	
	2	0.40	0.18	ตัดทิ้ง		18	0.44	0.35	ตัดไว้	
	3	0.54	0.49	ตัดไว้		19	0.46	0.42	ตัดไว้	
	4	0.52	0.49	ตัดไว้		4	20	0.49	0.65	ตัดไว้
	5	0.48	0.57	ตัดไว้			21	0.42	0.26	ตัดไว้
	6	0.53	0.82	ตัดไว้			22	0.59	0.73	ตัดไว้
	2	7	0.51	0.51		ตัดไว้	5	23	0.69	0.48
8		0.45	0.29	ตัดไว้	24	0.53		0.52	ตัดไว้	
9		0.79	0.33	ตัดไว้	25	0.56		0.27	ตัดไว้	
10		0.77	0.37	ตัดไว้	26	0.47		0.84	ตัดไว้	
11		0.45	0.44	ตัดไว้	27	0.55		0.41	ตัดไว้	
12		0.66	0.53	ตัดไว้	28	0.35		0.24	ตัดไว้	
13		0.44	0.43	ตัดไว้	29	0.56		0.54	ตัดไว้	
14		0.47	0.51	ตัดไว้	30	0.53		0.61	ตัดไว้	
3	15	0.49	0.53	ตัดไว้	31	0.21	0.03	ตัดทิ้ง		
	16	0.50	0.68	ตัดไว้	32	0.51	0.42	ตัดไว้		

จากการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดปรนัย จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 พบว่า
ข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ทั้งฉบับเท่ากับ 0.83

ตาราง 32 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบปรนัยชนิดถูกผิด จับคู่
เติมคำ

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อยอาหาร	1	0.86	0.24	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	2	0.67	0.45	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	3	0.88	0.60	ง่าย อำนาจจำแนก ค่อนข้างสูง	ไม่ผ่าน
	4	0.58	0.40	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	5	0.44	0.70	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	6	0.84	0.30	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
2. ต่วงจรไฟฟ้า อย่างง่าย	7	0.52	0.57	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	8	0.68	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	9	0.66	0.56	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ตาราง 32 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
2. ต่อบางจรไฟฟ้า อย่างง่าย	10	0.55	0.71	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	11	0.59	0.67	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	12	0.72	0.52	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	13	0.77	0.21	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	14	0.66	0.36	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	15	0.49	0.80	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	16	0.52	0.68	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
3. วัฏจักรหิน	17	0.71	0.56	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	18	0.65	0.63	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
	19	0.75	0.30	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	20	0.85	0.21	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน

ตาราง 32 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
3. วัฏจักรหิน	21	0.87	0.25	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	22	0.71	0.41	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	23	0.71	0.58	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
	24	0.62	0.69	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
4. ซากดึกดำบรรพ์	25	0.87	0.26	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	26	0.89	0.20	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	27	0.93	0.14	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
4. ซากดึกดำบรรพ์	28	0.91	0.16	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	29	0.91	0.18	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	30	0.92	0.13	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	31	0.78	0.38	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	32	0.81	0.28	อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน

ตาราง 32 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความ ยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
4. ซากดึกดำบรรพ์	33	0.81	0.29	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	34	0.84	0.24	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	35	0.81	0.23	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	36	0.48	0.20	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
	37	0.56	0.16	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
5. เงามีดเงามัว	38	0.81	0.27	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	39	0.90	0.17	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
	40	0.86	0.26	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
	41	0.84	0.30	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบปรนัย ชนิดถูกผิด จับคู่ เติมคำ จำนวน 41 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44 ถึง 0.78 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 21 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 31, 36 ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 3, 6, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41 ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทาง

วิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดถูกผิด จับคู่ เติมคำประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 41 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.78 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20-0.1 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.68 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40-0.60 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือ ข้อ 2, 4, 5

2. เรื่อง ต่่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52-0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.80 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 10 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 10 ข้อ คือ ข้อ 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.62-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.69 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 17, 18, 19, 22, 23, 24

4. เรื่อง ชากดิกดำบรรพ์ จำนวน 13 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.48-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.38 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 2 ข้อ คือ ข้อ 31, 36

ตาราง 33 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3

แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ

เรื่องที่	ข้อที่	p	r	ผลการวิเคราะห์	เรื่องที่	ข้อที่	p	r	ผลการวิเคราะห์
1	1	0.86	0.24	ตัดทิ้ง	2	11	0.59	0.67	คัดเลือก
	2	0.67	0.45	คัดเลือก		12	0.72	0.52	คัดเลือก
	3	0.88	0.60	ตัดทิ้ง		13	0.77	0.21	คัดเลือก
	4	0.58	0.40	คัดเลือก		14	0.66	0.36	คัดเลือก
	5	0.44	0.70	คัดเลือก		15	0.49	0.80	คัดเลือก
	6	0.84	0.30	ตัดทิ้ง		16	0.52	0.68	คัดเลือก

ตาราง 33 (ต่อ)

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์
2	7	0.52	0.57	ตัดไว้	3	17	0.71	0.56	ตัดไว้
	8	0.68	0.42	ตัดไว้		18	0.65	0.63	ตัดไว้
	9	0.66	0.56	ตัดไว้		19	0.75	0.30	ตัดไว้
	10	0.55	0.71	ตัดไว้		20	0.85	0.21	ตัดทิ้ง
3	21	0.87	0.25	ตัดทิ้ง	4	32	0.81	0.28	ตัดทิ้ง
	22	0.71	0.41	ตัดไว้		33	0.81	0.29	ตัดทิ้ง
	23	0.71	0.58	ตัดไว้		34	0.84	0.24	ตัดทิ้ง
	24	0.62	0.69	ตัดไว้		35	0.81	0.23	ตัดทิ้ง
4	25	0.87	0.26	ตัดทิ้ง	5	36	0.48	0.20	ตัดไว้
	26	0.89	0.20	ตัดทิ้ง		37	0.56	0.16	ตัดทิ้ง
	27	0.93	0.14	ตัดทิ้ง		38	0.81	0.27	ตัดทิ้ง
	28	0.91	0.16	ตัดทิ้ง		39	0.90	0.17	ตัดทิ้ง
	29	0.91	0.18	ตัดทิ้ง		40	0.86	0.26	ตัดทิ้ง
	30	0.92	0.13	ตัดทิ้ง		41	0.84	0.30	ตัดทิ้ง
	31	0.78	0.38	ตัดไว้					

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 21 ข้อ และ ความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.83 จับเวลาในการทำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบเสร็จ ใช้เวลาทั้งสิ้น 30 นาที โดยเฉลี่ยใช้เวลาข้อละ 0.73 นาที ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ การทดสอบครั้งนี้แปลงเป็นคะแนนเพื่อวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 34 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบอัตนัย

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1. ระบบย่อยอาหาร	1	0.57	0.64	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	2	0.49	0.74	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	3	0.42	0.72	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	4	0.43	0.74	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	5	0.47	0.80	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	6	0.43	0.70	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
	7	0.55	0.76	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
2. ต่ອງจรไฟฟ้า อย่างง่าย	8	0.78	0.24	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
	9	0.77	0.25	ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
3. วัฏจักรหิน	10	0.52	0.44	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	11	0.50	0.42	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
	12	0.50	0.41	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 34 (ต่อ)

เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง แบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจ จำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
3. วัฏจักรหิน	13	0.45	0.32	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
4. เงามืดเงามัว	14	0.41	0.58	ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน เกณฑ์
	15	0.40	0.58	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน เกณฑ์
	16	0.38	0.40	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน เกณฑ์
	17	0.37	0.35	ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง	ผ่าน เกณฑ์

จากตาราง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัย จำนวน 17 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.37 ถึง 0.78 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.80 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 17 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 0 ข้อ ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 17 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.37-0.78 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.24-0.80 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.91 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.42-0.55 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.64-0.80 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
2. เรื่อง ต่อย่างจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.77-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.25 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 2 ข้อ คือ ข้อ 8, 9

3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.45-0.52 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32-0.44 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 10, 11, 12, 13

4. เรื่อง เงามีดงามิ้ว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.37-0.41 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35-0.58 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 14, 15, 16, 17

ตาราง 35 สรุปผลการวิเคราะห์ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก จากการทดสอบครั้งที่ 3 แบบอัตนัย

เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	เรื่อง ที่	ข้อที่	p	r	ผลการ วิเคราะห์	
1	1	0.57	0.64	ตัดไว้	1	6	0.43	0.70	ตัดไว้	
	2	0.49	0.74	ตัดไว้		7	0.55	0.76	ตัดไว้	
	3	0.42	0.72	ตัดไว้		2	8	0.78	0.24	ตัดไว้
	4	0.43	0.74	ตัดไว้		9	0.77	0.25	ตัดไว้	
	5	0.47	0.80	ตัดไว้		3	10	0.52	0.44	ตัดไว้
3	11	0.50	0.42	ตัดไว้	4	15	0.40	0.58	ตัดไว้	
	12	0.50	0.41	ตัดไว้		16	0.38	0.40	ตัดไว้	
	13	0.45	0.32	ตัดไว้		17	0.37	0.35	ตัดไว้	
4	14	0.41	0.58	ตัดไว้						

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแล้ว ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 17 ข้อ และจากการจับเวลาในการทำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่เริ่มทำการทดสอบจนถึงคนสุดท้ายที่ทำแบบทดสอบเสร็จใช้เวลาทั้งสิ้น 30 นาที โดยเฉลี่ยใช้เวลาข้อละ 1.7 นาที ผู้วิจัยจึงได้นำกรอบการใช้เวลาในการทดสอบครั้งนี้จัดทำคู่มือการใช้แบบวัด เพื่อให้เหมาะสมในการนำไปใช้ทดสอบ

ตอนที่ 3 การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

ผู้วิจัยใช้หลักการสร้างเกณฑ์ปกติโดยวิธีเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไทล์โดยการเปลี่ยนคะแนนสอบ (คะแนนดิบ) เป็นคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) จากการสุ่ม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 370 คน มาสร้างเกณฑ์ปกติ แบบแยกส่วนของแบบทดสอบแต่ละชุด ให้ค่าน้ำหนักของคะแนนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบเท่ากับ 30 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ เท่ากับ 30 แบบอัตนัย เท่ากับ 40 จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการคำนวณค่าน้ำหนักของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนในแบบทดสอบแต่ละชุดมารวมกันได้ค่าน้ำหนักคะแนน เท่ากับ 100 สร้างเกณฑ์ปกติภาพรวมแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด โดยใช้สมการพยากรณ์ 4 ชุด แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ คือ $T_c = 2.22X + 16.71$ แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ คือ $T_c = 1.87X + 13.77$ แบบอัตนัย คือ $T_c = 2.12X + 5.66$ และสมการพยากรณ์ภาพรวมแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด คือ $T_c = 0.78X + 7.87$ ดังตาราง 36

ตาราง 36 แสดงแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ที่นำมาสร้างเกณฑ์ปกติ

ชนิดแบบทดสอบ	แบบทดสอบที่นำมาสร้างเกณฑ์ปกติ			สมการพยากรณ์
	จำนวนข้อ	คะแนนเต็ม	ค่าน้ำหนัก	
1. แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ	30	30	30	$T_c = 2.22X + 16.71$
2. แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ	21	21	30	$T_c = 1.87X + 13.77$
3. แบบอัตนัย	17	51	40	$T_c = 2.12X + 5.66$
4. รวม 3 ชุด	68	102	100	$T_c = 0.78X + 7.87$

จากตาราง นำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาสร้างเกณฑ์ปกติ ได้ดังนี้

3.1 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

ตาราง 37 เกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)
30	83*	15	50	0	17*
29	81*	14	48		
28	79*	13	46		
27	77	12	43		
26	74	11	41		
25	72	10	39		
24	70	9	37		
23	68	8	34		
22	66	7	32		
21	63	6	30		
20	61	5	28		
19	59	4	26		
18	57	3	23		
17	54	2	21*		
16	52	1	19*		

หมายเหตุ * หมายถึง การขยายคะแนน T ปกติ

จากตารางพบว่า เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 3-27 คะแนน มีค่าของ
คะแนน T ปกติ อยู่ระหว่าง T23-T77

จากเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ นำมาแปลความหมายของคะแนน T ปกติ ดัดแปลง
จากเกณฑ์ของ สมนึก ภัททิยธนี (2565 : 271) ดังนี้

คะแนน T ปกติ	ความหมาย
T 65 ขึ้นไป	สูงมาก
T 55 -T 64	สูง
T 45 -T54	ปานกลาง
T 35 - T 44	ต่ำ
ต่ำกว่า T 35 ลงมา	ควรได้รับการปรับปรุง

จากเกณฑ์การพิจารณาคะแนนที่ปกติ สามารถสรุปคะแนนที่ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ดังตาราง 38

ตาราง 38 สรุปเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
T 65 ขึ้นไป	24-27	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก	25	6.76
T 55 -T 64	17-23	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง	91	24.59
T 45 -T54	12-16	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง	150	40.54
T 35 - T 44	7-11	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ	88	23.78
ต่ำกว่า T 35 ลงมา	3-6	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง	16	4.32

จากตาราง พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T23 ถึง T77 แสดงว่า ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 6.76 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 24.59 ระดับทักษะ

การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 150 คน คิดเป็นร้อยละ 40.54 ระดับทักษะ
การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 23.78 มีทักษะการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 4.32

3.2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติแบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ

ตาราง 39 เกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ

คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)
33	75*	21	53	9	31
32	74*	20	51	7	27
31	72*	19	49	6	25
30	70	17	46	4	21
29	68	16	44	3	19*
27	64	14	40	1	16*
26	62	13	38	0	14*
24	59	11	34		
23	57	10	32		

หมายเหตุ * หมายถึง การขยายคะแนน T ปกติ

จากตาราง พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 0-30 คะแนน
มีค่าของคะแนน T ปกติ อยู่ระหว่าง T14-T70

จากเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ นำมาแปลความหมายของคะแนน T ปกติ
ดัดแปลงจากเกณฑ์ของสมนึก ภัททิยธนี (2565 : 271) ดังนี้

คะแนน T ปกติ	ความหมาย
T 65 ขึ้นไป	สูงมาก
T 55 -T 64	สูง
T 45 -T54	ปานกลาง
T 35 - T 44	ต่ำ
ต่ำกว่า T 35 ลงมา	ควรได้รับการปรับปรุง

จากเกณฑ์การพิจารณาคะแนน T ปกติ สามารถสรุปคะแนน T ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มค่า ดังตาราง 40

ตาราง 40 สรุปเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มค่า

คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
T 65 ขึ้นไป	29-30	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก	30	8.11
T 55 -T 64	24-27	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง	80	21.62
T 45 -T54	17-23	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง	147	39.73
T 35 - T 44	9-16	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ	89	24.05
ต่ำกว่า T 35 ลงมา	0-7	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง	24	6.49

จากตาราง พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T14 ถึง T70 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 8.11 ระดับทักษะ

การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 21.62 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 147 คน คิดเป็นร้อยละ 39.73 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 24.05 มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 6.49

3.2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติแบบอัตนัย

ตาราง 41 เกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัย

คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)
37	84*	25	59	13	33
36	82*	24	57	12	31
35	80*	23	54	11	29
34	78	22	52	10	27
33	76	21	50	9	25
32	74	20	48	8	23
31	71	19	46	7	21
30	69	18	44	6	18
29	67	17	42	5	16
28	65	16	40	4	14*
27	63	15	37	3	12*
26	61	14	35	2	10*

หมายเหตุ * หมายถึง การขยายคะแนน T ปกติ

จากตาราง พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัย มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 5-34 คะแนน มีค่าของคะแนน T ปกติอยู่ระหว่าง T16-T78

จากเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัย นำมาแปลความหมายของคะแนน T ปกติ ดัดแปลงจากเกณฑ์ของ สมนึก ภัททิยธนี (2565 : 271) ดังนี้

คะแนน T ปกติ	ความหมาย
T 65 ขึ้นไป	สูงมาก
T 55 -T 65	สูง
T 45 -T55	ปานกลาง
T 35 - T 45	ต่ำ
ต่ำกว่า T 35 ลงมา	ควรได้รับการปรับปรุง

จากเกณฑ์การพิจารณาคะแนนที่ปกติ สามารถสรุปคะแนนที่ปกติของแบบวัดทักษะ
การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัย ดังตาราง 42

ตาราง 42 สรุปเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
แบบอัตนัย

คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	ทักษะการสร้างแบบจำลอง ทางวิทยาศาสตร์	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
T 65 ขึ้นไป	31-34	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์สูงมาก	31	8.38
T 55 -T 64	25-30	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์สูง	98	26.49
T 45 -T54	17-24	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ปานกลาง	136	36.76
T 35 - T 44	9-16	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ต่ำ	83	22.43
ต่ำกว่า T 35 ลงมา	5-8	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง	22	5.95

จากตาราง พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T16 ถึง T78 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลอง
ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับ
ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 8.38 ระดับทักษะ
การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 98 คน คิดเป็นร้อยละ 26.49 ระดับทักษะการสร้าง

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 136 คน คิดเป็นร้อยละ 36.76ระดับทักษะการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 22.43 ระดับทักษะการสร้าง
แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 5.95

3.2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 3 ชุด

เนื่องจากแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มี 3 ชุดแยก
ออกเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ และแบบอัตนัย ผู้วิจัยให้
ความสำคัญค่าน้ำหนักคะแนนทั้ง 3 แบบดังนี้ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 30
แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 30 และแบบอัตนัยค่าน้ำหนักคะแนน
เท่ากับ 40 แล้วนำค่าน้ำหนักคะแนนรวมของแบบทดสอบกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนทั้ง 3 ชุด รวมกัน
ซึ่งจะได้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 100 แล้วจึงนำมาสร้างเกณฑ์ปกติ ดังตาราง 43

ตาราง 43 แสดงผลรวมคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด

คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)
81	71*	60	55	39	38
80	70*	59	54	38	38
79	69*	58	53	37	37
78	69	57	52	36	36
77	68	56	52	35	35
76	67	55	51	34	34
75	66	54	50	33	34
74	66	53	49	32	33
73	65	52	48	31	32
72	64	51	48	30	31
71	63	50	47	29	30
70	62	49	46	27	29

ตาราง 43 (ต่อ)

คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)	คะแนนสอบ (X)	คะแนน (Tc)
69	62	48	45	24	27
68	61	47	45	22	25
67	60	46	44	19	23
66	59	45	43	18	22
65	59	44	42	17	21*
64	58	43	41	16	20*
63	57	42	41	15	20*
62	56	41	40		
61	55	40	39		

หมายเหตุ * หมายถึง การขยายคะแนน T ปกติ

จากตาราง พบว่า เกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตโนมัติ มีคะแนนดิบอยู่ระหว่าง 18-78 คะแนน มีค่าของคะแนน T ปกติ
อยู่ระหว่าง T22-T69

จากเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตโนมัติ นำมาแปลความหมายของคะแนน T ปกติ ดัดแปลงจากเกณฑ์ของ
สมนึก ภัททิยธนี (2565 : 271) ดังนี้

คะแนน T ปกติ	ความหมาย
T 65 ขึ้นไป	สูงมาก
T 55 - T 64	สูง
T 45 - T54	ปานกลาง
T 35 - T 44	ต่ำ
ต่ำกว่า T 35 ลงมา	ควรได้รับการปรับปรุง

จากเกณฑ์การพิจารณาคะแนนที่ปกติ สามารถสรุปคะแนนที่ปกติของแบบวัดทักษะ
การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตโนมัติ ดังตาราง 44

ตาราง 44 สรุปเกณฑ์ปกติทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
แบบทดสอบทั้ง 3 ชุด

คะแนน T ปกติ	คะแนนดิบ	ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
T 65 ขึ้นไป	73-78	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก	28	7.57
T 55 -T 64	64-72	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง	94	24.41
T 45 -T54	46-63	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง	144	38.92
T 35 - T 44	33-45	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ	85	22.97
ต่ำกว่า T 35 ลงมา	18-32	มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง	19	5.14

จากตาราง พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T22 ถึง T69 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 7.57 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 24.41 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 38.92 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 22.97 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.14

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสร้างแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบวัดและหาคุณภาพแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของคะแนนแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ

สรุปผล

จากการศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มค่า 21 ข้อ แบบอัตนัย จำนวน 17 ข้อ

2. คุณภาพของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1 จากการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย และประเมินผลการศึกษา ด้านเนื้อหา และด้านกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 5 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มีค่าระหว่าง 0.80 -1.00 แบบปรนัยชนิด

ถูก-ผิด จับคู่ เดิมค่า มีค่าระหว่าง 0.80 -1.00 แบบอัตนัย มีค่าระหว่าง 0.80 -1.00 ตามเกณฑ์การพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัดให้นำไปใช้ได้ (อพันธ์ พูลพุทธา, 2564 : 172)

2.2 ค่าความยากของข้อสอบรายข้อแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ที่คัดเลือกไว้อยู่ในช่วงค่าความยากตั้งแต่ 0.35-0.79 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.24-0.84 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.83 ค่าความยากของข้อสอบรายข้อแบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เดิมค่า ที่คัดเลือกไว้อยู่ในช่วง ค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.78 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20-1.00 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 ค่าความยากของข้อสอบรายข้อแบบอัตนัยที่คัดเลือกไว้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.24-0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.32-0.73 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.91

3. เกณฑ์ปกติของคะแนนจากแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากสมการพยากรณ์ $T_c = 0.78X + 7.87$ มีค่าตั้งแต่เกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T22 ถึง T69 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 7.57 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 24.41 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 38.92 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 22.97 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.14 แบ่งตามการสร้างเกณฑ์ปกติ (norms) โดยใช้สมการพยากรณ์ 3 ชุด แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ $T_c = 2.22X + 16.71$ พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T23 ถึง T77 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 6.76 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 24.59 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 150 คน คิดเป็นร้อยละ 40.54 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 23.78 มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 4.32 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เดิมค่า $T_c = 1.87X + 13.77$ พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T14 ถึง T70 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทาง

วิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 8.11 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทาง
 วิทยาศาสตร์สูง จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 21.62 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ปานกลาง จำนวน 147 คน คิดเป็นร้อยละ 39.73 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ต่ำ จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 24.05 มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการ
 ปรับปรุง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 6.49 แบบถดถอย $T_c = 2.12X + 5.66$ พบว่า ระดับคะแนน
 ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T16 ถึง
 T78 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับ
 ควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก
 จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 8.38 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน
 98 คน คิดเป็นร้อยละ 26.49 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน
 136 คน คิดเป็นร้อยละ 36.76 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 83 คน
 คิดเป็นร้อยละ 22.43 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง
 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 5.95 แบบทดสอบทั้ง 3 ชุดรวมกัน $T_c = 0.78X + 7.87$ พบว่า
 ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติ
 อยู่ในช่วง T22 ถึง T69 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทาง
 วิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 7.57 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทาง
 วิทยาศาสตร์สูง จำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 24.41 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ปานกลาง จำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 38.92 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ต่ำ จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 22.97 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับ
 การปรับปรุง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.14

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้ มีประเด็นสำคัญที่ควรอภิปรายดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ผลการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
 เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้
 วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัด
 ทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา และพิจารณาความเหมาะสมของ

เกณฑ์การให้คะแนนผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา มีค่าตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ตามเกณฑ์การพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัดให้นำไปใช้ได้ (อพันธ์ พูลพุทธา, 2564 : 172) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มค่า ผลการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา และพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนผู้เชี่ยวชาญ ได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา มีค่าตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ตามเกณฑ์การพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัด นำไปใช้ได้ (อพันธ์ พูลพุทธา, 2564 : 172) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัย ผลการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา และพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา และตัวชี้วัดทักษะกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 1.00 ตามเกณฑ์การพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัด นำไปใช้ได้ ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ภทราปวีณ์ ศรีสมพันธ์ (2561 : 201) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา พบว่า โดยภาพรวมมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเหมาะสมกับแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร สอดคล้องกับลักษณะของแบบทดสอบที่ดี 10 ประการ ที่สามารถเป็นเครื่องมือวัดผลด้านพุทธิพิสัย (สมนึก ภัททิยธนี, 2565 : 64) สอดคล้องกับงานวิจัยของสิริกานต์ เทพสอน (2564 : 83) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะการรู้เท่าทันสื่อสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สกลนคร พบว่า แบบวัดมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ขึ้นไปไว้ให้นำไปทดสอบ เพราะถือว่าเป็นข้อที่มีคุณภาพและมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สอดคล้องกับงานวิจัยของจรรุภา กิจเจริญปัญญา

(2563 : 93) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิดสังเกต อธิบาย พบว่า แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2. ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

ทดสอบครั้งที่ 1 วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปทดสอบครั้งที่ 2 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 40 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33-0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.22-0.81 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.80 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.47-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.53 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 2. เรื่อง ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.36-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.47 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.45-0.55 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25-0.56 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือ ข้อ 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 4. เรื่อง ชากตึกดำบรรพ์ จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.42-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34-0.81 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือ ข้อ 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 5. เรื่อง เจ้ามืดเจ้ามัว จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33-0.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28-0.53 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 34, 35, 36, 37, 38, 40 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมค่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 67 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.78 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.25-0.97 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.86 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.58-0.78 ค่าอำนาจจำแนก

ตั้งแต่ 0.44-0.84 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 10 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 10 ข้อ คือ ข้อ 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15 2. เรื่อง ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.38-0.48 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.75-0.88 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 10 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 10 ข้อ คือ ข้อ 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 3. เรื่องวัฏจักรหิน จำนวน 11 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.41-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.56-0.91 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 11 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 11 ข้อ คือ ข้อ 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 4. เรื่องซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 22 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.53 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25-0.78 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 17 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 17 ข้อ คือ ข้อ 42, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 62 5. เรื่อง เงามีดงามมัว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.75-0.97 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 64, 65, 66, 67 แบบอัตนัย ผลการวิเคราะห์ พบว่า ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัย จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.77 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.78 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 18 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 0 ข้อ ซึ่งแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย ประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 18 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25-0.77 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.28-0.78 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28-0.43 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 2. เรื่อง ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.62-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.46-0.53 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 2 ข้อ คือ ข้อ 9, 10 3. เรื่องวัฏจักรหิน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25-0.43 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42-0.59 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 11, 12, 13, 14 4. เรื่อง เงามีดงามมัว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.48-0.52 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.73-0.77 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 15, 16, 17, 18

ทดสอบครั้งที่ 2 วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลอง

ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการคัดเลือกครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับกลุ่มตัวอย่างการทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 125 คน ใช้เวลาในการสอบ
 1 ชั่วโมง 40 นาที แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อได้ ค่าความยาก
 ค่าอำนาจจำแนก และหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ประกอบด้วย เนื้อหาและตัวชี้วัด ทักษะการสร้าง
 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง รวม 36 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.21-0.80 ค่าอำนาจจำแนก
 รายข้อตั้งแต่ 0.20-0.84 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.81 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัด
 ทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ
 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.41-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.56 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย
 และอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5,
 6, 7 2. เรื่อง ต่อย่างจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.47-0.77 ค่าอำนาจจำแนก
 ตั้งแต่ 0.30-0.52 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด
 จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือข้อ 9, 10, 11, 13, 14, 15 3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 7 ข้อ
 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33-0.63 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25-0.56 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย
 และอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 16, 17, 18,
 19, 21, 22 4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.26-0.73 ค่าอำนาจจำแนก
 ตั้งแต่ 0.20-0.61 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด
 จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 5. เรื่อง เงามีตงามัว
 จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.51-0.58 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.36-0.84 เป็นข้อสอบที่มีค่า
 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ
 31, 32, 33, 34, 35, 36 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50-0.79
 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.12-1.00 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.78 มีรายละเอียดแยกตาม
 เนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่อง ระบบย่อย
 อาหาร จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52-0.76 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.79
 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือก
 ไว้ 6 ข้อ คือข้อ 5, 6, 7, 8, 9, 10 2. เรื่อง ต่อย่างจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยาก
 ตั้งแต่ 0.53-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42-0.94 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจ
 จำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 10 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 10 ข้อ คือ ข้อ 11, 12, 13, 14, 15,
 16, 17, 18, 19, 20 3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 11 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.55-0.79 ค่าอำนาจ
 จำแนกตั้งแต่ 0.50-0.76 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด
 จำนวน 8 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 8 ข้อ คือ ข้อ 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30 4. เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์

จำนวน 17 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50-0.76 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33-0.76 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 13 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 13 ข้อ คือ ข้อ 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 47, 48 5. เรื่องเงามืดเงามัว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50-0.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.61-1.00 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 49, 50, 51, 52 แบบอัตนัย มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24-0.75 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32-0.73 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.93 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.63-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.50-0.73 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 2. เรื่อง ต่อบางจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.56-0.59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41-0.49 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 2 ข้อ คือข้อ 9, 10 3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24-0.44 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32-0.66 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 11,12,13,14 4. เรื่องเงามืดเงามัว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.49-0.68 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38-0.73 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือข้อ 15, 16, 17, 18

การทดสอบครั้งที่ 3 วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการคัดเลือกครั้งที่ 2 ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับกลุ่มตัวอย่างการทดสอบครั้งที่ 3 จำนวน 370 คน ใช้เวลาในการสอบ 1 ชั่วโมง 40 นาที แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 32 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.35-0.79 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 0.24-0.84 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่องระบบย่อยอาหาร จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.48-0.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.49-0.82 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือข้อ 1, 3, 4, 5, 6, 7 2. เรื่อง ต่อบางจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29-0.53 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 8, 9, 10, 11, 12, 13 3. เรื่องวัฏจักรหิน จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.50 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35-0.68 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย

และอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 14, 15, 16, 17, 18, 19 4. เรื่อง ชากติกดาบรพ จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.42-0.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26-0.84 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 5. เรื่อง เงามีตเงามัว จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.35-0.56 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.61 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 5 ข้อ คือ ข้อ 27, 28, 29, 30, 32 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มค่า 41 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.78 ค่าอำนาจจำแนก รายข้อตั้งแต่ 0.20-1.00 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.83 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.68 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40-0.60 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 3 ข้อ คือข้อ 2, 4, 5 2. เรื่อง ต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52-0.72 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.21-0.80 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 10 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 10 ข้อ คือ ข้อ 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.62-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.69 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 6 ข้อ คือ ข้อ 17, 18, 19, 22, 23, 24 4. เรื่อง ชากติกดาบรพ จำนวน 13 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.48-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.38 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 2 ข้อ คือ ข้อ 31, 36 5. เรื่อง เงามีตเงามัว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงไม่ได้คัดเลือกข้อสอบไว้ แบบอัตนัย 17 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.24-0.75 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.32-0.73 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.91 มีรายละเอียดแยกตามเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้ 1. เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.42-0.55 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.64-0.80 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 7 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 2. เรื่องต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.77-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.25 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 2 ข้อ คือ ข้อ 8, 9 3. เรื่อง วัฏจักรหิน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.45-0.52 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32-0.44 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 10, 11, 12, 13 4. เรื่องเงามีตเงามัว จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.37-0.41 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35-0.58 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก

ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ จึงคัดเลือกไว้ 4 ข้อ คือ ข้อ 14, 15, 16, 17 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวันทนา งามเนียม และพรสิริ เอี่ยมแก้ว (2564 : 62) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสร้างแบบวัดประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้สอดคล้องและตรงตามตัวชี้วัดของเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลให้ผู้เรียนหลังเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

3. การสร้างเกณฑ์ปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ ปีการศึกษา 2565 จำนวน นักเรียน 370 คน มาสร้างเกณฑ์ปกติโดยการนำคะแนนดิบที่ได้ไปคำนวณหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) แล้วนำคะแนนเปรียบเทียบกับคะแนนที่ปกติ (Normalized T-Score) ในการให้ระดับคะแนนของเกณฑ์ปกติการพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้การให้คะแนน มาตรฐาน T ปกติ (Normalized T-Score) หลักการสำคัญคือคะแนนกระจายอยู่ในรูปของโค้งปกติ (Normal Curve) โดยอาศัยสมการพยากรณ์ (สมนึก ภัททิยธนี, 2565 : 274) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าตั้งแต่เกณฑ์ปกติในช่วง T22 ถึง T69 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก แบ่งตามการสร้างเกณฑ์ปกติ (norms) โดยใช้สมการพยากรณ์ 3 ชุด แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ $T_c = 2.22X + 16.71$ พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติในช่วง T23 ถึง T77 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 6.76 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 24.59 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 150 คน คิดเป็นร้อยละ 40.54 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 23.78 มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 4.32 แบบปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เดิมค่า $T_c = 1.87X + 13.77$ พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติในช่วง T14 ถึง T70 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 8.11 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 80 คน

คิดเป็นร้อยละ 21.62 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 147 คน
 คิดเป็นร้อยละ 39.73 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 89 คน
 คิดเป็นร้อยละ 24.05 มีทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง จำนวน
 24 คน คิดเป็นร้อยละ 6.49 แบบอัตรันัย $T_c = 2.12X + 5.66$ พบว่า ระดับคะแนนทักษะการสร้าง
 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติอยู่ในช่วง T16 ถึง T78 แสดงว่า
 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการ
 ปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 31 คน
 คิดเป็นร้อยละ 8.38 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูง จำนวน 98 คน
 คิดเป็นร้อยละ 26.49 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง จำนวน 136 คน
 คิดเป็นร้อยละ 36.76 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 83 คน
 คิดเป็นร้อยละ 22.43 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุง
 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 5.95 แบบทดสอบทั้ง 3 ชุดรวมกัน $T_c = 0.78X + 7.87$ พบว่า
 ระดับคะแนนทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์ปกติ
 อยู่ในช่วง T22 ถึง T69 แสดงว่าระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ 6 อยู่ในระดับควรได้รับการปรับปรุงถึงระดับสูงมาก โดยระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทาง
 วิทยาศาสตร์สูงมาก จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 7.57 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทาง
 วิทยาศาสตร์สูง จำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 24.41 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ปานกลาง จำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 38.92 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 ต่ำ จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 22.97 ระดับทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ควรได้รับ
 การปรับปรุง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5.14 สอดคล้องกับ (สมนึก ภัททิยธนี, 2565 : 271)
 การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยอาศัยสมการพยากรณ์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญเมื่อสร้าง
 แบบทดสอบมาตรฐาน จะต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ด้วย เพื่อให้ผู้นำแบบทดสอบไปใช้สามารถ
 เทียบคะแนนที่สอบได้เป็นคะแนน T ปกติ และแปลความหมายของการสอบได้ทันที แต่ในความจริง
 ผลการทดสอบนักเรียนอาจจะได้คะแนนสูงสุดไม่ถึงคะแนนเต็ม และไม่มีคะแนนต่ำจนถึง 0 คะแนน
 เมื่อแปลงเป็นคะแนน T ปกติ แล้วนำแบบทดสอบฉบับนี้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ก็อาจจะไม่มี
 คะแนน T ปกติ ไว้ให้เปรียบเทียบ ผู้วิจัยจึงทำการขยาย T ปกติ เพื่อให้เทียบคะแนนได้ทุกคะแนนดิบ
 โดยอาศัยการสร้างสมการพยากรณ์ จะช่วยให้การสร้างเกณฑ์ปกติมีความถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น
 เพราะเกณฑ์ปกติ (Norms) เป็นส่วนประกอบสำคัญของแบบทดสอบมาตรฐานใช้สำหรับตีความหมาย
 ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ทำให้ทราบระดับความสามารถของผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้ทันที
 โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับคะแนนของคนอื่น ๆ ที่สอบพร้อมกัน เพราะการตีความหมายของคะแนน
 สอบ จะใช้การอ้างอิงจากเกณฑ์ปกติที่สร้างไว้แล้ว

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

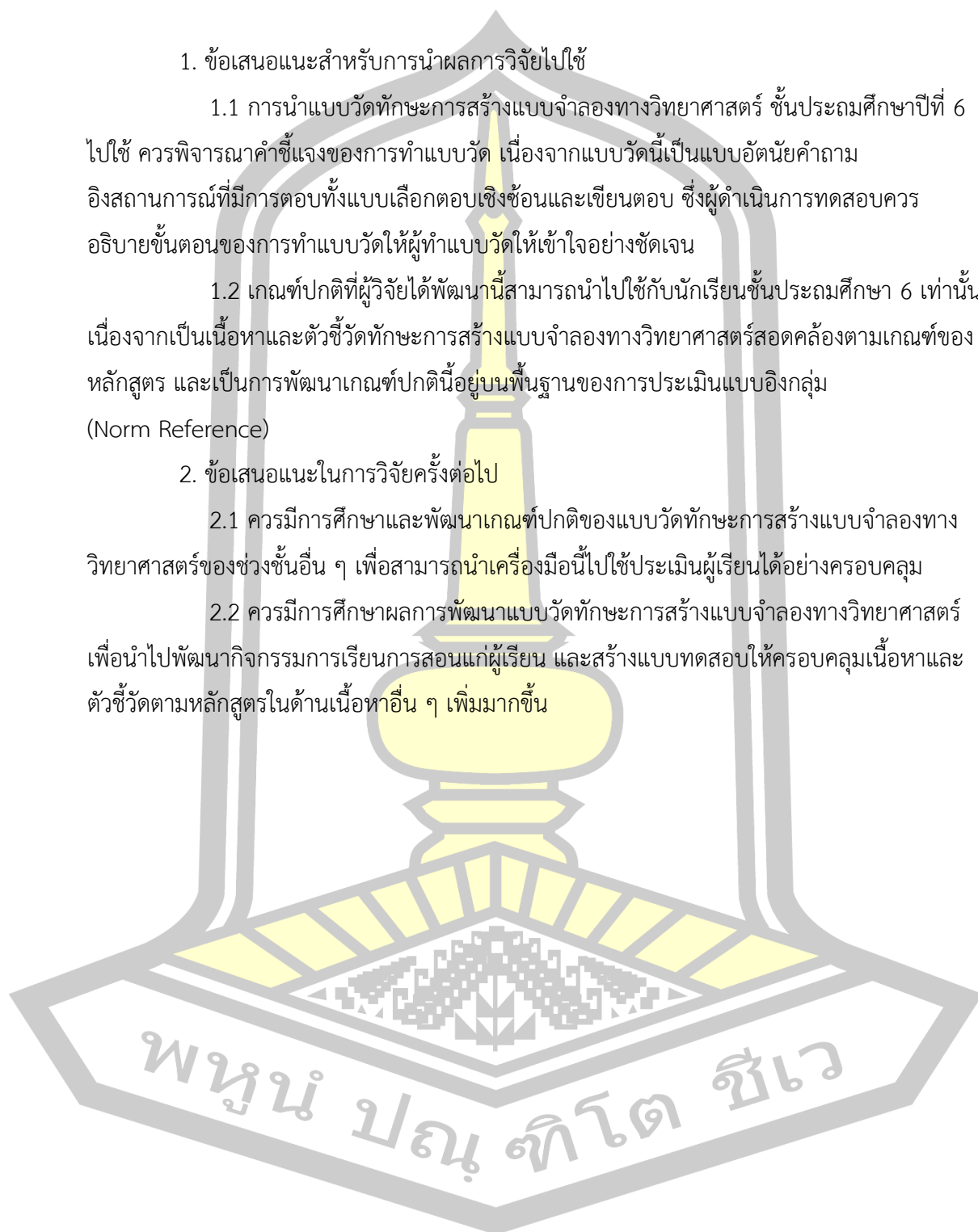
1.1 การนำแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้ ควรพิจารณาค่าชี้แจงของการทำแบบวัด เนื่องจากแบบวัดนี้เป็นแบบอัตนัยคำถาม อิงสถานการณ์ที่มีการตอบทั้งแบบเลือกตอบเชิงซ้อนและเขียนตอบ ซึ่งผู้ดำเนินการทดสอบควร อธิบายขั้นตอนของการทำแบบวัดให้ผู้ทำแบบวัดให้เข้าใจอย่างชัดเจน

1.2 เกณฑ์ปกติที่ผู้วิจัยได้พัฒนานี้สามารถนำไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษา 6 เท่านั้น เนื่องจากเป็นเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องตามเกณฑ์ของ หลักสูตร และเป็นการพัฒนาเกณฑ์ปกติอยู่บนพื้นฐานของการประเมินแบบอิงกลุ่ม (Norm Reference)

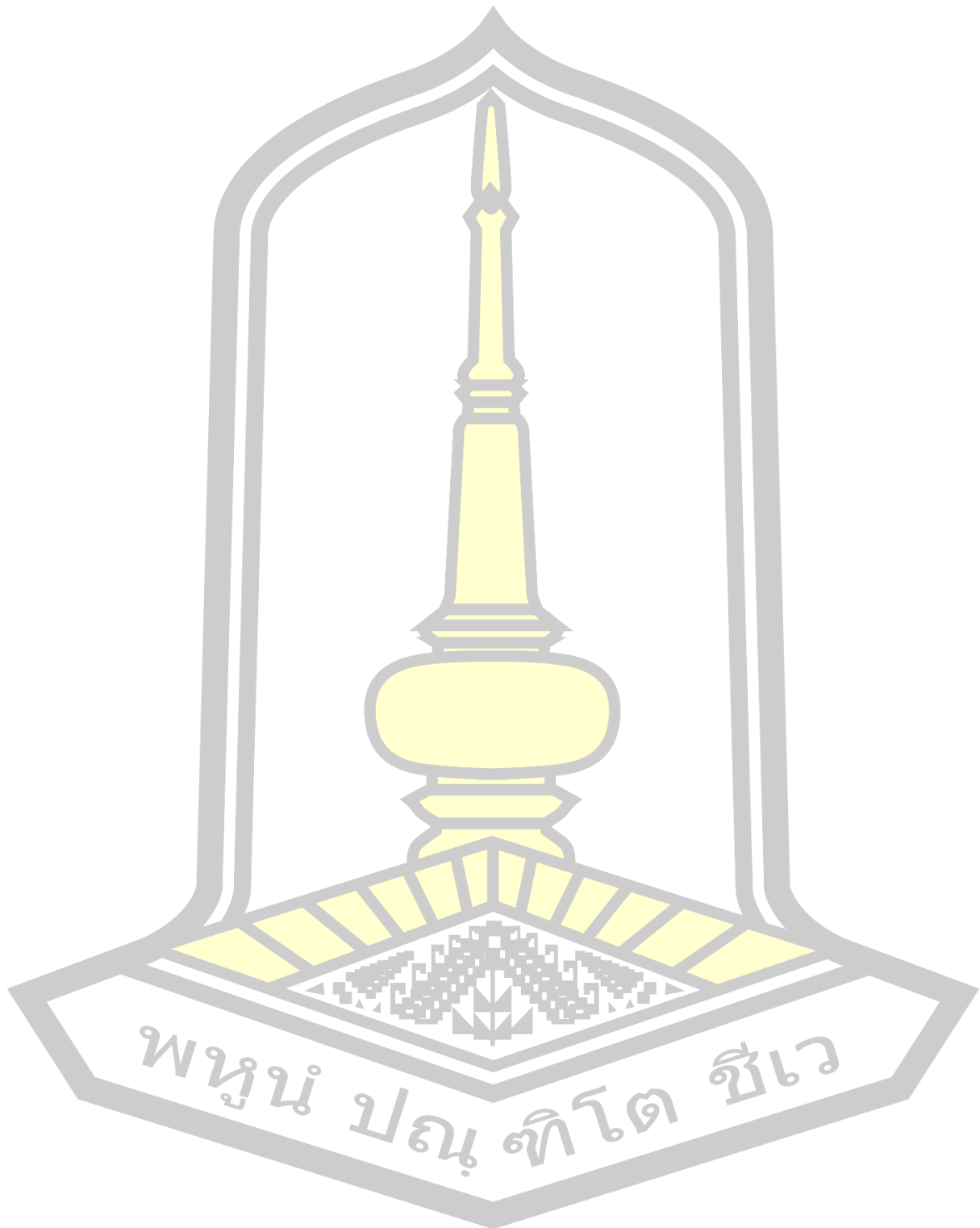
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาและพัฒนาเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทาง วิทยาศาสตร์ของช่วงชั้นอื่น ๆ เพื่อสามารถนำเครื่องมือนี้ไปใช้ประเมินผู้เรียนได้อย่างครอบคลุม

2.2 ควรมีการศึกษาผลการพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน และสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและ ตัวชี้วัดตามหลักสูตรในด้านเนื้อหาอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลวรรณ ตังธนากานนท์. (2563). *การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551 ก). *คู่มือครูการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551 ข). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552 ก). *คู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการ
และมาตรฐานการศึกษา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552 ข). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
พื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
จำกัด.
- กฤษฎากาญจน์ โดพิทักษ์ (2563). *การประเมินการปฏิบัติ แนวคิดสู่การปฏิบัติ*. พิษณุโลก :
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จรรยา กิจเจริญปัญญา. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียน
การสอนทำนายแลกเปลี่ยนความคิดสังเกตอธิบาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยศ จำเนียรกุล. (2560). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. [ออนไลน์]. ได้จาก :
http://www.chaiyatos.com/M.2_14.htm. [สืบค้นเมื่อ วันที่ 16 พฤษภาคม 2565].
- ณัฐพล กวดไทย. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย*. มหาสารคาม :
ตักสิลาการพิมพ์.
- ทิตนา แคมมณี. (2560). *รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

- นิภา ตรีแจ่มจันทร์. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
ทำโครงการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บุญชม ศรีสะอาด (2553). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปราณี โดยะบุตร. (2557). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1.
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- พิมพ์ลภัส บัวศรี. (2560). การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย
และประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เพ็ญพักตร์ ภูศิลป์. (2563). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ป.5 เล่ม 1.
กรุงเทพฯ : บริษัทไทยร่มเกล้าจำกัด.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2556). การศึกษาไทย 4.0 : การศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ. กรุงเทพฯ :
ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรานิษฐ์ ศรีสมพันธ์. (2561). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษ
ที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินเพื่อพัฒนาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ
อุดรดิตถ์.
- ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา. (2564). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. มหาสารคาม :
ตักสิลาการพิมพ์.
- มณี ผ่านจันทาร. (2564). การพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
27(2), 221-235.
- ลฎาภา ลดาชาติ. (2561). แบบจำลองกับการศึกษาวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 38,
133-159
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ :
สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

- วันทนา งามเนียม และพรสิริ เอี่ยมแก้ว. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 12(1), 57-67.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่นวัตกรรมทางการศึกษา และภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา (2565). *โปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Research Tools Analysis Program: RTAP)*. [ออนไลน์]. ได้จาก : <https://edurtap.msu.ac.th/rtapapp/>. [สืบค้นเมื่อ วันที่ 16 พฤษภาคม 2565].
- เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์. (2563). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 1*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*, 8(2), 28-38.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2565). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 13. กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สายฝน ศิริมนตรี. (2564). *การสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). *กรอบแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 “พลิกโฉมประเทศไทยสู่ เศรษฐกิจสร้างคุณค่า สังคมเดินหน้าอย่างยั่งยืน”*. [ออนไลน์]. ได้จาก : from <https://www.odd.go>. [สืบค้นเมื่อ วันที่ 16 พฤษภาคม 2565].
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). *แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : กลุ่มมาตรฐานการศึกษา สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาศึกษา การเรียนรู้.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). *กรอบสมรรถนะหลักของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : กลุ่มมาตรฐานการศึกษา สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาศึกษา การเรียนรู้.

- สุวรรณณี โลมกลาง. (2564). การศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่อง ระบบสุริยะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 4(1), 107-114.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2546). *การวัดทักษะการปฏิบัติ (Performance Testing)*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนงค์ เป้าขาลี. (2558). *การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษابัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- อพันธ์ พูลพุทธา. (2564). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.
- อารยา ยูวนะเดเมย์ และกมลวรรณ ตั้งชนกานนท์. (2561). การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาการการรับรู้ความสามารถ ของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้วิธีการประเมินตนเองต่างกัน: วิธีการรูบริก แอนโนเทตประยุกต์และแบบสอบถามปลายเปิด. *An Online Journal of Education*, 13(1), 270-284.
- Acher, A., Arca, M and Sanmati, N (2007). Modeling as a Teaching Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education*, 91, 398-418.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York : Oxford University Press.
- Anderson, S.S. and Farnsworth, V. (2000). High School Students "Do" and Learn science through scientific modeling. *National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science In Brief*, 1(1), 1-6.
- Biffi, D. and others. (2016). Developing an Educational Tool to Model Food Chains. *Electronic Journal of Science Education*, 20(1), 40-53.
- Bybee, R.W. and others. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model : Origins and Effectiveness*. New York : Institute of Health.
- Fitzpatrick, R. and Morrison, E.J. (1971). Performance and product evaluation. *Educational Measurement*, 2, 237-270.

- Gilbert, J.K. (2004). Models and modelling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematic Education*, 2(2), 115-130.
- Gobert, J.D. and others. (2011). Examining the relationship between students' understanding of the nature of models and conceptual learning in biology, physics, and chemistry. *International Journal of Science Education*, 33(5), 653–684.
- Harrison, A.G. and Treagust, D.F. (2000). Learning about Atoms, Molecules, and Chemical Bonds: a case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.
- Johnson, R.L., Penny, J.A. and Gordon, B (2009). *Assessing performance: Designing, scoring, and validating performance tasks*. New York : Guilford Press.
- Jonsson, A. and Svingby, G. (2007). The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Educational Research Review*, 2, 130–144.
- Khan, S. and Krell, M. (2021). Patterns of Scientific Reasoning Skills among Pre-Service Science Teachers: A Latent Class Analysis. *Education Sciences*, 11(647), 1-9.
- Kuhl, P. (2000). A New View on Language Acquisition. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97, 11850-11857.
- Ladachart, L. and others. (2013). A critical difference between the promotion of “Nature of Science” instruction out side and inside Thailand. *Kasetsart Journal (Social Sciences)*, 34(2), 269-282.
- Lane, S. and Stone, C A (2006). Performance assessment. In R. L. Brennan (Ed.), *Educational measurement*. Westport, CT : Praeger.
- Linn, R.L. (1993). Educational assessment: Expanded expectations and challenges. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 15(1), 1-16.
- Oh, P.S.O. and Oh, S.J. (2011). What teachers of science need to know about models: an overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Ozdemir, G. and Dikici, A. (2017). Relationships between scientific process skills and scientific creativity: Mediating role of nature of science knowledge. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(1), 52-68.

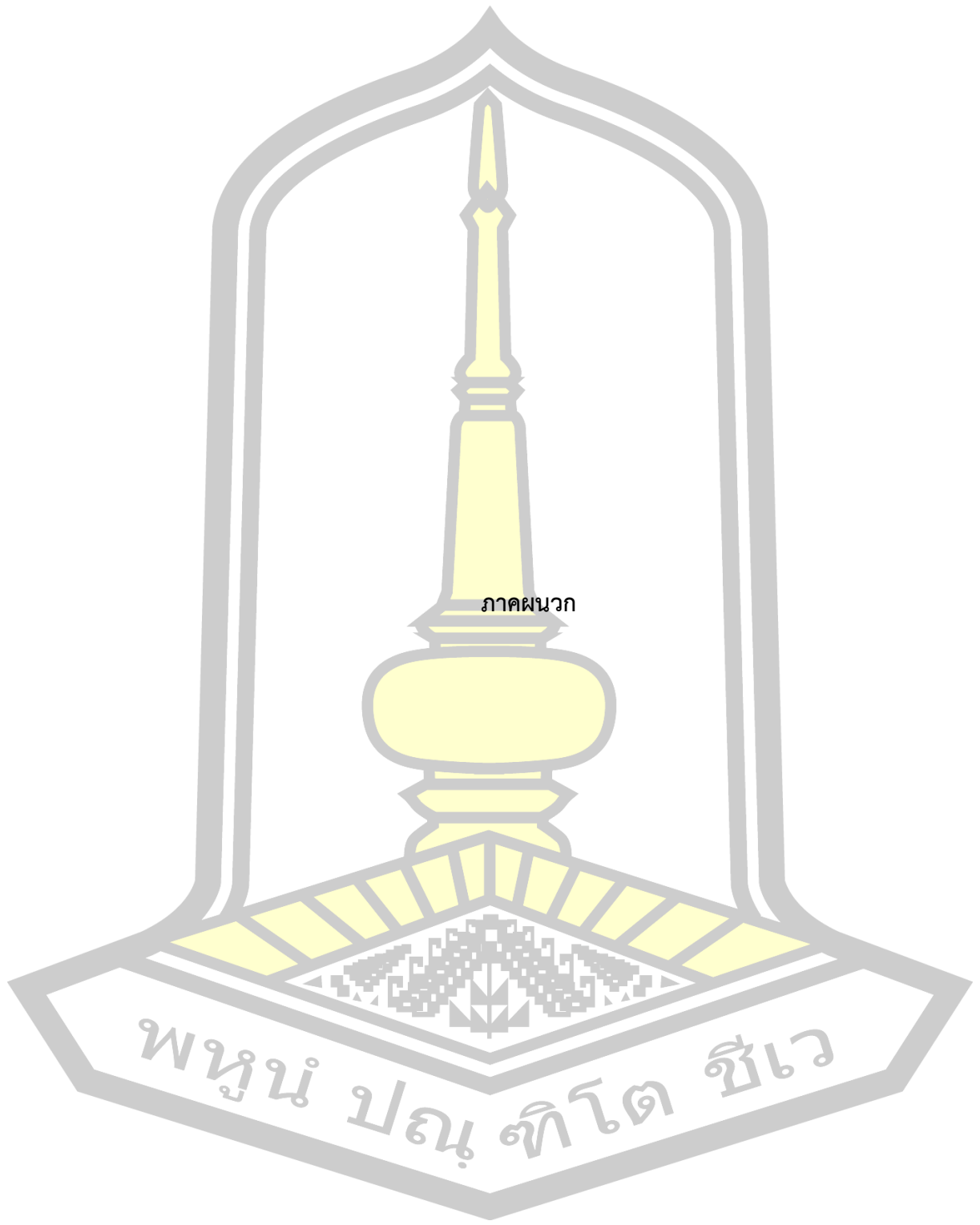
- Padilla, M.J. (1990). *The science process skills: Research matters to the science teacher*. Reston, VA : National Association for Research in Science Teaching.
- Panadero, E. and Jonsson, A. (2013). The use of scoring rubrics for formative assessment purposes revisited: A review. *Educational Research Review*, 9, 129–144.
- Popham, W.J. (2008). *Transformative assessment*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Rea-Ramirez, M.A., Clement, J. and Nunez-Oviedo, M.C. (2008). An instructional model derived from model construction and criticism theory, In J. J. Clement and M. A. Rea-Ramirez. (eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science*. Netherlands : Springer.
- Rinehart, R.W. and others. (2016). Critical design decisions for successful model-based inquiry in science classrooms. *International Journal of Designs for Learning*, 7, 17-40.
- Schamber, J.F. and Mahoney, S.L. (2006). Assessing And Improving The Quality Of Group Critical Thinking Exhibited On The Final Projects Of Collaborative Learning Groups. *Journal Of General Education*, 55, 103–137.
- Schwarz, C.V. and White, B.Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165–205.
- Schwarz, C.V.W. and others. (2009). Metamodeling knowledge: developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.
- Treagust, D.F. and others. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Van Driel, J.H.V. and Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.
- Walberg, H.J. (1969). A Model for Research on Instruction. *School Review*, 1(1), 1-22.

Windschitl, M.T. and Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: the impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783-835.

Wolters, C.A. (2003). Understanding procrastination from a self-regulated learning perspective. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 179-187.

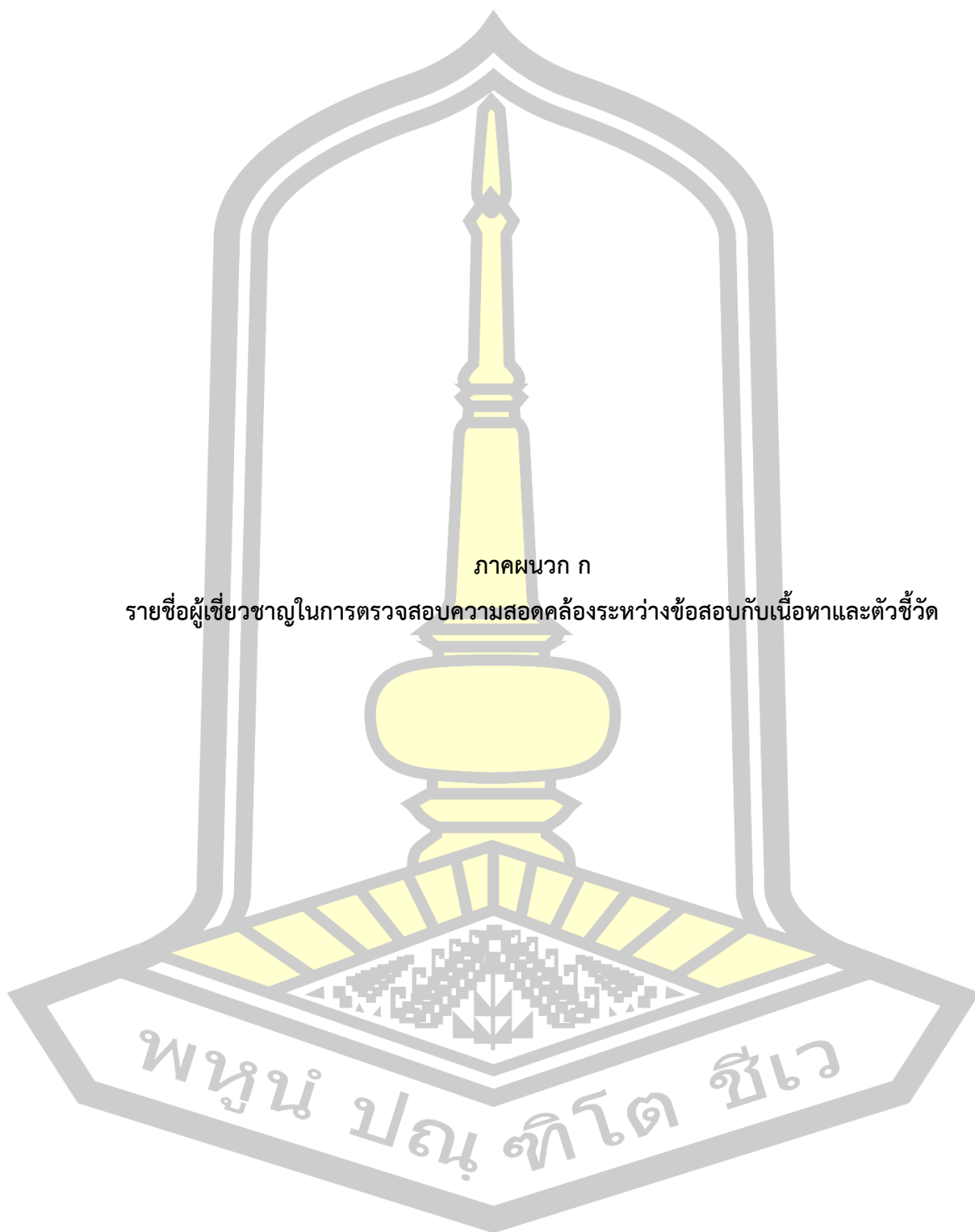
Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. New York, Harper and Row Publications.





ภาคผนวก

พหุณํ ปณฺ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาและตัวชี้วัด

พหุบัณฑิตยสถาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล | ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2. ดร.ปยุตติกา น้อยนนท์ | อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร |
| 3. ดร. อรุมา บวรศักดิ์ | ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคายเขต 2 |
| 4.นางสาวดรุณี คามะปะโน | ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนนาข่าวิทยาคม
องค์การบริหารส่วนจังหวัดมหาสารคาม |
| 5. นางสุวีรภรณ์ สาขิต | ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนบ้านใหม่ศรีชมภู จังหวัดบึงกาฬ |





ที่ อว 0605.5(2)/ว2737

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

26 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ปณทริกา

ด้วย นางนางจรรยาภรณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691

ม.น. ส.ท. ๖๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว2737 วันที่ 26 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล

ด้วย นางนางจรูญลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



ที่ อว 0605.5(2)/ว2737

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

26 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.อรอุมา บวรศักดิ์

ด้วย นางนางจรรยาภรณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พูลพทุธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว2737

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

26 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสุรีภรณ์ สาขิต

ด้วย นางนางจรรยาภรณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิพิธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว2737

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

26 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวดรณี คามะปะโน

ด้วย นางนางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิพิศ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

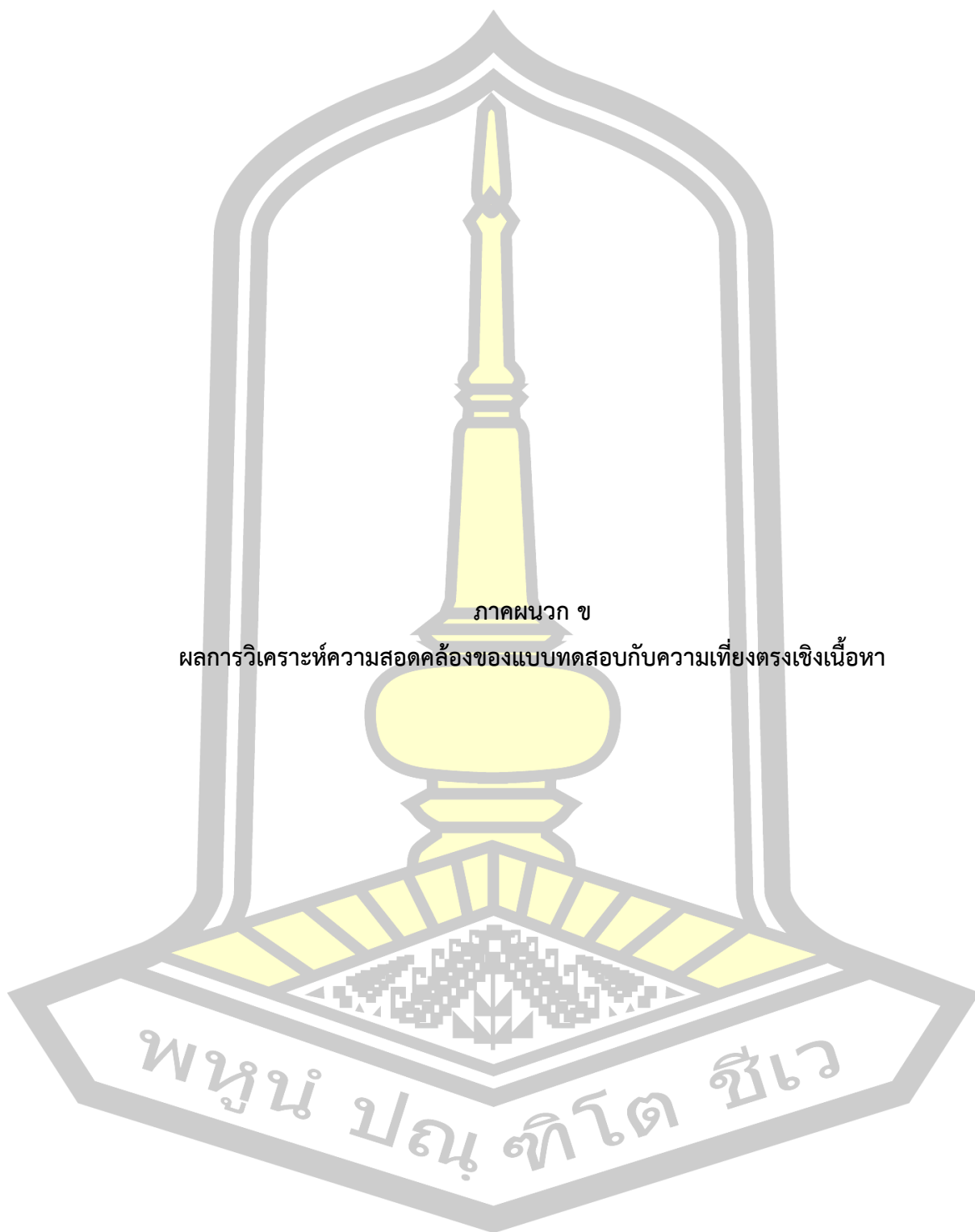
เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

พหุบัณฑิตยาลัย

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ชื่องาน : แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ปรนัยชนิดเลือกตอบ เสนอผู้เชี่ยวชาญ
 สำหรับผู้ประเมิน/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีข้อสอบทั้งหมด จำนวน 40 ข้อ
 สรุปผลจากการวิเคราะห์พบว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ จำนวน 40 ข้อ และไม่มีข้อสอบที่ต้องตัดทิ้ง/ปรับปรุง

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
8	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
33	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้



ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ชื่องาน : แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ปริญญาโท-เอก-ดุษฎีบัณฑิต จบคู่ เต็มค่า

เสนอผู้เชี่ยวชาญ สำหรับผู้ประเมิน/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีข้อสอบทั้งหมด จำนวน 67 ข้อ

สรุปผลจากการวิเคราะห์พบว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ จำนวน 67 ข้อ และไม่มีข้อสอบที่ต้องตัดทิ้ง/ปรับปรุง

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
8	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
33	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
41	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
42	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
43	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
44	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
45	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
46	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
47	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
48	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
51	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
52	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
58	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
59	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
60	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
61	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
62	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
63	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
64	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
65	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
66	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
67	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ชื่องาน : แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ อัตนัย เสนอผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับผู้ประเมิน/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีข้อสอบทั้งหมด จำนวน 18 ข้อ

สรุปผลจากการวิเคราะห์พบว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ จำนวน 18 ข้อ และไม่มีข้อสอบที่ต้องตัดทิ้ง/ปรับปรุง

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย คู่มือการใช้แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

**คู่มือการใช้แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะฉบับนี้เป็นแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยอิงเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยข้อสอบ 3 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 ข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน

ชุดที่ 2 ข้อสอบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เติมคำ จับคู่ จำนวน 67 ข้อ 67 คะแนน

ชุดที่ 3 ข้อสอบอัตนัย จำนวน 18 ข้อ 54 คะแนน

2. เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง 40 นาที

3. ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อโดยเขียนคำตอบให้ถูกต้อง

4. แบบวัดทักษะฉบับนี้มีทั้งหมด 24 หน้า

ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยข้อสอบ 3 ชุด ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาทั้งหมด 5 เรื่อง ได้แก่

ชุดที่ 1 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 ข้อ

เรื่องที่ 2 ต้องจรรยาพฟ้าอย่างง่าย จำนวน 8 ข้อ

เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน จำนวน 8 ข้อ

เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 8 ข้อ

เรื่องที่ 5 เงามืดเงามัว จำนวน 8 ข้อ

ชุดที่ 2 แบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เติมคำ จับคู่

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร จำนวน 16 ข้อ

เรื่องที่ 2 ต้องจรรยาพฟ้าอย่างง่าย จำนวน 14 ข้อ

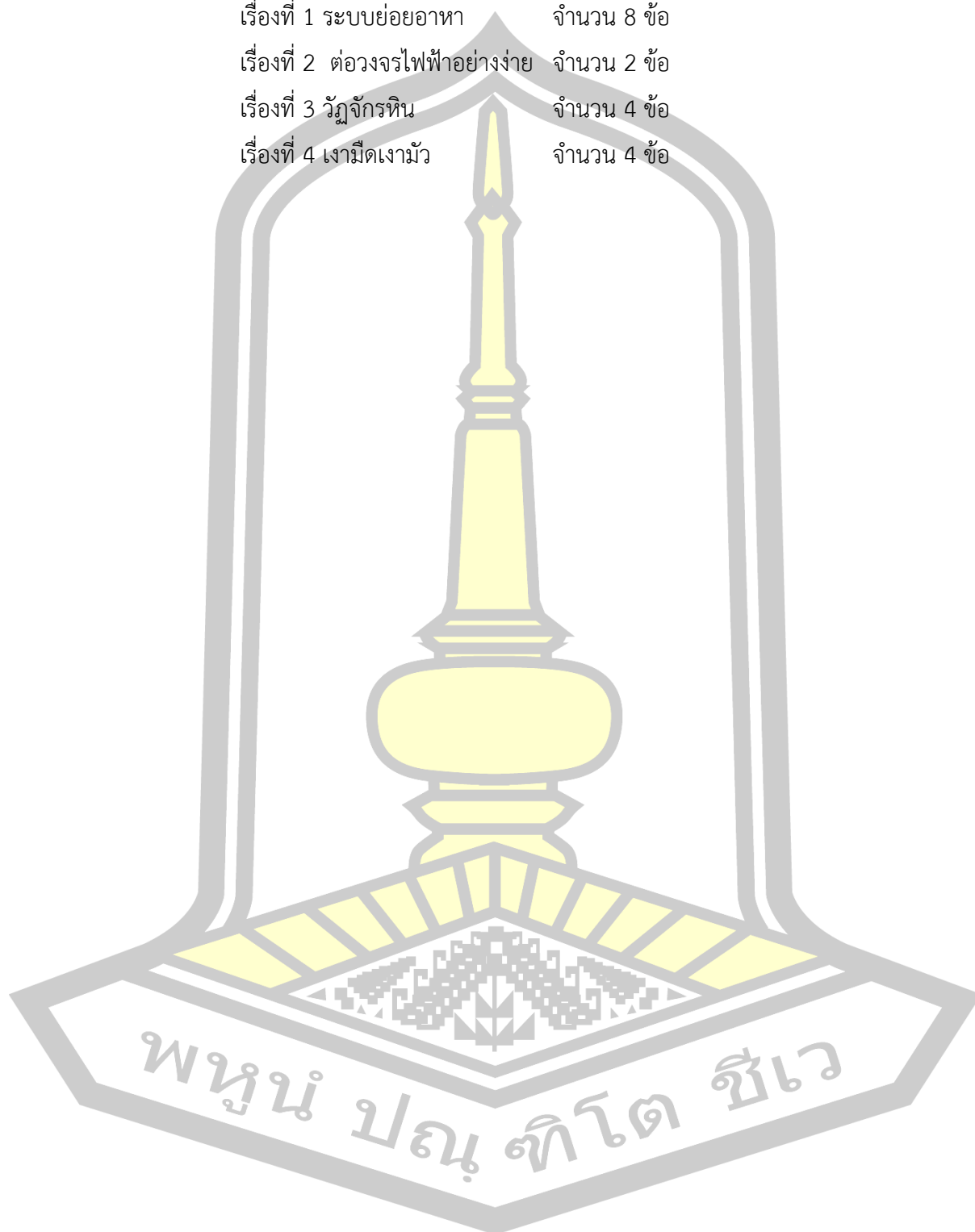
เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน จำนวน 11 ข้อ

เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 22 ข้อ

เรื่องที่ 5 เงามืดเงามัว จำนวน 4 ข้อ

ชุดที่ 3 แบบอัตนัย

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร | จำนวน 8 ข้อ |
| เรื่องที่ 2 ต่อมจรรยาไฟอย่างง่าย | จำนวน 2 ข้อ |
| เรื่องที่ 3 วิถีจักรหิน | จำนวน 4 ข้อ |
| เรื่องที่ 4 เกมเม็ดงาแมว | จำนวน 4 ข้อ |



แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2565

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-8)

1. การย่อยอาหาร เริ่มจากอวัยวะใดเป็น

อันดับแรก

- ก. ปาก
- ข. ลำไส้เล็ก
- ค. หลอดอาหาร
- ง. กระเพาะอาหาร

2. น้ำลายในปาก มีประโยชน์อย่างไร

- ก. ช่วยให้คอชุ่มชื้น
- ข. ช่วยให้อาหารละลาย
- ค. ช่วยหล่อเลี้ยงฟันให้แข็งแรง
- ง. ช่วยให้กลืนอาหารได้ง่ายขึ้น

3. อาหารที่รับประทานเข้าไป **จะมีการย่อย**
ที่ไหนบ้าง

- ก. ปาก ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่
- ข. ปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก
- ค. ปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้ใหญ่
- ง. ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร

4. กระเพาะอาหาร ทำหน้าที่ย่อยสารอาหาร
ประเภทใด

- ก. ไขมัน
- ข. โปรตีน
- ค. คาร์โบไฮเดรต
- ง. วิตามินและเกลือแร่

5. อาหารทุกประเภทที่เรารับประทานเข้าไป
จะย่อยครั้งสุดท้าย **ที่ใด**

- ก. ปาก
- ข. ลำไส้เล็ก
- ค. ลำไส้ใหญ่
- ง. กระเพาะอาหาร

6. อาหารใน **ข้อใดต่อไปนี้** ให้สารอาหาร
เหมือนกัน

- ก. ข้าวเหนียว – หมูπίง
- ข. ขนมนปีง – ไข่ดาว
- ค. ถั่วลีสงต้ม – นมสด
- ง. ไก่ทอด – มันฝรั่งทอด

7. ตับ มีส่วนเกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร
อย่างไร

- ก. ผลิตน้ำดีย่อยไขมัน
- ข. ผลิตน้ำย่อยโปรตีน
- ค. ผลิตเอนไซม์ย่อยโปรตีน
- ง. ผลิตน้ำย่อยคาร์โบไฮเดรต

8. การปฏิบัติตนอย่างไรช่วยให้ **ไม่** เป็น
โรคกระเพาะอาหาร

- ก. ดื่มน้ำมามากๆ
- ข. ขับถ่ายเป็นเวลา
- ค. เคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน
- ง. รับประทานอาหารให้ตรงเวลาทุกมื้อ

ตอนที่ 1 เรื่อง ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

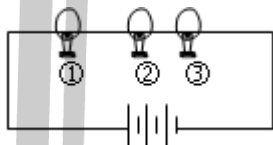
(ข้อที่ 9-18)

9. ข้อใดเป็นแหล่งที่มาของไฟฟ้าที่ใช้ใน

บ้านเรือนของนักเรียนน้อยที่สุด

- ก. เซลล์
- ข. กังหัน
- ค. โรงไฟฟ้า
- ง. แบตเตอรี่

10. จากวงจรไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง



- ก. เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- ข. ในวงจรไฟฟ้ามีเซลล์ไฟฟ้า 1 เซลล์
- ค. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 2ดับ จะทำให้หลอดที่ 1 และหลอดที่ 3ดับไปด้วย
- ง. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1ดับ หลอดที่ 2 และหลอดที่ 3 ยังคงสว่างอยู่

11. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า

เป็นพลังงานความร้อน

- ก. วิทย์
- ข. โทรทัศน์
- ค. หม้อหุงข้าว
- ง. เครื่องซักผ้า

12. อุปกรณ์ในข้อใด ไม่มี วงจรไฟฟ้า

ก.



ข.



ค.



ง.



13. ข้อใด ไม่จำเป็น ต้องมีในวงจรไฟฟ้า

อย่างง่าย

- ก. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
- ข. ตัวนำไฟฟ้า
- ค. เครื่องใช้ไฟฟ้า
- ง. สวิตช์

14. ถ้านักเรียนต้องการให้หลอดไฟสว่างต้อง

สร้างวงจรตามข้อใด

- ก. วงจรเปิด
- ข. วงจรปิด
- ค. วงจรลัด
- ง. ถูกทั้ง ก และ ข

15. การต่อสวิตช์ไฟเข้าไปในวงจร

เพื่อจุดประสงค์ใด

- ก. ลดแรงดันไฟฟ้า
- ข. ช่วยลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า
- ค. ปิด - เปิดวงจรไฟฟ้า
- ง. เพิ่มกระแสไฟฟ้าในวงจร

พหุ ประถมศึกษา

16. จากรูปวงจรต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก. ทั้งสองหลอดสว่าง
ข. สว่างเฉพาะหลอดที่ 1
ค. สว่างเฉพาะหลอดที่ 2
ง. ไม่สว่างทั้งสองหลอด

ตอนที่ 1 เรื่อง วัฏจักรหิน (ข้อที่ 17-24)

17. นักธรณีวิทยาแบ่งประเภทหิน

ตามข้อใด

- ก. หินปูน หินชั้น หินอ่อน
ข. หินอัคนี หินชั้น หินแปร
ค. หินแกรนิต หินดินดาน หินแปร
ง. หินอัคนี หินตะกอน หินดินดาน

18. ข้อใดเป็นการผุพังของหินที่เกิดขึ้น

กระบวนการทางเคมี

- ก. รากต้นไม้ไซซอนไปบนหิน
ข. น้ำในรอยหินกลายเป็นน้ำแข็ง
ค. ฝนกรดตกลงมาในบริเวณที่มีหินปูน
ง. แรงแม่เหล็กของโลกทำให้หินกลมลงมา

19. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. หินแปรเกิดจากการทับถมของหินอัคนี
ข. หินอัคนีเกิดจากหินตะกอนสลายตัวและ
ผุพัง
ค. หินอัคนีและหินตะกอนไม่สามารถ
เปลี่ยนเป็นหินแปรได้
ง. หินตะกอนจะกลายเป็นหินแปรได้ต้อง
อาศัยความร้อนและแรงดัน

20. หินในข้อใดนำมาใช้ประโยชน์ได้ถูกต้อง

- ก. หินไนส์ นำมาทำถนน
ข. หินทราย นำมาทำครก
ค. หินแกรนิต นำมาทำปูนซีเมนต์
ง. หินอ่อน นำมาแกะสลัก

21. การผุพังอยู่กับที่ของหิน มีสาเหตุต่างๆ
ยกเว้น ข้อใด

- ก. อุณหภูมิของโลกลดต่ำลง
ข. การกัดเซาะของกระแสน้ำ
ค. เกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำทะเล
ง. เกิดการขยายตัวของหินจนแตกร้าว

22. โขดหินบริเวณชายฝั่งทะเลเกิดการผุกร่อน
พังทลาย เพราะสาเหตุใด

- ก. ถูกกระแสน้ำกัดเซาะ
ข. ถูกกระแสลมกัดเซาะ
ค. เกิดการขยายตัวจนแตกร้าว
ง. น้ำฝนทำปฏิกิริยาเคมี กลายเป็นฝนกรด

23. หินสามวาฬ ที่ภูสิงห์ จังหวัดบึงกาฬ เกิด

จากปัจจัยต่างๆ ยกเว้นข้อใด

- ก. ลม
ข. ฝน
ค. คน
ง. แสงแดด

24. สาเหตุใดที่ทำให้หินเกิดการเปลี่ยนแปลง
รูปร่างได้ เร็วที่สุด

- ก. การกัดเซาะ
ข. การระเบิดหิน
ค. การเติบโตของต้นไม้บนหิน
ง. การขยายตัวของหินจากการเปลี่ยนแปลง
อุณหภูมิ

ตอนที่ 1 เรื่อง ชากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่ 25-32)

25. การตรวจพบซากฟอสซิลในหินมีประโยชน์

อย่างไร

- ก. ใช้เป็นแนวทางการศึกษาแร่ธาตุในหิน
- ข. ใช้พัฒนาเชื้อเพลิงจากซากฟอสซิล
- ค. ใช้เป็นแนวทางการศึกษาสิ่งมีชีวิตในอดีต
- ง. ใช้ทำนายลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอนาคต

26. ดินเกิดจากการสลายตัวในข้อใด

- ก. แมกมา
- ข. หินและแร่ธาตุ
- ค. เปลือกโลก
- ง. ลาวา

27. สิ่งใด **ไม่ควร** ทำลายด้วยการฝังดิน

- ก. ซากสัตว์
- ข. สารเคมี
- ค. เศษอาหาร
- ง. ซากพืชที่เน่าเปื่อย

28. เพราะเหตุใดจึงนิยมใช้หินแกรนิตในการ

ก่อสร้างอาคาร

- ก. สีสวย
- ข. ขนาดใหญ่
- ค. น้ำหนักมาก
- ง. ความแข็ง ทนทาน

29. ข้อใดอธิบายลักษณะการเกิดหินงอก หิน

ย้อยภายในถ้ำได้ถูกต้อง

- ก. น้ำหยดลงหิน
- ข. การไหลของน้ำบนหิน
- ค. การเติบโตของต้นไม้บนหิน
- ง. น้ำฝนละลายแร่ธาตุในหินปูนแล้วระเหยไป

30. ข้อใด **ไม่ใช่** สาเหตุที่ทำให้หินเกิดการ

เปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ

- ก. น้ำเย็น
- ข. สารเคมี
- ค. กระแสน้ำ
- ง. อุณหภูมิสูง

31. แหล่งพลังงานที่ใช้หมุนขดลวดในเครื่อง

กำเนิดไฟฟ้าส่วนใหญ่มาจากเชื้อเพลิงซากดึก

ดำบรรพ์ ข้อใด **ไม่ใช่** เชื้อเพลิงซากดึกดำ

บรรพ์

- A. ถ่านหิน
- B. น้ำ
- C. น้ำมัน
- D. ลม
- E. แก๊สธรรมชาติ
- ก. ข้อ A
- ข. ข้อ B และ D
- ค. ข้อ C และ E
- ง. ข้อ A, C และ E

32. การพบซากดึกดำบรรพ์ของปะการัง

แอมโมไนต์ และสาหร่าย บริเวณอำเภอโคก

สำโรง จังหวัด ลพบุรี นักเรียนคิดว่าพื้นที่นี้ใน

อดีตเป็น **อย่างไร**

- ก. บริเวณนี้เป็นแม่น้ำมาก่อน
- ข. บริเวณนี้อยู่ใกล้แหล่งน้ำจืด
- ค. บริเวณนี้เคยเป็นทะเลมาก่อน
- ง. บริเวณนี้เป็นธารน้ำแข็งมาก่อน

ตอนที่ 1 เรื่อง เงามืดเงามัว (ข้อที่ 33-40)

33. ใน 1 ปี จะเกิดข้างขึ้นจำนวนกี่ครั้ง และถ้า

นักเรียนมีอายุ 6 ปี จะผ่านข้างขึ้นกี่ครั้ง

ก. 12 ครั้ง / 72 ครั้ง

ข. 12 ครั้ง / 120 ครั้ง

ค. 24 ครั้ง / 240 ครั้ง

ง. ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับกาลโคจรของดวงจันทร์

34. จากแผนภาพ แสดงการเกิดปรากฏการณ์ในข้อใด



ก. ข้างขึ้น-ข้างแรม

ข. สุริยุปราคา

ค. จันทรุปราคา

ง. ราหูอมจันทร์

35. ปรากฏการณ์ในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับ

การเกิด เงามืดเงามัว

ก. รุ้งกินน้ำ

ข. จันทรุปราคา

ค. ภาพลวงตา

ง. พระอาทิตย์ทรงกลด

36. การแสดงในข้อใด ที่ใช้ประโยชน์โดยตรง

จากการ เกิดเงาของวัตถุ

ก. โขน

ข. หนังตะลุง

ค. ละครเวที

ง. หุ่นกระบอก

37. เงามืดจะเกิดกับวัตถุที่มีลักษณะใด

ก. ทึบแสง

ข. โปร่งแสง

ค. โปร่งใส

ง. ถูกทั้ง ข และ ค

38. เงามัวจะเกิดกับวัตถุที่มีลักษณะใด

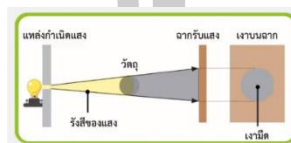
ก. ทึบแสง

ข. โปร่งแสง

ค. โปร่งใส

ง. ถูกทั้ง ข และ ค

39.



จากภาพข้อใดกล่าวถูกต้อง

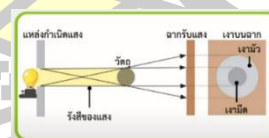
ก. รังสีของแสงมีเพียง 2 เส้นเท่านั้นที่ฉากรับแสง

ข. แหล่งกำเนิดแสงทำให้เกิดเงามืดเงามัว

ค. แหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเท่ากับวัตถุ

ง. ระยะห่างของการวางฉากกับวัตถุมีผลต่อการเกิดเงามืดเงามัว

40.



จากภาพรังสีของแสงบนฉากรับแสงมี

4 เส้นเกิดจากสิ่งใด

ก. รังสีของแสงอยู่ในระนาบเดียวกับวัตถุ

ข. ฉากรับแสงมีขนาดสูงกว่าวัตถุ

ค. แหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเท่ากับวัตถุที่ใช้กั้นแสง

ง. การสะท้อนกลับของเงามืดเงามัว

แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2565

คำชี้แจง 1. แบบวัดทักษะฉบับนี้ เป็นแบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เต็มคำ จับคู่ มี 11 หน้า จำนวน 67 ข้อ 78 คะแนน แบ่งตามเนื้อหาทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

ชุดที่ 1 แบบวัดทักษะแบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เต็มคำ จับคู่

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-16)

เรื่องที่ 2 ต่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 17-30)

เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน (ข้อที่ 31-41)

เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่ 42-63)

เรื่องที่ 5 เกมมิตเกมมัว (ข้อที่ 64-67)

2. แบบวัดทักษะแบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เต็มคำ จับคู่ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้อง เต็มคำ จับคู่ ลงในข้อสอบให้ถูกต้อง

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดทักษะ 30 นาที

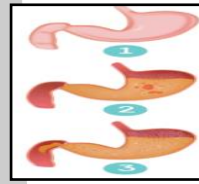


แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-8)

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำคำต่อไปนี้ เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. 3. ตับอ่อน ลำไส้ใหญ่ 4. กระเพาะอาหาร

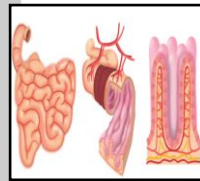
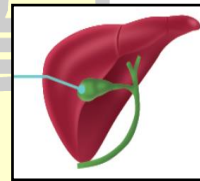
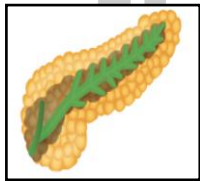
5. ทวารหนัก 7. ปาก 8. หลอดอาหาร



1.....
.....

2.....
.....

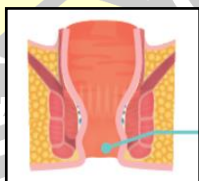
3.....
.....



4.....
.....

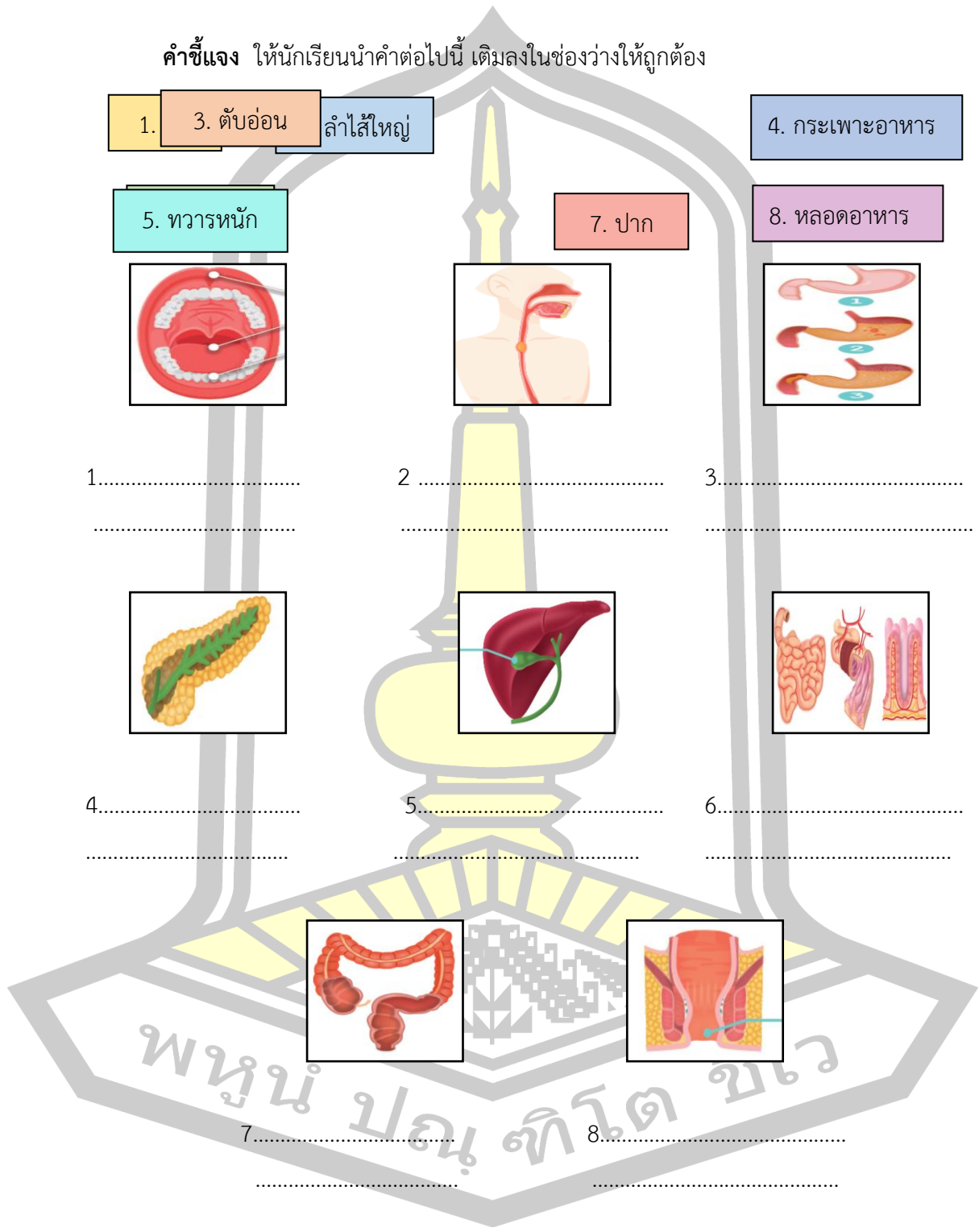
5.....
.....

6.....
.....



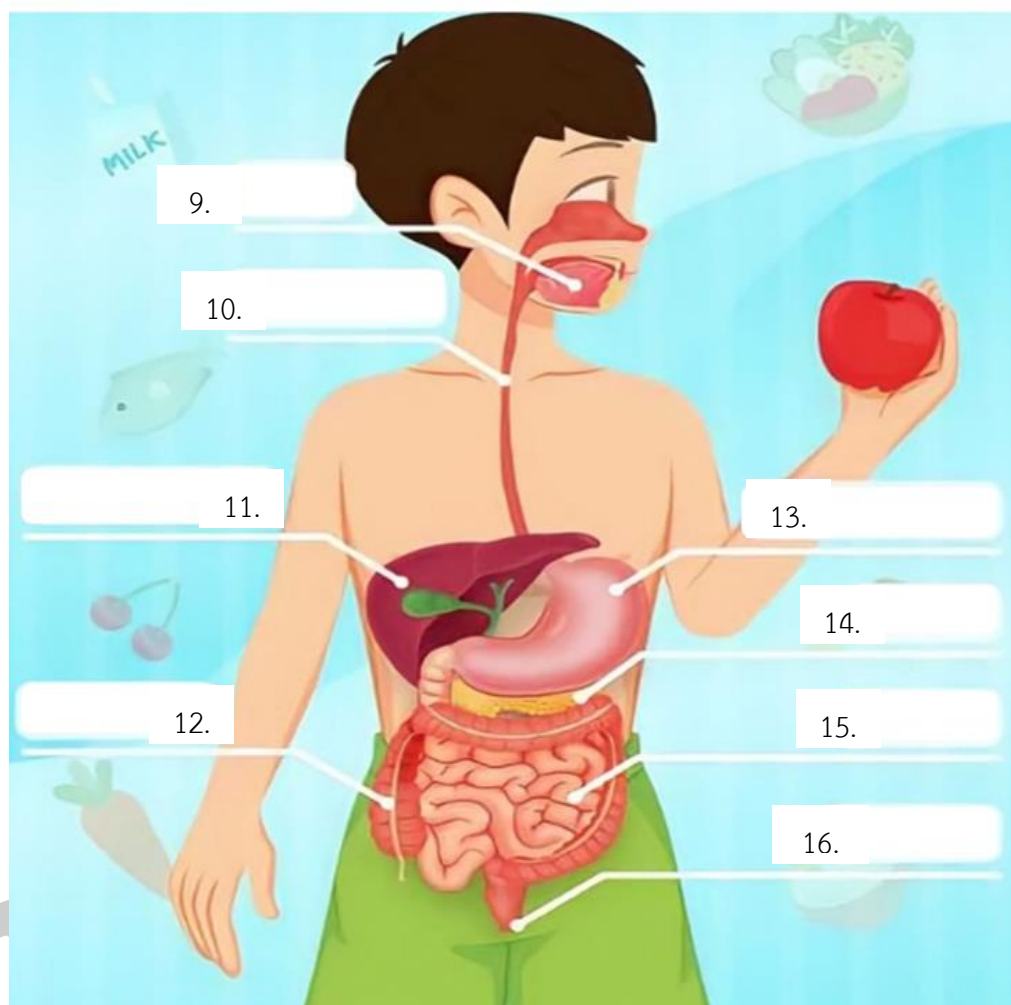
7.....
.....

8.....
.....



แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 9-16)

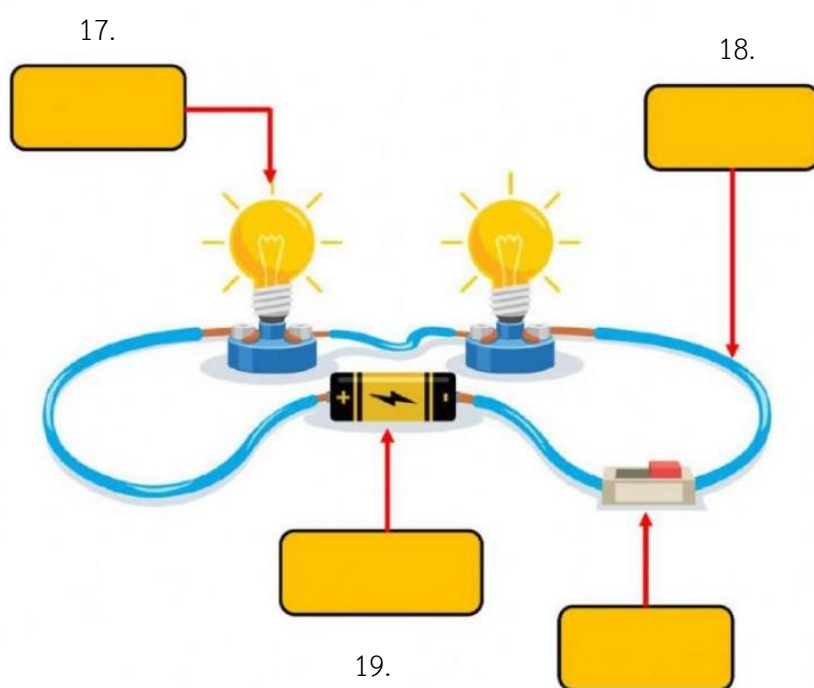
สถานการณ์ พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามจากแผนภาพแบบจำลองให้ถูกต้อง
 มะนาวมีความสงสัยว่าอาหารที่รับประทานเข้าไปทุกวันเริ่มจากปากผ่านอวัยวะส่วนใดในระบบย่อยอาหารบ้าง และอวัยวะเหล่านั้นมีลักษณะอย่างไร จึงนำมาเขียนแผนภาพแบบจำลองให้นักเรียนเติมคำในแผนภาพแบบจำลองให้ถูกต้องและสมบูรณ์



พูน ปณ ทิโต ชีเว

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 2 ต่ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 17-20)

จงเติมคำลงในช่องว่างส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า ดังต่อไปนี้ให้ถูกต้อง



แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดจับคู่ เรื่องที่ 2 ต่ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 21-30)

จงจับคู่ค่าลงในช่องว่างส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า ดังต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ให้นักเรียนจับคู่โยงเส้นสัญลักษณ์การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายให้ถูกต้องและสัมพันธ์กัน

21.		เซลล์ไฟฟ้า
22.		แอมมิเตอร์
23.		วงจรแบบปิด
24.		สายไฟฟ้า
25.		สวิตช์ไฟฟ้า
26.		ตัวต้านทาน
27.		วงจรแบบเปิด
28.		แอมมิเตอร์
29.		โวลมิเตอร์
30.		หลอดไฟฟ้า

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน จากภาพ จงจำแนกว่าเป็นหินประเภทใด โดยใช้ตัวเลขต่อไปนี้ (ข้อที่ 31-40)

ถ้าเป็นหินอัคนี ให้ตอบเป็นหมายเลข 1
 ถ้าเป็นหินตะกอน ให้ตอบเป็นหมายเลข 2
 ถ้าเป็นหินแปร ให้ตอบเป็นหมายเลข 3



31.....



32.....



33.....



34.....



35.....



36.....



37.....



38.....



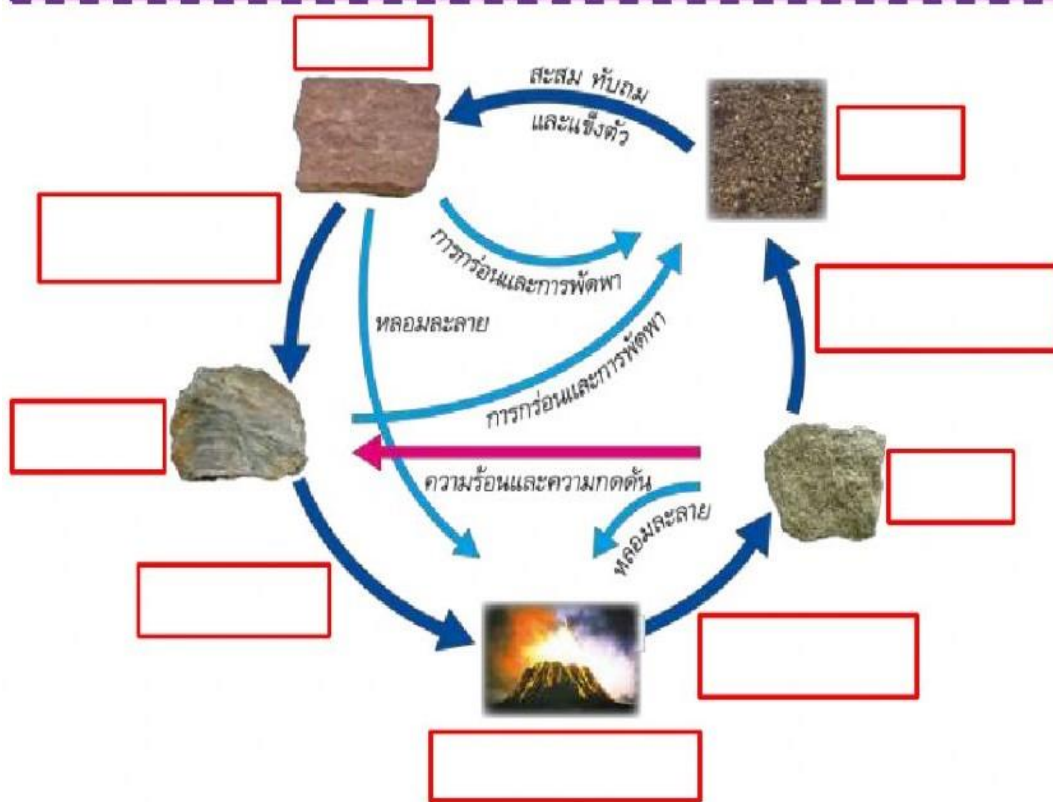
39.....



40.....

41. ให้นักเรียนนำคำในตารางที่กำหนดเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

วัฏจักรของหิน (rock cycle) เป็นการเปลี่ยนแปลงของหิน 3 ชนิด คือ _____ (Igneous rock) _____ หรือ _____ (Sedimentary rock) และ _____ (Metamorphic rock) จากหินชนิดหนึ่งไปเป็นหินอีกชนิดหนึ่ง หรืออาจเปลี่ยนกลับไปเป็นหินชนิดเดิมอีกครั้งก็ได้ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดัน การผุพัง และการกักกร่อนแร่ธาตุต่าง ๆ



หินอัคนี	หินตะกอน	หินแปร
ตะกอน	ภูเขาไฟระเบิด	หลอมละลาย
เย็นและตกผลึก	ผุพังและกักเซาะ	ความร้อนและความกดดัน

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่42-51)

จากภาพ ให้นักเรียนจำแนกว่าเป็นกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์แบบใด โดยใช้หมายเลขต่อไปนั้

1 = โครงร่างของสิ่งมีชีวิตในอดีต

2 = การประทับรอยของสิ่งมีชีวิต

จงจับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวัดกับซากดึกดำบรรพ์ที่พบให้ถูกต้อง



42.



43.



44.



45.



46.



47.



48.



49.



50.



51.

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดถูก-ผิด เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่52-58)

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

52.ซากดึกดำบรรพ์ เกิดจากการทับถมหรือการประทุบรอยของสิ่งมีชีวิตในอดีต แล้วผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติต่าง ๆ จนกลายเป็นโครงสร้างของซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิต

53.ซากดึกดำบรรพ์ ที่มีอายุมากมักจะอยู่ในชั้นหินด้านบน ส่วนซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยจะพบได้ในชั้นหินด้านล่าง

54.ในปัจจุบัน นักบรรพชีวินวิทยา ได้จำแนกซากดึกดำบรรพ์ออกเป็น 3 ประเภท คือ ซากดึกดำบรรพ์สัตว์ ซากดึกดำบรรพ์พืช และซากดึกดำบรรพ์ร่องรอย

55.สุสานหอยแหลมโพธิ์ จังหวัดกระบี่จัดเป็นซากดึกดำบรรพ์สัตว์ และซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ อำเภอกูเวียง จังหวัดขอนแก่นจัดเป็นซากดึกดำบรรพ์ร่องรอย

56. “หากพบซากดึกดำบรรพ์ปลาน้ำจืด” สันนิษฐานได้ว่าสภาพแวดล้อมบริเวณนั้น อาจเคยเป็นแม่น้ำ

57. ซากดึกดำบรรพ์รอยเปลือกหอย มีกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์แบบซากกลายเป็นหิน

58. ปัจจัยที่สำคัญในการเกิดซากดึกดำบรรพ์ คือ ระยะเวลาในการทับถมเท่านั้น

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 4 ชากตีกตำบรर्थ (ข้อที่59-63)

ให้นักเรียนเติมชากตีกตำบรर्थที่พบในจังหวัดต่างๆที่กำหนดให้ถูกต้อง

1. ชากตีกตำบรर्थภูเวียง
โกฮอร์ส สิริธรเน

2. ชากตีกตำบรर्थ
หอยขม

3. ชากตีกตำบรर्थพินกรม
ของซ้างสเดโกดอน

4. รอยเท้าไดโนเสาร์กินเนื้อ
ขนาดใหญ่

5. สุธานหอย
แหลมโพธิ์

59.

60.

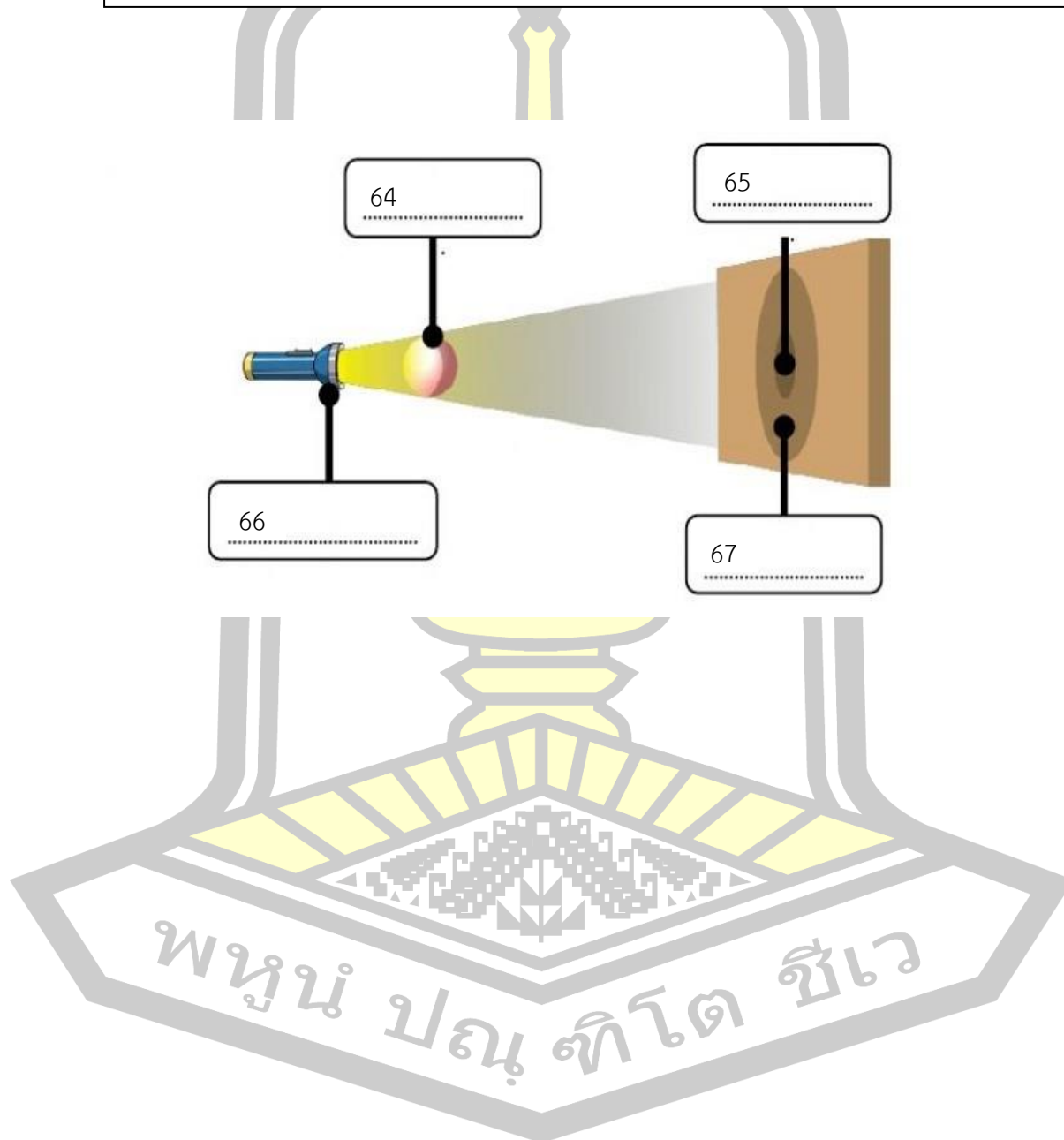
61.

62.

63.

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 5 เจมิตเจมัว (ข้อที่ 64-67)
 ให้นักเรียนนำคำที่กำหนดให้เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. วัตถุ	2. เจมิต	3. เจมัว	4. แหล่งกำเนิดแสง
----------	----------	----------	-------------------



แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2565

คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะฉบับนี้ เป็นแบบอัตนัย มี 7 หน้า จำนวน 18 ข้อ 54 คะแนน
แบ่งตามเนื้อหาทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

ชุดที่ 3 แบบวัดทักษะแบบอัตนัย

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-8)

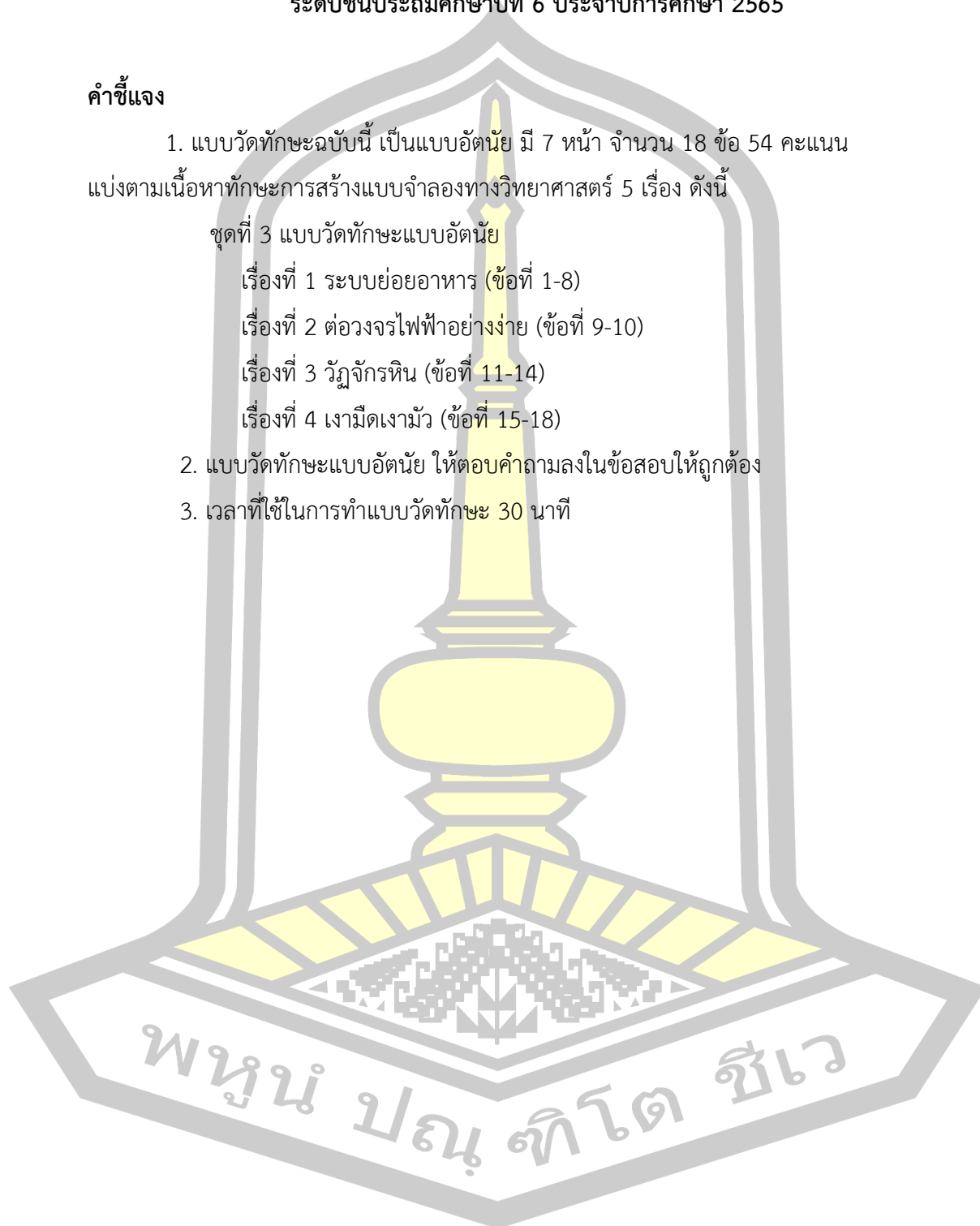
เรื่องที่ 2 ต่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 9-10)

เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน (ข้อที่ 11-14)

เรื่องที่ 4 เงามืดเงามัว (ข้อที่ 15-18)

2. แบบวัดทักษะแบบอัตนัย ให้ตอบคำถามลงในข้อสอบให้ถูกต้อง

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดทักษะ 30 นาที



แบบวัดทักษะอัตนัย เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-8)

คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกชื่อและอธิบายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหารต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

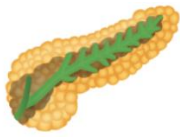
1. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

2. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

3. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

4. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

พระปฐมเจดีย์
วัดพระปฐมเจดีย์ราชวรมหาวิหาร



5. ชื่อวัยวะ.....

ทำหน้าที่



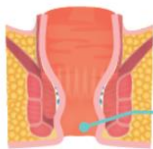
6. ชื่อวัยวะ.....

ทำหน้าที่



7. ชื่อวัยวะ.....

ทำหน้าที่



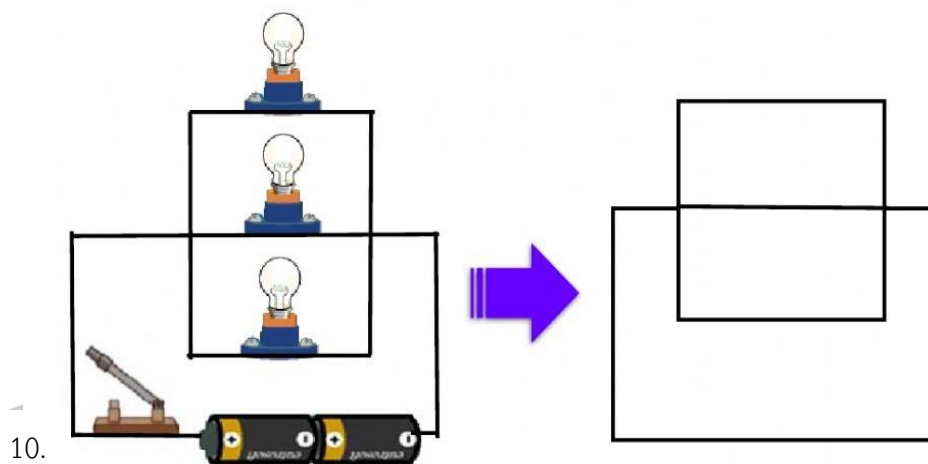
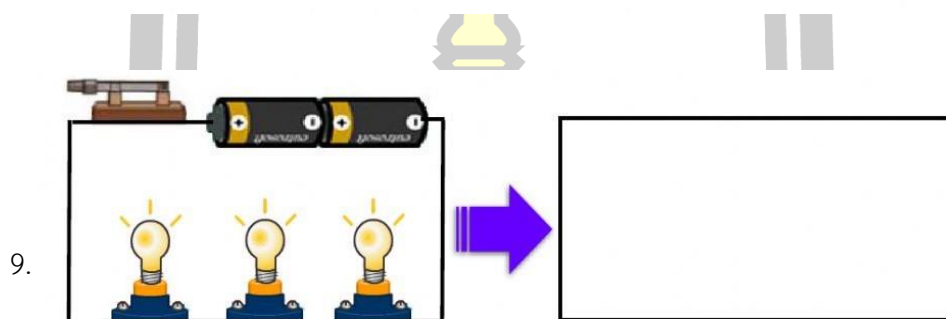
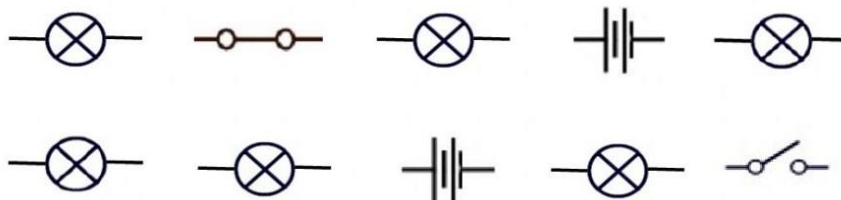
8. ชื่อวัยวะ.....

ทำหน้าที่

พหุจน์ ปณฺ ทิโต ชีเว

แบบวัดทักษะอัตโนมัติ เรื่องที่ 2 ต่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 9-10)

ให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์ของวงจรไฟฟ้าเขียนแผนภาพการต่่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย แล้วอธิบายว่าเป็นการต่่วงจรแบบใด



พหุ ประถมศึกษา

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

แบบวัดทักษะอัตรณ์ย เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน (ข้อที่ 11-14)

3. ให้นักเรียนอธิบายการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร ให้ถูกต้อง

11.

หิน (Rock) คือ _____

หิน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินชั้นหรือหินตะกอน และหินแปร

12.



หินอัคนี

เกิดจาก _____

13.



หินชั้นหรือหินตะกอน

เกิดจาก _____

14.



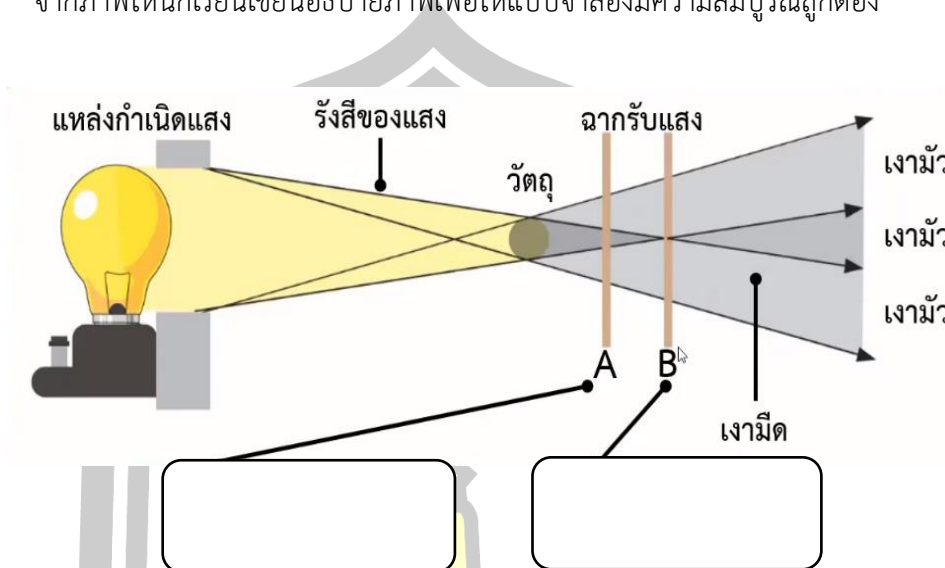
หินแปร

เกิดจาก _____



แบบวัดทักษะอัตนัย เรื่องที่ 4 เงามืดเงามัว (ข้อที่ 15-18)

จากภาพให้นักเรียนเขียนอธิบายภาพเพื่อให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์ถูกต้อง



15. จงบอกลักษณะการเกิดเงามืดเงามัว เมื่อวางฉากรับแสงไว้ในบริเวณ A

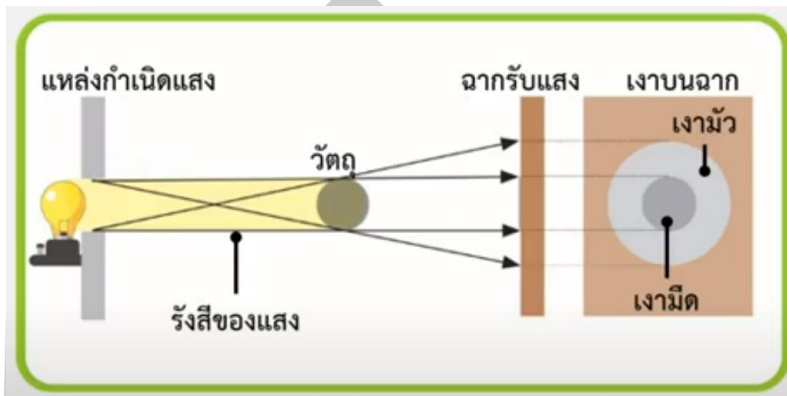
.....

16. จงบอกลักษณะการเกิดเงามืดเงามัว เมื่อวางฉากรับแสงไว้ในบริเวณ B

.....



จากภาพจงตอบคำถามต่อไปนี้

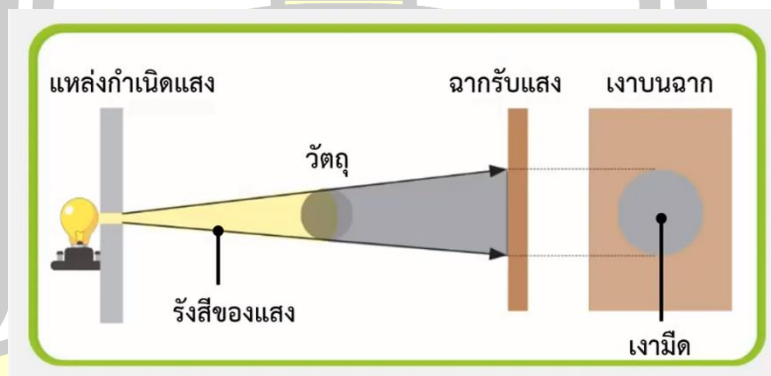


17. จงอธิบายความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ ที่ส่งผลต่อการเกิดเงามืดเงามัว

.....

.....

จากภาพจงตอบคำถามต่อไปนี้



18. จงอธิบายความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ ที่ส่งผลต่อการเกิดเงามืดเงามัว

.....

.....

**คู่มือการใช้แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะฉบับนี้เป็นแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยอิงเนื้อหาและตัวชี้วัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ประกอบด้วยข้อสอบ 3 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 ข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน
 - ชุดที่ 2 ข้อสอบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เติมคำ จับคู่ จำนวน 21 ข้อ 21 คะแนน
 - ชุดที่ 3 ข้อสอบอัตนัย จำนวน 17 ข้อ 51 คะแนน
2. เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง 40 นาที
 3. ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อโดยเขียนคำตอบให้ถูกต้อง
 4. แบบวัดทักษะฉบับนี้มีทั้งหมด 24 หน้า

ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยข้อสอบ 3 ชุด ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาทั้งหมด 5 เรื่อง ได้แก่

ชุดที่ 1 แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร จำนวน 6 ข้อ

เรื่องที่ 2 ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 6 ข้อ

เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน จำนวน 6 ข้อ

เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 7 ข้อ

เรื่องที่ 5 เงามืดเงามัว จำนวน 5 ข้อ

ชุดที่ 2 แบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เติมคำ จับคู่

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร จำนวน 3 ข้อ

เรื่องที่ 2 ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 10 ข้อ

เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน จำนวน 6 ข้อ

เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 2 ข้อ

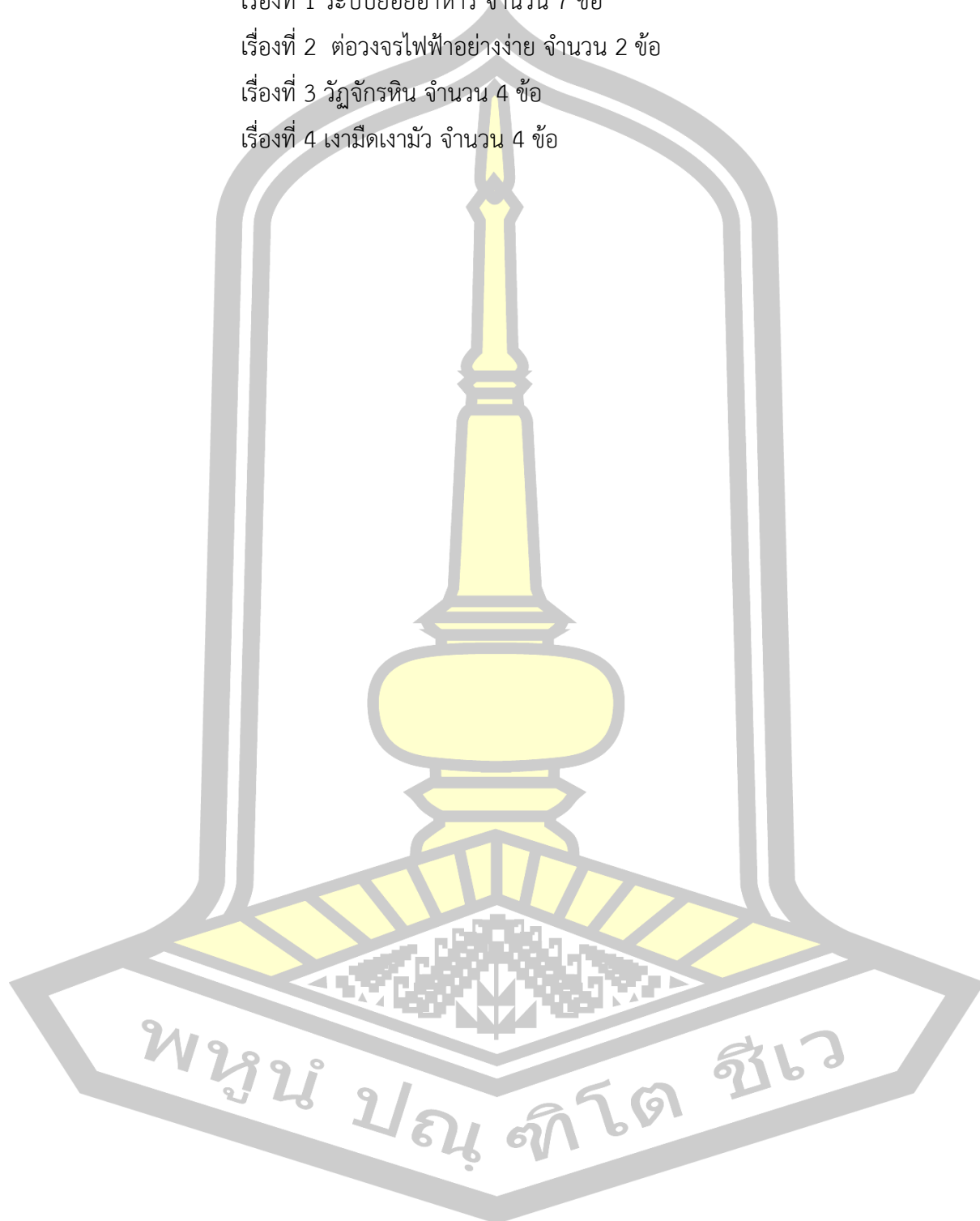
ชุดที่ 3 แบบอัตนัย

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร จำนวน 7 ข้อ

เรื่องที่ 2 ต่อมวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ

เรื่องที่ 3 วิถีจักรหิน จำนวน 4 ข้อ

เรื่องที่ 4 เงามืดเงามัว จำนวน 4 ข้อ



แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2565

คำชี้แจง 1. แบบวัดทักษะฉบับนี้ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มี 8 หน้า จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน แบ่งตามเนื้อหาทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

ชุดที่ 1 แบบวัดทักษะแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ

เรื่อง ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-6)

เรื่อง ต่ดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 7-12)

เรื่อง วัฏจักรหิน (ข้อที่ 13-18)

เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่ 19-25)

เรื่อง เงามืดเงามัว (ข้อที่ 26-30)

2. แบบวัดปรนัย ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ โดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดทักษะ 40 นาที

ตัวอย่าง

ข้อ 0 ข้อใดเป็นสิ่งมีชีวิต

ก. นก

ข. ดินสอ

ค. ลูกบอล

ง. กรรไกร

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			
1				

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2565

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-6)

1. การย่อยอาหาร เริ่มจากอวัยวะใด

เป็นอันดับแรก

- ก. ปาก
- ข. ลำไส้เล็ก
- ค. หลอดอาหาร
- ง. กระเพาะอาหาร

2. อาหารที่รับประทานเข้าไป จะมีการย่อยที่ไหนบ้าง

- ก. ปาก ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่
- ข. ปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก
- ค. ปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้ใหญ่
- ง. ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร

3. กระเพาะอาหาร ทำหน้าที่ย่อยสารอาหาร

ประเภทใด

- ก. ไขมัน
- ข. โปรตีน
- ค. คาร์โบไฮเดรต
- ง. วิตามินและเกลือแร่

4. อาหารทุกประเภทที่เรารับประทานเข้าไป

จะย่อยครั้งสุดท้ายที่ใด

- ก. ปาก
- ข. ลำไส้เล็ก
- ค. ลำไส้ใหญ่
- ง. กระเพาะอาหาร

5. อาหารใน ข้อใดต่อไปนี้ ให้สารอาหาร

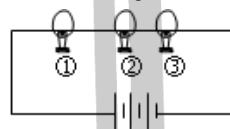
เหมือนกัน

- ก. ข้าวเหนียว – หมูปิ้ง
- ข. ขนมปัง – ไข่ดาว
- ค. ถั่วลิสงต้ม – นมสด
- ง. ไก่ทอด – มันฝรั่งทอด

6. ดับ มีส่วนเกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร อย่างไร

- ก. ผลิตน้ำดีย่อยไขมัน
- ข. ผลิตน้ำย่อยโปรตีน
- ค. ผลิตเอนไซม์ย่อยโปรตีน
- ง. ผลิตน้ำย่อยคาร์โบไฮเดรต

7. จากวงจรไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง



- ก. เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- ข. ในวงจรไฟฟ้ามี่เซลล์ไฟฟ้า 1 เซลล์
- ค. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 2 ดับ จะทำให้หลอดที่ 1 และหลอดที่ 3 ดับไปด้วย
- ง. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1 ดับ หลอดที่ 2 และหลอดที่ 3 ยังคงสว่างอยู่

8. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน

- ก. วิทยุ
- ข. โทรทัศน์
- ค. หม้อหุงข้าว
- ง. เครื่องซักผ้า

เรื่องที่ 2 ต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 7-12)

12. จากรูปวงจรต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง

9. อุปกรณ์ในข้อใด ไม่มี วงจรไฟฟ้า



- ก. ทั้งสองหลอดสว่าง
 ข. สว่างเฉพาะหลอดที่ 1
 ค. สว่างเฉพาะหลอดที่ 2
 ง. ไม่สว่างทั้งสองหลอด

10. ถ้านักเรียนต้องการให้หลอดไฟสว่างต้อง

สร้างวงจรตามข้อใด

- ก. วงจรเปิด
 ข. วงจรปิด
 ค. วงจรลัด
 ง. ถูกทั้ง ก และ ข

11. การต่อสวิตช์ไฟเข้าไปในวงจรเพื่อ

จุดประสงค์ใด

- ก. ลดแรงดันไฟฟ้า
 ข. ช่วยลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า
 ค. ปิด - เปิดวงจรไฟฟ้า
 ง. เพิ่มกระแสไฟฟ้าในวงจร

เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน (ข้อที่ 13-18)

13. นักธรณีวิทยาแบ่งประเภทหินตามข้อใด

- ก. หินปูน หินชั้น หินอ่อน
 ข. หินอัคนี หินชั้น หินแปร
 ค. หินแกรนิต หินดินดาน หินแปร
 ง. หินอัคนี หินตะกอน หินดินดาน

14. ข้อใดเป็นการผุพังของหินที่เกิดขึ้น

- กระบวนการทางเคมี
 ก. รากต้นไม้ไชซอนไปบนหิน
 ข. น้ำในรอยหินกลายเป็นน้ำแข็ง
 ค. ฝนกรดตกลงมาในบริเวณที่มีหินปูน
 ง. แรงแม่เหล็กของโลกทำให้หินถล่มลงมา

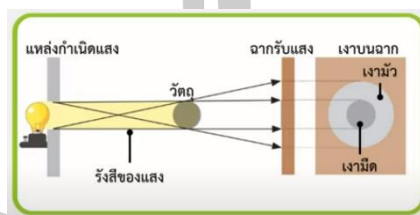
15. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. หินแปรเกิดจากการทับถมของหินอัคนี
 ข. หินอัคนีเกิดจากหินตะกอนสลายตัวและ
 ผุพัง
 ค. หินอัคนีและหินตะกอนไม่สามารถ
 เปลี่ยนเป็นหินแปรได้
 ง. หินตะกอนจะกลายเป็นหินแปรได้ต้อง
 อาศัยความร้อนและแรงดัน

พหุบัน ปณ กิจ ๒๕

16. หินในข้อใดนำมาใช้ประโยชน์ได้ถูกต้อง
- หินไนส์ นำมาทำถนน
 - หินทราย นำมาทำครก
 - หินแกรนิต นำมาทำปูนซีเมนต์
 - หินอ่อน นำมาแกะสลัก
17. หินสามวาฬ ที่ภูสิงห์ จังหวัดบึงกาฬ เกิดจากปัจจัยต่างๆ ยกเว้นข้อใด
- ลม
 - ฝน
 - คน
 - แสงแดด
18. สาเหตุใดที่ทำให้หินเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้เร็วที่สุด
- การกัดเซาะ
 - การระเบิดหิน
 - การเติบโตของต้นไม้บนหิน
 - การขยายตัวของหินจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
19. การตรวจพบซากฟอสซิลในหินมีประโยชน์อย่างไร
- ใช้เป็นแนวทางศึกษาแร่ธาตุในหิน
 - ใช้พัฒนาเชื้อเพลิงจากซากฟอสซิล
 - ใช้เป็นแนวทางศึกษาสิ่งมีชีวิตในอดีต
 - ใช้ทำนายลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอนาคต
20. ดินเกิดจากการสลายตัวในข้อใด
- แมกมา
 - หินและแร่ธาตุ
 - เปลือกโลก
 - ลาวา
21. สิ่งใด **ไม่ควร** ทำลายด้วยการฝังดิน
- ซากสัตว์
 - สารเคมี
 - เศษอาหาร
 - ซากพืชที่เน่าเปื่อย
22. เพราะเหตุใดจึงนิยมใช้หินแกรนิตในการก่อสร้างอาคาร
- สีสวย
 - ขนาดใหญ่
 - น้ำหนักมาก
 - ความแข็ง ทนทาน
23. ข้อใดอธิบายลักษณะการเกิดหินงอกหินย้อยภายในถ้ำได้ถูกต้อง
- น้ำหยดลงหิน
 - การไหลของน้ำบนหิน
 - การเติบโตของต้นไม้บนหิน
 - น้ำฝนละลายแร่ธาตุในหินปูนแล้วระเหย
24. ข้อใด **ไม่ใช่** สาเหตุที่ทำให้หินเกิดการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ
- น้ำเย็น
 - สารเคมี
 - กระแสน้ำ
 - อุณหภูมิสูง

25. แหล่งพลังงานที่ใช้หมุนขดลวดในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าส่วนใหญ่มาจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ข้อใดไม่ใช่ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
- A. ถ่านหิน
B. น้ำ
C. น้ำมัน
D. ลม
E. แก๊สธรรมชาติ
- ก. ข้อ A
ข. ข้อ B และ D
ค. ข้อ C และ E
ง. ข้อ A, C และ E
28. การแสดงในข้อใด **ที่ใช้ประโยชน์โดยตรง** จากการเกิดเงาของวัตถุ
- ก. โขน
ข. หนึ่งตะลุง
ค. ละครเวที
ง. หุ่นกระบอก
29. เงามืดจะเกิดกับวัตถุที่มีลักษณะใด
- ก. ทึบแสง
ข. โปร่งแสง
ค. โปร่งใส
ง. ถูกทั้ง ข และ ค
- 30.

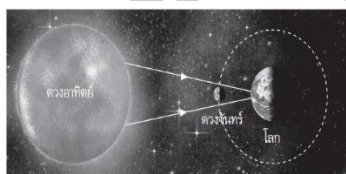


จากภาพรังสีของแสงบนฉากรับแสง

มี 4 เส้นเกิดจากสิ่งใด

เรื่องที่ 5 เงามืดเงามัว (ข้อที่ 26-32)

26. จากแผนภาพ แสดงการเกิดปรากฏการณ์ในข้อใด

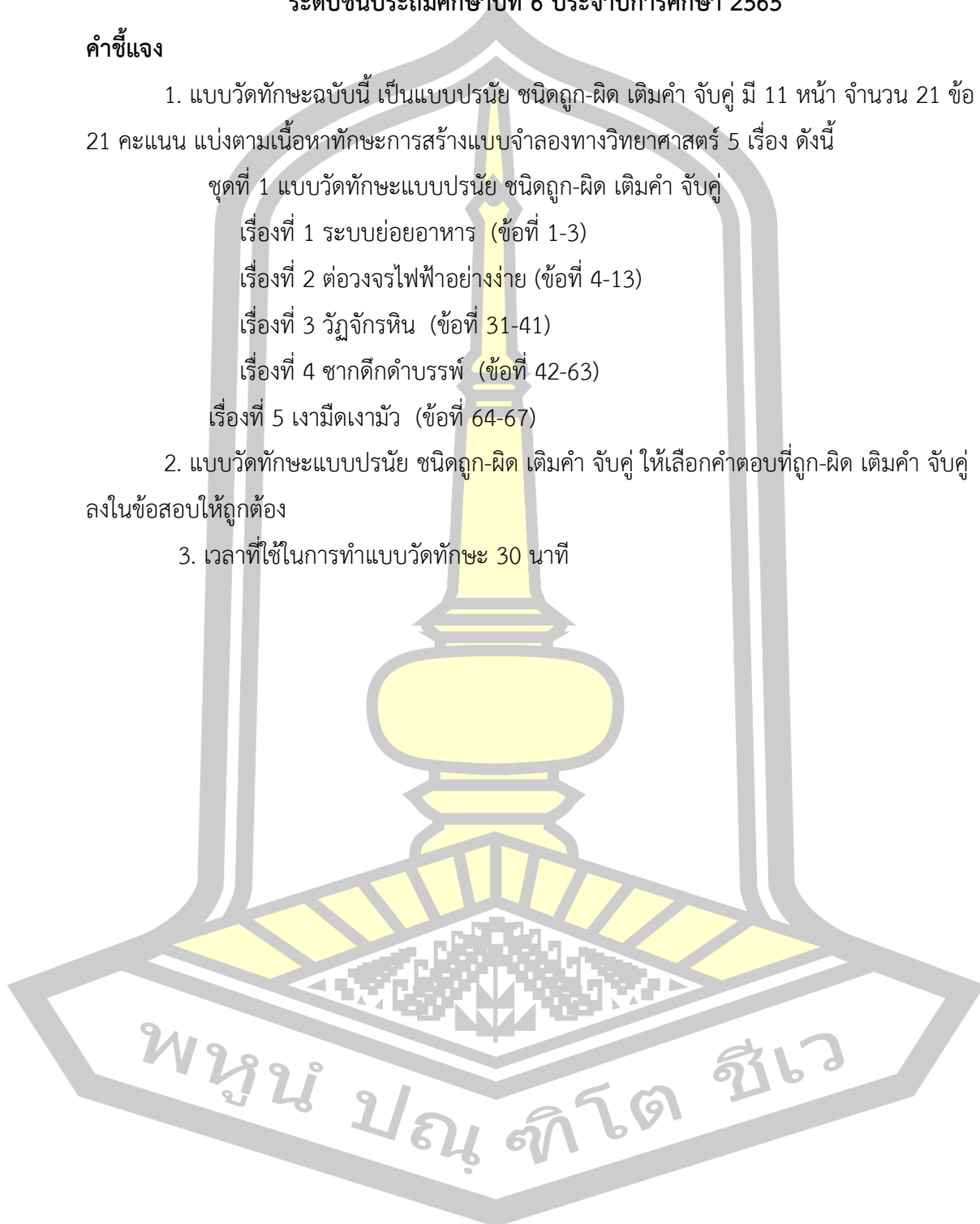


- ก. ข้างขึ้น-ข้างแรม
ข. สุริยุปราคา
ค. จันทรุปราคา
ง. ราหูอมจันทร์
27. ปรากฏการณ์ในข้อใด ที่เกี่ยวข้องกับ การเกิดเงาของวัตถุ
- ก. รุ้งกินน้ำ
ข. จันทรุปราคา
ค. ภาพลวงตา
ง. พระอาทิตย์ทรงกลด
- ก. รังสีของแสงอยู่ในระนาบเดียวกับวัตถุ
ข. ฉากรับแสงมีขนาดสูงกว่าวัตถุ
ค. แหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเท่ากับวัตถุที่ใช้ ฉากรับแสง
ง. การสะท้อนกลับของเงามืดเงามัว

แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2565

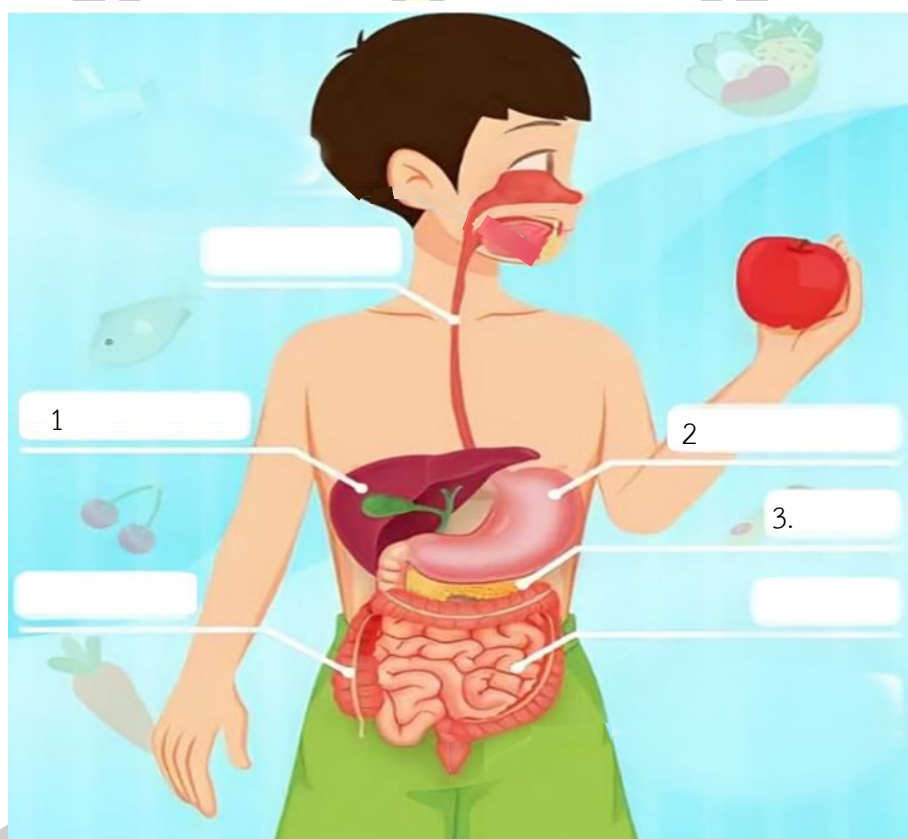
คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะฉบับนี้ เป็นแบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เต็มคำ จับคู่ มี 11 หน้า จำนวน 21 ข้อ 21 คะแนน แบ่งตามเนื้อหาทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้
 - ชุดที่ 1 แบบวัดทักษะแบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เต็มคำ จับคู่
 - เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-3)
 - เรื่องที่ 2 ต่วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 4-13)
 - เรื่องที่ 3 วิถีจักรหิน (ข้อที่ 31-41)
 - เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่ 42-63)
 - เรื่องที่ 5 เกมมีดเกมัว (ข้อที่ 64-67)
2. แบบวัดทักษะแบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เต็มคำ จับคู่ ให้เลือกคำตอบที่ถูก-ผิด เต็มคำ จับคู่ ลงในข้อสอบให้ถูกต้อง
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดทักษะ 30 นาที



แบบวัดทักษะปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ

สถานการณ์ พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามจากแผนภาพแบบจำลองให้ถูกต้อง
 มะนาวมีความสงสัยว่าอาหารที่รับประทานเข้าไปทุกวันเริ่มจากปากผ่านอวัยวะส่วนใดใน
 ระบบย่อยอาหารบ้าง และอวัยวะเหล่านั้นมีลักษณะอย่างไร จึงนำมาเขียนแผนภาพแบบจำลอง ให้
 นักเรียนเติมคำในแผนภาพแบบจำลองให้ถูกต้องและสมบูรณ์



พูน ปณ ทิโต ชีเว

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดจับคู่ เรื่องที่ 2 ต่ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 4-13)

จงจับคู่คำลงในช่องว่างส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า ดังต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ให้นักเรียนจับคู่โยงเส้นสัญลักษณ์การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายให้ถูกต้องและสัมพันธ์กัน

1.		เซลล์ไฟฟ้า
2.		แอมมิเตอร์
3.		วงจรแบบปิด
4.		สายไฟฟ้า
5.		สวิตช์ไฟฟ้า
6.		ตัวต้านทาน
7.		วงจรแบบเปิด
8.		แอมมิเตอร์
9.		โวลมิเตอร์
10.		หลอดไฟฟ้า

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน จากภาพ จงจำแนกว่าเป็นหินประเภทใด โดยใช้ตัวเลขต่อไปนี้ (ข้อที่ 14-19)

ถ้าเป็นหินอัคนี ให้ตอบเป็นหมายเลข 1

ถ้าเป็นหินตะกอน ให้ตอบเป็นหมายเลข 2

ถ้าเป็นหินแปร ให้ตอบเป็นหมายเลข 3



14.....
.....



15.....
.....



16.....
.....



17.....
.....



18.....
.....



19.....
.....

พหุ ประถมศึกษา

แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดถูก-ผิด เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่ 20)

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

20.ซากดึกดำบรรพ์ เกิดจากการทับถมหรือการประทุบรอยของสิ่งมีชีวิตในอดีต แล้วผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติต่าง ๆ จนกลายเป็นโครงสร้างของซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิต



แบบวัดทักษะปรนัย ชนิดเติมคำ เรื่องที่ 4 ซากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่ 21)

ให้นักเรียนเติมซากดึกดำบรรพ์ที่พบในจังหวัดต่าง ๆ ที่กำหนดให้ถูกต้อง

1. ซากดึกดำบรรพ์ภูเวียง
โกซอรัส สิรินธรเน
2. ซากดึกดำบรรพ์
หอยขม
3. ซากดึกดำบรรพ์พืนกราม
ของช้างสเตโกดอน
4. รอยเท้าไดโนเสาร์กินเนื้อ
ขนาดใหญ่
5. สู่सानหอย
แหลมโพธิ์



21.

แบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 3
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2565

คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะฉบับนี้ เป็นแบบอัตนัย มี 7 หน้า จำนวน 17 ข้อ 51 คะแนน
แบ่งตามเนื้อหาทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง ดังนี้

ชุดที่ 3 แบบวัดทักษะแบบอัตนัย

เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-7)

เรื่องที่ 2 ต่ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 8-9)

เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน (ข้อที่ 10-13)

เรื่องที่ 4 เกมเม็ดงาแมว (ข้อที่ 14-17)

2. แบบวัดทักษะแบบอัตนัย ให้ตอบคำถามลงในข้อสอบให้ถูกต้อง

3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดทักษะ 30 นาที



แบบวัดทักษะอัตนัย เรื่องที่ 1 ระบบย่อยอาหาร (ข้อที่ 1-7)

คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกชื่อและอธิบายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหารต่อไปนี้ให้

ถูกต้อง

1. ชื่อ อวัยวะ.....
ทำหน้าที่

2. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

3. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

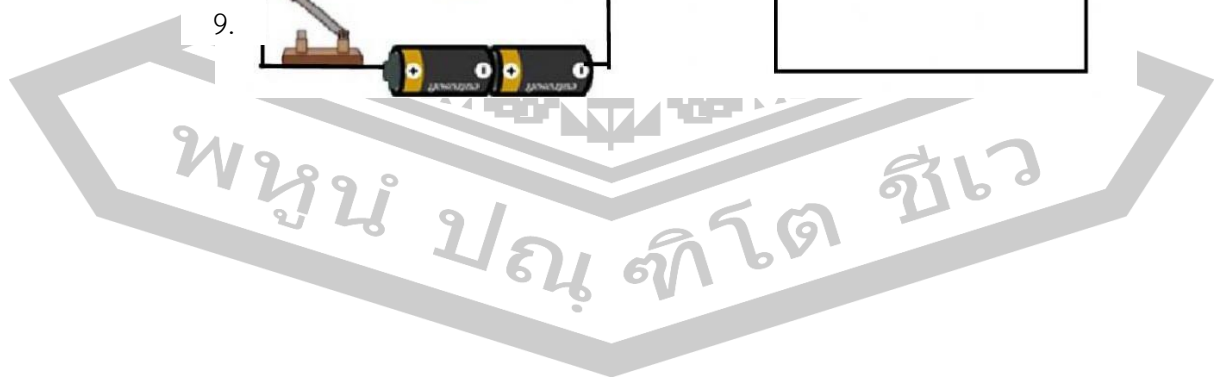
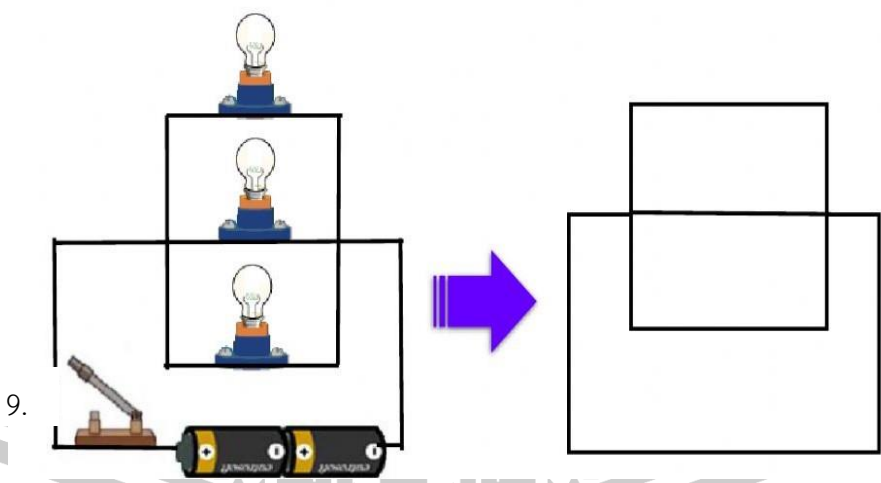
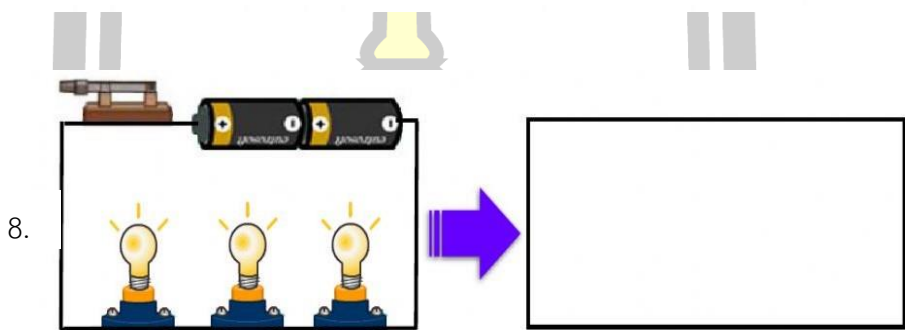
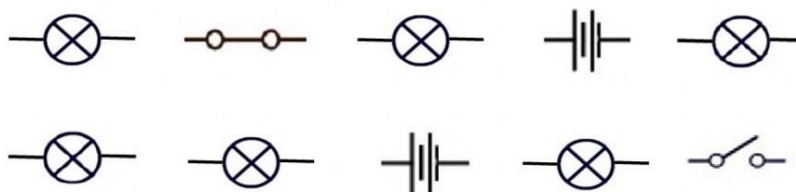
4. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

5. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

6. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

7. ชื่ออวัยวะ.....
ทำหน้าที่

แบบวัดทักษะอัตนัย เรื่องที่ 2 ต่ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 8-9)
 ให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์ของวงจรไฟฟ้าเขียนแผนภาพการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย แล้วอธิบายว่าเป็นการต่อวงจรแบบใด



แบบวัดทักษะอรรถนัย เรื่องที่ 3 วัฏจักรหิน (ข้อที่ 10-13)
ให้นักเรียนอธิบายการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร ให้ถูกต้อง

10.

หิน (Rock) คือ _____

หิน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ หินอัคนี หินชั้นหรือหินตะกอน และหินแปร

11.



หินอัคนี

เกิดจาก _____

12.



หินชั้นหรือหินตะกอน

เกิดจาก _____

13.



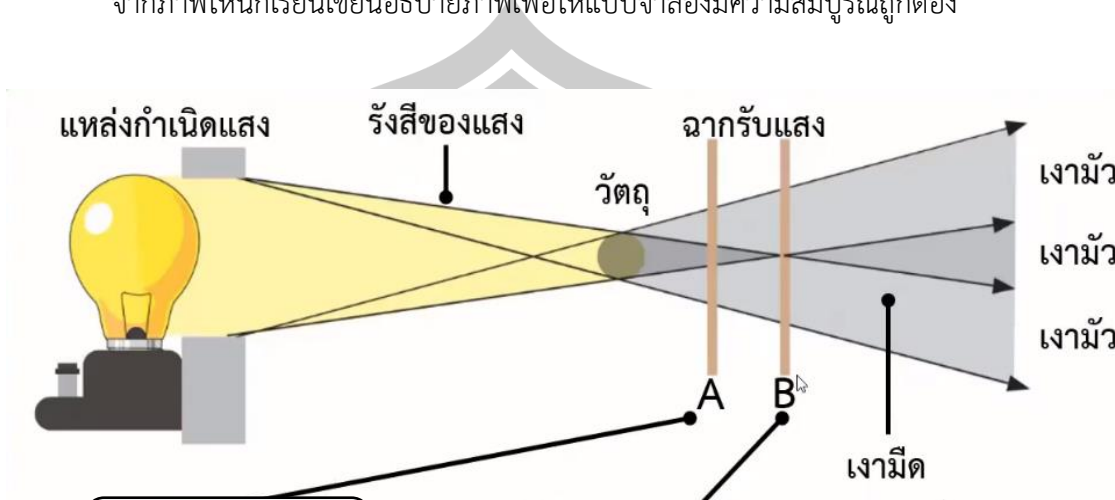
หินแปร

เกิดจาก _____

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

แบบวัดทักษะอัตนัย เรื่องที่ 4 เงามืดเงามัว (ข้อที่ 14-17)

จากภาพให้นักเรียนเขียนอธิบายภาพเพื่อให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์ถูกต้อง



14. จงบอกลักษณะการเกิดเงามืดเงามัว เมื่อวางฉากรับแสงไว้ในบริเวณ A

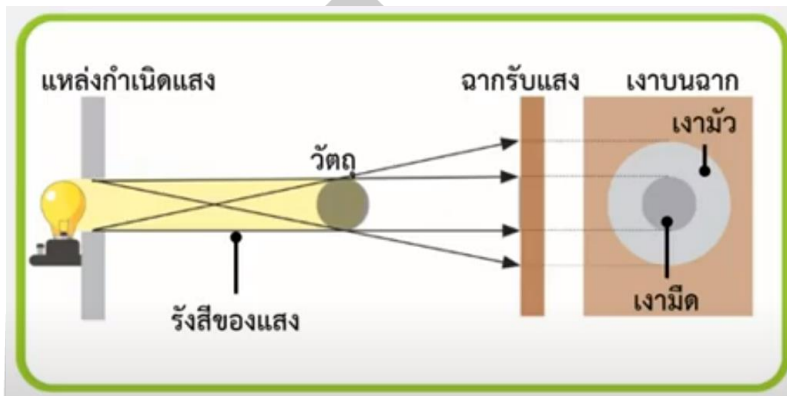
.....

15. จงบอกลักษณะการเกิดเงามืดเงามัว เมื่อวางฉากรับแสงไว้ในบริเวณ B

.....

พหุ ประถมศึกษา

จากภาพจงตอบคำถามต่อไปนี้

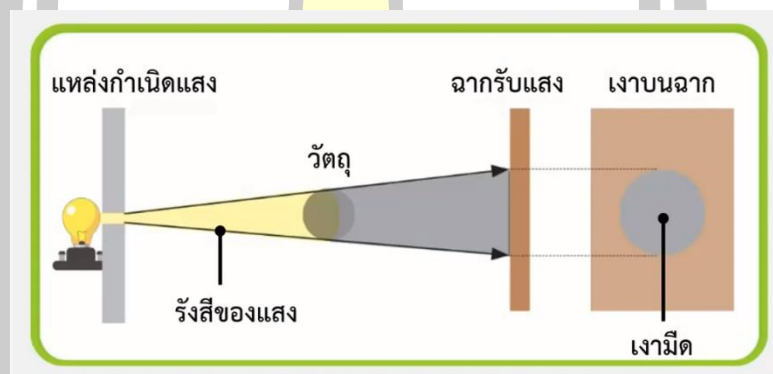


16. จงอธิบายความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ ที่ส่งผลต่อการเกิดเงามืดเงามัว

.....

.....

จากภาพจงตอบคำถามต่อไปนี้

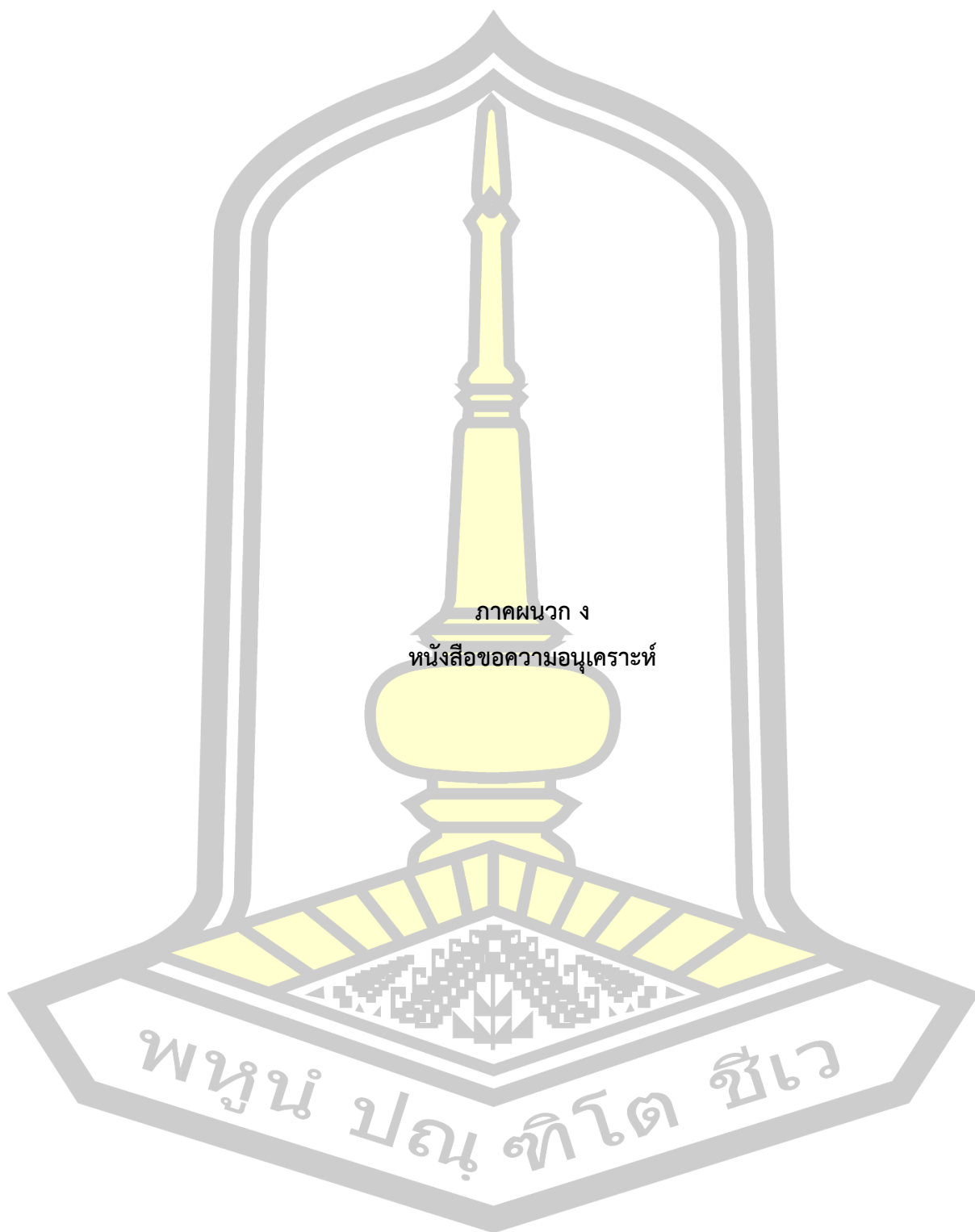


17. จงอธิบายความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ ที่ส่งผลต่อการเกิดเงามืดเงามัว

.....

.....

พูนุ ปณ ทิโต ชเว



ภาคผนวก ง
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2)/ว3197

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปรารณาดิ

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พูลพุดธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านท่าไคร้

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิรุฬพุทธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691

บณ ฑิ ไค



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนประสานมิตรวิทยา

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พูลพุกธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสี่ออน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว3197

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านท่าไร่ไทยเจริญ

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พูลพุดธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว3197

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านใหม่ศรีชมภู

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิ เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อ นิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโป่งเปี้ยว

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิพิศ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว3197

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลพรเจริญ

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนาสวรรค์

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิูลพทุธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองหมู

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิตินัดจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว3197

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านท่าไร่ไทยเจริญ

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิพิทยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านทองสาย

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิพิศ เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโคกก่องมิตรภาพที่ 86

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



ที่ อว 0605.5(2)/ว3197

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

25 พฤศจิกายน 2565

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบึงของหลวงวิทยา

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิพิศ เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน ทำการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อ นิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลบึงกาฬวิศิษฐ์

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ ฟูลพุทธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0951695691



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบึงกาฬ

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



โรงเรียนบ้านไร่สุพรรณบุรี
เลขที่ 21/2566
วันที่ 10 ก.พ. 2566
เวลา 14.00

ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาวิทยานิพนธ์
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านไร่สุพรรณบุรี

ด้วย นางจรูญลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภินันท์ พูลพุทธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวม ข้อมูลเพื่อการศึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านไร่สุพรรณบุรี

ขอแสดงความนับถือ

เพื่อ
เห็นควร

อีก

[Signature]

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรมือถือ 0951695691

[Signature]

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พน

[Signature]

[Signature]

10 ก.พ. 66

มณฑลสุพรรณบุรี



ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโคกก่องมิตรภาพที่ 86

ด้วย นางจรรยาภรณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำรงหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อหันทวี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาภรณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี เพื่อจัดส่งข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691



โรงเรียนบ้านโป่งเปือย
เลขที่รับ 148
วันที่ 13 ก.พ. 66
เวลา 14:30 น.
กระซิบชื่อรับ

ที่ อว 0605.5(2)/ว406

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง **ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์**
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโป่งเปือย

ด้วย นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะ การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการหลักสูตร (กศ.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อหิณทร์ พูลพุทธา เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางจรรยาลักษณ์ คำเรือน เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี เพื่อ นิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

รศ.ดร. อุดมศักดิ์ ภูสีอ่อน

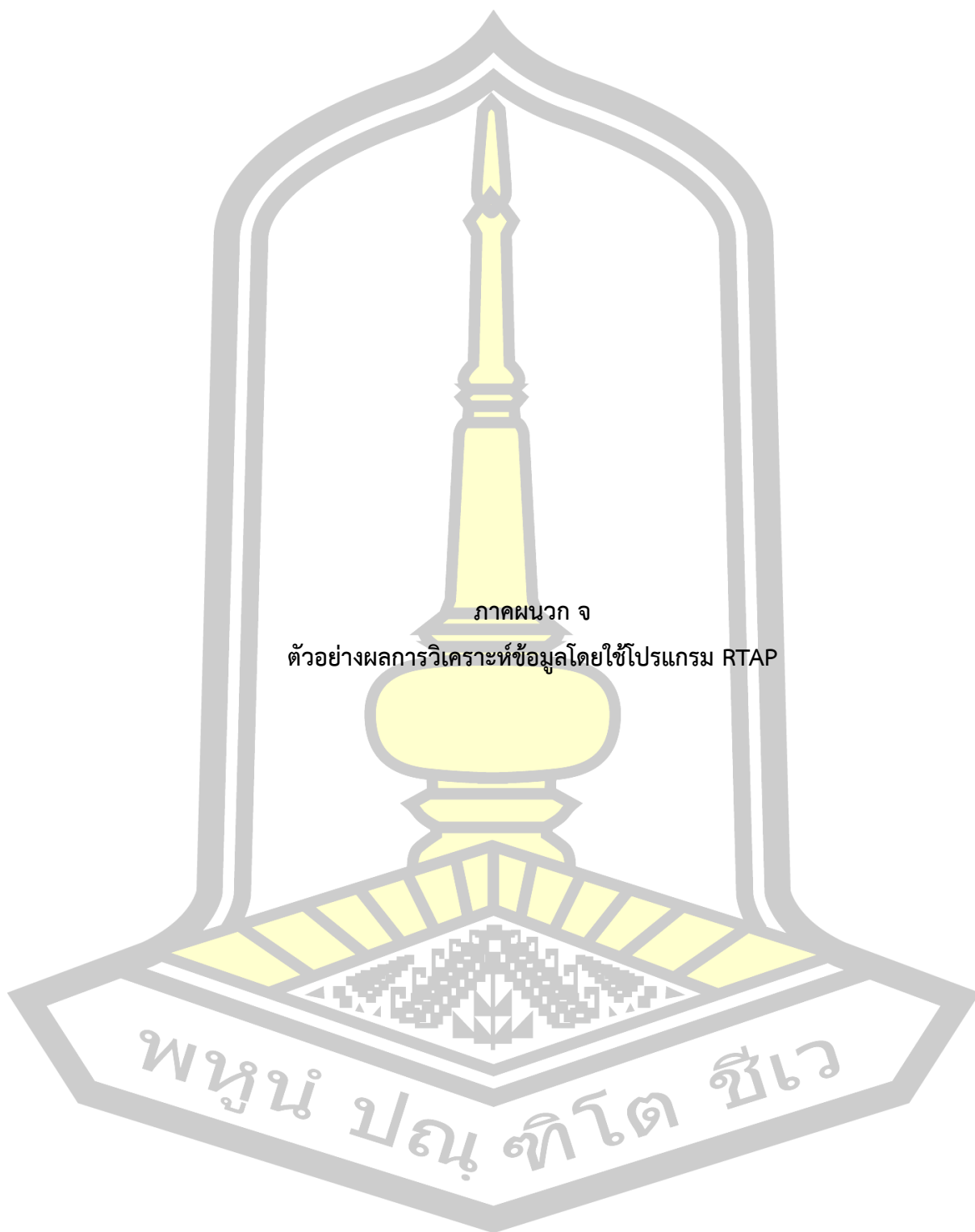
ขอแสดงความนับถือ

- อ.ดร. นพ. น. น. น. น.
ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล
ให้วิทยานิพนธ์
- นพ. น. น. น. น.

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0951695691

- ท.ท.
- ขอความอนุเคราะห์
ให้ ดร. อ. น. น. น. น.
12 ก.พ. 66



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม RTAP

พหุมนั ปณุ ทิโต ชีเว

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงกลุ่ม

ชื่อแบบทดสอบ แบบวัดแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ครั้งที่ 3

จำนวนผู้สอบ 370 คน

จำนวนข้อสอบ 32 ข้อ

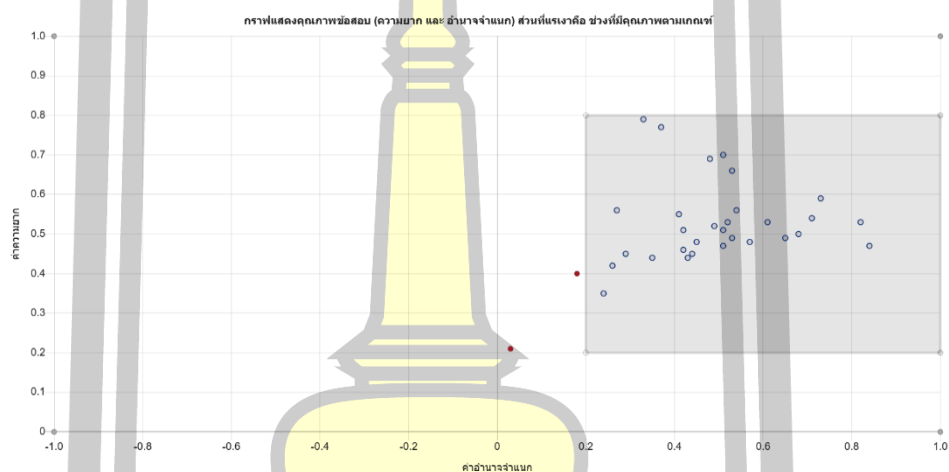
กำหนดกลุ่มสูง/กลุ่มต่ำ ร้อยละ 27

ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงกลุ่ม

ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง		อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
1	(1)	0.7	0.51	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
2	(2)	0.4	0.18	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
3	(4)	0.54	0.71	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
4	(3)	0.52	0.49	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
5	(2)	0.48	0.57	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
6	(3)	0.53	0.82	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
7	(1)	0.51	0.51	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
8	(3)	0.45	0.29	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
9	(2)	0.79	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
10	(4)	0.77	0.37	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
11	(2)	0.45	0.44	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
12	(3)	0.66	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
13	(1)	0.44	0.43	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
14	(4)	0.47	0.51	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
15	(3)	0.49	0.53	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
16	(4)	0.5	0.68	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
17	(2)	0.48	0.45	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
18	(1)	0.44	0.35	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
19	(1)	0.46	0.42	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
20	(4)	0.49	0.65	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
21	(2)	0.42	0.26	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
22	(4)	0.59	0.73	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
23	(2)	0.69	0.48	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
24	(4)	0.53	0.52	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
25	(1)	0.56	0.27	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
26	(2)	0.47	0.84	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
27	(1)	0.55	0.41	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
28	(4)	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน

ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง		อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
29	(2)	0.56	0.54	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
30	(1)	0.53	0.61	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
31	(4)	0.21	0.03	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่าน
32	(3)	0.51	0.42	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

สรุปผลการวิเคราะห์ความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 32 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 31



พหุ ประถมศึกษา

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (ด้วยวิธี KR20)

ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
1	0.7	0.51	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
3	0.54	0.71	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
4	0.52	0.49	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
5	0.48	0.57	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
6	0.53	0.82	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
7	0.51	0.51	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
8	0.45	0.29	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
9	0.79	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
10	0.77	0.37	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
11	0.45	0.44	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
12	0.66	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
13	0.44	0.43	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
14	0.47	0.51	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
15	0.49	0.53	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
16	0.5	0.68	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
17	0.48	0.45	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
18	0.44	0.35	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
19	0.46	0.42	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
20	0.49	0.65	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
21	0.42	0.26	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
22	0.59	0.73	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
23	0.69	0.48	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
24	0.53	0.52	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
25	0.56	0.27	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
26	0.47	0.84	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
27	0.55	0.41	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
28	0.35	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
29	0.56	0.54	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
30	0.53	0.61	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
32	0.51	0.42	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

สรุปผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากการคัดเลือกข้อสอบมาจำนวน 30 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าความ
เชื่อมั่น ด้วยวิธี KR20 มีค่าเท่ากับ 0.83

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงกลุ่ม

ชื่อแบบทดสอบ ปรนัยชนิดถูก-ผิด จับคู่ เต็มคำ ครั้งที่ 3

จำนวนผู้สอบ 370 คน

จำนวนข้อสอบ 41 ข้อ

กำหนดกลุ่มสูง/กลุ่มต่ำ ร้อยละ 27

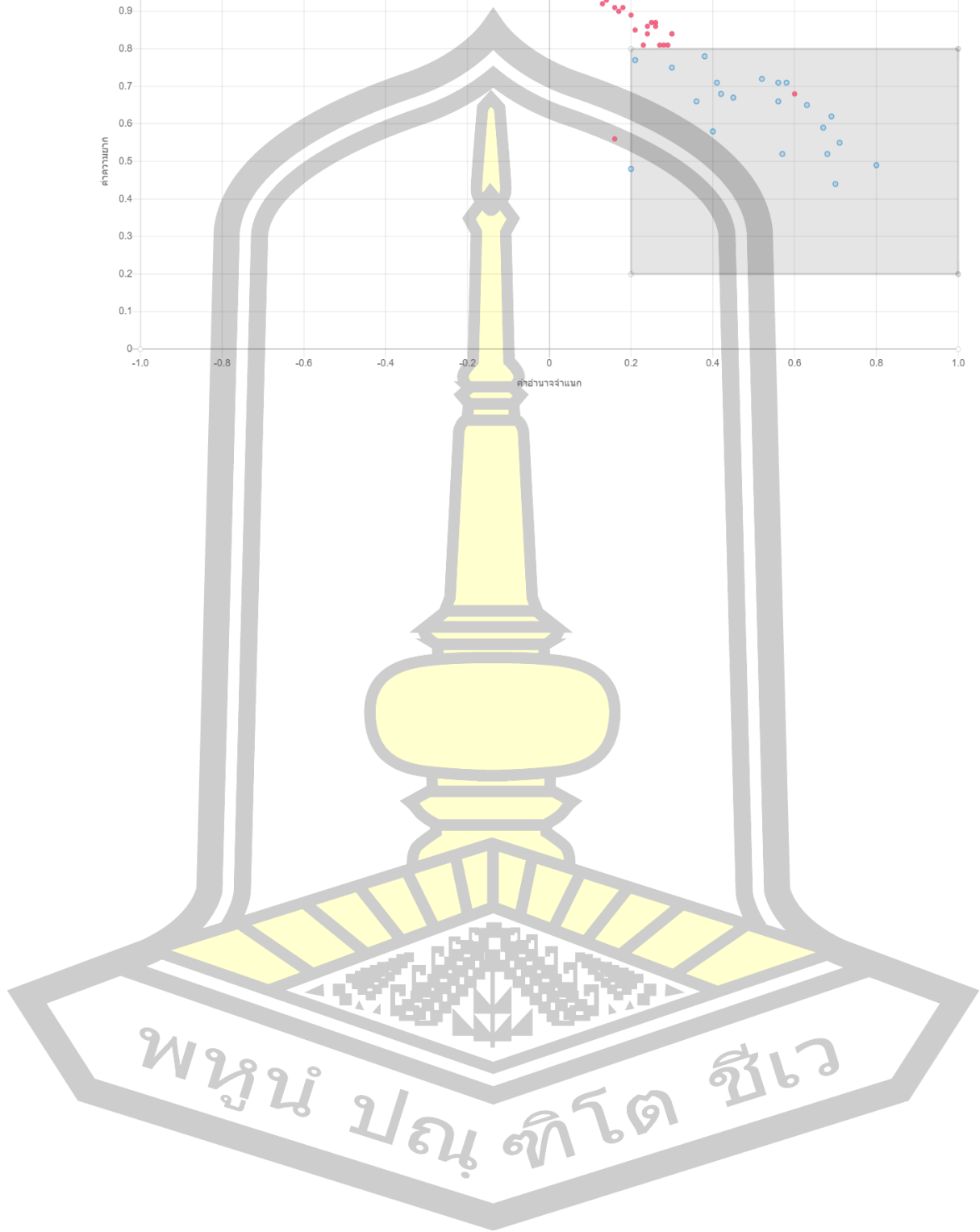
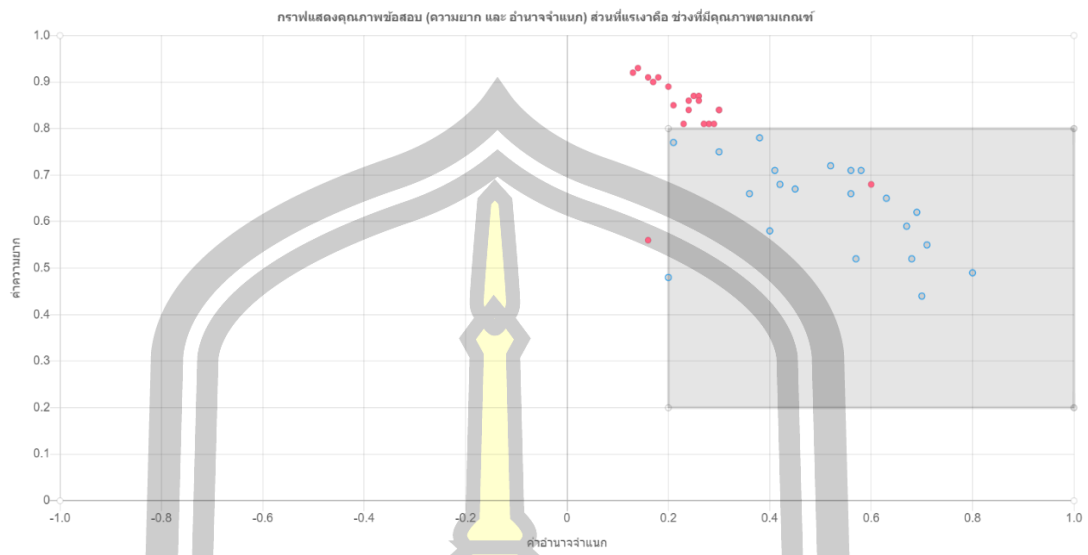
ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงกลุ่ม

ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1	(1)	0.86	0.24	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
2	(2)	0.67	0.45	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
3	(3)	0.88	0.60	ง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ไม่ผ่าน
4	(4)	0.58	0.4	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
5	(5)	0.44	0.7	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
6	(6)	0.84	0.3	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
7	(2)	0.52	0.57	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
8	(9)	0.68	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
9	(1)	0.66	0.56	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
10	(10)	0.55	0.71	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
11	(4)	0.59	0.67	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
12	(8)	0.72	0.52	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
13	(5)	0.77	0.21	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
14	(6)	0.66	0.36	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
15	(3)	0.49	0.8	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
16	(7)	0.52	0.68	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
17	(2)	0.71	0.56	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
18	(1)	0.65	0.63	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
19	(3)	0.75	0.3	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
20	(2)	0.85	0.21	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
21	(2)	0.87	0.25	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
22	(3)	0.71	0.41	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
23	(1)	0.71	0.58	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน

ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
24	(1)	0.62	0.69	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
25	(1)	0.87	0.26	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
26	(1)	0.89	0.20	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
27	(2)	0.93	0.14	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
28	(2)	0.91	0.16	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
29	(1)	0.91	0.18	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
30	(1)	0.92	0.13	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
31	(1)	0.78	0.38	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
32	(2)	0.81	0.28	อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
33	(1)	0.81	0.29	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
34	(1)	0.84	0.24	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
35	(1)	0.81	0.23	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
36	(4)	0.48	0.2	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
37	(5)	0.56	0.16	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
38	(1)	0.81	0.27	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
39	(2)	0.9	0.17	ง่ายมาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน
40	(4)	0.86	0.26	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
41	(3)	0.84	0.3	ง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน

สรุปผลการวิเคราะห์ความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 41 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 21 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 31, 36 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 3, 6, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41

พหุ ประถมศึกษา



ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (ด้วยวิธี KR20)

ข้อ	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
2	0.67	0.45	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
4	0.58	0.4	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
5	0.44	0.7	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
7	0.52	0.57	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
8	0.68	0.42	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
9	0.66	0.56	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
10	0.55	0.71	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
11	0.59	0.67	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
12	0.72	0.52	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
13	0.77	0.21	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
14	0.66	0.36	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
15	0.49	0.8	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
16	0.52	0.68	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
17	0.71	0.56	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
18	0.65	0.63	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
19	0.75	0.3	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
22	0.71	0.41	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
23	0.71	0.58	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
24	0.62	0.69	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
31	0.78	0.38	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
36	0.48	0.2	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน

สรุปผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากการคัดเลือกข้อสอบมาจำนวน 21 ข้อ
ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธี KR20 มีค่าเท่ากับ 0.83

พูน ปณ ทิโต ชีเว

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบอัตนัย

ชื่อแบบทดสอบ แบบวัดอัตนัยชุดที่ 3 กลุ่มสูงต่ำ 200 คน ครั้งที่ 3

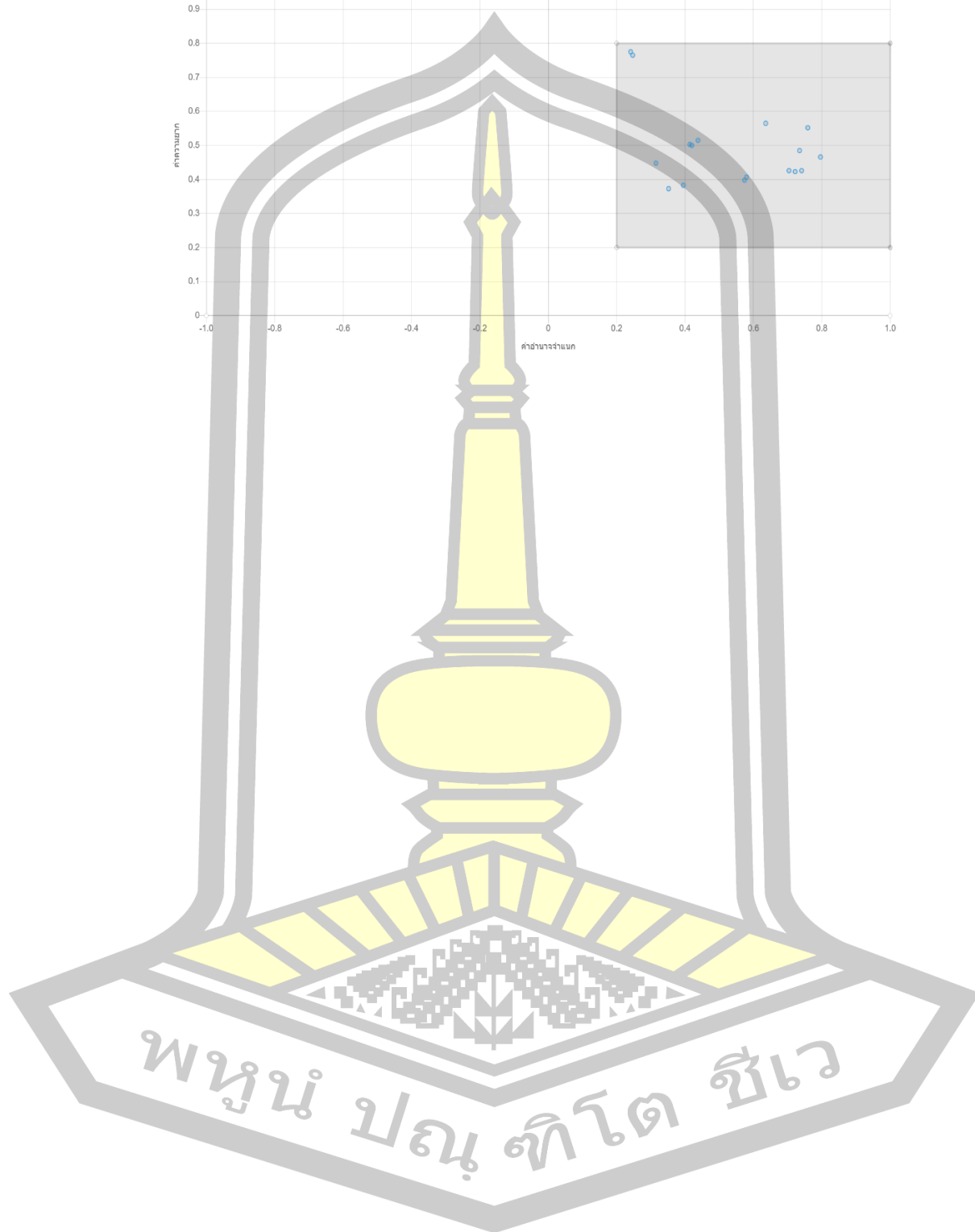
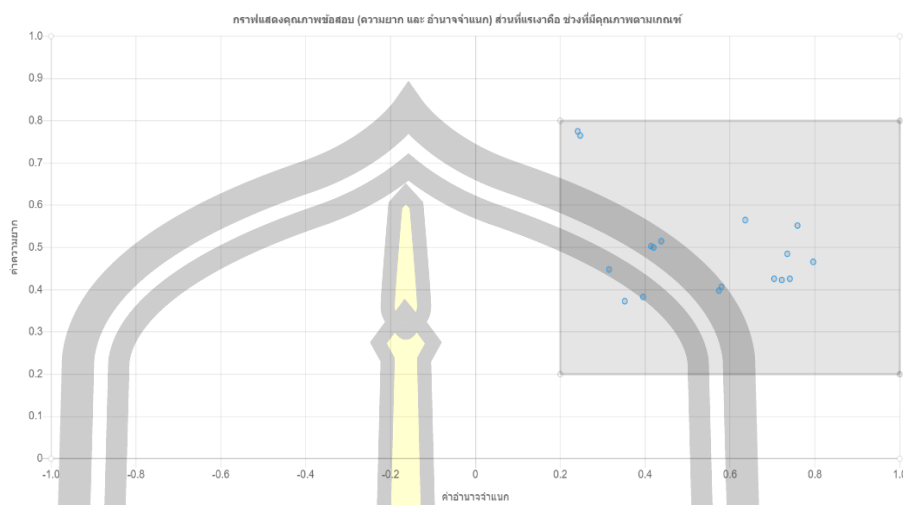
จำนวนผู้สอบ 200 คน

จำนวนข้อสอบ 17 ข้อ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบอัตนัย

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจ จำแนก	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์ คุณภาพ
1	0.565	0.636	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
2	0.485	0.735	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
3	0.423	0.722	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
4	0.426	0.741	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
5	0.466	0.796	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
6	0.426	0.704	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
7	0.552	0.759	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์
8	0.775	0.241	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
9	0.765	0.247	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
10	0.515	0.438	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
11	0.5	0.42	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
12	0.503	0.414	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
13	0.448	0.315	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
14	0.407	0.58	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
15	0.398	0.574	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์
16	0.383	0.395	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์
17	0.373	0.352	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์

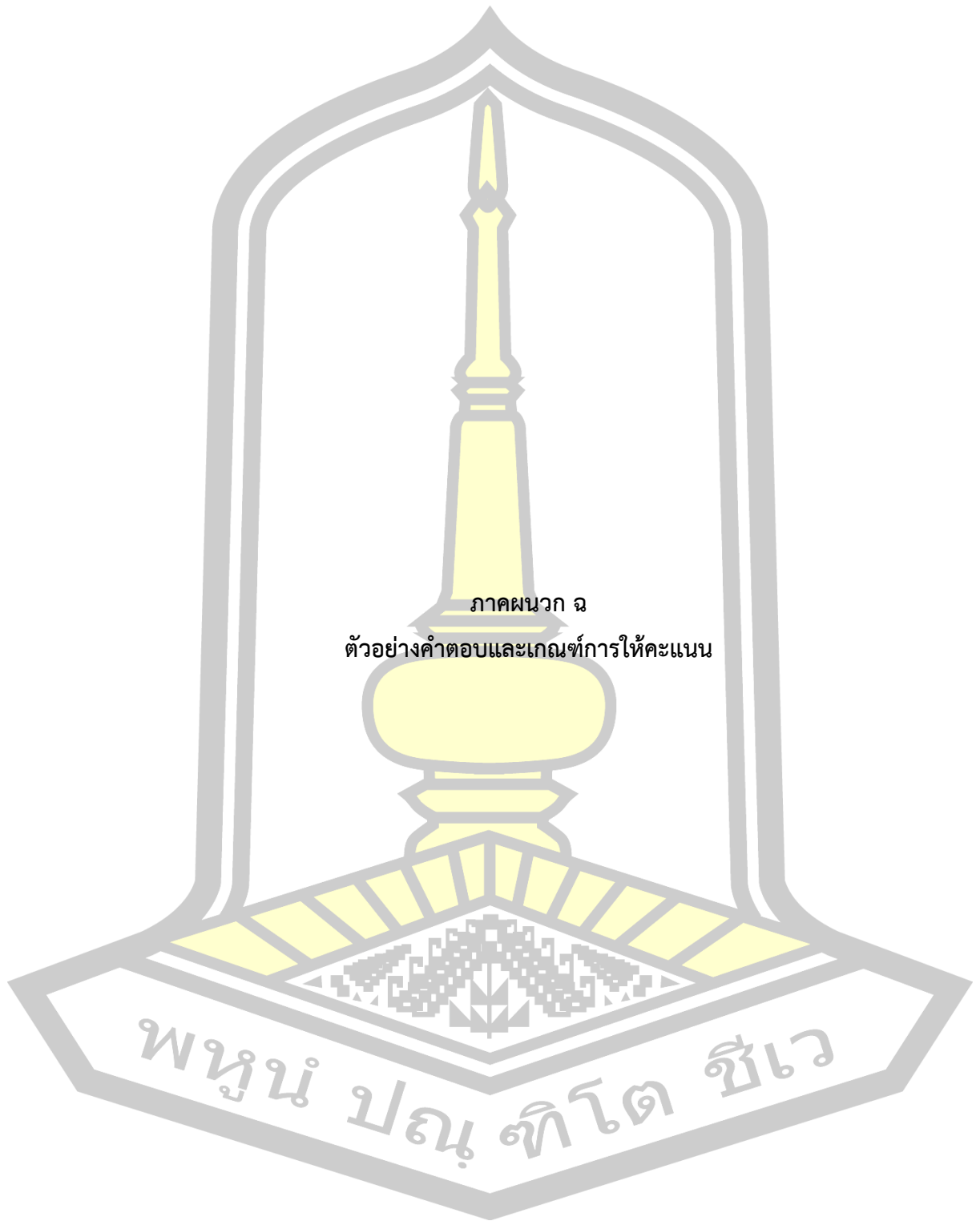
สรุปผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัย จำนวน 17 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.373 ถึง 0.775 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.241 ถึง 0.796 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 17 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 0 ข้อ



ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น(Cronbach's alpha coefficient)

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจ จำแนก	การแปลความหมาย	ค่าความเชื่อมั่น
1	0.565	0.636	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	0.913
2	0.485	0.735	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	
3	0.423	0.722	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	
4	0.426	0.741	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	
5	0.466	0.796	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	
6	0.426	0.704	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	
7	0.552	0.759	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	
8	0.775	0.241	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	
9	0.765	0.247	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	
10	0.515	0.438	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	
11	0.5	0.42	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	
12	0.503	0.414	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	
13	0.448	0.315	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	
14	0.407	0.58	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	
15	0.398	0.574	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	
16	0.383	0.395	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	
17	0.373	0.352	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	

สรุปผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อสอบอัตนัยที่คัดเลือกจำนวน 17 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.373 ถึง 0.775 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.241 ถึง 0.796 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 17 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 0 ข้อ และข้อสอบอัตนัยฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.913



ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนน

พหุ ประถมศึกษา

2. คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกชื่อและอธิบายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหารต่อไปนี้ให้ถูกต้อง



ชื่ออวัยวะ ปาก, ลิ้น, ฟัน

ทำหน้าที่ บดเคี้ยวและลำเลียงหลอดอาหาร



ชื่ออวัยวะ หลอดอาหาร

ทำหน้าที่ ลำเลียงอาหารไปยังกระเพาะอาหาร



ชื่ออวัยวะ กระเพาะอาหาร

ทำหน้าที่ ลำเลียงอาหาร บดและคลายตัวเพื่อ

คลุกเคล้าอาหาร และจะผลิตเอนไซม์เพปไซนออกจากรูขี้ผึ้ง



ชื่ออวัยวะ ตับ

ทำหน้าที่ ผลิตน้ำดี และช่วยอาหารประโยชน์

เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 = ใช้แบบจำลองเพื่อระบุรายละเอียดชื่ออวัยวะ และหน้าที่ได้อย่างถูกต้อง
- 2 = ใช้แบบจำลองใช้แบบเพื่อระบุรายละเอียดชื่ออวัยวะ และหน้าที่ได้ถูกต้องบางส่วน
- 1 = ใช้แบบจำลองเพื่อระบุรายละเอียดชื่ออวัยวะ หรือหน้าที่ถูกต้อง อย่างไม่อย่างหนึ่ง
- 0 = ใช้แบบจำลองเพื่อระบุรายละเอียดชื่ออวัยวะและหน้าที่ไม่ถูกต้อง



ชื่ออวัยวะ ตับอ่อน

ทำหน้าที่ ผลิตน้ำตาลและส่งไปยังลำไส้เล็ก



ชื่ออวัยวะ ลำไส้เล็ก

ทำหน้าที่ รับน้ำตาลที่ผลิตจากตับอ่อน และเอนไซม์ที่ผลิตขึ้นที่ลำไส้เล็ก เพื่อช่วยย่อยอาหารทุกประเภทให้พินาศแล้ว



ชื่ออวัยวะ ลำไส้ใหญ่

ทำหน้าที่ ดูดน้ำที่เหลือจาก การย่อยและส่วนที่ย่อยไม่ได้จะดูดส่งกลับลำไส้เล็ก ทำหน้าที่ดูดน้ำ จัดเก็บ จากอาหาร จะถูกขับถ่ายออกไป



ชื่ออวัยวะ ทวารหนัก

ทำหน้าที่ ขับถ่ายอุจจาระ

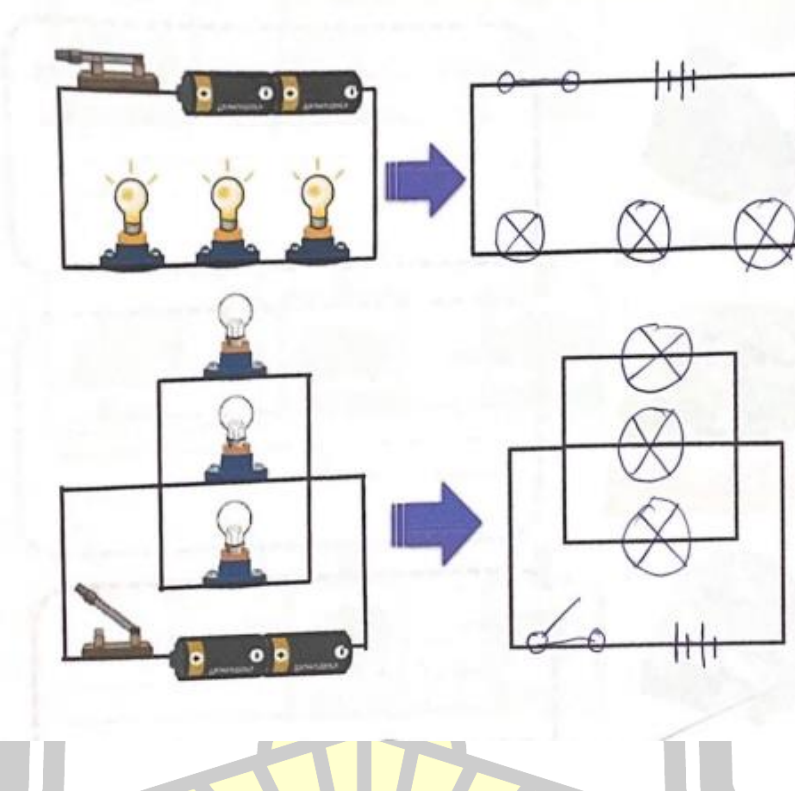
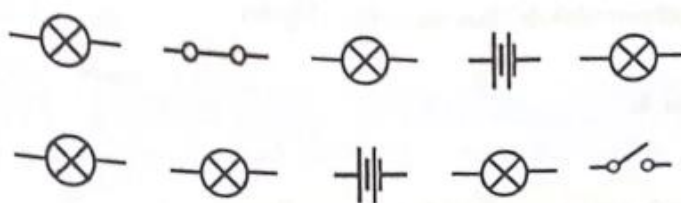


3. สถานการณ์ พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามจากแผนภาพแบบจำลองให้ถูกต้อง

মনোবিশেষজ্ঞাৰুৱে কয় যে আহাৰ যিৰ প্ৰতিদিনে পৰিষ্কাৰ কৰা হয় তেওঁৰ পৰিষ্কাৰ কৰা অংশটোৱে আহাৰৰ কিছু অংশকেহে গ্ৰহণ কৰিব পাৰিব। ইয়াৰে কি অংশটোৱে কি কি কাৰণে গ্ৰহণ কৰিব পাৰিব নাই? ইয়াৰে কি অংশটোৱে কি কি কাৰণে গ্ৰহণ কৰিব পাৰিব নাই? ইয়াৰে কি অংশটোৱে কি কি কাৰণে গ্ৰহণ কৰিব পাৰিব নাই? ইয়াৰে কি অংশটোৱে কি কি কাৰণে গ্ৰহণ কৰিব পাৰিব নাই?



6. ให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์ของวงจรไฟฟ้าเขียนแผนภาพการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายแล้วอธิบายว่าเป็นการต่อวงจรแบบใด



เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 = สร้างแบบจำลองโดยเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้อย่างถูกต้อง
- 2 = สร้างแบบจำลองโดยเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ถูกต้องบางส่วน
- 1 = สร้างแบบจำลองโดยเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า หรืออธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง
- 0 = สร้างแบบจำลองโดยเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายไม่ถูกต้อง

ตอนที่ 2 แบบอัตนัย เรื่อง ต่ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (ข้อที่ 4-5)

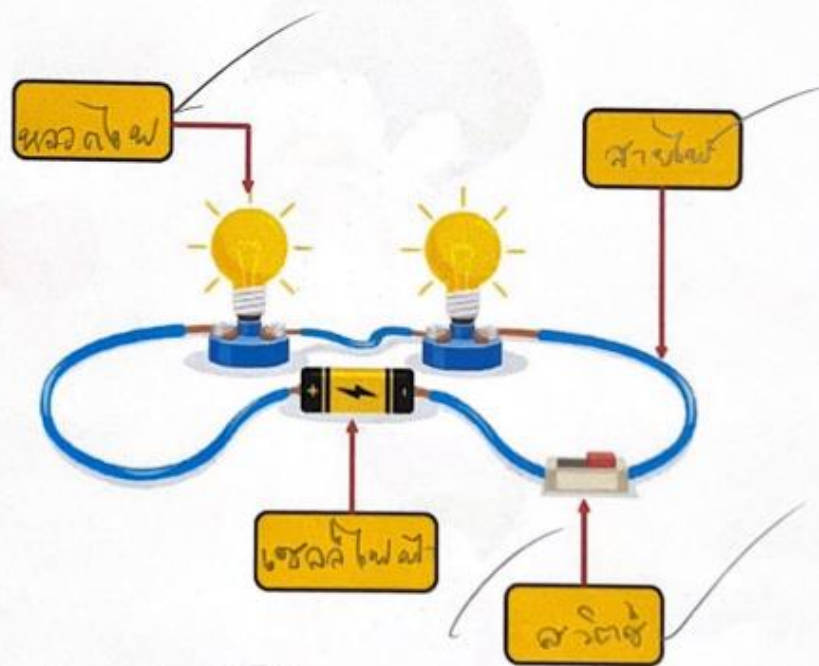
4. จงเติมคำลงในช่องว่างส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า ดังต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

หลอดไฟ

สายไฟ

เซลล์ไฟฟ้า

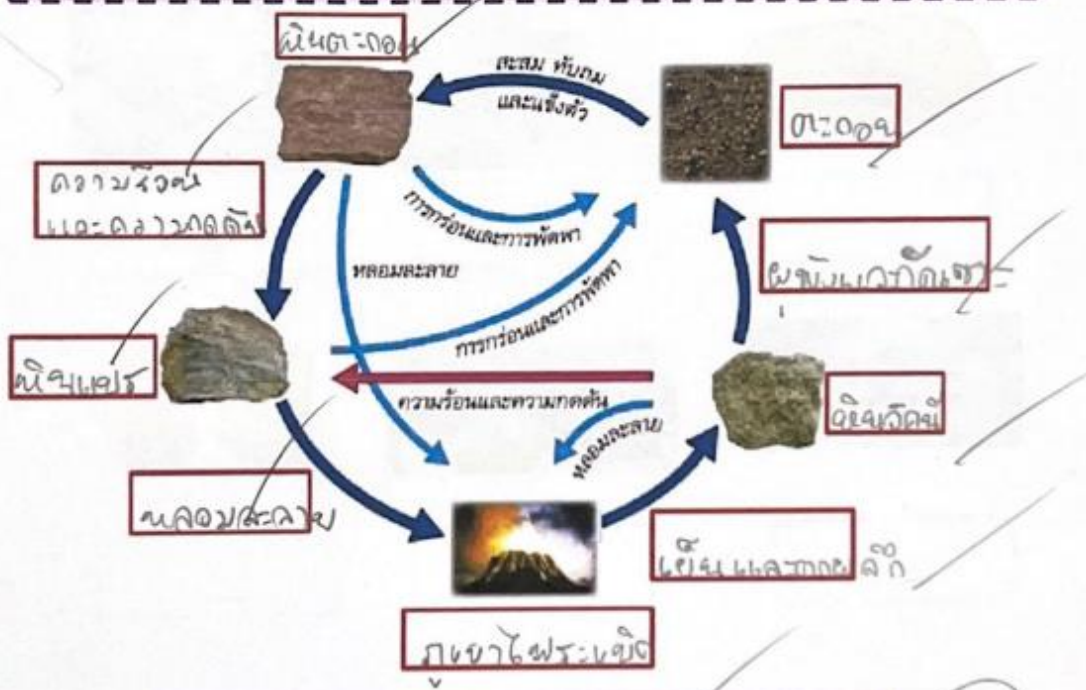
สวิตช์



พูนัน ปณ ทิโต ชีเว

7. ให้นักเรียนนำคำข้างล่างที่กำหนดเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

วัฏจักรของหิน (rock cycle) เป็นการเปลี่ยนแปลงของหิน 3 ชนิด คือ _____ (Igneous rock) _____ หรือ _____ (Sedimentary rock) และ _____ (Metamorphic rock) จากหินชนิดหนึ่งไปเป็นหินอีกชนิดหนึ่ง หรืออาจเปลี่ยนกลับไปเป็นหินชนิดเดิมอีกครั้งได้ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดัน การผุพัง และการกักกร้อนแร่ธาตุต่าง ๆ



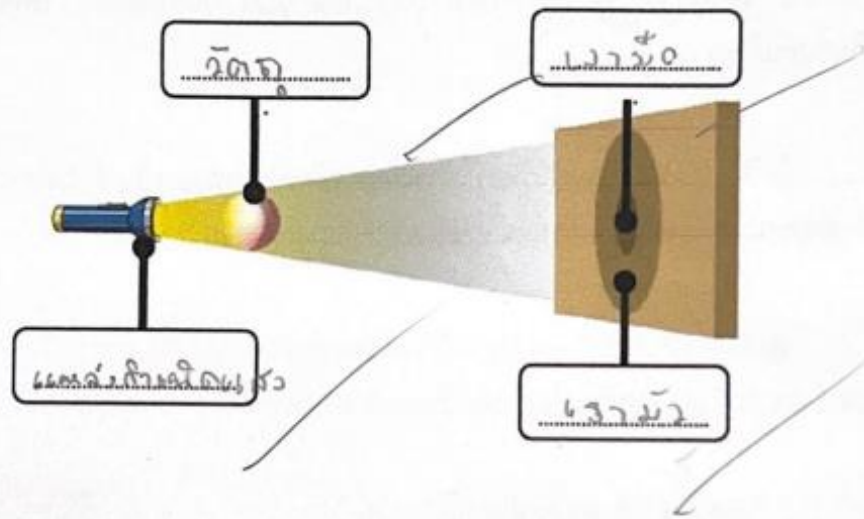
หินอัคนี	หินตะกอน	หินแปร
ตะกอน	ภูเขาไฟระเบิด	หลอมละลาย
เย็นและตกผลึก	ผุพังและกัดเซาะ	ความร้อนและความกดดัน



ตอนที่ 2 แบบอัตรนัย เรื่อง เจ้ามืดเจามัว (ข้อที่ 10-12)

10. ให้นักเรียนนำคำที่กำหนดให้เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

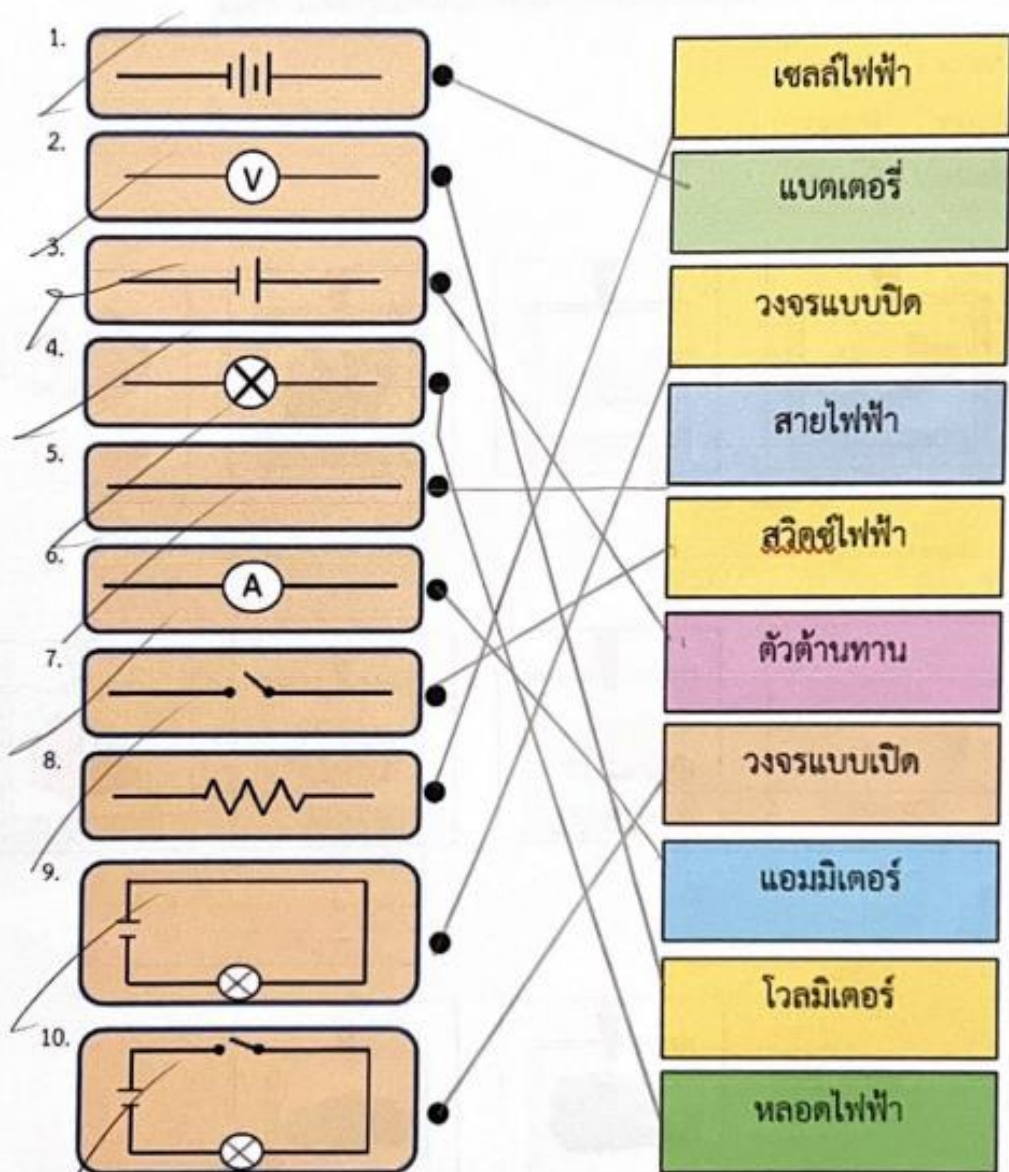
วัตถุ	เจ้ามืด	เจามัว	แหล่งกำเนิดแสง
-------	---------	--------	----------------



4

ปณฺฑิตโต

5. ให้นักเรียนจับคู่โยงเส้นสัญลักษณ์การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายให้ถูกต้องและสัมพันธ์กัน



๓

ตอนที่ 2 แบบอัตนัย เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์ (ข้อที่ 8-9)

8. จากภาพให้นักเรียนพิจารณาระบุหมายเลขกระบวนการเกิดซาก

ดึกดำบรรพ์ให้ถูกต้อง

1 = โครงร่างของสิ่งมีชีวิตในอดีต

2 = การประทับรอยของสิ่งมีชีวิต



1



2



1



2



1



2



1



2



1



1

10

9. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

1.✓.....ซากดึกดำบรรพ์ เกิดจากการทับถมหรือการประทุบรอยของสิ่งมีชีวิตในอดีต แล้วผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติต่าง ๆ จนกลายเป็นโครงสร้างของซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิต

2.✗.....ซากดึกดำบรรพ์ ที่มีอายุมากมักจะอยู่ในชั้นหินด้านบน ส่วนซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยจะพบได้ในชั้นหินด้านล่าง

3.✓.....ในปัจจุบัน นักบรรพชีวินวิทยา ได้จำแนกซากดึกดำบรรพ์ออกเป็น 3 ประเภท คือ ซากดึกดำบรรพ์สัตว์ ซากดึกดำบรรพ์พืช และซากดึกดำบรรพ์ร่องรอย

4.✓.....สุสานหอยแกลมโพร จังหวัดกระบี่จัดเป็นซากดึกดำบรรพ์สัตว์ และซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ อำเภอกูเวียง จังหวัดขอนแก่นจัดเป็นซากดึกดำบรรพ์ร่องรอย

5.✓..... "หากพบซากดึกดำบรรพ์ปลาน้ำจืด" สันนิษฐานได้ว่าสภาพแวดล้อมบริเวณนั้น อาจเคยเป็นแม่น้ำ

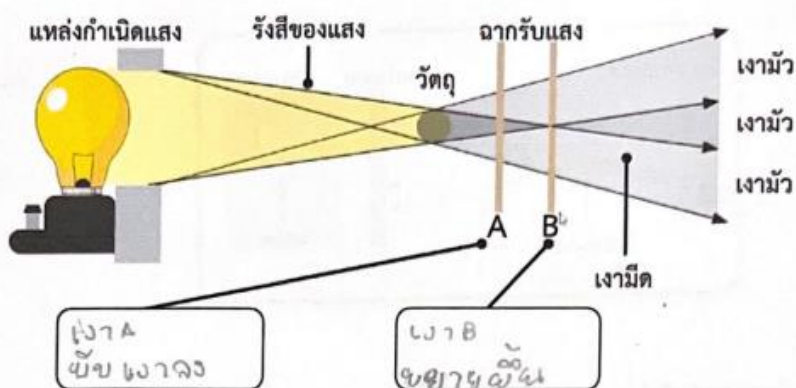
6.✗..... ซากดึกดำบรรพ์ร่องรอยเปลือกหอย มีกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์แบบซากกลายเป็นหิน

7.✗..... ปัจจัยที่สำคัญในการเกิดซากดึกดำบรรพ์ คือ ระยะเวลาในการทับถมเท่านั้น

4

ศูนย์ ปณฺ ทิโต

11. จากภาพให้นักเรียนเขียนอธิบายภาพเพื่อให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์ถูกต้อง



14.1 จงบอกลักษณะการเกิดเงามืดเงามัว เมื่อวางฉากรับแสงไว้ในบริเวณ A

บริเวณฉากรับแสงจะเห็นเงาวัตถุในบริเวณ A จะเห็นเงาวัตถุที่กลับหัวและเงามืด

14.2 จงบอกลักษณะการเกิดเงามืดเงามัว เมื่อวางฉากรับแสงไว้ในบริเวณ B

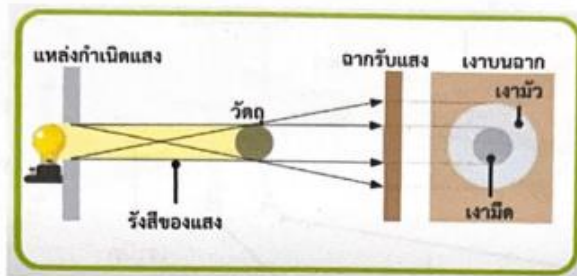
ฉากรับแสงจะเห็นเงาวัตถุที่ตรงหัวและเงามืด

๖

เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 = ใช้แบบจำลองแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวได้อย่างถูกต้อง
- 2 = ใช้แบบจำลองแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวได้ถูกต้องบางส่วน
- 1 = ใช้แบบจำลองแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวถูกต้อง ใดอย่างหนึ่ง
- 0 = ใช้แบบจำลองแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวไม่ถูกต้อง

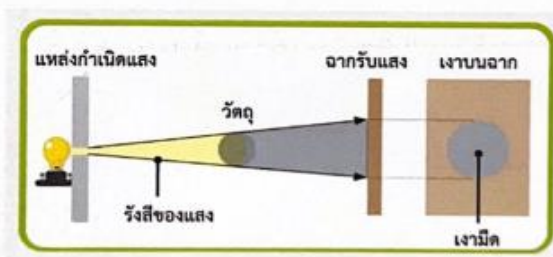
12. จากภาพจงตอบคำถามต่อไปนี้



12.1 จงอธิบายความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ ที่ส่งผลต่อการเกิดเงามืดเงามัว

ความสัมพันธ์ว่า วัตถุและแสงกับวัตถุ คือ หนึ่งแสงหนึ่งวัตถุ และแสงจะเกิดเงามืดเงามัวขึ้น

จากภาพจงตอบคำถามต่อไปนี้

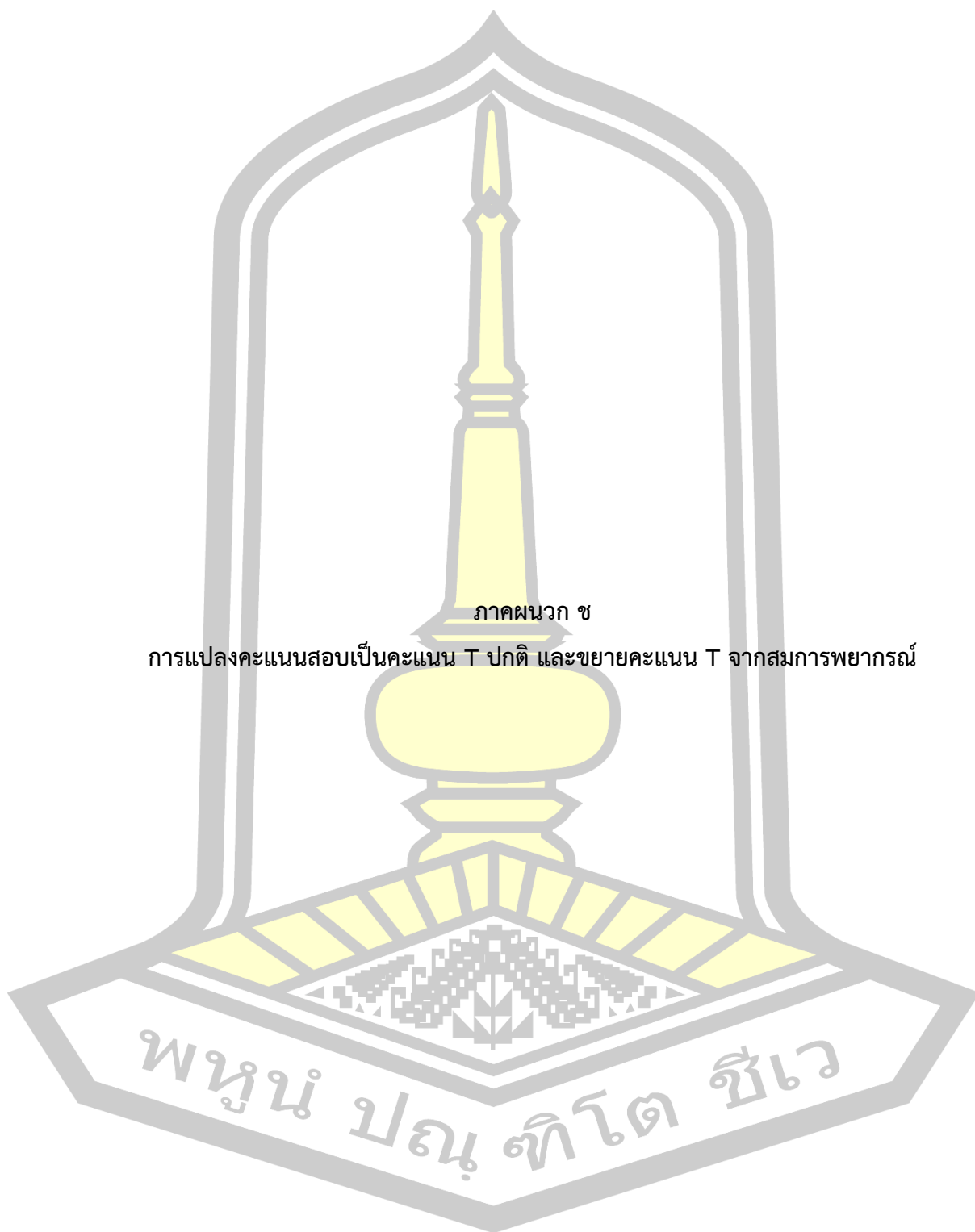


12.2 จงอธิบายความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ ที่ส่งผลต่อการเกิดเงามืดเงามัว

ถ้าแสงจากวัตถุหนึ่งแสงจะเกิดเงามืดเงามัวขึ้น และแสงจากวัตถุอื่นจะเกิดเงามืดเงามัวขึ้น

เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 = ใช้แบบจำลองแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวได้อย่างถูกต้อง
- 2 = ใช้แบบจำลองแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวได้ถูกต้องบางส่วน
- 1 = ใช้แบบจำลองแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง
- 0 = ใช้แบบจำลองแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัวไม่ถูกต้อง



ภาคผนวก ข

การแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ และขยายคะแนน T จากสมการพยากรณ์

พหุ ประทีป วิทยา

N14

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
X	f	cf	cf+(1/2)*f+1/2f*100		Tปกติ	XY	X*2	Tc													
27	1	370	369.5	99.86	80	2160	729	77													
26	3	369	367.5	99.32	75	1950	676	74													
25	9	366	361.5	97.70	70	1750	625	72													
24	12	357	351	94.86	66	1584	576	70													
23	10	345	340	91.89	64	1472	529	68													
22	12	335	329	88.92	62	1364	484	66													
21	17	323	314.5	85.00	60	1260	441	63													
20	13	306	299.5	80.95	59	1180	400	61													
19	15	293	285.5	77.16	58	1102	361	59													
18	12	278	272	73.51	56	1008	324	57													
17	12	266	260	70.27	55	935	289	54													
16	24	254	242	65.41	54	864	256	52													
15	31	230	214.5	57.97	52	780	225	50													
14	26	199	186	50.27	50	700	196	48													
13	29	173	158.5	42.84	48	624	169	46													
12	40	144	124	33.51	46	552	144	43													
11	16	104	96	25.95	43	473	121	41													
10	21	88	77.5	20.95	42	420	100	39													
9	20	67	57	15.41	40	360	81	37													
8	17	47	38.5	10.41	38	304	64	34													
7	14	30	23	6.22	35	245	49	32													
6	7	16	12.5	3.38	32	192	36	30													
5	5	9	6.5	1.76	29	145	25	28													
4	1	4	3.5	0.95	27	108	16	26													
3	3	3	1.5	0.41	24	72	9	23													
375	370				1265	21604	6925	849	b	87329											
2								21	2.22	39425											
1								19													
0								17	a	48.6538											
28								79	16.71	31.9481											
29								81													
30								83													
										Tc=2.22X+16.71											

ทปกติรวมทั้ง 3 ชุด **ปรนัยเลือกตอบชุดที่ 1** ปรนัยถูก-ผิดจับคู่ชุดที่2 อัดนัย

พร้อม การช่วยสำหรับการเข้าถึง: โปรดศึกษาคำแนะนำ

K35

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S			
X	f	cf	cf+(1/2)*f+1/2f*100		Tปกติ	XY	X*2	Tc													
30	11	370	364.5	98.51	72	2160	900	70													
29	19	359	349.5	94.46	66	1914	841	68													
27	22	340	329	88.92	62	1674	729	64													
26	27	318	304.5	82.30	59	1534	676	62													
24	31	291	275.5	74.46	57	1368	576	59													
23	46	260	237	64.05	54	1242	529	57													
21	23	214	202.5	54.73	51	1071	441	53													
20	23	191	179.5	48.51	50	1000	400	51													
19	27	168	154.5	41.76	48	912	361	49													
17	28	141	127	34.32	46	782	289	46													
16	22	113	102	27.57	44	704	256	44													
14	21	91	80.5	21.76	42	588	196	40													
13	20	70	60	16.22	40	520	169	38													
11	11	50	44.5	12.03	38	418	121	34													
10	9	39	34.5	9.32	37	370	100	32													
9	6	30	27	7.30	35	315	81	31													
7	8	24	20	5.41	34	238	49	27													
6	3	16	14.5	3.92	32	192	36	25													
4	7	13	9.5	2.57	30	120	16	21													
3	2	6	5	1.35	28	84	9	19													
1	1	4	3.5	0.95	27	27	1	16													
0	3	3	1.5	0.41	24	0	0	14													
330	370				976	17233	6776	631	b	125978											
1.82								1	1.82	67276											
31								72	a	37.5385											
32								74	13.77	23.767											
33								75													
										Tc=1.87X+13.77											

ทปกติรวมทั้ง 3 ชุด ปรนัยเลือกตอบชุดที่ 1 **ปรนัยถูก-ผิดจับคู่ชุดที่2** อัดนัย

พร้อม การช่วยสำหรับการเข้าถึง: โปรดศึกษาคำแนะนำ

L58

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	X	f	cf	$cf - (1/2) * f + 1/2 * f * 100$	T _{pk}	xy	X ²	T _c											
2	34	1	370	369.5	99.86	80	2720	1156	78										
3	33	1	369	368.5	99.59	76	2508	1089	76										
4	32	3	368	366.5	99.05	74	2368	1024	74										
5	31	26	365	352	95.14	67	2077	961	71										
6	30	14	339	332	89.73	63	1890	900	69										
7	29	9	325	320.5	86.62	61	1769	841	67										
8	28	9	316	311.5	84.19	60	1680	784	65										
9	27	29	307	292.5	79.05	58	1566	729	63										
10	26	19	278	268.5	72.57	56	1456	676	61										
11	25	18	259	250	67.57	55	1375	625	59										
12	24	31	241	225.5	60.95	53	1272	576	57										
13	23	21	210	199.5	53.92	51	1173	529	54										
14	22	7	189	185.5	50.14	50	1100	484	52										
15	21	20	182	172	46.49	49	1029	441	50										
16	20	22	162	151	40.81	48	960	400	48										
17	19	14	140	133	35.95	46	874	361	46										
18	18	8	126	122	32.97	45	810	324	44										
19	17	13	118	111.5	30.14	45	765	289	42										
20	16	16	105	97	26.22	44	704	256	40										
21	15	10	89	84	22.70	43	645	225	37										
22	14	9	79	74.5	20.14	42	588	196	35										
23	13	19	70	60.5	16.35	40	520	169	33										
24	12	9	51	46.5	12.57	39	468	144	31										
25	11	10	42	37	10.00	37	407	121	29										
26	10	5	32	29.5	7.97	36	360	100	27										
27	9	5	27	24.5	6.62	35	315	81	25										
28	8	3	22	20.5	5.54	34	272	64	23										
29	7	5	19	16.5	4.46	33	231	49	21										
30	6	9	14	9.5	2.57	31	186	36	18										
31	5	5	5	2.5	0.68	25	125	25	16										

▶ ▶ ▶ | **ทปค** | **ปรนัยเลือกตอบชุดที่ 1** | **ปรนัยถูก-ผิดจับคู่ชุดที่ 2** | **อัฒนัย** +

L58

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
22	14	9	79	74.5	20.14	42	588	196	35										
23	13	19	70	60.5	16.35	40	520	169	33										
24	12	9	51	46.5	12.57	39	468	144	31										
25	11	10	42	37	10.00	37	407	121	29										
26	10	5	32	29.5	7.97	36	360	100	27										
27	9	5	27	24.5	6.62	35	315	81	25										
28	8	3	22	20.5	5.54	34	272	64	23										
29	7	5	19	16.5	4.46	33	231	49	21										
30	6	9	14	9.5	2.57	31	186	36	18										
31	5	5	5	2.5	0.68	25	125	25	16										
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44	585					1476	32213	13655	1246	b	489486								
45	4								14	2.12	231285								
46	3								12										
47	2								10	a	35.1429								
48	35								80	5.66	29.4781								
49	36								82										
50	37								84										
51																			
52																			
53																			
54																			
55																			
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			

▶ ▶ ▶ | **ทปค** | **ปรนัยเลือกตอบชุดที่ 1** | **ปรนัยถูก-ผิดจับคู่ชุดที่ 2** | **อัฒนัย** +

พร้อม การช่วยสำหรับการเข้าถึง: โปรดศึกษาคำแนะนำ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	X	f	cf	cf+(1/2)*f	(cf+1/2f)*100/N	T ปกติ	XY	X ²	Tc					
2	78	2	370	369	99.73	78	6084	6084	69					
3	77	1	368	367.5	99.32	75	5775	5929	68					
4	76	2	367	366	98.92	73	5548	5776	67					
5	75	8	365	361	97.57	70	5250	5625	66					
6	74	7	357	353.5	95.54	67	4958	5476	66					
7	73	8	350	346	93.51	65	4745	5329	65					
8	72	8	342	338	91.35	64	4608	5184	64					
9	71	5	334	331.5	89.59	63	4473	5041	63					
10	70	7	329	325.5	87.97	62	4340	4900	62					
11	69	9	322	317.5	85.81	61	4209	4761	62					
12	68	14	313	306	82.70	59	4012	4624	61					
13	67	10	299	294	79.46	58	3886	4489	60					
14	66	21	289	278.5	75.27	57	3762	4356	59					
15	65	11	268	262.5	70.95	56	3640	4225	59					
16	64	9	257	252.5	68.24	55	3520	4096	58					
17	63	10	248	243	65.68	54	3402	3969	57					
18	62	18	238	229	61.89	53	3286	3844	56					
19	61	9	220	215.5	58.24	52	3172	3721	55					
20	60	12	211	205	55.41	51	3060	3600	55					
21	59	10	199	194	52.43	51	3009	3481	54					
22	58	4	189	187	50.54	50	2900	3364	53					
23	57	3	185	183.5	49.59	50	2850	3249	52					
24	56	10	182	177	47.84	49	2744	3136	52					
25	55	9	172	167.5	45.27	48	2640	3025	51					
26	54	1	163	162.5	43.92	48	2592	2916	50					
27	53	10	162	157	42.43	48	2544	2809	49					
28	52	11	152	146.5	39.59	47	2444	2704	48					
29	51	4	141	139	37.57	47	2397	2601	48					
30	50	11	137	131.5	35.54	46	2300	2500	47					
31	49	2	126	125	33.78	46	2254	2401	46					
32	48	5	124	121.5	32.84	45	2160	2304	45					
33	47	7	117	115.5	31.82	45	2115	2209	45					

ปกติรวมทั้ง 3 ชุด

ปรนัยเลือกตอบชุดที่ 1

ปรนัยถูก-ผิดจับคู่ชุดที่2

อัตรันัย

พร้อม การช่วยสำหรับการเข้าถึง: โปรดศึกษาคำแนะนำ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
43	37	4	45	43	11.62	38	1406	1369	37						
44	36	6	41	38	10.27	37	1332	1296	36						
45	35	2	35	34	9.19	37	1295	1225	35						
46	34	7	33	29.5	7.97	36	1224	1156	34						
47	33	7	26	22.5	6.08	35	1155	1089	34						
48	32	1	19	18.5	5.00	33	1056	1024	33						
49	31	6	18	15	4.05	32	992	961	32						
50	30	3	12	10.5	2.84	31	930	900	31						
51	29	1	9	8.5	2.30	30	870	841	30						
52	27	2	8	7	1.89	29	783	729	29						
53	24	2	6	5	1.35	28	672	576	27						
54	22	2	4	3	0.81	26	572	484	25						
55	19	1	2	1.5	0.41	24	456	361	23						
56	18	1	1	0.5	0.14	20	360	324	22						
57															
58															
59															
60															
61	2785					2607	143700	155999	2180	b	643005				
62	17								21	0.78	823720				
63	16								20						
64	15								20	a	47.40				
65	79								69	7.87	39.5273				
66	80								70						
67	81								71						
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															

ปกติรวมทั้ง 3 ชุด

ปรนัยเลือกตอบชุดที่ 1

ปรนัยถูก-ผิดจับคู่ชุดที่2

อัตรันัย

พร้อม การช่วยสำหรับการเข้าถึง: โปรดศึกษาคำแนะนำ

$T_c = 0.78X + 7.87$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางจรูญลักษณ์ คำเรือน
วันเกิด	วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	อำเภอศรีวิไล จังหวัดบึงกาฬ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 79 หมู่ที่ 1 ตำบลชุมภูพร อำเภอศรีวิไล จังหวัดบึงกาฬ รหัสไปรษณีย์ 38120
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านใหม่ศรีชมภู สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบึงกาฬ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2539 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนศรีวิไลวิทยา จังหวัดบึงกาฬ พ.ศ. 2543 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา สถาบันราชภัฏสกลนคร พ.ศ. 2566 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ่ ปณุ่ ทิโต ชีเว