ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นางกุลวดี ด่าโอะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2562

Relationship Between Scientific Reasoning and Science Learning Achievement of Prathom Suksa VI Students

Mrs. Kulwadee Da-o

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Education in Educational Evaluation

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2019

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ชื่อและนามสกุล นางกุลวดี ด่าโอะ

แขนงวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี พรหมมาพันธุ์

2. อาจารย์ ดร.ลาวัลย์ รักสัตย์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม 2563

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ ภิญโญอนันตพงษ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี พรหมมาพันธุ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ลาวัลย์ รักสัตย์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร พุทธาพิทักษ์ผล)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย นางกุลวดี ด่าโอะ **รหัสนักศึกษา** 2582500894

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การประเมินการศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี พรหมมาพันธุ์

(2) อาจารย์ ดร.ลาวัลย์ รักสัตย์ **ปีการศึกษา** 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ (3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 384 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความตรง ค่าความเที่ยง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยการให้เหตุผลแบบนิรนัย และแบบอุปนัย (2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพด้านความตรงมีค่าระหว่าง 0.60 -1.00 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.62 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.45 ซึ่งแบบวัดมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และ (3) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ แบบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษา

ได้ผ่านการตรวจความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ
ภาษาอังกฤษเรียบร้อยแล้ว
.....
(อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

Thesis title: Relationship Between Scientific Reasoning and Science Learning Achievement of Prathom Suksa VI Students
Researcher: Mrs. Kulwadee Da-o; **ID:** 2582500894;
Degree: Master of Education (Educational Evaluation);
Thesis advisors: (1) Dr. Boonsri Prommapun, Associate Professor;
(2) Dr. Lawan Raksat; **Academic year:** 2019

Abstract

The purposes of this research were (1) to construct a scale to assess scientific reasoning ability of Prathom Suksa VI students; (2) to verify quality of the constructed scale to assess scientific reasoning ability of Prathom Suksa VI students; and (3) to study the relationship between scientific reasoning ability and science learning achievement of Prathom Suksa VI students.

The research sample consisted of 384 Prathom Suksa VI students in schools under the Office of the Basic Education Commission, obtained by stratified random sampling. The employed research instruments were a scale to assess scientific reasoning ability, a science learning achievement recording form. Statistics employed for data analysis were the validity index, reliability coefficient, difficulty index, discriminating index, and Pearson's correlation coefficient.

Research findings revealed that (1) the constructed scale to assess scientific reasoning ability comprised deductive reasoning and inductive reasoning; (2) regarding quality of the constructed scale to assess scientific reasoning ability, its validity indices ranged from 0.60 to 1.00; its reliability coefficient was 0.96; its difficulty indices ranged from 0.21 to 0.62; and its discriminating indices ranged from 0.20 to 0.45; so, the constructed scale had quality that met the quality criteria; and (3) the students' scientific reasoning ability and their science learning achievement correlated positively at the moderate level and significantly at the .01 level.

Keywords: Scale to assess scientific reasoning ability, Science learning achievement, Prathom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากรองศาสตรจารย์ ดร.บุญศรี พรหมมาพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์นี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่เสียสละเวลาอันมีค่ายิ่งของท่าน ช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือในการครั้งนี้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะครู และขอบใจนักเรียน โรงเรียนในสังกัดสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างแก่ผู้วิจัย ตลอดจนขอขอบคุณพี่ๆ น้อง ๆ เพื่อนๆ รวมถึงผู้มีพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลงด้วยดี ความสำเร็จและคุณประโยชน์ใดอันเกิดจกวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณและผู้ใช้ประโยชน์กับงานวิจัยนี้ทุกท่าน

กุลวดี ด่าโอะ

มิถุนายน 2563

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5
กรอบแนวคิดการวิจัย 6
ขอบเขตของการวิจัย 7
นิยามศัพท์เฉพาะ 7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 11
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 12
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 26
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 40
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 55
การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ 60
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 62
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 67
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 67
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 69
วิธีดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย 70
เกณฑ์ในการแปลผล 81
การเก็บรวบรวมข้อมูล 82
การวิเคราะห์ข้อมูล 83

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 84
ตอนที่ 1 การสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 84
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ค่าความตรง ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 86
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 91
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 92
สรุปการวิจัย 92
อภิปรายผล 95
ข้อเสนอแนะ 100
บรรณานุกรม 102
ภาคผนวก 111
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 112
ข หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 115
ค หนังสือขอทดลองเครื่องมือ 117
ง แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 119
จ เฉลยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 131
ฉ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 137
ช แบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์ 154
ฌ ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด 156

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ญ คะแนนจากการวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล
เชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มอย่างเป็นรายบุคคล 163
ประวัติผู้วิจัย 170

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 13

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) 20

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 และฉบับปรับปรุง 2560 26

ตารางที่ 2.4 การจำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม 35

ตารางที่ 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาค 68

ตารางที่ 3.2 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียนในแต่ละภาค 68

ตารางที่ 3.3 สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และความสอดคล้องตามองค์ประกอบของแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 72

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย และแบบอุปนัย แต่ละทักษะในการวัดกับสาระการเรียนรู้ 75

ตารางที่ 3.5 สรุปการวิเคราะห์ลักษณะของแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย และแบบอุปนัย แต่ละทักษะในการวัด ฯ กับสาระการเรียนรู้ 77

ตารางที่ 3.6 กลุ่มนักเรียนตัวอย่าง ที่ทำการสอบวัดครั้งที่ 1 78

ตารางที่ 3.7 กลุ่มนักเรียนตัวอย่าง ที่ทำการสอบวัดครั้งที่ 2 79

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 85

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์รายข้อ (จำนวน 35 ข้อ) 86

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม 88

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม 88

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รายข้อ 89
ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 91

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัด 45
ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 70

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เปรียบเสมือนหนึ่งในวิถีชีวิตของมนุษย์ที่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ในโลกยุคปัจจุบัน การรู้วิทยาศาสตร์จะประกอบไปด้วยความรู้ทางทฤษฎี โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ที่ได้นั้นต้องผ่านการตรวจสอบหรือมีหลักฐานยืนยันแล้วว่าเป็นความจริง สามารถใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เกิดประโยชน์อย่างสมดุลและยั่งยืน ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาการคิดที่มีเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะสำคัญในการศึกษาเรียนรู้อย่างเป็นระบบ (หัสชัย สิทธิรักษ์, 2549, น.5) ในปัจจุบันสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการปรับตัวให้ทันต่อสถานการณ์ในสังคมมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งต้องพัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดแยกแยะหาเหตุผล การคิดแก้ปัญหาให้เท่าทันสถานการณ์ต่าง ๆ ในปัจจุบัน การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การรู้จักตนเอง การหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่สามารถอธิบายโดยการเชื่อมโยงอดีตกับปัจจุบัน และการคาดการณ์อนาคตได้ อย่างรู้เท่าทันเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งต้องควบคู่กับการส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม สามารถประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับวิทยาการสมัยใหม่ที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เสริมสร้างความรัก ความสามัคคี สู่การเป็นสังคมสมานฉันท์และก่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (กรมวิชาการ, 2545, น.5)

การยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2560 - 2564) เน้นให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ในทุกมิติและทุกช่วงวัย สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่มุ่งพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีสติปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดี มีความสามารถแข่งขันในเวทีโลก และในหลักสูตรจะประกอบด้วยองค์ความรู้ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดให้ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้ ให้ผู้เรียนแสดงออกในสิ่งที่ดีงามมีศักยภาพในการเรียนรู้ สามารถฟันฝ่าอุปสรรคและปัญหาต่างๆ ได้ เพื่อที่จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับยุคประเทศไทศไทย 4.0 ได้ การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

ฉบับที่ 11 นั้นมุ่งเน้นการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเป็นเครื่องมือสำคัญยิ่งในการขับเคลื่อนพัฒนาประเทศในมิติต่าง ๆ ทั้งการสร้างคุณค่าและมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าและบริการให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงนำไปสู่ศักยภาพการแข่งขันที่สูงขึ้น เสริมสร้างสังคมที่มีความคิดด้านตรรกะโดยมีทุนทางปัญญา เป็นรากฐานการดำรงชีวิตที่มีความสุขของคนไทย (ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2560 - 2564) ดังเช่นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่มุ่งพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตดี มีความสามารถแข่งขันในเวทีโลก ในหลักสูตรจะประกอบด้วย องค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่กำหนดให้นักเรียนจำเป็นต้องรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความสามารถในการคิดถือเป็นหัวใจของการจัดการศึกษา เพราะการคิดช่วยให้นักเรียนมีประสิทธิภาพ เป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนแสดงออกในสิ่งที่ดีงาม มีศักยภาพในการเรียนรู้ ดังนั้นเป้าหมายที่สำคัญยิ่งของการจัดการศึกษาคือ การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดด้านตรรกะควบคู่กับการเรียนรู้ทักษะด้านอื่น ๆ

ทักษะที่สำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่นำมาใช้ในการพัฒนามนุษย์ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็คือ ความรอบรู้วิทยาศาสตร์ อันเกิดจากการนำความรู้ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการและคุณลักษณะของทักษะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อตัวนักเรียน นักเรียนที่มีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็น บุคคลที่สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ๆ อธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ด้วยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือมีเป้าหมายเพื่อการอธิบายและลงข้อสรุป ที่มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ การมีความรู้และการเปิดใจรับความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ โดยใช้ข้อถกเถียงที่มีตรรกะสมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ในด้านความคิดเห็นของเชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ (2555) กล่าวว่า การได้มาของข้อมูลและองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสืบค้นแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต สำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยตนเอง ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการการให้เหตุผลเพื่อหาข้อมูลมาสนับสนุนอธิบายผลหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า จากนั้นลงข้อสรุปของข้อมูล จนเกิดเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น ในส่วนของแผนการศึกษาแห่งชาติ 2560 – 2574 (2560) ได้กล่าวถึงเรื่องนี้ว่า นอกจากองค์ความรู้ที่สามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์อื่นๆ ที่คล้ายกัน

ได้ คุณลักษณะหนึ่งของบุคคลที่จะส่งเสริมให้บุคคลนั้นมีศักยภาพ ที่สะท้อนถึงการมีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จึงอาจกล่าวได้ว่า หัวใจสำคัญของการศึกษาองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์คือ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และอาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่บุคคลควรมี เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปล'ตลอดเวลาได้ Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000, p. 288) เสนอว่า การให้เหตุผลควรเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน และเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้ นอกจากการรู้หนังสือ การรู้ตัวเลขแล้ว ความสามารถในการให้เหตุผลยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรส่งเสริมให้แก่นักเรียนประสบความสำเร็จ ดังเช่นวิชัย เสวกงาม (2557, น. 1) และ Songer, N., B., Kelcy, B. & gotwals, A., W. (2009, p. 614) ก็ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะทางสังคมที่ค่อนข้างซับซ้อน มีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ประเด็นหรือหัวข้อของการให้เหตุผล ข้อมูลหรือหลักฐานที่สนับสนุน ความรู้ที่มีในขณะที่มีการให้เหตุผล และความหลากหลายของการตีความและมุมมองของการให้เหตุผลเป็นต้น ทางด้านของ McNiel, K., L., & Krajcik, J. (2008, p. 65-69) กล่าวไว้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา สุทธกูล (2556, p. 107) ได้ศึกษาและพบว่า กระบวนการสอนที่แตกต่างกันจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์แตกต่างกันด้วย ดังนั้น ครูควรมีลักษณะดังนี้ 1) ชี้แนะให้นักเรียนรับรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อมูลหรือหลักฐาน ข้อสรุปหรือผลลัพธ์ และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน 2) อธิบายความสำคัญและลักษณะขององค์ประกอบต่างๆ ของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3) เป็นต้นแบบของการเป็นผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และ 4) สามารถเชื่อมโยงการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์กับการอธิบายเชิงเหตุผลได้

วิชาวิทยาศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ กล่าวคือ เป็นวิชาพื้นฐานที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ในกลุ่มประสบการณ์อื่น ๆ และการเรียนในระดับสูง เป็นวิชาที่ช่วยพัฒนาคนให้รู้จักคิดเป็นคือ คิดอย่างมีเหตุผล มีระเบียบขั้นตอนในการคิด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557, น.1) ทั้งนี้ในการพัฒนาคุณภาพของนักเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญคือ ให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีคิดและมีทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และการนำไปใช้เป็นพื้นฐานการเรียนรู้วิชาอื่นๆ ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในทักษะคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และคิดให้เหตุผล โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะ

พื้นฐานที่จำเป็นในการแก้ปัญหา และสั่งสมประสบการณ์ที่ดีตามระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

การประเมินผลทางการศึกษา เป็นศาสตร์สำคัญในการทำนายประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหลักสูตรการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ การวัดความสามารถทางสติปัญญา โดยใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ศึกษาและวัดคุณลักษณะภายในของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ถือว่า เป็นการวัดผลการศึกษาของชาติอย่างหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้สะท้อนถึงผลการใช้หลักสูตรและคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ว่าบรรลุหรือไม่สามารถบรรลุถึงเป้าหมาย ตามปรัชญาการศึกษาของชาติที่วางไว้อย่างไร แต่จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 - 2560 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏว่าได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และพบว่าในปีการศึกษา 2558 – 2560 คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ยังลดลงดังนี้ ร้อยละ 42.59, 41.22 และ 39.12 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2560) จากผลการทดสอบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นั่นก็คือระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ รวมถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ให้พัฒนาเท่าทันกับการเข้าสู่ศตวรรษใหม่ (ภคพร อิสระ, 2558, น. 249-260) จากผลการทดสอบดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากประสบการณ์เดิมที่ได้รับจากการเรียนรู้ในโรงเรียน กล่าวคือที่ผ่านมานักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการปฏิบัติหรือสาธิตเพียงอย่างเดียว โดยปราศจากการยืนยันข้อมูลจากการปฏิบัติหรือจากการสาธิตด้วยเหตุและผล อันแสดงหลักฐาน ประจักษ์พยานที่สนับสนุนองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้นจำเป็นต้องตีความข้อมูล และลงข้อสรุปจากหลักฐานเหล่านั้น หากการอธิบายเหตุและผลมีหลักฐานชัดเจนจะทำให้นักเรียนเข้าใจการทดลองหรือการสาธิตนั้นยิ่งขึ้น (ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกูล, 2556, น. 120-121)

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักขวนขวายหาความรู้ ข้อมูล และหลักฐาน มาสรุปความหรือยืนยันจากข้อมูลต่าง ๆในการทดลอง การสาธิต ในเนื้อเรื่องที่เรียน และการหาเหตุผลมาประกอบข้อสรุปที่ได้จากการเรียน จะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อคุณภาพการศึกษาของชาติ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้มีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจทำวิจัย เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย รวมทั้งเป็นข้อมูลสารสนเทศเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

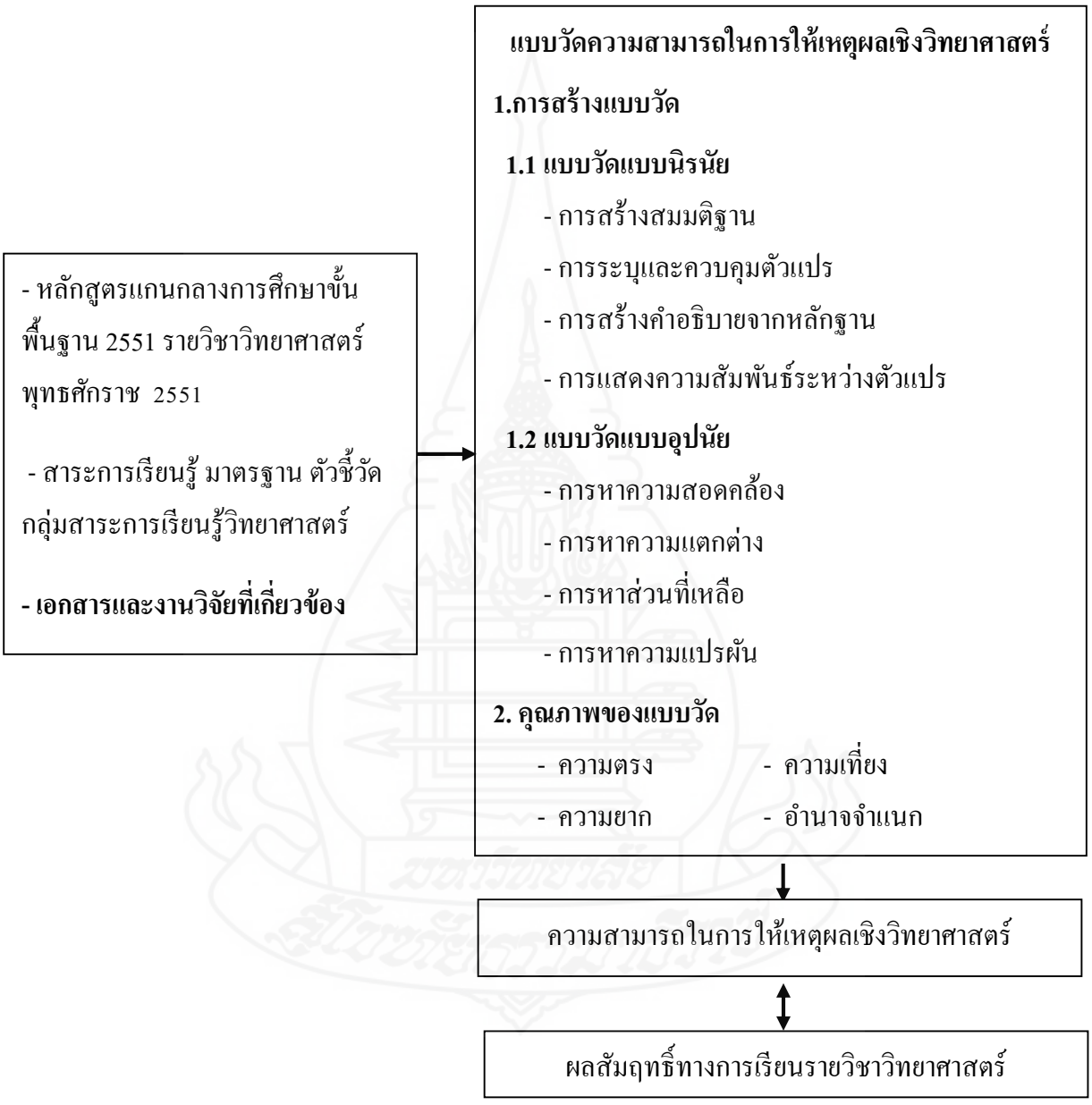
2.1 เพื่อสร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงเสนอกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 433,433 คน จาก 28,940 โรงเรียน

4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 384 คน ซึ่งผู้วิจัยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้นและกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของเครจซีและมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970)

4.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาสร้างแบบวัด ฯ มาจากเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วย 6 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สาระการเรียนรู้สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศ

4.3 ระยะเวลาในการทำวิจัย

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเก็บรวบรวมคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 และเก็บข้อมูลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์กับข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาอธิบายข้อสรุป

5.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึง การสร้างข้อสรุปทั่วไปหรือหลักการ โดยผ่านกระบวนการทดสอบสมมติฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ประกอบด้วย 4 ทักษะ ดังนี้

5.2.1 การสร้างสมมติฐาน หมายถึง นักเรียนสามารถตั้งสมมติ เพื่อทำนายหรือคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ จากสถานการณ์ที่กำหนด

5.2.2 การระบุและควบคุมตัวแปร หมายถึง นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

5.2.3 การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงปริมาณ โดยแสดงการเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุป หลักฐาน และเหตุผลได้

5.2.4 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ขึ้นไป หรืออธิบายข้อเท็จจริงอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้

5.3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง การสร้างข้อสรุปหรือหลักการ จากสถานการณ์เฉพาะหน่วย โดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตีความ และแปลความจากข้อมูลหลักฐานที่ได้การสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ย่อยหลาย ๆ ครั้ง ซึ่งประกอบด้วย 4 ทักษะ ได้แก่

5.3.1 การหาความสอดคล้อง หมายถึง การสรุปผลจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกันและเกิดขึ้นซ้ำๆ กันหลายครั้ง หรือจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นหลายครั้ง มีผลที่เกิดขึ้นเหมือนกันทุกครั้ง สามารถอนุมานได้ว่าผลที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันนั้นเป็นข้อสรุปของสถานการณ์

5.3.2 การหาความแตกต่าง หมายถึง การสรุปหาเหตุผลที่ใช้ความแตกต่างของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นหลายครั้ง หรือจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นหลายครั้งนั้น มีผลเหมือนกันทุกครั้ง แล้วต่อมามีสถานการณ์อื่นแทรกเพิ่มเข้ามา ทำให้เกิดผลที่แตกต่างขึ้นมา ก็อนุมานได้ว่าผลจากสถานการณ์ที่แทรกเพิ่มเข้ามานั้นเป็นข้อสรุปของสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปนี้

5.3.3 การหาส่วนที่เหลือ หมายถึง การสรุปหาเหตุผลจากการตัดสรุปผลบางส่วนออกไป หรือกล่าวได้ว่าในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นแบบเดียวกัน ถ้ามีเหตุที่ก่อให้เกิดผลหลายอย่างร่วมกัน แล้วตัดเหตุเหล่านั้นออกไป ทำให้เหลือเพียงเหตุเดียวที่แตกต่างกัน เหตุที่เหลือนั้นก็จะเป็นข้อสรุปของสถานการณ์นี้

5.3.4 การหาความแปรผัน หมายถึง การสรุปผลที่มาจากผลปรากฏที่ต่างกัน หรือไม่เท่ากันของสองสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์แบบเดียวกัน

5.4 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยข้อคำถามการให้เหตุผล 2 ประเภท คือแบบนิรนัยและแบบอุปนัย ดังนี้

5.4.1 แบบวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย ประกอบด้วย 4 ทักษะ ได้แก่

1) การสร้างสมมติฐาน

2) การระบุและควบคุมตัว

3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน

4) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

5.4.2 แบบวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย ประกอบด้วย 4 ทักษะ ได้แก่

1) การหาความสอดคล้อง

2) การหาความแตกต่าง

3) การหาส่วนที่เหลือ

4) การหาความแปรผัน

5.5 คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณภาพของแบบวัดพิจารณาจาก ความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

5.5.1 ความตรง หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด กับเนื้อหาสาระของแบบวัดฯ ครอบคลุม 6 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศ

5.5.2 ความเที่ยง หมายถึง ความคงที่ภายในของแบบวัด ฯ ที่ได้จากการวัดนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโดยใช้วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน สูตร KR-20

5.5.3 ความยาก หมายถึง ระดับความยากของข้อคำถามเป็นรายข้อในแบบวัด ฯ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นให้เหมาะกับความสามารถของผู้ตอบ โดยแต่ละข้อคำถามต้องมีความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 ตรงตามเกณฑ์การสร้างแบบวัดที่ดี

5.5.4 อำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบวัดฯ ที่สามารถจำแนกผู้ที่ถูกวัดได้อย่างเหมาะสม หรือการแยกนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนในการตอบข้อคำถามในแบบวัดฯ ซึ่งอำนาจจำแนกที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

5.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการสอบรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

5.7 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้มีความรู้ ความสามารถ มีประสบการณ์ทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผลการศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี หรือผู้ที่จบการศึกษาด้านการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับปริญญาโทขึ้นไป ศึกษานิเทศน์ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์ สามารถนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้

6.2 ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และผู้เกี่ยวข้องได้ทราบข้อมูลสารสนเทศ ที่ใช้เป็นแนวทางในพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน

6.3 สถานศึกษาสามารถนำข้อเสนอแนะต่างๆ ไปใช้ในพัฒนารงเรียน เพื่อยกระดับการศึกษาให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา ค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
   1.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายของให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
   2.2 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
   2.3 ความสำคัญของให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
   2.4 องค์ประกอบของให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
   2.5 ประเภทของให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
   2.6 แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
3. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
   6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการจัดทำหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตร มีจุดหมายเพื่อส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้เป็นคนดี มีสติปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545 และมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กระทรวงศึกษาธิการจัดทำขึ้นมีการกำหนดสาระการเรียนรู้ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2551, น. 1-4)

1.1.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ความสำคัญของการใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

1.1.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

1.1.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

1.1.4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

1.1.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อ

1.1.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

โครงสร้างของโลกและองค์ประกอบของโลก รวมทั้งทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ผิวโลก และบรรยากาศ จนถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

1.1.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ การปฏิสัมพันธ์ที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.1.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถแก้ปัญหา และมีจิตวิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียน ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้รายงิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แสดงดังในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐาน ความสัมพันธ์ของชีวิต ทั้งโครงสร้างและหน้าที่ระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต	ป.6/1 อธิบายการเจริญเติบโตของมนุษย์จากวัยแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่ ป.6/2 อธิบายการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ ป.6/3 วิเคราะห์สารอาหารและอภิปรายความจำเป็นที่ร่างกาย ต้องได้รับสารอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย
ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมที่มีในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต และระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ และมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ	ป.6/1 สำรวจและอภิปรายความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ ป.6/2 อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.6/3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น
	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน	ป.6/1 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่นที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ป.6/2 วิเคราะห์ผลของการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ป.6/3 อภิปรายผลต่อสิ่งมีชีวิตจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทั้งโดยธรรมชาติ และโดยมนุษย์ ป.6/4 อภิปรายแนวทางในแนวทางในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ป.6/5 มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
สารและสมบัติของสาร	มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และมีจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.6/1 ทดลองและอธิบาย สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ป.6/2 จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง ป.6/3 ทดลองและอธิบายวิธีการแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการร่อนการ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สารและสมบัติของสาร		ป.6/4 สำรวจและจำแนกประเภทของสารต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้สมบัติและการใช้ประโยชน์เป็นเกณฑ์ ป.6/5 อภิปรายการเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
	มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และสามารถไปใช้ประโยชน์	ป.6/1 ทดลองและอธิบายสมบัติของสารเมื่อสารเกิดการละลายและเปลี่ยนสถานะ ป.6/2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดสารใหม่เกิดขึ้นและสมบัติของสารจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ป.6/3 อภิปรายการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
แรงและการเคลื่อนที่	มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติและแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	-
	มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
พลังงาน	มาตรฐาน ว5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต พลังงานเปลี่ยนรูป ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	-
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	ประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.6/1 อธิบาย จำแนกประเภทของหิน โดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหิน เป็นเกณฑ์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ป.6/2 สำรวจและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหินประโยชน์ ป.6/3 สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม
ดาราศาสตร์และอวกาศ	มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี่ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.6/1 สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะของระบบสุริยะ ป.6/2 สร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดฤดู ข้างขึ้นข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ป.6/3 สืบค้นอภิปรายความก้าวหน้าและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
	มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม	ป.6/1 สืบค้นอภิปรายความก้าวหน้าและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน	ป.6/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็น หรือเรื่อง หรือสถานการณ์ ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ ป.6/2 วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า ป.6/3 เลือกอุปกรณ์ และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสมให้ได้ผลที่ครอบคลุม และเชื่อถือได้ ป.6/4 บันทึกข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป ป.6/5 สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจตรวจสอบต่อไป ป.6/6 แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบาย สามารถสรุปและลงความเห็นสิ่งที่เรียนรู้ได้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
ธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี		ป.6/8 นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนรายงานแสดงกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ดังนี้ หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 8 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน การสืบค้น การวิเคราะห์ การปฏิบัติในการค้นหาคำตอบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการกระตุ้นนักเรียนให้มีความสามารถทางด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งประเด็นคำถาม หาข้อมูล สำรวจ สืบค้น รวบรวมข้อมูล เพื่ออธิบายสถานการณ์ เชื่อมโยงข้อสรุปกับหลักฐาน (เหตุผล) จนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

กระทรวงศึกษาธิการได้พัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 เป็นฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 เพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันทั้งในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระต่างๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้วิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาคณิตศาสตร์ด้วย แล้วยังได้ปรับเปลี่ยนเนื้อหาให้มีความทันสมัยให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ ทัดเทียมกับนานาชาติ

ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีสามารถในการค้นคว้าหาความรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาได้หลากหลาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน ปฏิบัติกิจกรรมที่หลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้นซึ่งกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.1-4)

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบ เทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่อการแก้ปัญหา หรือการพัฒนางานโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรฐานการเรียน ตัวชี้วัด ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แสดงดังในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	**มาตรฐาน ว 1.1** เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.6/1 ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารจากอาหารที่ตนเองรับประทาน ป.6/2 บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ ป.6/3 ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหาร โดยการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ ป.6/4 สร้างแบบจำลองระบบย่อยอาหารและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหารรวมทั้งอธิบายการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร ป.6/5 ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหาร โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
	มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติและหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.6/1 อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร
	มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	-
วิทยาศาสตร์กายภาพ	**มาตรฐาน ว 2.1** เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ป.6/1 อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร
	มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวันผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้	ป.6/1 อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถูโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
วิทยาศาสตร์กายภาพ	**มาตรฐาน ว 2.3** เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ป.6/2 เขียนแผนภาพและต่องจรไฟฟ้าอย่างง่าย ป.6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
วิทยาศาสตร์กายภาพ	**มาตรฐาน ว 2.3** เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.6/5 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ป.6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานโดยบอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ป.6/7 อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
		ป.6/8 เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว
วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ	**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ การปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ	ป.6/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคาและจันทรุปราคา ป.6/2 อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ สามารถยกตัวอย่างเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลที่รวบรวมได้
	มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก การเปลี่ยนแปลงภายในและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	ป.6/1 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร และอธิบายวัฏจักรหินจากแบบจำลอง ป.6/2 บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหินและแร่ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ป.6/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์ ป.6/4 เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม รวมทั้งแวดล้อมจากแบบจำลอง ป.6/5 อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
วิทยาศาสตร์ โลก และอวกาศ		ป.6/6 บรรยายลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วมการกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิตัวชี้วัด ป.6/7 ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย นำเสนอแนวทางในการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดในท้องถิ่น ป.6/8 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต ป.6/9 ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก
เทคโนโลยี	**มาตรฐาน ว 4.1** เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต ใช้ทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม	

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
เทคโนโลยี	มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม	ป.6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบาย สามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ป.6/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรมและแก้ไข ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ป.6/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ดังนี้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 4 กลุ่มสาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กายภาพ โลกและอวกาศ และเทคโนโลยี ได้มีการกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้พื้นฐาน ให้สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันหรือต่อยอดความรู้ในการศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยมีการจัดเรียงความยากง่ายของเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับระดับชั้นเรียน ให้มีการเชื่อมโยงทักษะความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการสืบค้นและสร้างองค์ความรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ มีสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.1)

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 และฉบับปรับปรุง 2560

สาระที่	หลักสูตรแกนกลางฯ 2551	หลักสูตรแกนกลางฯ 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
1	สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
2	ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	วิทยาศาสตร์กายภาพ
3	สารและสมบัติของสาร	วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
4	แรงและการเคลื่อนที่	เทคโนโลยี
5	พลังงาน	
6	กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	
7	ดาราศาสตร์และอวกาศ	
8	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	

จากตารางข้างต้นสรุปได้ดังนี้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นั้นประกอบด้วย 8 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560) จะประกอบด้วย 4 กลุ่มสาระหลัก ได้แก่ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และเทคโนโลยี

2. แนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมความสำเร็จให้แก่ผู้เรียน ได้แก่ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถด้านสติปัญญา ที่นอกเหนือจากการรู้หนังสือ และการรู้ตัวเลข ซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั่วโลก สังคมในยุคปัจจุบันเป็นสังคมพหุปัญญา จะส่งผลโดยตรงต่อสังคมและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นทุกคนจึงต้องมีการเตรียมพร้อม ต้องฝึกเป็นนักคิดที่มีประสิทธิภาพให้มากขึ้น และสามารถจัดการข้อมูลต่างๆ ที่ได้ มาประเมินเพื่อใช้แก้ไขปัญหา

ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาและให้แนวคิดเกี่ยวกับการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1.1 การให้เหตุผล

ชนัญธิตา สุริโย (2562, น.37) กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นการคาดคะเนที่เกิดจากการสร้างข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุป ซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงหลักฐานหรือเหตุผลประกอบเพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างนั้นๆ

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558, น.20) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถทางการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ในการลงข้อสรุปเพื่อชี้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.55) กล่าวถึงการให้เหตุผลว่า เป็นการยืนยันว่าข้อสรุปว่าเป็นจริงโดยมีการอ้างหลักฐานยืนยัน ซึ่งแต่ละครั้งจะมีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วน ได้แก่ ข้ออ้าง คือหลักฐานหรือเหตุผล และข้อสรุป คือผลหรือสิ่งที่บ่งบอกว่าเป็นจริง

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผล คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลหรือหลักฐาน กับข้อสรุปของปัญหาหรือข้อกล่าวอ้าง หรือเป็นการหาเหตุผลเพื่อยืนยันข้อสรุป หรือข้อเสนอนั้นๆ

2.1.2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Giere (1991, p. 2) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดที่เกิดจากการประมวลหลักการทั่วไปกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมจนเกิดเป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือตัวอย่างนั้นๆ

Lawson (1985, p. 571) กล่าวถึง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการให้เหตุผลแบบนามธรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการค้นหาและประเมินหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558, น. 20) ให้นิยาม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการแสดงหลักการคิด การวิเคราะห์ การหาความสัมพันธ์ การเชื่อมโยงของหลักการ กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ใดปราหฏการณ์หนึ่ง เพื่อแสดงข้อสรุป ข้อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งใช้ในการให้เหตุผลแบบนิรนัยและ

เฟื่องฟ้า บุญกอง (2558, น. 25) ได้ให้นิยาม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของบุคคลที่จะคิดในเชิงหาเหตุของเรื่องต่างๆ ที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีเป็นวิทยาศาสตร์มาอ้างอิง และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น

สามารถพิสูจน์หาข้อเท็จจริงโดยอาศัยหลักการ กฎ และทฤษฎี ตลอดจนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนการอธิบายแนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542, น. 71) กล่าวถึง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่า เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการรู้หรืออาจกล่าวว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่เดิม โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่

จากการศึกษาแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ โดยการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่กับข้อสรุปหรือผล โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิสูจน์หาข้อเท็จจริงโดยอาศัยหลักการ กฎ และทฤษฎี เพื่อสนับสนุนการอธิบายแนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ

2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Moshman (2011, p. 273) ให้ความหมาย ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการคิดโดยให้เหตุผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการอนุมาน การทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์ การตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างมีเหตุมีผล และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและหลักฐาน นำไปสู่ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์

Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001, p. 63-64) อธิบายความหมายความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่า คือ ข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องที่มีความเชื่อมโยงกัน

Friedler, Nachmias and Linn, 1990, pp. 173-192) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่บุคคลใช้ในบ่งชี้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดสมมติฐานออกแบบการทดลอง สังเกต รวบรวม วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล นำผลที่ได้ไปประยุกต์ เพื่อนำไปใช้เพื่อทำนายผลสถานการณ์อื่น

ชนัญธิดา สุริโย (2562, น.38) ให้นิยามว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของหลักการกับตัวอย่าง โดยใช้วิธีการอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการค้นคว้าและสืบค้นข้อมูลหรือหลักฐาน มาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน และสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ได้อย่างมีเหตุผล

อารยา ปาละโชติ (2551, น.7) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ โดยอาศัยรูปแบบการคิดแบบสมมติฐานนิรนัย ในการสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยจากความสัมพันธ์และใช้หลักฐานยืนยันถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลงข้อสรุป

ดารารัตน์ นกขุนทอง (2546, น.28) อธิบายว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการพิจารณาลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนหลัง และตัดสินว่าผลนั้นมาจากสิ่งใดหรือผลที่เกิดนั้นมาจากการสรุปอ้างอิงจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมประกอบ

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว สรุปว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการใช้กระบวนการการคิด การอธิบาย การรวบรวมข้อมูล ในการแสดงความเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างหลักฐานหรือข้อเท็จจริง กับข้อสรุปหรือผลที่เกิดขึ้น โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิสูจน์หาข้อเท็จจริงโดยอาศัยหลักการ กฎ และทฤษฎี เพื่อสนับสนุนการอธิบายแนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ

2.3 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

มุมมองของนักการศึกษาหรือนักวิชาการเกี่ยวกับการให้เหตุผลนั้น เป็นกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ โดยเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์แล้วยังเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนด รวมไปถึงการนำไปใช้ในกระบวนการการทดสอบสมมติฐาน เพื่อพยากรณ์สถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น รวมถึงการสำรวจตรวจสอบสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยเหตุและผล อันได้มาซึ่งหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในทุกขั้นตอนของการสืบเสาะหาข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

OECD (2013, p.9) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะของผู้รู้วิทยาศาสตร์ นับเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Bao (2009, p. 105) ก็กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ของผู้เรียนนั้น และฝึกฝนสม่ำเสมอ ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระยะยาว

Khun, D., (1993, p. 810) ก็กล่าวว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Gerer (1991, pp. 1-4) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถประเมินข้อมูลต่างๆ อย่างมีวิจารณญาณ มีส่วนช่วยในการส่งเสริม

และพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ส่งผลให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ และมีทักษะในการส่งเสริมในการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (scientificliteracy) ของบุคคลได้

วิชัย เสวกงาม (2557) ได้อธิบายว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่จำเป็นในการช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในศตวรรษที่ 21 เพราะการให้เหตุผลเปรียบเสมือนความสามารถในการเดินจากจุดที่เป็นปัญหา ไปยังจุดที่เป็นทางออกของปัญหาอย่างมีเหตุผล และมีทิศทาง

นันทวัน นันทวนิช (2557) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ หรือความสามารถของบุคคลที่ใช้เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับเรื่องราวที่เป็นวิทยาศาสตร์อย่างไตร่ตรอง เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 3 ด้าน ได้แก่

ด้านที่ 1 การอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆในเชิงวิทยาศาสตร์

ด้านที่ 2 การออกแบบและการประเมินผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ด้านที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและใช้ข้อเท็จจริงที่เป็นประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ลฎาภา สุทธกูล และลือชา ลดาชาติ (2556) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific reasoning) มีความจำเป็นต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ในการอธิบายเพื่อหาคำตอบของปัญหา เช่น เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองจนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องให้เหตุผลว่า เหตุใดผลการทดลองจึงเป็นเช่นนั้น หรือเหตุใดผู้อื่นจึงควรเชื่อถือผลการทดลองของตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น. 135-144) กล่าวว่า กระบวนการที่มีความสำคัญต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการให้เหตุผล ที่เกิดจากการคิด ใช้สัญลักษณ์ อธิบาย และสื่อสาร ซึ่งสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะในการใช้หลักฐานพยานทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของการประเมินการเรียนรู้ เรื่องด้านเหตุผลของวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของ PISA นอกจากนี้สมรรถนะ ยังอาจรวมถึง การคัดเลือกข้อสรุป การให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สะท้อนถึงการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม และอธิบายว่าการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีเหตุผล สามารถแก้ปัญหา สร้างคำอธิบายและการขยายความรู้ไปสู่

สถานการณ์ใหม่ รวมถึงผู้เรียนต้องใช้การให้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการให้คำตอบ ซึ่งจัดว่าจุดประสงค์หนึ่งในการศึกษาวิทยาศาสตร์

จากการแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ดังนี้ ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหลักการ ทฤษฎี เทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสื่อสารเพื่อรายงานความรู้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์และทฤษฎี และจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หาเหตุผลในบริบทต่างๆ เช่น การเรียน วัฒนธรรมความเป็นอยู่ การเมืองการปกครอง เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม ให้มีประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิทยาศาสตร์

2.4 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

ลือชา ลดาชาติ (2558, น. 3) ได้แบ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประการ ได้แก่ ข้อสรุป (Claim) เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างขึ้นเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ หลักฐาน (Evidence) คือสิ่งที่หยิบยกขึ้นมาเพื่อยืนยันข้อสรุป และคำชี้แจง (Justification) เป็นสิ่งที่ชี้แจงความสัมพันธ์กันของ ข้อสรุปและหลักฐาน และได้กล่าวอีกว่าการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ เช่น เงื่อนไข (Condition) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ระบุว่า ข้อสรุปนั้นจะจริงหรือไม่ เมื่อใด เช่น กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันจะเป็นจริงเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่น้อยกว่าอัตราเร็วของแสง

Caroll, 1993 (อ้างใน วิชัย เสวกงาม, 2557, น. 1) กล่าวว่า การให้เหตุผลแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบอุปนัย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลเชิงปริมาณ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบไม่สามารถแยกออกจากกันได้ เพราะในการเรียนรู้นั้นมักจะเกี่ยวข้องกันมากว่าหนึ่งองค์ประกอบ

Geddis, A. N. (1991, p. 171-172) กล่าวว่า องค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และสิ่งที่บ่งบอกความเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน ซึ่งเป็นต้นแบบของการให้เหตุผลในชีวิตประจำวัน

จากการจำแนกองค์ประกอบของนักวิชาการข้างต้น สรุปดังต่อไปนี้ การแบ่งองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1) หลักฐานหรือสิ่งที่เหตุ
2) คำชี้แจง หรือสิ่งที่บ่งบอกความเชื่อมโยงของข้อสรุปและหลักฐานหรือเหตุ
3) ข้อสรุปซึ่งเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

2.5 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหรือนักวิชาการหลายท่าน ได้กล่าวถึงประเภทหรือรูปแบบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Hausman et al. (2010) จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. Deductive Reasoning คือ การยืนยันข้อสรุปโดยการอ้างเหตุผลหรือยอมรับข้ออ้างว่าเป็นจริง ซึ่งกล่าวได้ว่า ถ้าข้ออ้างถึงหรือเหตุผลเป็นจริงแล้ว ข้อสรุปต้องเป็นจริงด้วย หรือ ข้อสรุปเป็นจริงจากการอ้างเหตุผลตามเงื่อนไขของข้ออ้างนั้น

2. Inductive Reasoning คือ ข้ออ้างที่อ้างเหตุผลที่เป็นจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางข้อ กล่าวได้ว่า ถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริง ข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงสูง

Lawson (2009, p. 356-362) แบ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Abductive Reasoninig (การให้เหตุผลแบบสมมตินัย) คือ การสร้างสมมติฐานที่มาจากการสังเกตเมื่อพบปัญหา หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ทียังไม่เข้าใจ เพื่อพยายามหาคำอธิบายหรือคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้น

2. Retroductive Reasoning (การให้เหตุผลแบบอธิบาย) คือการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อมาทดสอบข้อกล่าวอ้าง โดยการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ หรือเป็นลักษณะการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น

3. Deductive Reasoning (การให้เหตุผลแบบนิรนัย) คือ การสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยการนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปมาใช้อ้างอิงไปยังสมมติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น

4. Inductive Reasoning (การให้เหตุผลแบบอุปนัย) คือ การให้ข้อสรุป หรือลงข้อสรุปจากผลของการสืบค้นหาความจริง ซึ่งได้มาจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ

วิชัย เสวกงาม (2557, น.1) ได้ให้แบ่งความสามารถในการให้เหตุผลออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) คือ การอ้างถึงกฎทั่วไป ไปสู่การยืนยันผลสรุป

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) คือ การสังเกตที่มีความเฉพาะเจาะจงและจำกัดอยู่ในขอบเขตและวิธีการที่จะได้ข้อสรุปทั่วไปที่อาจเป็นไปได้

3. การให้เหตุผลเชิงอธิบาย (Abductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลเพื่ออธิบายเหตุผลที่พิจารณาข้ออ้างที่น่าเป็นไปได้มากที่สุดเพื่อการได้มาซึ่งข้อสรุป

4. การให้เหตุผลเชิงอุปมา (Analogical Reasoning) คือ วิธีการประมวลข้อมูลที่เปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันระหว่างแนวคิดใหม่และแนวคิดที่เข้าใจแล้ว และใช้ความคล้ายคลึงกันนั้นในการทำความเข้าใจแนวคิดใหม่ เป็นรูปแบบของการให้เหตุผล ที่มุ่งทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นไปได้ว่าจะเป็นจริง มากว่านิรนัยเพื่อพิสูจน์สิ่งที่เป็นจริง

5. การให้เหตุผลเชิงจริยธรรม (Moral Reasoning) คือ กิจกรรมทางจิตสำนึกของบุคคล ในการเข้าถึงการตัดสินใจทางจริยธรรม หรือใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมมาช่วยในการตัดสินใจว่า ควรทำหรือไม่ควรทำเพื่อดำรงไว้ซึ่งจริยธรรม

ภคพร อิสระ (2557, น. 57) แบ่งความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) คือ การโต้แย้งที่ใช้หลักการทฤษฎี หรือกฎและหลักฐานเพื่อลงข้อสรุป นั่นคือ การบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) คือ การโต้แย้งที่แทนข้อสรุปที่สมบูรณ์ นั่นคือกระบวนการคิดสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

สมภาร พรมทา (2551, น. 57) ได้แบ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นความรู้ที่ได้มาจากการทดลอง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลจึงสรุปเป็นกฎ

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการใช้ความคิดโดยไม่พิจารณาข้อเท็จจริง เป็นการคิดขยายออกไปทีละน้อย จึงเหมาะกับการวินิจฉัยบางสถานการณ์

กีรติ บุญเจือ (2547, น. 21) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลประกอบด้วย ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย คือ การแสดงการสร้างเหตุผลอย่างตรงๆ โดยเป็นประโยคตรรกวิทยาซึ่งเป็นองค์ประกอบจะมีมากหรือน้อยกว่านี้ไม่ได้ เพราะการอ้างเหตุผลครั้งหนึ่งๆ จะต้องมีการตัดสินอยู่ก่อน 2 ครั้ง ซึ่งในการตัดสินทั้ง 2 ครั้งนี้ จะต้องมีมโนทัศน์เดียวกันอยู่ส่วนหนึ่ง โดยสองประโยคแรกที่มาจากการตัดสิน 2 ครั้ งเดิม เรียกว่าประโยคอ้าง (premises) ส่วนประโยคที่ สามที่มาจากการตัดสินสุดท้าย เรียกว่า ประโยคสรุป (conclusion)

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วยสนับสนุนข้อความทั่วไปที่เราไม่แน่ใจ เช่น เราเคยเห็นต้นมะพร้าวมาจำนวนมากแล้ว ปรากฏว่าไม่แตกกิ่งก้านเหมือนต้นไม้อื่นๆ เราก็อุปนัยเป็นกฎทั่วไปว่า “ต้นมะพร้าวทุกต้นไม่แตกกิ่งก้าน”

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล (2542, น. 47-50) ได้แบ่งกระบวนการของเหตุและผลไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย คือ การให้เหตุผลที่เริ่มต้นด้วยเหตุใหญ่ (major premise) และติดตามด้วยเหตุผลย่อย (minor premise) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเหตุใหญ่และเหตุย่อย ที่จะมีผลให้เกิดผลสรุปตามกำหนด

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย ประกอบด้วยเหตุและผลหลาย ๆ เหตุที่เป็นอิสระต่อกัน มีน้ำหนักและความสำคัญเท่ากัน เหตุทั้งหลายที่มีอยู่ไม่มีเหตุอันใดเป็นอันใหญ่ หรือการวางนัยทั่วไปไว้และในที่สุดเหตุเหล่านั้น ก็รวมตัวกันเองมาเป็นผลสรุปอยู่ในรูปของการวางนัยทั่วไป

จันทร์เพ็ญ เชื้อพาณิช (2542, น. 71-75) ได้จำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น3 แบบ ตามลักษณะความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษาไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) คือกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องที่จำเพาะเจาะจงหรือความรู้เฉพาะหน่วยไปสู่ความรู้ทั่วไป โดยใช้หลักการตรรกะ คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ ในการอธิบายหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะ คำอธิบายหรือข้อสรุปที่ได้ คือ ความรู้ใหม่

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) คือการใช้หลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมจากการสังเกตมาเชื่อมโยงในการสรุปผล ซึ่งการสรุปมาจากการอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย – นิรนัย (Inductive-Deductive Reasoning) คือการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ในการหาข้อสรุป เริ่มต้นจากการสังเกตแล้วไปสู่การสรุปความรู้ เป็นการให้เหตุผลเชิงอุปนัย หากเริ่มจากการตั้งสมมติฐานตามด้วยข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ การตั้งสมมติฐาน เป็นหลักการทั่วไปในการตรวจสอบข้อสรุปว่าเป็นจริงหรือไม่ การรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานเป็นข้อสรุปเฉพาะหน่วยนั้น เป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

ตารางที่ 2.4 การจำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม

นักวิชาการ	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์						
	นิรนัย	อุปนัย	อุปนัย - นิรนัย	สมมตินัย	อธิบาย	อุปมา	จริยธรรม
Hausman et al	✓	✓					
Lawson	✓	✓		✓	✓		
วิชัย เสวกงาม	✓	✓			✓	✓	✓
ภคพร อิสระ	✓	✓					
สมภาร พรมทา	✓	✓					
ศรีสุรางค์ ทีนะกุล	✓	✓					
จันทร์เพ็ญ เชื้อพาณิช	✓	✓	✓				

จากการศึกษาแนวคิดของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสามารถจำแนกประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดังต่อไปนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลเพื่อนำมาเป็นข้อสรุป โดยการคิดหาเหตุผลจากข้อมูล หลักฐานต่างๆ ในการหาข้อสรุป โดยข้อสรุปนั้นมีความสมเหตุสมผล เป็นการอ้างถึงกฎทั่วไปเพื่อมายืนยันผลสรุป

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) คือ การสรุปผล จากการให้เหตุผลโดยใช้ประสบการณ์ หรือใช้เหตุการณ์เฉพาะที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กันหลายครั้งมาคาดคะเนผลสรุป หรือสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป ผลสรุปที่ได้อาจเป็นจริงหรือเท็จก็ได้

2.6 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาหลายท่าน มีการเสนอแนวทางในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.6.1 แนวการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Bao, et al. (2009, p. 586) ได้ศึกษาการเรียนรู้โดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (Grade 12) โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ที่อ้างอิงมาจากแบบวัดของ Lawson (Lawson's Classroom Test of

ScientificReasoning (LCTSR)) ซึ่งแบบวัดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน (Lawson, 1995, p. 436-445) ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ต่างๆ พร้อมกับข้อมูลและรูปภาพประกอบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงการวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้สถานการณ์ ข้อสอบในส่วนนี้สามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ 1) ข้อสอบประเภทเลือกตอบ ที่มีตัวเลือกตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก หรือ 2) ข้อสอบประเภทเขียนตอบ ที่ให้นักเรียนเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้นๆ

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามที่จะให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามจะมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบ ซึ่งจะได้คะแนนเต็ม เมื่อตอบถูกทุกคำตอบ และอาจได้คะแนนบางส่วนหากตอบถูกไม่ครบทั้งหมด ดังนั้นนักเรียนจะต้อง เลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยที่คำอธิบายอื่นๆ ที่นอกเหนือไปจาก ที่นักเรียนระบุ ครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและอาจให้คะแนนความถูกต้องได้บางส่วน มีเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้

1. ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบอุปนัยเชิงประจักษ์

2. ได้คะแนน 6-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดก้ำกึ่งระหว่างแบบอุปนัยเชิงประจักษ์ และแบบอุปนัยเชิงสมมติฐาน

3. ได้คะแนน 9-12 สามารถบ่งชี้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบอุปนัยเชิงสมมติฐาน

โครงการ TIMSS กล่าวว่า ในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554, น. 40-42)

1. ข้อสอบแบบเขียนคำตอบ โดยตั้งคำถามโดยกำหนดสถานการณ์หรือกำหนดปัญหา แล้วให้นักเรียนเขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. ข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยใช้คำถามที่เป็นสถานการณ์และตัวเลือก 4 ตัวเลือก

จึงสามารถสรุปได้ว่า ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น สามารถประเมินได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก หรือ

เป็นแบบเขียนตอบ โดยการเติมคำแบบสั้นๆ หรือเขียนเป็นคำอธิบาย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกรูปแบบของแบบวัด เป็นลักษณะปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.6.2 แนวคิดในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

กีรติ บุญเจือ (2550) อธิบายถึง การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย โดยการใช้เหตุผล แบบตรรกบท (Syllogism) ตามแนวคิดของอริสโตเติล (Aristotle) เป็นการให้เหตุผลจากประโยคอ้างไปยังข้อสรุป เป็นการอ้างเหตุผลที่มีโครงสร้างแบบแผน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ประโยคอ้างเอก (major premise) ประโยคอ้างโท (minor premise) และ ประโยคสรุป (conclusion) โดยสองประโยคแรกมาจากการตัดสินจากประโยคเอกและโท ส่วนการสรุปตัดสินจากประโยคสรุป

2. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลแทนข้อสรุปที่สมบูรณ์ โดยใช้หลักการให้เหตุผลด้วยวิธีอุปนัยของสจ๊วต มิลล์ (John Stuart Mill)

มิลล์สร้างวิธีค้นหาสาเหตุของปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ โดยเสนอวิธีอุปนัยไว้ 4 วิธี ได้แก่

1. วิธีหาความสอดคล้อง (method of agreement) เป็นวิธีสรุปหาเหตุผลจากสาเหตุที่สอดคล้องกัน และเกิดขึ้นซ้ำๆ กันหลายครั้ง หรือกล่าวได้ว่าในประสบการณ์ที่เกิดขึ้นหลายครั้ง ถ้ามีสาเหตุที่เหมือนกันทุกครั้ง และมีผลที่เกิดขึ้นเหมือนกันทุกครั้ง สามารถอนุมานได้ว่าสาเหตุที่ซ้ำๆ กันนั้นเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้น

2. วิธีหาความแตกต่าง (method of difference) เป็นวิธีสรุปหาเหตุผลที่ใช้ความแตกต่างของสาเหตุที่เกิดขึ้นหลายครั้ง หรือกล่าวได้ว่า ในประสบการณ์ที่เกิดขึ้นหลายครั้ง ถ้ามีสาเหตุที่เหมือนกันทุกครั้ง และมีผลที่เกิดขึ้นเหมือนกันทุกครั้ง ต่อมามีสาเหตุอื่นแทรกเพิ่มเข้ามาทำให้ผลที่เกิดแตกต่างจากที่เกิดขึ้นมาก่อน ก็อนุมานได้ว่าสาเหตุที่แทรกเพิ่มเข้ามานั้นเป็นสาเหตุของผลที่แตกต่างออกไป

3. วิธีหาส่วนที่เหลือ (method of residues) เป็นวิธีสรุปหาเหตุผลจากสาเหตุที่เหลือ หรือกล่าวได้ว่าในประสบการณ์ที่เกิดขึ้นแบบเดียวกัน ถ้าเรารู้ว่าสาเหตุใดทำให้เกิดผลที่มีสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลหลายอย่างร่วมกัน ให้เราหักออกเสีย สาเหตุที่เหลือก็จะเป็นสาเหตุของผลที่เหลือ

4. วิธีหาความแปรผัน (method of concomitant variation) เป็นการสรุปหาเหตุผลที่มาจากความเข้มข้นระดับที่แตกต่างกัน หรือกล่าวได้ว่าในประสบการณ์ที่เกิดขึ้นแบบเดียวกัน ถ้ามีระดับหรือปริมาณของสาเหตุที่ไม่เท่ากันก่อให้เกิดผลแบบเดียวกันที่ไม่จำเป็นต้องเหมือนกันเสมอ

นลินี สอนชา ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาชีววิทยาโดยใช้แบบวัด 2 ประเภทได้แก่

1. แบบอุปนัย ประกอบด้วย 3 ด้านย่อย คือ ด้านการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ ด้านการอุปมาอุปไมย และด้านการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน (Overholser, 1993)

2. แบบนิรนัย คือ ประกอบด้วย 4 ด้านย่อย ได้แก่ ด้านการสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ ด้านการสร้างคำอธิบายจากหลักฐานและการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน ด้านการระบุและควบคุมตัวแปร และด้านการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Lawson, 1982; 2005)

PISA (2003) ได้จำแนกการประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่การรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การรู้มโนทัศน์และสาระเนื้อหา และการรู้จักใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงเข้ากับชีวิตจริง โดยกรอบการประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการวัดและประเมินการโดยใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ในประเด็นดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

1. การตีความ การแปลความจากหลักฐานแล้วลงข้อสรุป
2. การให้เหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป
3. การสื่อสารข้อสรุปและบอกหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) กล่าวถึง แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามกรอบของ TIMSS 2011 ที่มีขอบเขตในการประเมิน ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา (Content Domain) และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive Domain) ที่แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

1. ความรู้ (Knowing)
2. การประยุกต์ใช้ความรู้ (Applying)
3. การใช้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมินด้านการใช้เหตุผล ประกอบด้วย การวิเคราะห์/แก้ปัญหา (Analyze/Solve Problems) สังเคราะห์ (Integrate/Synthesis) ตั้งสมมติฐาน/ทำนาย (Hypothesis/Predict) ออกแบบ (Design) สรุป (Draw Conclusion) สร้างข้อสรุปทั่วไป (Generalize) ประเมิน (Evaluate) และตรวจสอบ (Justify)

ลฎาภา สุทธกูล และลือชา ลดาชาติ (2556, น. 110-119) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล ใช้สถานการณ์ที่เป็นข้อคำถามจำนวน 4 ข้อ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ Science: Thinking with Evidence ของ New Zealand Council of Education Research สามารถวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจงหลักฐานจากสถานการณ์ “ซากเหาบนหัวของมัมมี่อียิปต์โบราณ” นักเรียนได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการค้นพบซากเหาบนหัวของมัมมี่อียิปต์โบราณ พร้อมทั้งประเมิน เลือกและให้เหตุผลว่าตนเองสามารถลงข้อสรุปใดต่อไปนี้ได้บ้าง

1. การกำจัดเหาเป็นไปได้ยาก
2. เหาชอบใช้ชีวิตบนหัวเด็ก
3. เหาอยู่ร่วมกับคนมานานแล้ว
4. ชาวอียิปต์โบราณไม่ค่อยสระผม

Lawson (1982, pp. 716-740) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลแบบนิรนัยว่า เป็นการสร้างข้อสรุปทั่วไปหรือหลักการ โดยใช้กระบวนการทดสอบสมมติฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งประกอบด้วย 4 ทักษะ ได้แก่

1. การระบุสมมติฐานที่เป็นไปได้ (Probabilistic thinking) คือ ความสามารถของบุคคลในการ ทำนาย และคาดคะเนคำตอบของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักความน่าจะเป็นในการเก็บรวบรวม ข้อมูล ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์

2. การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง (Control of variables) คือ ความสามารถของบุคคลในการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมติฐาน รวมทั้งสามารถระบุและควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้

3. การระบุคำอธิบายจากหลักฐาน (Proportional thinking) คือ ความสามารถของบุคคลในการ ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ ในการบอกสัดส่วนหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อหาคำตอบการเพิ่มขึ้นหรือการลดของตัวเลข หรือกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบของบุคคลในการให้เหตุผล ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลหลักฐาน และข้อสรุป

4. การระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร (Correlational thinking) คือ ความสามารถของบุคคลในการ อธิบายได้ว่าตัวแปร ที่มีมากกว่า 2 ตัวขึ้นไปนั้น ตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์ หรือไม่มีความสัมพันธ์กัน และรูปแบบความสัมพันธ์นั้นเป็น อย่างไร

จากการศึกษาแนวคิดของนักวิชาการ ในประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น โดยใช้แบบวัดที่วัดคุณลักษณะที่หลากหลายดังนี้ การตีความ การแปล

ความจากหลักฐานแล้วลงข้อสรุป การให้เหตุผลสนับสนุน หรือคัดค้านข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป และ การสื่อสารข้อสรุปและบอกหลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุป และมีข้อคำถามเป็นแบบนิรนัย และแบบอุปนัย เป็นข้อคำถามแบบสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นบทความทางวิทยาศาสตร์ รูปภาพ หรือคำอธิบายประกอบภาพ โดยผู้วิจัยวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งแบบวัดออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบอุปนัย ประกอบด้วย 4 ทักษะย่อย คือ วิธีหาความสอดคล้อง วิธีหาความแตกต่าง วิธีหาส่วนที่เหลือ และวิธีหาความแปรผัน

2. แบบนิรนัย คือ ประกอบด้วย 4 ทักษะย่อย ได้แก่ การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานและการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน การระบุและควบคุมตัวแปร และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3. การสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 การสร้างแบบวัด

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดฯ ดังนี้

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดไว้ มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบวัด ว่าต้องการวัดอะไร อย่างไร

2. กำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหาการวัด โดยวิเคราะห์วัตถุประสงค์ที่ตามหลักสูตร และเลือกวัตถุประสงค์มาเป็นเป้าหมายที่จะสร้างแบบวัด เพื่อนำไปวัดและประเมินผล

3. กำหนดแผนผังการสร้างแบบวัด เป็นกรอบในการสร้างแบบวัด ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

4. เลือกรูปแบบของแบบวัดให้เหมาะกับผังการสร้างแบบวัด ผู้สร้างแบบวัดต้องเลือกรูปแบบของแบบวัดให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการวัด

5. เขียนข้อคำถามในแบบวัด โดยใช้เทคนิคการเขียนแบบวัดให้เหมาะสม

6. ตรวจสอบแบบวัดที่สร้างขึ้นให้เหมาะสมด้วยวิธีเชิงเหตุผล

7. จัดเรียงข้อคำถามตามลำดับเนื้อหาเป็นตอนๆ ตามรูปแบบของแบบวัด แล้วจัดทำเป็นเล่มเป็นแบบวัดที่สมบูรณ์ โดยมีคำชี้แจงประกอบ พร้อมกับเกณฑ์การวัด จัดการพิมพ์แบบวัด กระดาษคำตอบ ตรวจสอบความชัดของแบบวัดที่พิมพ์ ความถูกต้องของการพิมพ์ และการทำสำเนาแบบวัด

8. ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบวัดทั้งฉบับ ให้ครอบคลุมในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา ให้เป็นไปตามโครงสร้างของแบบวัดที่กำหนด กำหนดรูปแบบ

9. ทดลองใช้แบบวัด แล้วนำมาวิเคราะห์ความตรง ความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยงของแบบวัดก่อนนำไปใช้จริง (บุญศรี พรหมมาพันธุ์, 2545, น. 227-234)

การพัฒนาแบบวัด มีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการวัด
2. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ในการวัด
3. กำหนดรูปแบบของแบบวัด จำนวนข้อคำถามที่จะวัดในแต่ละวัตถุประสงค์
4. เขียนข้อคำถามเพื่อวัดตามวัตถุประสงค์นั้น
5. พิจารณาทบทวน (review) แบบวัดว่าวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่
6. จัดทำแบบวัด พร้อมเขียนคำชี้แจงในการสอบ
7. ทดลองใช้แบบวัด นำผลการตอบมาวิเคราะห์คุณภาพของการวัดและปรับปรุงแบบวัดจนมีคุณภาพดี (วรรณ์ดี แสงประทีปทอง, 2552, น. 104-105)

การสร้างแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ว่ามีขั้นตอนการสร้าง 3 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 วางแผนการสร้างแบบวัด ประกอบด้วย

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัด โดยจุดมุ่งหมายของการวัดจะต้องมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับตัวชี้วัดในหลักสูตร โดยอาศัยการวิเคราะห์หลักสูตรที่จะช่วยให้เข้าใจและสามารถกำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดผู้เรียน เป็นแนวทางสู่การออกแบบการสร้างแบบวัด

1.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา ซึ่งได้จากจุดมุ่งหมายของการวัด

1.3 กำหนดตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกกรมและแผนผังการสร้างแบบวัด ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับจุดประสงค์ และลักษณะรูปแบบการสร้างแบบวัด

1.4 กำหนดลักษณะรูปแบบของแบบวัด โดยให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ที่มุ่งวัด ซึ่งการสร้างแบบวัดจะมีรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ แบบเขียนตอบสั้น หรือเลือกตอบ แต่ละรูปแบบจะมีคุณลักษณะที่ใช้วัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 2 การสร้างแบบวัด ประกอบด้วย

2.1 เขียนข้อคำถามในแบบวัด ดังต่อไปนี้

1) กำหนดลักษณะรูปแบบของแบบวัด ควรกำหนดลักษณะของแบบวัดที่สามารถใช้วัดสมรรถภาพตามตัวชี้วัด เลือกให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด สร้างข้อคำถามหลายๆ ข้อ แล้วรวมเป็นแบบวัดให้เป็นฉบับ หรือสร้างเป็นแบบวัดแบบคู่ขนานได้

2) ร่างแบบวัด เป็นการร่างตามลักษณะของแบบวัดให้ครอบคลุมทุกตัวชี้วัดและเนื้อหา ในปริมาณตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ โดยคำนึงถึงความยากของแบบวัดด้วย

3) ทบทวนการร่างแบบวัด เป็นการตรวจสอบแบบวัดแต่ละข้อวัด ให้วัดได้สอดคล้องกับตัวชี้วัด มีความครอบคลุมเนื้อหาสาระ และมีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้เข้าสอบ

4) ทำต้นร่างของแบบวัด โดยการเรียบเรียงข้อคำถามมารวมกันเป็นแบบวัด ที่พร้อมจะนำไปทดลองใช้

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพ โดยการนำแบบวัดไปทดลอง ดังนี้

3.1 พิจารณาความเหมาะสม โดยพิจารณาตามความถูกต้องตามหลักการตรวจสอบให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่จะวัด ความเป็นปรนัย ระดับของผู้เรียนกับเวลาโดยใช้แนวคิดพื้นฐานสำหรับตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด

3.2 การทดลองใช้แบบวัด โดยการนำแบบวัดทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย แล้วดำเนินการประเมินผล เพื่อนำผลที่มาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือได้ดังนี้ คุณภาพของแบบวัดรายข้อ ได้แก่ ความยากง่าย และอำนาจจำแนก และคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับ ได้แก่ ความตรง และความเที่ยง (รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2557, น. 11-13)

การสร้างแบบวัด มีดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับสร้างแบบวัด
2. กำหนดนิยามเชิงทฤษฎี และเชิงปฏิบัติการ
3. พิจารณาลักษณะของข้อคำถามให้เหมาะสม ว่าควรเป็นข้อคำถามปลายเปิดหรือคำถามปลายปิด ในกรณีข้อคำถามปลายปิด ลักษณะการตอบ ประกอบด้วย เลือกตอบ เรียงลำดับ เป็นต้น
4. นำข้อคำถามทั้งหมดไปทดลองใช้
5. ตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, น. 174 - 191)

การสร้างเครื่องมือจะต้องมีการวางแผนการสร้างเครื่องมือซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. รู้จุดมุ่งหมายของการวัด ก่อนที่จะสร้างเครื่องมือจะต้องรู้จุดมุ่งหมายว่าวัดเพื่ออะไร เพราะถ้าจุดมุ่งหมายของการวัดต่างกัน แนวของเครื่องมือก็แตกต่างกันด้วย เช่น

1.1 วัดเพื่อตัดสินผลการเรียนของนักเรียนว่าควรวัดได้หรือตก ควรจะได้ เกรดอะไร แนวของเครื่องมือควรจะออกตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร หรือตามตัวแทนของ พฤติกรรมต่างๆ ที่ต้องการวัด

1.2 วัดเพื่อจะดูว่านักเรียนมีความรู้พอที่จะผ่านบทเรียนนั้นๆ หรือไม่เครื่องมือก็ควรออกตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทนั้นๆ

1.3 วัดเพื่อคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนต่อ ลักษณะเครื่องมือก็ควรจะมีค่าอำนาจจำแนกสูง

2. วิเคราะห์หลักสูตร ได้แก่ การแยกแยะความมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาในหลักสูตร ว่ามีรายละเอียดปลีกย่อยอะไรบ้างการวิเคราะห์ความมุ่งหมาย คือ การเอาความมุ่งหมายใน หลักสูตรมาวิเคราะห์แยกแยะดูทีละข้อว่ามุ่งหมายอย่างนั้น ต้องการให้นักเรียนเรียนไปแล้วเกิดพฤติกรรมด้านใดและระดับใดบ้าง พฤติกรรมนั้น ๆ เด็กแสดงออกได้ด้วยวิธีไหน และจะมีวิธีวัดได้อย่างไร

3. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัดทางการศึกษา ก็คือ การกำหนดพฤติกรรมนั่นเอง ซึ่งตัวลักษณะเชิงพฤติกรรมเหล่านี้กำหนดได้จากจุดมุ่งหมายของ หลักสูตร โดยเฉพาะในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องกำหนดลักษณะออกมาให้ได้ว่า มีพฤติกรรมใดบ้าง วิธีที่จะกำหนดลักษณะสิ่งที่จะวัดจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือรายวิชา จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์หาลักษณะของสิ่งที่จะวัดออกมาให้ได้ ซึ่งต้องใช้วิธีการที่เรียกว่า การวิเคราะห์หลักสูตรหรือการวิเคราะห์รายวิชา

4. สร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมในแต่ละด้าน ทั้งด้านพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยเครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่ คือ แบบปรนัยหรืออัตนัย โดยพิจารณาจากเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ถ้าเป็นพฤติกรรมด้านจิตพิสัย วัดได้โดยการสังเกตหรือการให้รายงานตนเอง แบบสังเกต แบบตรวจสอบรายการ หรือแบบสอบถาม

5. ทดลองใช้หลังจากสร้างเครื่องมือแล้วควรมีการนำไปทดลองก่อนใช้จริง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือนั้น ๆ ว่ามีคุณภาพตามที่ต้องการหรือไม่

6. วิเคราะห์หาคุณภาพ คือการนำเอาผลการทดลองมาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือในด้านความเชื่อมั่น ความยากง่าย อำนาจจำแนก

7. นำไปใช้จริง จากการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ อาจพบว่ายังมีคุณภาพ ไม่ตรงตามที่ต้องการ หากสามารถปรับปรุงได้ ต้องทำการปรับปรุง และถ้ายังไม่แน่ใจว่าจะมี คุณภาพตามที่ต้องการหรือไม่ อาจต้องนำไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาวิเคราะห์หา

คุณภาพตามที่ต้องการแล้วจึงจะนำไปใช้จริงในโอกาสต่อไป (ฤตินันท์ สมุทร์ทัย, 2545, น. 99-110)

การสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบวัด มีรายละเอียดดังต่อนี้

1. ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกับวัตถุประสงค์ เนื้อหาในการสร้างแบบวัด นำมาวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ ประเมินตามแผนการจัดการเรียนรู้ในเรื่องใดบ้าง

3. สร้างแบบวัดโดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์

4. นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

5. ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับรูปแบบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และตรงตามตัวชี้วัด โดยวิธีของซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดนั้นวัดตรงกับรูปแบบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และตรงตามตัวชี้วัด

- ให้คะแนน 0 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดนั้นวัดตรงกับรูปแบบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และตรงตามตัวชี้วัด

- ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดนั้นวัดไม่ตรงกับรูปแบบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และตรงตามตัวชี้วัด

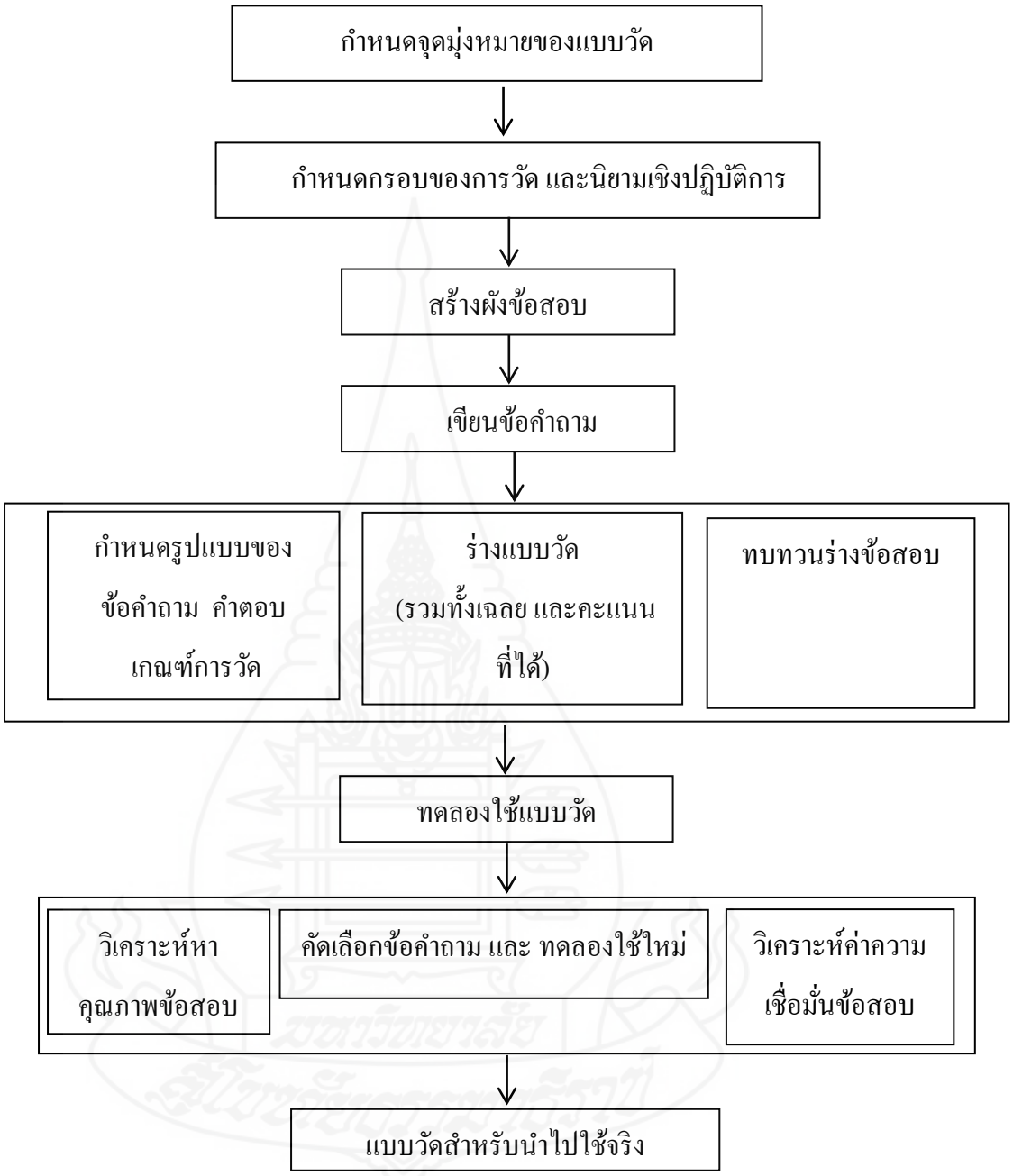
6. นำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นมาหาค่า IOC ของข้อสอบรายข้อ ดังนี้คือ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ทำการทดสอบหาความเชื่อมั่น

7. นำแบบวัดความสามารถไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง

8. นำแบบวัดที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาหาคุณภาพของแบบวัด หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วเลือกแบบวัดฯ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถทั้งฉบับอีกครั้ง

9. จัดพิมพ์แบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้จริง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, น. 87)

จากขั้นตอนการพัฒนาแบบวัด ฯ สรุปเป็นแผนผังได้ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัด

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, น. 87)

จากการศึกษากระบวนการสร้างแบบวัดที่กล่าวข้างต้นทั้งหมด สามารถสรุปการสร้างแบบวัดฯ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายหรือสิ่งที่ต้องการจะวัด
2. ศึกษาเรื่องที่จะวัดและให้นิยามสิ่งที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบวัด
4. สร้างแบบวัด
5. ทดลองใช้แบบวัดเพื่อตรวจสอบคุณภาพ
6. ปรับปรุงคุณภาพของแบบวัด
7. นำแบบวัดที่สมบูรณ์ไปใช้สำหรับวัด

3.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด

3.2.1 แนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด

การสร้างแบบวัด ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ซึ่งนักวิชาการหลายท่าน ได้เสนอวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ดังต่อไปนี้

การหาคุณภาพของแบบวัด จากการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น จำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ

1. คุณภาพของแบบวัดรายข้อ ใช้ดัชนีการหาคุณภาพของแยบบวัดเป็นรายข้อ ได้แก่ ความยาก และอำนาจจำแนก

2. คุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับ ใช้ดัชนีการหาคุณภาพของแบบวัดจากการเก็บข้อมูลทั้งฉบับ ได้แก่ ความตรง และความเชื่อมั่น

การหาคุณภาพแบบวัดเป็นรายข้อ มีวิธีการดังต่อไปนี้นี้

1. ความยาก หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนผู้ตอบแบบวัดถูกต่อจำนวนผู้ตอบแบบวัดข้อคำถามทั้งหมด โดยค่าของความยากนั้น อยู่ระหว่าง 0.00 - 1.00 ค่าความยากที่เข้าใกล้ 0 บ่งบอกว่าข้อคำถามนั้นยาก เพราะผู้ตอบแบบวัดไม่สามารถตอบคำถามนั้นได้ ถ้าหากค่าเข้าใกล้ 1 บ่งบอกว่าข้อคำถามนั้นง่าย เพราะผู้ตอบแบบวัดส่วนใหญ่สามารถคำถามนั้นได้ สรุปได้ว่า ข้อคำถามที่ดีนั้นควรมีค่าความยากระหว่าง 0.20 -0.80 ถือว่าเหมาะสม

2. อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถในการแยกเด็กเก่ง/เด็กรู้ และเด็กอ่อน/ เด็กที่ไม่รู้ของแบบวัด ค่าอำนาจจำแนกที่ดีควรมากกว่า 0.20

การหาคุณภาพแบบวัดทั้งฉบับ มีวิธีการดังต่อไปนี้นี้

1. ความตรง ในการวิเคราะห์หาความตรงของแบบวัดต้องพิจารณาก่อนว่าเป็นความตรงประเภทใด ดังต่อไปนี้

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา โดยการเสนอผู้เชี่ยวชาญให้วิเคราะห์ความเห็นว่าข้อ คำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าสอดคล้องหรือไม่ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ซึ่งกำหนดเกณฑ์ไว้ 3 ลักษณะ คือ สอดคล้อง (+1) ไม่แน่ใจ (0) และไม่สอดคล้อง (-1)

1) ความตรงเชิงโครงสร้าง โดยการเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ค่าดัชนี ความสอดคล้อง หรือใช้สถิติการวิเคราะห์เชิงองค์ประกอบ (Factor analysis) เพื่อวิเคราะห์การเกาะกลุ่มของข้อคำถามกับองค์ประกอบที่ระบุไว้ในทฤษฎี

2) ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ สามารถแบ่งเป็นความตรงเชิงสภาพและเชิงพยากรณ์ โดยการนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ถ้าเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นจากสภาพในปัจจุบันจะเป็นความตรงตามสภาพ และถ้าเกณฑ์ที่กำหนดนั้นมาจากสภาพในอนาคตก็จะเป็นความตรงเชิงพยากรณ์

2. ความเที่ยง สามารถวิเคราะห์ได้จากการหาความแปรผกผันของข้อมูลกับค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด กล่าวคือ แบบวัดที่มีความเที่ยงสูง จะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำหรือน้อย ซึ่งสามารถหาค่าได้หลายรูปแบบ ดังนี้

2.1 หาสัมประสิทธิ์ความคงที่ (Coefficient of stability) เป็นการหาค่าสหสัมพันธ์จากผลการวัดซ้ำกัน 2 ครั้งหรือเป็นการสอบวัดซ้ำ โดยต้องมีการเก็บข้อมูล 2 ครั้งในเวลาต่างกัน ด้วยแบบวัดเดิม

2.2 หาสัมประสิทธิ์เท่าเทียมกัน (Coefficient of Equivalent) เป็นการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างของผลการวัดจากแบบวัด 2 ฉบับในเวลาต่างกันเล็กน้อยหรือเป็นการเก็บข้อมูล 2 ชุดที่ลักษณะคล้ายกันแบบขนาน

2.3 หาสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอภายในแบบวัด (Coefficient of internal consistency) เป็นการหาค่าของข้อคำถามแต่ละข้อในแบบวัดฉบับบเดียวกันมีความสัมพันธ์กับข้ออื่นๆ ในฉบับเดียวกันหรือไม่ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

การประมาณค่าแบบอิงกลุ่ม ได้แก่

1) วิธีการสอบวัดแบบแบ่งครึ่ง (Split half)

2) วิธี KR-20 และ KR-21 ของคูเดอร์-ริชาร์ด (Kuder-Richadson)

3) วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient)

4) วิธีหาความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's Analysis of Variance)

การประมาณค่าแบบอิงเกณฑ์ ในการประเมินแบบอิงเกณฑ์ความเที่ยงจะมีนิยามเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากใช้เกณฑ์ในการวัดต่างกัน ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่

วิธีของสวามินทาน แฮมเบิลตัน และอัลจิมา คาร์เวอร์ ลิฟวิงตัน และโลเวอร์ เป็นต้น (บุญศรี พรหมมาพันธุ์และคณะ, 2545, น. 34-36)

3.2.2 วิธีการหาคุณภาพแบบวัด

1) ความตรง

ความตรง (validity) หมายถึง ความสามารถของแบบวัดในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด โดยต้องกำหนดเป้าหมายของการสร้างแบบวัดตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งความตรงของแบบวัดสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) เป็นการหาคุณภาพของแบบวัดที่วัดได้ครอบคลุมขอบเขตและตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นซึ่งพิจารณา ประเด็นความเหมาะสมของเนื้อหา และความเป็นตัวแทนของเนื้อหาและคุณลักษณะเหมาะสมกับการวัด ในการตรวจสอบนี้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบใน 2 ประเด็นหลัก คือ ข้อคำถามที่เป็นตัวแทนในแบบวัด และข้อคำถามวัดได้ตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วิธีการตรวจสอบความตรง

สามารถวิเคราะห์ในเชิงปฏิบัติ ได้ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 217-229)

1) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อคำถามของแบบวัดให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องกัน โดยใช้แบบสำรวจให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งไม่น้อยกว่า 3 คน พิจารณา แล้วลงความคิดเห็น นำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาประมวลเพื่อสรุป

หลักเกณฑ์การลงความคิดเห็นมี ดังนี้ (รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน, 2554, น. 47)

ให้ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด

ให้ 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องหรือไม่

ให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด

2) ในการประมวลผลจากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ สามารถคำนวณจากสูตรนี้ สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

R แทน ค่าเฉลี่ยจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับวัตถุประสงค์ให้ค่าเป็น +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับวัตถุประสงค์ให้ค่าเป็น 0

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ให้ค่าเป็น -1

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่นำมาพิจารณา

3) การเลือกข้อคำถามที่มีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ ข้อคำถามใดมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึง .50 ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ต้องปรับปรุง

2. ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถแสดงได้ว่าวัดคุณลักษณะที่ต้องการตามแนวคิดเชิงทฤษฎี เป็นการตรวจสอบเชิงเหตุผลโดยใช้หลักฐานที่ตรงตามทฤษฎี โดยดูความสอดคล้องขององค์ประกอบตามขอบเขตเนื้อหาที่ต้องการวัดกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด และการตรวจสอบเชิงประจักษ์โดยการดูความสอดคล้องของคุณลักษณะผู้ตอบแบบวัดกับสิ่งที่วัดในจากแบบวัดนั้น

วิธีตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง

1) การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยดูสอดคล้องของนิยามตามแนวคิดทฤษฎีและลักษณะที่มุ่งวัด ผังของการสร้างแบบวัด และคุณภาพของแบบวัด

2) ตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือมาตรฐาน (inter-test method) เป็นการหาความสัมพันธ์ของการวัดคุณลักษณะเดียวกันแต่ใช้เครื่องมือต่างกัน โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างจากการวัดด้วยเครื่องมือมาตรฐานที่มีการตรวจสอบคุณภาพแล้ว กับคะแนนจากการวัดด้วยแบบวัดที่สร้างขึ้น

3) ตรวจสอบวัดเทียบกับกลุ่มรู้จัก (Known-group Method) วิธีนี้เป็นการนำคะแนนที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบคะแนนที่ของกลุ่มที่ทราบผลแล้วว่าผ่านตามเกณฑ์คุณลักษณะที่วัดก่อน

4) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นวิธีทางสถิติในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีองค์ประกอบร่วมกันหรือไม่ และองค์ประกอบร่วมของตัวแปรกับข้อคำถามแต่ละข้อ มีความสัมพันธ์กันตามแนวคิดทฤษฎีในการสร้างแบบวัดนั้นหรือไม่

5) การใช้พหุวิธี พหุลักษณะ (Multitrait-multimethod Technique) เป็นการตรวจสอบแบบวัดให้มีความตรงตามทฤษฎี โดยดูความสอดคล้องของผลการวัดด้วยเครื่องมืออื่นที่แตกต่างกัน และในขณะเดียวกันจะดูผลการวัดที่ไม่มีความตรงตามทฤษฎีด้วย

3. ความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity เป็นการพิจารณาโดยการนำผลวิจัยมาตรฐานเทียบกับผลที่ได้จากการสอบกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งถ้ามีความสัมพันธ์กันสูงถือว่าแบบวัดที่นั้นมีความตรงตามสภาพ

4. ความตรงพยากรณ์ (Predictive Validity) เป็นการวัดเพื่อทำนายสิ่งจะเกิดในอนาคต โดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากมาตรฐานการวัดกับคะแนนที่วัดได้

ซึ่งการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความตรงเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

2) ความยาก (Difficulty)

ความยาก (Difficulty) หมายถึง ระดับความยากของข้อคำถามในแบบวัด ในการหาค่าความยากเป็นการวัดด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ของนักเรียน เช่น แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความถนัด เป็นต้น ซึ่งต้องมีคุณภาพทางด้านความยาก (p) พอเหมาะ กล่าวคือ นักเรียนเก่งหรือผู้ที่สอบผ่าน ต้องตอบข้อคำถามข้อนั้นได้ถูกต้อง และนักเรียนอ่อนหรือผู้ที่สอบไม่ผ่าน ต้องตอบข้อนั้นผิด ค่าความยากที่เหมาะสมควรมีค่าอยู่ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ถ้ามีค่า (p) ต่ำกว่า 0.20 แสดงว่าข้อคำถามนั้นยาก แต่ถ้าค่า (p) มากกว่า 0.80 แสดงว่าข้อคำถามนั้นง่ายเกินไป ดังนั้นในการสร้างแบบวัดให้มีคุณภาพ จึงจำเป็นต้องมีหาค่าความยาก โดยเลือกข้อคำถามที่มีความยากเหมาะสม เพื่อที่สามารถนำแบบวัดไปใช้ในการวัดได้อย่างมีคุณภาพ (กิตติพร ญญาภิญโญผล, 2551, น. 175)

ค่าความยากของแบบวัดแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกกับจำนวนนักเรียนทั้งหมดโดยกล่าวว่า ค่าความยากของแบบวัดอิงเกณฑ์เป็นแบบวัดที่ต้องเน้นความสามารถ ในการวัดตามวัตถุประสงค์นั้นอย่างแท้จริง ถึงแม้จะเป็นแบบวัดที่ง่ายหรือยากก็ไม่ถือว่าเป็นแบบวัดที่ไม่ดี ค่าความยากจึงไม่สามารถนำมาชี้คุณภาพและไม่สามารถนำมาเป็นเกณฑ์สำคัญในการคัดแบบวัด แต่สิ่งสำคัญคือค่าอำนาจจำแนก (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 212)

ความยากของแบบวัด จะใช้สูตร การหาค่าความยากของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (สมนึก ภัททิพยธนี, 2553, น. 212) ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

เกณฑ์การแปลค่าความยากของแบบวัด (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 185)

ค่าความยาก (p)	การแปลผล
0.00 – 0.19	ข้อคำถามยากมาก
0.20 – 0.39	ข้อคำถามค่อนข้างยาก (ดี)
0.40 – 0.59	ข้อคำถามยากปานกลาง (ดีมาก)
0.60 – 0.80	ข้อคำถามยากค่อนข้างง่าย (ดี)
0.81 – 1.00	ข้อคำถามง่ายมาก

จากเกณฑ์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ถ้าค่าความยากที่ได้มีค่าระหว่าง 0.81 – 1.00 เป็นแบบวัดที่ง่ายมาก สมควรตัดทิ้ง ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.61 - 0.80 เป็นแบบวัดที่ค่อนข้างง่าย (ดี) ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง0.41 - 0.60 มีค่าความยากระดับปานกลางหรือพอเหมาะ (ดีมาก) ถ้าค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.40 เป็นแบบวัดที่ค่อนข้างยาก (ดี) และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.20 เป็นแบบวัดที่ยากมาก สมควรตัดทิ้ง

จากการข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ความยาก คือ คุณภาพของแบบวัดที่สามารถบ่งบอกว่าแบบวัดฉบับนั้นมีความยากของเนื้อหาพอเหมาะกับคุณลักษณะของผู้ตอบหรือไม่ ผู้ตอบส่วนใหญ่ตอบถูกหรือตอบผิดมากน้อยอย่างไร โดยค่าความยากที่พอเหมาะคือ 0.20 - 0.80 ถ้ามีต่ำกว่า 0.20 แสดงว่าข้อคำถามนั้นยากเกินไป แต่ถ้าสูงกว่า 0.80 ถือว่าง่ายเกินไป แต่อย่างไรก็ตามค่าความยากนั้น ไม่ได้รับรองไปถึงคนตอบข้อคำถามนั้นถูกจะเป็นคนเก่งหรืออ่อนได้แต่อย่างใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินหาค่าความยากของแบบวัด โดยใช้สูตรแบบองเกณฑ์ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 212)

3) อำนาจจำแนก (Discrimination)

อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถในการแยกนักเรียนได้ระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่งกับนักเรียนกลุ่มอ่อน หรือจำแนกระหว่างกลุ่มที่มีเจตคติสูงกับต่ำได้ของแบบวัด ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าอยู่ระหว่าง +1.00 ถึง -1.00 ถ้าค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามใดมีค่าเข้าใกล้ +1 จัดว่า มีอำนาจจำแนกสูง ถ้าค่าที่ได้เข้าใกล้ 0 จัดว่ามีอำนาจจำแนกต่ำ ควรตัดข้อคำถามนั้นทิ้งไปหรือควรปรับปรุง และค่าที่ได้นั้นเข้าใกล้ -1 จัดว่ามีอำนาจจำแนกกลับทิศทางไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ โดยการเลือกข้อคำถามนั้นควรเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (กิตติพร ปัญญาภิญโญผล, 2551, น. 170)

อำนาจจำแนก คือ ความสามารถของข้อคำถามหรือเครื่องมือในการแยกคนเก่ง-ไม่เก่ง คนที่เห็นด้วย-ไม่เห็นด้วย คนที่มีความรู้-ไม่มีความรู้ออกจากกัน นั่นคือ หากข้อ

คำถามใดมีอำนาจำแนกสูง ผู้รู้ในเรื่องนั้นหรือผู้ที่ได้คะแนนรวมในเรื่องนั้นสูงๆ ควรจะตอบถูกหรือได้คะแนนสูง ในข้อนั้นด้วย ทำนองเดียวกัน ผู้ไม่รู้ในเรื่องนั้นหรือผู้ที่ได้คะแนนรวมในเรื่องนั้นต่ำก็ควรจะตอบผิดหรือได้คะแนนต่ำในข้อนั้นด้วย (เกียรติสุดา ศรีสุข, 2552, น. 34)

การหาค่าอำนาจจำแนกมีอยู่หลายวิธี วิธีที่ง่ายที่สุด คือ การหาค่าเทียบสัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อของนักเรียนกลุ่ม 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนเก่งกับกลุ่มนักเรียนมอ่อน ว่าแตกต่างกันในลักษณะใด โดยใช้กับข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน มีวิธีการดังนี้ คือ นำเครื่องมือไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน แล้วนำคะแนนมาเรียงลำดับจากมากกว่าไปหาคะแนนที่น้อยกว่า แล้วแบ่งกลุ่มผู้สอบออกเป็นสองกลุ่มเท่าๆ กัน คือ กลุ่มสูง (H) และกลุ่มต่ำ (L) นับจำนวนผู้สอบที่ตอบคำถามในแต่ละข้อถูกต้องในแต่ละกลุ่มแล้ว แทนค่าในสูตร (มลิวัลย์ ผิวคราม, 2560)

สูตร $$r = \frac{R_H - R_L}{n}$$

เมื่อกำหนดให้ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน ผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน ผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

อำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถาม คุณสมบัติอันนี้ของแบบวัดแทนด้วยค่า r ซึ่ง มาจากสหสัมพันธ์ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Biserial Correlation เขียนย่อว่า rbis หรือ r คุณลักษณะของค่าอำนาจจำแนก มีดังนี้ (ฤตินันท์ สมุทร์ทัย, 2545, น. 172)

1. ค่า r หรืออำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ + 1.00 ถึง – 1.00

2. ข้อคำถามข้อใดที่นักเรียนกลุ่มเก่งทำถูกหมด กลุ่มอ่อนทำผิดหมด r ค่าเท่ากับ + 1.00 ซึ่งจัดเป็นแบบวัดที่ดีเยี่ยมที่ต้องการอย่างยิ่ง

3. ข้อคำถามข้อใดที่นักเรียนกลุ่มเก่งทำผิดหมด กลุ่มอ่อนทำถูกหมด r มีค่าเท่ากับ - 1.00 แสดงแบบวัดนี้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ เพราะเป็นแบบวัดที่ลวงนักเรียนเก่ง ซึ่งผิดจุดประสงค์ เนื่องจากนักเรียนเก่งจะทำข้อสอบได้นักเรียนอ่อนจะทำข้อสอบไม่ได้

4. ข้อคำถามใดที่นักเรียนกลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อนทำถูกได้เท่าๆ กัน ค่า r มีค่าเท่ากับ 0.00 แสดงว่าไม่สามารถจะแยกนักเรียนเก่งและอ่อนออกจากกันได้ เพราะนักเรียนเก่ง และนักเรียนอ่อนทำถูกเท่าๆ กัน

5. เกณฑ์ของค่า r ที่ใช้ได้ควรมีค่ามากกว่า 0.20 ยิ่งใกล้ + 1.00 ยิ่งเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกมาก

เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัด มีดังต่อไปนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 151-152)

ค่าอำนาจจำแนก (r)	**การแปลผล**
-1.00 – 0.09	ค่าอำนาจจำแนกต่ำมาก
0.10 – 0.19	ค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ
0.20 – 0.39	ค่าอำนาจจำแนกปานกลาง (ใช้ได้)
0.40 – 0.59	มีค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
0.60 –1.00	ค่าอำนาจจำแนกสูง

จากข้อมูลกล่าวได้ว่า อำนาจจำแนก คือ การบ่งชี้สมรรถภาพของแบบวัดในการจำแนกนักเรียนกลุ่มเก่งหรือผู้รู้ และกลุ่มอ่อนหรือผู้ไม่รู้ ถ้าสามารถแยกได้แสดงว่าข้อคำถามดังกล่าวมีอำนาจจำแนกนั่นเอง อำนาจจำแนกที่ดีควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์โดยใช้สูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของมลิวัลย์ ผิวคราม (2560)

4) ความเที่ยง

ความเที่ยง (Reliability) เป็นการนำแบบวัดไปวัดซ้ำกี่ครั้งก็ตาม ผลที่ได้คงที่เสมอ การหาเที่ยงมีหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การวัด คุณลักษณะของแบบวัด และลักษณะของข้อมูล การหาค่าความเที่ยงมีความแตกต่างกันไปตามหลักวิธีการต่างๆ ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553 , น. 222 - 225)

1. การสอบวัดซ้ำ (Test – Retest Method) เป็นการนำแบบวัดชุดเดียวกันไปสอบวัดกับกลตัวอย่างเดียวกัน 2 รอบ (แบบวัดชุดเดียวกัน สอบวัดกับกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน 2 ครั้ง) การหาค่าความเที่ยงนี้ทำโดยนำคะแนนจากการตรวจแบบวัดทั้ง 2 ครั้ง หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือเรียกว่า สัมประสิทธิ์ของค่าคงที่ (Coefficient of Stability) นั่นเอง

2. การวัดด้วยแบบวัดคู่ขนาน (Parallel Forms Method) โดยการนำแบบวัด 2 ชุดที่สร้างขึ้นที่มีลักษณะคล้ายกันเป็นลักษณะที่ขนานกัน ได้แก่ วัดเนื้อหาเดียวกันที่มีข้อคำถามจำนวนเท่ากัน นำไปสอบวัดกับตัวอย่างกลุ่มเดียวเพียงครั้งเดียว (แบบวัด 2 ชุด ทดสอบวัดกับตัวอย่างกลุ่มเดียวเพียงครั้งเดียว)

3. การแบ่งครึ่งแบบวัด (Split – Half Method) เป็นการนำแบบวัด ไปทดสอบวัดกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว แต่นำผลสอบมาแบ่งครึ่ง จะทำให้ได้คะแนน 2 ชุด การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะได้ค่าความเที่ยงครึ่งฉบับ แล้วจึงปรับขยายค่าสหสัมพันธ์เป็นทั้งฉบับ

4. วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Ricchardson Method) เป็นการหาค่าความสัมพันธ์โดยใช้แบบวัดเพียงฉบับเดียวและสอบวัดเพียงครั้งเดียว โดยการนำผลสอบมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน ซึ่งต้องเป็นแบบวัดประเภทที่ให้คะแนนแบบ 0,1 (ตอบถูกได้ 1, ตอบผิดได้ 0) แบ่งเป็น 2 ประภท ได้แก่ KR-20 และ KR-21

4.1 สูตร KR-20 ทำได้โดยหาสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกและนักเรียนที่ตอบผิด กับจำนวนข้อคำถามทั้งหมด ในแบบวัดนั้นต้องมีข้อคำถามอย่างน้อย 20 ข้อ และข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องวัดคุณลักษณะเดียวร่วมกัน เป็นเอกพันธ์ (Homogeneity)

4.2 สูตร KR-21 ทำได้โดยหาค่าความเที่ยงที่ต้องทราบค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน ของคะแนนทั้งชุด

5. สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาร์ค (Cronbach) มาจากการดัดแปลงสูตรของ KR-20 ใช้ในกรณีที่แบบวัดละข้อคำถามมีคะแนนไม่เท่ากัน (แบบวัดต้องไม่ใช่ประเภทคะแนน (0,1)

การแปลความหมายของค่าความเที่ยง มีเกณฑ์ดังต่อปนี้นี้ (เกียรติสุดา ศรีสุข, 2552, น. 34)

ค่าความเที่ยง	**ความหมาย**
0.71 – 1.00	มีความเที่ยงสูง
0.41 – 0.70	มีความเที่ยงปานกลาง
0.21 – 0.40	มีความเที่ยงน้อย
0.00 – 0.20	มีความเที่ยงน้อยมากหรือไม่มีเลย

การตรวจสอบความเที่ยง (reliability) คิอ ความคงเส้นคงวาของผลการวัด ไม่ว่าจะทำการวัดเมื่อใดก็ตาม สามารถตรวจสอบได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีสอบซ้ำ วิธีใช้ฟอร์มที่สมมูลกัน วิธีแบ่งครึ่ง วิธีของคูเดอร์ และริชาร์ดสัน และวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ในการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของผู้วิจัยในครั้งนี้จะนำเสนอเฉพาะวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) เป็นการหาความเที่ยงที่คูเดอร์และริชาร์ดสันได้เสนอไว้คือ สูตร คือ KR-20 และ KR-21 ใช้กับแบบทดสอบที่มีการให้คะแนนแบบ 0 กับ 1 คือ ตอบถูกให้ 1 ตอบผิดให้ 0 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2554, น. 47)

1. นำแบบวัดไปสอบกับตัวอย่างกลุ่มหนึ่งโดยแบบวัดเป็นแบบวัดที่มีการตรวจให้คะแนน 2 ค่า คือ 1 กับ 0

2. ตรวจแบบวัดและให้คะแนนการวัด 2 แบบ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

3. คำนวณหาสัดส่วนของผู้ตอบถูกแต่ละข้อและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมของผู้สอบ

สูตร $$KR-20=\left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1-\frac{\sum p(1-p)}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ KR-20 คือ ค่าความเที่ยง

K คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบแบบวัดถูก

S^2_x คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ในการหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตร KR-21 มีขั้นตอนเหมือนกับการหาความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 แต่ต่างกันคือ ไม่ต้องคำนวณค่าความยากของข้อสอบรายข้อ แต่ต้องคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้สอบได้แทน โดยสูตรการคำนวณเป็นดังนี้

สูตร $$KR-21=\left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1-\frac{\overline{X}(k-\overline{X})}{kS_x^2}\right]$$

เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงที่ได้จากสูตร KR-20 และ KR-21 จะพบว่าไม่เท่ากัน ค่าความเที่ยงจากสูตร KR-21 จะต่ำกว่าค่าความเที่ยง KR-20 และค่าความเที่ยงจากสูตร KR-20 และ KR-21 จะเท่ากันก็ต่อเมื่อค่าความยากของแบบวัดทุกข้อเท่ากับ 0.5 เพราะฉะนั้น การเลือกหาคุณภาพแบบวัดในการหาค่าความเที่ยงจึงใช้สูตร KR-20

จากข้อมูลการหาค่าความเที่ยงนั้น ทำให้การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการหาค่าความเที่ยงของแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยการใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน เนื่องจากแบบวัดนี้มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละข้อคำถามเป็นประเภทตอบถูกแล้วได้ 1 ถ้าตอบผิดแล้วได้ 0 คะแนน สอดคล้องกับคุณลักษณะของการใช้สูตร KR-20 นี้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยมีการศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มีนักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2537) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้าการอบรม หรือจากการสั่งสมประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมที่เป็นผลมาจากการฝึกฝน

อารีย์ วชิรวราการ (2542) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน รวมไปถึงความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรม

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ให้มีความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดจากการไม่เคยกระทำได้หรือทำได้น้อย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตเห็นได้

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนักวิชาการและนักการศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากความสามารถในการเรียนรู้ การฝึกฝน หรือจากประสบการณ์ต่างทั้งในและนอกห้องเรียน

4.2 แนวทางในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Thurber and Collette (1964) ได้จัดกลุ่มแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1. การเรียนรู้สามารถวัดได้โดยใช้แบบสอบ ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวรวมถึง การให้ความหมาย การแสดงหลักการ การประยุกต์ความรู้ และการแก้ปัญหา การเรียนรู้ยากที่จะวัดถึงความเข้าใจในสถานการณ์ที่ซับซ้อน และความเข้าใจนี้ไม่ใช่เป็นการนำคำพูดหรือเนื้อหาที่อยู่ในหนังสือ การประเมินค่าและเจตคติมาอธิบายเท่านั้น

2. ทักษะสามารถวัดได้จากการแสดงออก ทักษะในที่นี้หมายรวมถึง ทักษะการอ่าน ทักษะที่ใช้ร่วมกับทักษะความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะที่ใช้ร่วมกับทักษะการอ่านหนังสือ ทักษะทางเครื่องมือและอุปกรณ์ การวัดทักษะที่ค่อนข้างยุ่งยาก คือทักษะในการแก้ปัญหา

3. การปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ สามารถตรวจสอบได้ โดยการประเมินจากภาระงานที่ส่ง เช่น รายงานการทดลอง แบบฝึกหัดทางวิทยาศาสตร์ และแบบฝึกหัดต่างๆ เป็นต้น

4. มุมมองที่มีต่องานที่มาจากการมอบหมาย โดยรายงานและโครงงานของนักเรียนที่มีครูเป็นผู้ควบคุม สามารถประเมินได้ในรูปแบบผลงานที่สำเร็จ และในรูปแบบของกระบวนการทำงาน ซึ่งเป็นการยากในการตัดสินคุณค่าของผลงานที่มีต่อนักเรียน

5. ผลสรุปที่ชัดเจนที่ได้จากการทำงาน ผลงานที่เกิดขึ้นจากการวิจัยและโครงงานสามารถประเมินได้ ซึ่งไม่รวมถึงการทำงานในกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน ผลสรุปดังกล่าวจะเกิดประโยชน์ต่อนักเรียนซึ่งครูไม่สามารถประเมินได้

Klopfer, L.E. (1971) เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยวัดจากพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ได้แก่

1. พฤติกรรมด้านความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and comprehension) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มาจากการศึกษาค้นคว้าด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ ความรู้เกี่ยวกับการแบ่งประเภทโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คำศัพท์วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี พฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจ ซึ่งเป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำคือ นักเรียนสามารถนำความรู้กลับมาตอบคำถามได้ และสามารถแสดงถึงความเข้าใจผ่านการนำความรู้มาใช้ในบริบทใหม่

2 พฤติกรรมด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Processess of scientific inquiry) หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกตและการวัด การตั้งปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา การแปลความหมายข้อมูลและการสร้างหลักการทางวิทยาศาสตร์ และ การสร้าง การทดสอบและทบทวนทฤษฎี

3. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and methods) หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ (1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องในสาขาวิทยาศาสตร์ ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน (2) แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ 2 สาขาวิทยาศาสตร์ขึ้นไป (3) แก้ปัญหาอื่นที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้นหมายความถึงเรื่องเทคโนโลยี

4. พฤติกรรมด้านทักษะการปฏิบัติ (Manual skills) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการแสดงทักษะการลงมือปฏิบัติในการทดลอง โดยสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ

ได้แก่ ทักษะการใช้อุปกรณ์ในการทดลอง และเทคนิคการปฏิบัติการทดลองด้วยความระมัดระวังและปลอดภัย

5. พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ (Attitudes and interests) หมายถึง พฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความรู้สึกทางจิตใจ และความสนใจในด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

6. พฤติกรรมด้านการกำหนดเป้าหมาย (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการตระหนักถึงคุณค่า ความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) ได้ระบุถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่าจะต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นหลัก โดยหากพิจารณาวัตถุประสงค์ตามการแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูมแล้ว จะแบ่งได้เป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนานักเรียนด้านปัญญาโดยเรียงลำดับดังนี้คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัยนั้น หากแบ่งพฤติกรรมบ่งชี้ตามหลักของ Klopfer แบ่งได้เป็น 4 พฤติกรรมดังนี้

1.1 พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ เป็นพฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนสามารถจดจำสิ่งต่างๆ ที่ได้รับรู้จากการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความจริง (fact) ความรู้เกี่ยวกับมโนมติหรือมโนทัศน์ (concept) ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ (principle and law) ข้อตกลง (assumption) ลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ศัพท์วิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

1.2 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ ได้แก่ ความเข้าใจข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และทฤษฎีต่างๆ นั่นคือ การบรรยายในรูปแบบที่ต่างจากที่เรียนมา และความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง มโนทัศน์ คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎี ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์อื่นได้

1.3 พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ ทฤษฎี กฎ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งการแก้ปัญหามี 3 แบบคือ (1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของสถาบันวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน (2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป และ (3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือเรื่องของวิทยาศาสตร์อันได้แก่เรื่องของเทคโนโลยี

สำหรับแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ แบบสอบปรนัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1.1 แบบถูก-ผิด (true-false) เป็นแบบวัดที่ให้นักเรียนเลือกว่า ข้อความที่กำหนดให้ถูกต้องหรือผิด ซึ่งไม่นิยมใช้ เพราะนักเรียนเลือกได้เพียง 2 ตัวเลือกเท่านั้น ซึ่งนักเรียนมีโอกาสเดาถูกได้ง่าย อีกทั้งยากแก่การปรับปรุงแบบสอบ และการถามวัดสมรรถภาพทางสมองไม่ลึกซึ้งตามที่หลักสูตรต้องการ

1.2 แบบจับคู่ (matching) เป็นแบบวัดที่มีข้อความ 2 ตอน โดยให้นักเรียนจับคู่ข้อความที่มีความสัมพันธ์กัน อย่างไรก็ตาม แบบวัดนี้จะต้องพิจารณาเรื่องของตัวคำถามและคำตอบที่จะต้องกระทัดรัด เรื่องที่นำมาถามควรเป็นเรื่องเดียวกัน ตัวที่ใช้คู่คำตอบจะต้องมากกว่าตัวคำถาม 2-3 ตัว เป็นต้น

1.3 แบบเติมคำหรือเติมข้อความให้สมบูรณ์ (completion type) แบบวัดนี้จะเว้นข้อความที่สำคัญของประโยคให้ผู้ตอบเติมคำ ซึ่งมีข้อควรระวังคือ ข้อเดียวควรเติมได้แห่งเดียว คำที่ให้เติมควรอยู่ท้ายประโยค เว้นที่ว่างพอที่จะเขียนคำตอบ และหลบเลี่ยงคำที่แนะคำตอบ

1.4 แบบเลือกตอบ (multiple choice) เป็นแบบวัดที่มีตัวเลือกคำตอบ 4-5 ตัว โดยมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แบบวัดนี้เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถออกสอบวัดได้ครอบคลุมหลักสูตร และสามารถนำมาหาค่าความเชื่อมั่น ความยากง่าย ความเที่ยงตรง เพื่อปรับปรุงแบบวัดให้ดียิ่งขึ้นต่อไปได้

2. ด้านทักษะพิสัย (psychomotor domain) เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนานักเรียนด้านทักษะ ซึ่งได้แก่ ความชำนาญในการปฏิบัติและการดำเนินงาน

3. ด้านจิตพิสัย (affective domain) เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนานักเรียนด้านความสนใจ เจตคติ ความรู้สึกตัว ความซาบซึ้ง การปรับตัว เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) จำแนกการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความคิด ด้านกระบวนการเรียนรู้ และด้านเจตคติ ซึ่งการประเมินด้านความรู้ความคิดนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำ ได้แก่ รู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลสารสนเทศ

2. ความเข้าใจ ได้แก่ มีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้

3. การนำไปใช้ ได้แก่ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

4. การวิเคราะห์ ได้แก่ แยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนให้เข้าใจได้ง่าย

5. การสังเคราะห์ ได้แก่ รวบรวมข้อมูลและข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

6. การประเมินได้แก่ การตัดสินจากการทดสอบด้วยข้อสอบ ซึ่งไม่สามารถวัดระดับการวิคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าได้มากเพียงพอที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดระดับสูง

กระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ได้ระบุว่าตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษามีอยู่ 2 ตัวชี้วัด ดังนี้

1. การทดสอบมาตรฐานระดับชาติ จากผลการทดสอบระดับชาติ O-NET, GAT/PAT

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนานาชาติ

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ ที่เน้นด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์จากโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment)

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ ที่เน้นด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์จากโครงการ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวัดพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ทำโดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยเท่านั้น มุ่งเน้นการวัดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยใช้แบบวัดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่สามารถวัดได้ครอบคลุมตัวชี้วัดในหลักสูตร

5. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

5.1 ความหมายของสหสัมพันธ์

สหสัมพันธ์ (Correlation) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (หรือข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป) ซึ่งจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปร การแปลผลของข้อมูลจะแสดงในรูปของความสัมพันธ์ของการแปรผันร่วมกันของข้อมูล ซึ่งไม่ได้แปลว่าตัวแปรหนึ่งเป็นเหตุและอีกตัวแปรหนึ่งเป็นผล

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ นิยมใช้สัญลักษณ์ (r) มีการใช้ตัวเลขบอกระดับหรือขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังนั้นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ระดับสูงจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เข้าใกล้ -1 หรือ 1 แต่ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันในระดับน้อยหรือไม่มีเลย จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 0 สำหรับเกณฑ์การแปลความหมายค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์โดยทั่วไปเป็นดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2560, น. 144)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	**ความหมาย**
0.81 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.61 - 0.80	มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างสูง
0.41 - 0.60	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.21 - 0.40	มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างต่ำ
0.00 - 0.20	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

5.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์นั้นมีหลายวิธีโดยขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลหรือตัวแปร ได้แก่ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ฟี สัมประสิทธิ์สหสัมพนัธ์สเปียร์แมน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เป็นต้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เนื่องจากมีความเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่สุด

การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ความสัมพันธ์กันของตัวแปรนั้นมีรูปแบบต่างๆ ดังนี้ คือ ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแนวโน้มเป็นเส้นตรง ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแนวโน้มเป็นเส้นโค้งพาราโบลา หรือแบบอื่นๆ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแนวโน้มเป็นเส้นตรง

ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแนวโน้มเป็นเส้นตรง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ความสัมพันธ์เชิงบวก (positive Correlation) เป็นความสัมพันธ์ ที่เรียกว่าแปรผัน ตามกัน กล่าวคือ ถ้า X มีค่ามากขึ้น ค่าของ Y ก็จะมีแนวโน้ม มากขึ้นด้วยแต่ถ้า X มีค่าน้อยลงค่าของ Y ก็จะมีแนวโน้มน้อยลงด้วย

2. ความสัมพันธ์เชิงลบ (negative Correlation) เป็นความสัมพันธ์ ที่เรียกว่า แปรผันกลับกัน หรือแปรผกผัน กล่าวคือ ถ้า X มีค่ามากขึ้น ค่าของ Y ก็จะมีแนวโน้มลดลง แต่ถ้า X มีค่าน้อยลงค่าของ Y ก็จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย (ยุทธ ไกยวรรณ์, 2549)

การวิเคราะห์โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) สามารถวิเคราะห์โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับ y

N แทน จำนวนคู่ของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด X

$\sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน XY

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างแบบวัด ฯ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้เลือกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร หรือข้อมูล 2 ชุดที่มีความเป็นอิสระต่อกัน โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (โปรแกรม SPSS)

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี และวัชราภรณ์ แก้วดี (2556) ศึกษาผลของการใช้ขั้นการเรียนรู้อนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สพม. เขต 2 พบว่านักเรียนที่นักเรียนเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนัญธิดา สุริโย (2562) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการ

ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบสมมตินัยสูงที่สุด ร้อยละ 87.5 รองลงมาคือ แบบนิรนัย คิดเป็นร้อยละ 75.78 แบบอธิบาย คิดเป็นร้อยละ 71.09 และแบบอุปนัย คิดเป็นร้อยละ 71.09 ตามลำดับ

นภษร จุ้ยอินทร์ และ สุทธิกัญจน์ ทิพยเกสร (2559) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโออี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโออี ประชากร คือ นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยสารพัดช่างลำปาง อำภอเมือง จังหวัดลำปาง ปีการศึกษา 2/2558 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบพีโออีมีคะแนนเฉลี่ยด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าก่อนเรียน

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และสูงกว่ากลุ่มควบคุมโดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภคพร อิสระ (2558) ศึกษาเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศรัณย์ อัมระนันท์ และคณะ (2558) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ในการประเมินความรู้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ การอธิบายตามหลักการวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ และการลงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก 12 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านอยู่ระหว่าง 0.8- 1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.65 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.52 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

พิชุลาวัณย์ ศุภอุทุมพร (2559) ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2561) ได้ศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน จะได้คะแนนเฉลี่ยในด้านความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนแตกต่างกันเช่นกัน โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางและต่ำ แต่นักเรียนที่ระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำได้คะแนนที่ไม่แตกต่างกัน

นลินี สอนชา (2560) ศึกษาเรื่องความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 ในวิชาชีววิทยา มีเป้าหมายเพื่อค้นหาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและแบบอุปนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อนมากที่สุด (71.43%) รองลงมาคือด้านการสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน ซึ่งเท่ากับด้านการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (57.14%) อย่างไรก็ดีพบว่านักเรียนจำนวนมากขาดความสามารถในด้านการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ (66.67%) ผลการวิจัยนี้สะท้อนว่านักเรียนไทยมีแนวโน้มของการใช้อารมณ์ความรู้สึกมากกว่าการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการลงข้อสรุปในสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เฟื่องฟ้า บุญกอง (2558) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โรงเรียนลำ

พระเพลิงพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

วรางค์ รามบุตร (2562) ศึกษา เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักการบัญชีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ซึ่งพบว่า พฤติกรรมการเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักศึกษาที่มีความตั้งใจในเรียนโดยการซักถามและตอบคำถามในชั้นเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

กำจร มุณีแก้ว (2557) ศึกษา เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวนความสามรถด้านเชาวน์ปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแก้สมการตัวแปรเดียว พบว่า ความสามารถด้านคำนวณและความสามารถด้านเชาวน์ปัญญามีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแก้สมการตัวแปรเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เพ็ญจันทร์ รวิยวงศ์ (2554) ได้ทำการศึกษา เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการภาษีอากร พบว่า พฤติกรรมการเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการภาษีอากรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Lawson (2009) ทำการศึกษาการให้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการให้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลจนได้ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ความคิดเห็นที่แตกต่างของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักการพิจารณาธรรมชาติของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) การโต้แย้ง (Argumentation) และการค้นพบ (Discovery) ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction Reasoning แบบ (Retroduction) Inductive Reasoning และแบบ Deductive Reasoning ซึ่งเป็นรูปแบบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้ง และการค้นพบ ที่เป็นสมมติฐานที่มีประโยชน์ใช้เป็นกรอบแนวคิดสำหรับการเรียนการสอนที่พัฒนาการให้เหตุผลและทักษะการโต้แย้งของนักเรียน การศึกษาประวัติการทำงานของวิทยาศาสตร์พบว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้รูปแบบการให้เหตุผลและการโต้แย้งในระหว่างการทำงานเป็นรูปแบบ If/then/Therefore ซึ่งผลที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

Lawson (2004) นำเสนอการสังเคราะห์ธรรมชาติและการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงถึงความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า วิทยาศาสตร์เป็นการใช้สมมติฐานนิรนัย (hypothetico-deductive) เพื่อการสร้างและทดสอบทางเลือกในการอธิบายและสร้างคำอธิบาย การ

สร้างและทดสอบคำอธิบายต้องใช้รูปแบบการให้เหตุผลหลักและการให้เหตุผลที่หลากหลาย ข้อโต้แย้งที่ใช้ในการทดสอบจึงต้องเป็นข้อโต้แย้งที่เชื่อมโยงสมมติฐานที่ทดสอบกับข้อสรุปได้ สิ่งสำคัญอีกประการที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งคือ มโนทัศน์ ซึ่งต้องมีอย่างเพียงพอ ดังนั้นครูต้องทราบพฤติกรรมที่แสดงถึงการพัฒนาทักษะทางปัญญาและหลักฐานความรู้ที่มีความจำเพาะเจาะจงกับเนื้อหาสาระ รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพคือการลงมือปฏิบัติฝึกฝน จัดให้นักเรียนเผชิญหน้ากับสถานการณ์ และมีส่วนร่วมในการสร้างและทดสอบคำอธิบาย ซึ่งกระบวนการเช่นนี้มีการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานและข้อโต้แย้ง

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญทั้งในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ และในด้านการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีคุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง ความยาก และมีอำนาจจำแนก และความสามารถในการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเช่นกัน นั่นก็คือถ้านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์แล้วผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็จะสูงเช่นกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ที่มุ่งศึกษาการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 433,433 คน จาก 28,940 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 384 คน ซึ่งผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970) และทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.1 สุ่มตัวอย่างจังหวัด แบ่งตามภูมิภาค 6 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ โดยสุ่มร้อยละ 30 ของจังหวัดได้กลุ่มตัวอย่างรวม 23 จังหวัด จาก 77 จังหวัด คือ ภาคเหนือ 3 จังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 6 จังหวัด ภาคกลาง 6 จังหวัด ภาคตะวันออก 2 จังหวัด ภาคตะวันตก 2 จังหวัด และภาคใต้ 4 จังหวัด และเลือกจังหวัดในแต่ละภาคโดยใช้วิธีจับฉลาก

1.2.2 ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนจาก 23 จังหวัด จังหวัดละ 1 โรงเรียน ดังรายละเอียดจากตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาค

ภาค	ประชากร			กลุ่มตัวอย่าง		
	จังหวัด	โรงเรียน	นักเรียน	จังหวัด	โรงเรียน	นักเรียน
เหนือ	9	3,238	30,638	3	3	27
ตะวันออกเฉียงเหนือ	20	12,369	190,818	6	6	164
กลาง	22	5,401	105,962	6	6	92
ตะวันออก	7	1,572	38,241	2	2	33
ตะวันตก	5	1,406	28,964	2	2	26
ใต้	14	3,918	48,810	4	4	42
รวม	77	28,940	443,433	23	23	384

1.2.3 ผู้วิจัยสุ่มรายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนในโรงเรียนแต่ละจังหวัด โดยคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างนักเรียนตามสัดส่วนของประชากร ได้กลุ่มตัวอย่าง 384 คนดังรายละเอียดจากตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียนในแต่ละภาค

ภาค	จังหวัด	โรงเรียน	**ประชากร**	กลุ่มตัวอย่าง
เหนือ	แม่ฮ่องสอน	บ้านน้ำส่อม	10	7
	เชียงราย	บ้านปางริมกรณ์	9	7
	แพร่	บ้านวังช้าง (ธีรราษฎร์รังสฤษฎ์)	16	13
		รวม		**27**
ตะวันออกเฉียงเหนือ	นครราชสีมา	สุขานารี 2 (หนองขอน)	50	40
	อุดรธานี	บ้านท่าตูมดงสระพัง	27	22
	ขอนแก่น	บ้านหนองหญ้าแพรกท่าแร่	46	37
	เลย	บ้านโป่ง	22	18
	ร้อยเอ็ด	บ้านคานหักโนนใหญ่ (ศิริเกตุประชาวิทย์)	28	23
	สกลนคร	โคกเลาะวิทยาคาร	30	24
		รวม		**164**

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	โรงเรียน	**ประชากร**	กลุ่มตัวอย่าง
กลาง	ปทุมธานี	ชุมชนวัดจันทร์กะพ้อ	27	21
กลาง	กำแพงเพชร	บ้านไร่ใหม่	16	13
	นนทบุรี	วัดเพรางาย	22	17
	อุทัยธานี	วัดจักษา	12	10
	สิงห์บุรี	วัดข่อย	18	15
	สระบุรี	บ้านซับบอน	20	16
		รวม		**92**
ตะวันออก	ตราด	บ้านป้องกันตนเองด่านชุมพล	19	15
	ปราจีนบุรี	บ้านเนินหอม	21	18
		รวม		**33**
ตะวันตก	กาญจนบุรี	บ้านพุเลียบ	26	20
	เพชรบุรี	โรงเรียนบ้านท่าเรือ(ประสาทอนุสรณ์)	7	6
		รวม		**26**
ใต้	สุราษฎร์ธานี	บ้านสามยอด	10	8
	ปัตตานี	วัดนาประดู่	28	23
	ยะลา	บ้านวังศิลา	4	3
	นครศรีธรรมราช	บ้านปากน้ำเก่า	9	8
		รวม		**42**
		รวมทั้งหมด		384

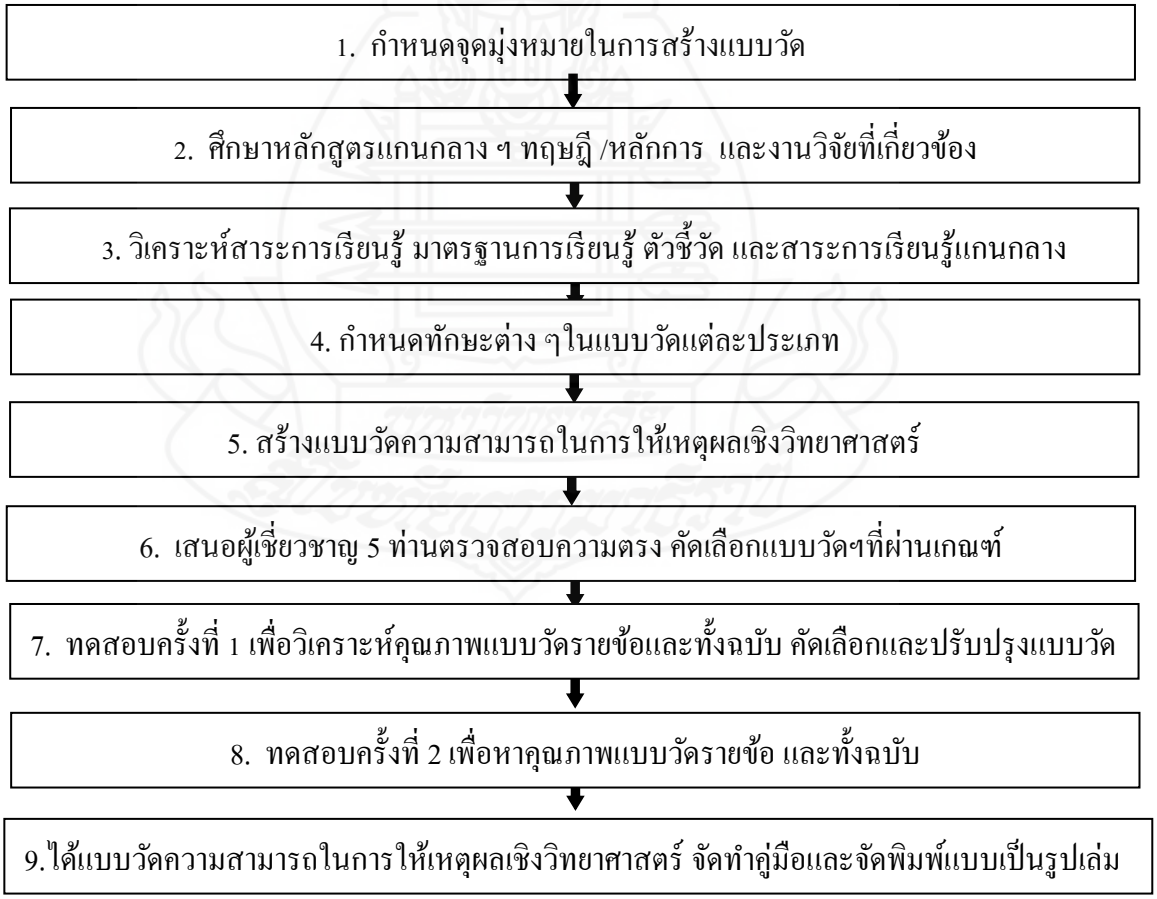
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบวัดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ มีจำนวนข้อคำถาม 50 ข้อ แบบวัด ฯนี้มีข้อคำถามที่แบ่งตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ประเภท ได้แก่ แบบนิรนัย 25 ข้อ และแบบอุปนัย 25 ข้อ โดยแบบนิรนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน การระบุและควบคุมตัวแปร การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และแบบอุปนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ การหาความสอดคล้อง การหาความแตกต่าง การหาส่วนที่เหลือ และการหาความแปรผัน และครอบคลุมเนื้อหา 6 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศ

2.2 แบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 (ดูภาคผนวก)

3. วิธีดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากภาพที่ 3.1 ผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากภาพที่ 3.1 มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การกำหนดจุดมุ่งหมาย และวางแผนการสร้างแบบวัดฯ เพื่อสร้างแบบวัดที่มีคุณภาพ สามารถวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้ครบองค์ประกอบของการให้เหตุผล ซึ่งผลการทดสอบจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ การสอนซ่อมเสริม และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3.2 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี ศึกษาหลักสูตรแกนกลาง ฯ ปี 2551 และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาจากเอกสาร หนังสือวิชาการ ข้อมูลจากเว็ปไซต์ รวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์การสร้างของแบบวัด และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบวัดฯ

3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ในหลักสูตรแกนกลาง ฯ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สาระการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศ ทั้งหมด 6 สาระการเรียนรู้

3.4 กำหนดทักษะในแบบวัดแต่ละประเภท กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 50 ข้อ มีลักษณะเป็นปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยข้อคำถามครอบคลุมการให้เหตุผล 2 ประเภท คือแบบนิรนัย 25 ข้อ และแบบอุปนัย 25 ข้อ ซึ่งแบบวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย ประกอบด้วย 4 ทักษะ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน การระบุและควบคุมตัว การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และแบบวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัย ประกอบด้วย 4 ทักษะ ได้แก่ การหาความสอดคล้อง การหาความแตกต่าง การหาส่วนที่เหลือ 4 ข้อ และการหาความแปรผัน 3 ข้อ

3.5 สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นแบบนิรนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน 7 ข้อ การระบุและควบคุมตัวแปร 5 ข้อ การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน 7 ข้อ และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 6 ข้อ และแบบอุปนัย 4 ทักษะ ได้แก่ การหาความสอดคล้อง 12 ข้อ การหาความแตกต่าง 6 ข้อ การหาส่วนที่เหลือ 4 ข้อ และการหาความแปรผัน 3 ข้อ ครอบคลุม 6 สาระการเรียนรู้ ดังนี้ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตจำนวน 5 ข้อ สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมจำนวน 10 ข้อ สารและ

สมบัติของสารจำนวน 15 ข้อ พลังงานจำนวน 12 ข้อ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกจำนวน 4 ข้อ ดาราศาสตร์และอวกาศจำนวน 4 ข้อ โดยข้อคำถามในแบบวัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบนิรนัย 25 ข้อ และแบบอุปนัย 25 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 50 ข้อ ดังตารางที่ 3.3-3.5

ตารางที่ 3.3 สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และความสอดคล้องตามองค์ประกอบของแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ประเภทของแบบวัด ฯ (ข้อ)		รวม (ข้อ)
		แบบนิรนัย	แบบอุปนัย	
1. สิ่งมีชีวิตกับ กระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐานที่ 1.1	1. อธิบายการเจริญเติบโตของมนุษย์จากวัยแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่	-	1	1
	2. อธิบายการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	1	1	2
	3. วิเคราะห์สารอาหารและอภิปรายความจำเป็นที่ร่างกายต้องได้รับสารอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย	1	1	2
2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐานที่ 2.1	1. สำรวจและอภิปรายความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ	1	1	2
	2. อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร	1	1	2
	3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	1	1	2
มาตรฐานที่ 2.2	1. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายแหล่งทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่นที่เป็นประโยชน์ต่อ การดำรงชีวิต 2. วิเคราะห์ผลของการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ	2	2	4

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ประเภทของแบบวัด ฯ (ข้อ)		รวม (ข้อ)
		แบบนิรนัย	แบบอุปนัย	
2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐานที่ 2.2	3. อภิปรายผลต่อสิ่งมีชีวิต จากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ทั้งโดยธรรมชาติและโดยมนุษย์			
3. สาร และสมบัติของสาร มาตรฐานที่ 3.1	1. ทดลองและอธิบาย สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	1	1	2
	2. จำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนดเอง	-	2	2
	3. ทดลองและอธิบายวิธีการแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด การระเหยแห้ง	1	2	3
	4. สำรวจและจำแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้สมบัติและการใช้ประโยชน์ของสารเป็นเกณฑ์	2	1	3
	5. อภิปรายการเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	1	-	1
มาตรฐานที่ 3.2	1. ทดลองและอธิบายสมบัติของสาร เมื่อสารเกิดการละลายและเปลี่ยนสถานะ 2. วิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป	1	-	1

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ประเภทของแบบวัด ฯ (ข้อ)		รวม (ข้อ)
		แบบนิรนัย	แบบอุปนัย	
3. สาร และสมบัติของสาร มาตรฐานที่ 3.2	3. อภิปรายการเปลี่ยนแปลงของสารที่ก่อให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	1	1	2
4. แรงและการเคลื่อนที่	-	-	-	-
5. พลังงาน มาตรฐานที่ 5.1	1. ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	3	2	5
	2. ทดลองและอธิบายตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	2	1	3
	3. ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 4. ทดลองและอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรม แบบขนานและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1	2	3
	5. ทดลองและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1	1	2
6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มาตรฐานที่ 6.1	1. อธิบาย จำแนกประเภทของหิน โดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	2	2	4

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ประเภทของแบบวัด ฯ (ข้อ)		รวม (ข้อ)
		แบบนิรนัย	แบบอุปนัย	
7. ดาราศาสตร์และอวกาศ มาตรฐานที่ 7.1	1. สร้างแบบจำลองและอธิบายการเกิดฤดู ข้างขึ้นข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	2	2	4
	รวม	25	25	50

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ แบบนิรนัย และแบบอุปนัย แต่ละทักษะในการวัดกับสาระการเรียนรู้

ลักษณะของแบบวัด	สาระการเรียนรู้						จำนวน (ข้อ)
	สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	สาร และสมบัติของสาร	พลังงาน	กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	ดาราศาสตร์อวกาศ	
1. แบบนิรนัย							
การสร้างสมมติฐาน (ข้อ1,4,9,10,15, 21,23)	1	1	2	2	1		7
การระบุและควบคุมตัวแปร (ข้อ 6,11,18,19)		1	1	2			4
การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน (ข้อ 2,3,7,8,16, 24,25)	1	2	1	1		2	7

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลักษณะของแบบวัด	สาระการเรียนรู้						จำนวน (ข้อ)
	สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	สาร และสมบัติของสาร	พลังงาน	กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	ดาราศาสตร์อวกาศ	
การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ข้อ 5,12,13, 14,17,20,22)	1	3	2	1		7	
	2	**5**	**7**	**7**	**2**	**2**	**25**
2. แบบอุปนัย							
การหาความสอดคล้อง (ข้อ 26,28,29 31,33,34,36,41, 43,47,48)	2	3	2	2	2		11
การหาความแตกต่าง (ข้อ 27,32,35,37,38, 43,47,50)	1	1	3	1		2	8
การหาส่วนที่เหลือ (ข้อ 30, 39,45)		1	1	1			3
การหาความแปรผัน (ข้อ 40, 42,44,46)			1	3			4
	3	**5**	**7**	**7**	**2**	**2**	**25**
รวม	5	10	14	14	4	4	50

ตารางที่ 3.5 สรุปการวิเคราะห์ลักษณะของแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย และแบบอุปนัย แต่ละทักษะในการวัด ฯ กับสาระการเรียนรู้

ลักษณะของแบบวัด	จำนวน (ข้อ)
1.แบบนิรนัย	25
1.1 การสร้างสมมติฐาน	5
1.2 การระบุและควบคุมตัวแปร	8
1.3 การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	8
1.4 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	5
2. แบบอุปนัย	25
2.1 การหาความสอดคล้อง	12
2.2 การหาความแตกต่าง	6
2.3 การหาส่วนที่เหลือ	4
2.4 การหาความแปรผัน	3
รวม	50

3.6 เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรง เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวเลือกตอบของแบบวัดแต่ละข้อ ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และรูปแบบของแบบวัด โดยตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องกับรูปแบบในการวัด ซึ่งคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน มารวมกันเป็นรายข้อแล้วหาค่าเฉลี่ย แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งการพิจารณาตัดสินของผู้เชี่ยวชาญระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และรูปของแบบวัด ฯ จะต้องมีความสอดคล้องกัน ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ควรอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 แบบวัดข้อใดที่มีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ให้ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อเสนอแนะนั้นเพื่อความชัดเจนและความถูกต้องเหมาะสม

ผลของการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดฯ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

- สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต จำนวน 5 ข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00
- สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 10 ข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00
- สารและสมบัติของสารจำนวน 15 ข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00

- พลังงาน จำนวน 12 ข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00

- กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก จำนวน 4 ข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00

- ดาราศาสตร์และอวกาศ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00

สรุปได้ว่า ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และรูปแบบของแบบวัดของจำนวน 50 ข้อ พบว่าค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 - 0.10 ซึ่งถือว่าข้อคำถามของแบบวัดทั้ง 50 ข้อมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.7 การสอบวัดครั้งที่ 1 โดยนำแบบวัด ฯ ที่สร้างขึ้น ไปวัดกับกลุ่มนักเรียนตัวอย่าง จำนวน 98 คน ตั้งแต่วันที่ 11 - 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 จากโรงเรียนดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 กลุ่มนักเรียนตัวอย่าง ที่ทำการสอบวัดครั้งที่ 1

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
วัดนาประดู่	23
โรงเรียนบ้านพุเลียบ	20
โรงเรียนบ้านท่าตูมดงสระพัง	40
โรงเรียนวัดจักษา	10
รวม	93

3.7.1 การตรวจให้คะแนน กรณีนักเรียนตอบถูกให้ 1 คะแนน กรณีตอบผิดหรือตอบไม่ตอบหรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบให้ 0 คะแนน

3.7.2 การหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1) การหาค่าความยาก (p) เมื่อนำแบบวัด ฯ 50 ข้อ สอบวัดครั้งที่ 1 กับนักเรียนจำนวน 98 คน จาก 4 โรงเรียน ได้ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.15 - 0.62 ดังรายละเอียดต่อไปนี้ สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มีค่าความยากระหว่าง 0.29 - 0.50 สาระสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.62 สาระสารและสมบัติของสาร มีค่าความยากระหว่าง 0.15 - 0.49 สาระพลังงาน มีค่าความยากระหว่าง 0.15 - 0.47 สาระ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.49 และสาระดาราศาสตร์และอวกาศ มีค่า

ความยากระหว่าง 0.22 - 0.44 สรุปได้ว่าข้อคำถามในแบบวัด ฯ มีค่าความยากผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 43 ข้อ

2) การหาค่าอำนาจจำแนก (r) เมื่อนำแบบวัดฯ (50 ข้อ) สอบวัดครั้งที่ 1 ในนักเรียนจำนวน 98 คน จาก 4 โรงเรียน ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.02 – 0.45 ดังนี้ สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.08 - 0.35 สาระสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.08 - 0.37 สาระสารและสมบัติของสาร มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.02 - 0.45 สาระพลังงาน มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.10 - 0.37 สาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.16 - 0.24 และสาระดาราศาสตร์และอวกาศ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.33 สรุปได้ว่าข้อคำถามในแบบวัด ฯ มีค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทั้งหมด 35 ข้อ

3) การหาค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (มนสิช สิทธิสมบูรณ์, 2550, น. 121) ได้ค่าความเที่ยง 0.81 ซึ่งถือว่าแบบวัด ฯ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.8 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไปสอบวัดครั้งที่ 2 กับกลุ่มนักเรียนตัวอย่าง จำนวน 286 คน ระหว่างวันที่ 1 – 14 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 จากโรงเรียน ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 กลุ่มนักเรียนตัวอย่าง ที่ทำการสอบวัดครั้งที่ 2

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
บ้านน้ำส่อม	7
บ้านปางริมกรณ์	7
บ้านวังช้าง (ธีรราษฎร์รังสฤษฎ์)	13
สุขานารี 2 (หนองขอน)	22
บ้านหนองหญ้าแพรกท่าแร่	37
บ้านโป่ง	18
บ้านคานหักโนนใหญ่ (ศิริเกตุประชาวิทย์)	23
โคกเลาะวิทยาคาร	24
ชุมชนวัดจันทร์กะพ้อ	17
บ้านไร่ใหม่	13
วัดเพรางาย	21

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
วัดข่อย	15
บ้านซับบอน	16
บ้านป้องกันตนเองด่านชุมพล	15
บ้านเนินหอม	18
บ้านสุชน	8
บ้านวังศิลา	3
บ้านปากน้ำเก่า	8
รวม	291

3.8.1 การตรวจให้คะแนน กรณีนักเรียนตอบถูกให้ 1 คะแนน กรณีตอบผิดหรือตอบไม่ตอบหรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบ ให้ 0 คะแนน

3.8.2 การหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1) การหาค่าความยาก (p) นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจครั้งที่ 1 ดังกล่าวมาทดสอบครั้งที่ 2 ในนักเรียนจำนวน 286 คน จาก 19 โรงเรียน โดยได้ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.21- 0.62 ดังนี้ สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มีค่าความยากระหว่าง 0.29 - 0.50 สาระสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีค่าความยากระหว่าง 0.26 - 0.62 สาระสารและสมบัติของสาร มีค่าความยากระหว่าง 0.31 - 0.49 สาระพลังงาน มีค่าความยากระหว่าง 0.21 - 0.47 สาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.37 และสาระดาราศาสตร์และอวกาศ มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.44 สรุปได้ว่าข้อคำถามมีค่าความยากผ่านเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 35 ข้อ

2) การหาค่าอำนาจจำแนก (r) นำแบบวัดฯ 35 ข้อ มาทดสอบครั้งที่ 2 ในนักเรียนจำนวน 286 คน จาก 19 โรงเรียน ได้ข้อคำถามในแบบวัดที่มีค่าอำนาจจำแนก 0.20 - 0.45 ดังนี้ สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.45 สาระสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.37 สาระสารและสมบัติของสาร มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.45 สารพลังงานมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.37 สาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.24 และดาราศาสตร์และ

อวกาศ มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.22 สรุปได้ว่าข้อคำถามในแบบวัด ฯ มีค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ ทั้งหมด 35 ข้อ

3) การหาค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเที่ยง .96 ซึ่งถือว่าแบบวัด ฯ นี้มีคุณภาพตามเกณฑ์แบบวัดมีคุณภาพดี

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัด มาประมวลผลร่วมกัน จึงทำให้มีข้อคำถามในแบบวัด ฯ ที่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งสิ้น 35 ข้อ

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	จำนวน 5 ข้อ
สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	จำนวน 8 ข้อ
สารและสมบัติของสาร	จำนวน 6 ข้อ
พลังงาน	จำนวน 10 ข้อ
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	จำนวน 3 ข้อ
ดาราศาสตร์และอวกาศ	จำนวน 3 ข้อ

เมื่อได้แบบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพสมบูรณ์แล้ว จัดทำคู่มือแบบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำแบบวัดไปใช้ในการดำเนินการสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

ชุดที่ 2 แบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 เป็นแบบตารางบันทึกค่าคะแนนของนักเรียนเป็นรายคน

4. เกณฑ์ในการแปลผล

4.1 คะแนนเกณฑ์รายข้อ

4.1.1 ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด กรณีนักเรียนตอบถูกให้ 1 คะแนน กรณีตอบผิดหรือตอบไม่ตอบหรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบ ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์ที่เหมาะสมของค่าความยาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.80

4.1.2 เกณฑ์ที่เหมาะสมของค่าอำนาจจำแนกต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป

4.2 คะแนนเกณฑ์ทั้งฉบับ

4.2.1 ค่าความเที่ยงมีค่า 0.50 ขึ้นไป

4.3 คะแนนเกณฑ์ค่าสหสัมพันธ์

สำหรับเกณฑ์การแปลความหมายค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ โดยทั่วไปเป็นดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2560, น. 144)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	**ความหมาย**
0.81 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.61 - 0.80	มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างสูง
.041 - 0.60	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.21 - 0.40	มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างต่ำ
0.00 - 0.20	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

4.4 การประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยคะแนนที่ได้จากการวัด ฯ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม ซึ่งเกณฑ์การประเมินผลนี้ดำเนินตามแนวการของสถานศึกษาที่กำหนดให้ใช้ร้อยละ 60 ของคะแนนเป็นเกณฑ์ที่ผ่านการประเมิน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 ติดต่อกับมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อขอความอนุเคราะห์ทำหนังสือแจ้งไปยังโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้แบบวัดฯ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และขอข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของนักเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2561

5.2 ประสานงานกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการทดสอบ

5.3 จัดเตรียมแบบวัดให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ที่จะทำการสอบวัดในแต่ละครั้ง

5.4 นำแบบวัดไปทำการสอบวัดครั้งที่ 1 กับกลุ่มนักเรียนตัวอย่างชุดที่ 1 โดยทำการทดสอบเอง 1 โรง คือโรงเรียนวัดนาประดู่ และส่งแบบวัดทางไปรษณีย์ให้โรงเรียนดำเนินการสอบวัด จำนวน 3 โรงเรียน ระหว่างวันที่ 11 - 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 จำนวน 93 คน เพื่อนำผลการวัดมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ และรายฉบับ หาค่าทางสถิติ เพื่อทำการคัดเลือกแบบวัดที่ผ่านเกณฑ์

5.5 นำแบบวัดฯ ที่ผ่านเกณฑ์ไปทำการสอบวัดครั้งที่ 2 กับกลุ่มนักเรียนตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 291 คน โดยทำการสอบวัดเองจำนวน 1 โรง คือ โรงเรียนบ้านวังศิลา และส่งแบบทดสอบ

ทางไปรษณีย์ให้โรงเรียนดำเนินสอบวัด จำนวน 18 โรง ระหว่างวันที่ 1 – 14 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดและสรุปผล

5.6 นำแบบวัดมาปรับปรุงให้มีคุณภาพสำหรับใช้จริง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความตรง ค่าความเที่ยง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

IOC	แทน	ค่าความตรง
p	แทน	ค่าความยากของแบบวัด
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด
k	แทน	จำนวนข้อของแบบวัด
r_c	แทน	ความเที่ยงของแบบวัด
r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

2. การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลของการวิเคราะห์ข้อมูล ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้เสนอข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ค่าความตรง ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1 การสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แบบวัดที่สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นปรนัยแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 35 ข้อ แสดงผลดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ลักษณะของแบบวัด ฯ	สาระการเรียนรู้						จำนวน (ข้อ)
	สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	สาร และสมบัติของสาร	พลังงาน	กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	ดาราศาสตร์และอวกาศ	
1. แบบนิรนัย							
1.1 การสร้างสมมติฐาน	1	1	1	1	1		**5**
1.2 การระบุและควบคุมตัวแปร		1	1	1			**3**
1.3 การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน		1	1			2	**4**
1.4 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร			3	1	1		**4**
	1	**3**	**6**	**3**	**2**	**2**	**16**
2. แบบอุปนัย							
2.1 การหาความสอดคล้อง	2	3	2	2		1	10
2.2 การหาความแตกต่าง	1	1	1	1	1		5
2.3 การหาส่วนที่เหลือ				1		1	2
2.4 การหาความแปรผัน				2			2
	3	**4**	**3**	**6**	**1**		**19**
รวม	4	7	9	9	3	3	35

จากตารางที่ 4.1 พบว่า แบบวัด ฯ จำนวน 35 ข้อ โดยการแบ่งข้อคำถามตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบนิรนัย 16 ข้อ และแบบอุปนัย 19 ข้อ โดยแบบนิรนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน 5 ข้อ การระบุและควบคุมตัวแปร 3 ข้อ การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน 4 ข้อ และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 4 ข้อ และแบบอุปนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ การหาความสอดคล้อง 10 ข้อ การหาความแตกต่าง 5 ข้อ การหาส่วนที่เหลือ 2 ข้อและการหาความแปรผัน 2 ข้อ และครอบคลุมเนื้อหา 6 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต 4 ข้อ สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม 7 ข้อ สารและสมบัติของสาร 9 ข้อ พลังงาน 9 ข้อ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก 3 ข้อ และดาราศาสตร์และอวกาศ 3 ข้อ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ค่าความตรง ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์รายข้อ (จำนวน 35 ข้อ)

สาระการเรียนรู้	ข้อ	ความสอดคล้อง (IOC)
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	1	1.00
	2	1.00
	26	1.00
	28	1.00
สาระที่ 2 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	3	1.00
	4	1.00
	5	1.00
	29	1.00
	30	1.00
	31	1.00
	32	1.00

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ข้อ	ความสอดคล้อง (IOC)
สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	8	1.00
	11	1.00
	12	1.00
สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	13	1.00
	34	1.00
	35	1.00
	36	1.00
	39	1.00
สาระที่ 4 พลังงาน	17	1.00
	18	1.00
	19	1.00
	20	1.00
	41	1.00
	42	1.00
	43	1.00
	44	1.00
	45	1.00
	46	1.00
สาระที่ 5 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	22	1.00
	23	1.00
	48	0.60
สาระที่ 6 ดาราศาสตร์และอวกาศ	25	1.00
	49	0.80
	50	1.00

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ทุกข้อคำถามในแบบวัดจำนวน 35 ข้อ มีค่าความตรงระหว่าง 0.06 ถึง 1.00 ซึ่งถือว่าแบบวัด ฯ มีคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์ทุกข้อ

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม

สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง (IOC)
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	4	1-2, 26,28	1.00
สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	7	3-5, 29-32	1.00
สารและสมบัติของสาร	8	8,11-13, 34-36,39	1.00
พลังงาน	10	17-20, 41-46	1.00
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	3	22-23, 48	0.60 - 1.00
โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ	3	25, 49-50	0.80 - 1.00

จากตารางที่ 4.3 พบว่า แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 สาระการเรียนรู้จำนวน 35 ข้อมีความตรงทุกข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม

สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อคำถาม (k)	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความเที่ยง (r_c)
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	4	0.29 - 0.50	0.20 - 0.45	0.96
สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	7	0.26 - 0.62	0.20 - 0.37	
สารและสมบัติของสาร	8	0.31 - 0.49	0.21- 0.45	
พลังงาน	10	0.21 - 0.47	0.20 - 0.37	
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	3	0.20 - 0.37	0.20 - 0.24	
ดาราศาสตร์และอวกาศ	3	0.22 - 0.44	.020 - 0.22	

จากตารางที่ 4.4 พบว่า แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 ข้อ จำแนกตามสาระการเรียนรู้ มีค่าความยากโดยรวมระหว่าง 0.21 ถึง 0.62 มีค่าอำนาจจำแนก

โดยรวมระหว่าง 0.20 ถึง 0.45 และค่าความเที่ยงทั้งฉบับ 0.96 ซึ่งเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รายข้อ

สาระการเรียนรู้	ข้อที่	p	r	การแปลผล
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	1	0.29	0.20	ผ่านเกณฑ์
	2	0.50	0.22	ผ่านเกณฑ์
	26	0.34	0.35	ผ่านเกณฑ์
	28	0.39	0.33	ผ่านเกณฑ์
สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	3	0.62	0.22	ผ่านเกณฑ์
	4	0.54	0.27	ผ่านเกณฑ์
	5	0.41	0.37	ผ่านเกณฑ์
	29	0.33	0.20	ผ่านเกณฑ์
	30	0.35	0.20	ผ่านเกณฑ์
	31	0.35	0.20	ผ่านเกณฑ์
	32	0.40	0.22	ผ่านเกณฑ์
สารและสมบัติของสาร	8	0.31	0.24	ผ่านเกณฑ์
	11	0.41	0.20	ผ่านเกณฑ์
	12	0.49	0.45	ผ่านเกณฑ์
	13	0.31	0.20	ผ่านเกณฑ์
	34	0.33	0.24	ผ่านเกณฑ์
	35	0.33	0.20	ผ่านเกณฑ์
	36	0.35	0.21	ผ่านเกณฑ์
	39	0.40	0.22	ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ข้อที่	p	r	การแปลผล
พลังงาน	17	0.32	0.22	ผ่านเกณฑ์
	18	0.47	0.37	ผ่านเกณฑ์
	19	0.46	0.35	ผ่านเกณฑ์
	20	0.33	0.20	ผ่านเกณฑ์
	41	0.37	0.20	ผ่านเกณฑ์
สาระที 4 พลังงาน	42	0.47	0.33	ผ่านเกณฑ์
	43	0.29	0.37	ผ่านเกณฑ์
	44	0.44	0.20	ผ่านเกณฑ์
	45	0.27	0.20	ผ่านเกณฑ์
	46	0.31	0.24	ผ่านเกณฑ์
สาระที 5 กระบวนการ	22	0.37	0.20	ผ่านเกณฑ์
เปลี่ยนแปลงของโลก	23	0.21	0.24	ผ่านเกณฑ์
	48	0.24	0.20	ผ่านเกณฑ์
สาระที่ 6 ดาราศาสตร์และอวกาศ	25	0.44	0.22	ผ่านเกณฑ์
	49	0.37	0.20	ผ่านเกณฑ์
	50	0.37	0.20	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 4.5 พบว่า แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.62 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.45 ซึ่งจัดเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูล ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (n = 291)

ตัวแปร	r	p
คะแนนจากแบบวัด	.550	.000**
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		

**p < .01

จากตารางวิเคราะห์ข้อมูลที่ 4.6 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันระดับปานกลางในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัย เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้สรุปอภิปราย และเสนอแนะการวิจัย ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 433,433 คน จาก 28,940 โรงเรียน

2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 384 คน ซึ่งผู้วิจัยทำการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของเครจซีและมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970) ทำการสุ่มแบบแบ่งชั้นดังรายละเอียด ต่อไปนี้

(1) สุ่มตัวอย่างจังหวัด แบ่งตามภูมิภาค 6 ภาค ดังนี้ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ โดยสุ่มร้อยละ 30 ของจังหวัดได้กลุ่มตัวอย่างรวม 23 จังหวัด จาก 77 จังหวัด คือ ภาคเหนือ 3 จังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 6

จังหวัด ภาคกลาง 6 จังหวัด ภาคตะวันออก 2 จังหวัด ภาคตะวันตก 2 จังหวัด และภาคใต้ 4 จังหวัด และสุ่มจังหวัดในแต่ละภาคโดยใช้วิธีจับฉลาก

(2) ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนจาก 23 จังหวัด จังหวัดละ 1 โรงเรียน

(3) ผู้วิจัยสุ่มจำนวนนักเรียนแต่ละโรงเรียนแต่ละจังหวัดที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของประชากรได้กลุ่มตัวอย่าง 384 คน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบวัดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ มีจำนวนข้อคำถาม 50 ข้อ แบบวัดนี้มีข้อคำถามที่แบ่งตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ประเภท ได้แก่ แบบนิรนัย 25 ข้อ และแบบอุปนัย 25 ข้อ โดยแบบนิรนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน การระบุและควบคุมตัวแปร การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และแบบอุปนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ การหาความสอดคล้อง การหาความแตกต่าง การหาส่วนที่เหลือ และการหาความแปรผัน และครอบคลุมเนื้อหา 6 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศ

2) แบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 (ดูภาคผนวก)

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ติดต่อกับมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อขอความอนุเคราะห์ทำหนังสือแจ้งไปยังโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการนำแบบวัดไปทดลองใช้และเก็บข้อมูล

2) ประสานงานกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการทดสอบ

3) จัดเตรียม ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ที่จะทำการทดสอบ

4) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 50 ข้อ ไปทำการสอบวัดครั้งที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 11 - 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

จำนวน93 คน จาก 4 โรงเรียน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ และรายฉบับ หาค่าทางสถิติ เพื่อทำการคัดเลือกแบบวัดที่ผ่านเกณฑ์

5) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 35 ข้อ ไปทำการวัดครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 1 – 14 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 291 คน จาก 19 โรงเรียน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความตรง ค่าความเที่ยง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

1.3 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1.3.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีจำนวน 1 ฉบับ ครอบคลุม 6 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบวัดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 2 ประเภท ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย มีรายละเอียด ดังนี้

1) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยมี 4 ทักษะ ประกอบด้วย การสร้างสมมติฐาน การระบุและควบคุมตัวแปร การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยมี 4 ทักษะได้แก่ การหาความสอดคล้อง การหาความแตกต่าง การหาส่วนที่เหลือ และการหาความแปรผัน

1.3.2 คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบวัดมีจำนวน 35 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปตามการจำแนกผลการตรวจคุณภาพของแบบวัด รายสาระการเรียนรู้ ดังนี้ สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตมีค่าความตรง 1.00 ค่าความยากระหว่าง 0.29 ถึง 0.50 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 ถึง 0.45 สาระสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมมีค่าความตรง 1.0 ค่าความยากระหว่าง 0.26 ถึง 0.62 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 ถึง 0.37 สาระสารและสมบัติของสารมีค่าความตรง 1.00 ค่าความยากระหว่าง 0.31 ถึง 0.49 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0 .21 ถึง 0.45 สาระพลังงานมีค่าความตรง 1.0 ค่าความยากระหว่าง 0 .21 ถึง 0.47 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 ถึง 0.37 สาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกมีค่าความ

ตรงระหว่าง 0.60 ถึง 1.0 ค่าความยากระหว่าง 0.20 ถึง 0.37 และ มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 ถึง 0.24 และสาระดาราศาสตร์และอวกาศมีค่าความตรงระหว่าง 0.80 ถึง 1.0 มีค่าความยากระหว่าง 0.22 ถึง 0.44 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 ถึง 0.22

ดังนั้นคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ความตรงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ซึ่งมีความตรงทุกข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.21-0.62 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.45

1.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่า r = 0.550 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

2. อภิปรายผล

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยอภิปรายผลดังนี้

2.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบวัดปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ มีข้อคำถามจำนวน 35 ข้อ ประกอบด้วยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ประเภท คือแบบวัดแบบนิรนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ 1) การสร้างสมมติฐาน 2) การระบุและควบคุมตัวแปร 3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และ 4) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และแบบวัดแบบอุปนัยมี 4 ทักษะ ได้แก่ การหาความสอดคล้อง การหาความแตกต่าง การหาส่วนที่เหลือ และการหาความแปรผัน ซึ่งตรงกับ Lawson (1982) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างข้อสรุปทั่วไปหรือหลักการ โดยผ่านกระบวนการทดสอบสมมติฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ที่ประกอบด้วย 4 ทักษะ ได้แก่ 1) การระบุคำอธิบายหรือสมมติฐานที่เป็นไป 2) การระบุและควบคุมตัวแปรในการทดลอง 3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และ 4) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และสอดคล้องกับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย ที่อาศัยหลักการสรุปรวบยอดและหลักการให้เหตุผลวิธีอุปนัยของสจ๊วต มิลล์ (John Stuart Mill) อ้างถึงใน กีรติ บุญเจือ (2550) ดังนี้ คือ การวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัยมี 4 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการหาความสอดคล้อง 2) วิธีหาความแตกต่าง 3) วิธีหาส่วนที่เหลือ และ 4) วิธีการหาความแปร สอดคล้องกับ Hausman et al. (2010) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับภคพร อิสระ (2557, น. 57) ที่ได้กล่าวว่า ในประเมินความสามารถใน

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสามารถแบ่งข้อคำถามออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย ซึ่งเป็นการใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎและหลักฐานในการลงข้อสรุป และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการทดลอง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลมาสรุปเป็นกฎ และสอดคล้องกับงานวิจัยของนลินี สอนชา และคณะ (2560) ที่ทำวิจัย เรื่องความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 ในวิชาชีววิทยา ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 วิชาชีววิทยา ที่ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 7 สถานการณ์ และข้อคำถามปลายเปิด 7 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบนิรนัย 4 ประเด็น ได้ แก่ การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานและการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน การระบุและควบคุมตัวแปร และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย 3 ประเด็น ได้แก่ การสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ การอุปมาอุปไมย และการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน แล้วยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเฟื่องฟ้า บุญกอง (2558) ศึกษาเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 ได้แบ่งแบบวัดออกเป็น 2 แบบ คือแบบนิรนัยและแบบอุปนัย กำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบแต่ละแบบ 15 ข้อ รวมข้อสอบทั้งฉบับ 30 ข้อ สอดคล้องกับงานวิจัยของพรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2561) ได้ศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ ซึ่งลักษณะของแบบวัดที่สร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบนิรนัย และแบบอุปนัย และกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบแบบละ 20 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบทั้งฉบับ 40 ข้อ และสอดคล้องกับงานวิจัยของพิธุลาวัณย์ ศุภอุทุมพร (2559) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ได้สร้างแบบวัดฯ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แบ่งเป็นแบบนิรนัยและอุปนัย มีเนื้อหาเกี่ยวกับหน่วยของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของพืชและอาหารกับการดำรงชีวิต มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหา บทความ รูปภาพ หรือมีคำอธิบายประกอบ ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่กล่าวมา

2.2 คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.1 ความตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของตัวชี้วัดกับข้อคำถามของแบบวัด ความตรงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 แสดงว่าแบบวัดมีคุณภาพทุกข้อ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาวิเคราะห์เนื้อหา จัดทำโครงสร้างแบบวัด เขียนข้อคำถามให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามทักษะในแต่ละประเภทของแบบวัดฯ ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จึงมีความเห็นตรงกัน สอดคล้องกับแนวคิดของสมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 217-229) และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์ (2557) ได้อธิบายเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบวัด ดังนี้ ในการสร้างแบบวัดต้องให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ โดยการนำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นมาหาค่า IOC ของข้อคำถามรายข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป นั่นคือแบบวัดมีความตรงและครอบคลุมพฤติกรรมบ่งชี้ของเนื้อหาในหลักสูตรจริง สูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนภษร จุ้ยอินทร์ และคณะ (2559) ที่ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโออี ได้สร้างแบบวัดฯ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ดังสอดคล้องกับงานวิจัยของจุฬาลักษณ์ ยิ้มดี และวัชราภรณ์ แก้วดี (2556) ที่สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในศึกษาผลของการความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00

2.2.2 ค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า แบบวัด ฯ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96 ซึ่งเป็นแบบวัดที่มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูง ความเที่ยงของแบบวัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างแบบวัด เพราะความเที่ยงเป็นดัชนีบ่งชี้ว่าแบบวัดนั้น มีคุณภาพหรือไม่ แบบวัดที่มีความเที่ยงสูงไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งผลที่ได้จะเท่าเดิมหรือใกล้เคียงกับค่าเดิม สอดคล้องกับสมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 222 - 225) ที่กล่าวว่า ค่าความเที่ยงของแบบวัดควรอยู่ระหว่าง 0 – 1 ถ้าแบบวัดยิ่งเข้าใกล้ 1.00 ยิ่งมีความเที่ยงสูง และเครื่องมือที่มีความเที่ยงสูง ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม ผลที่ได้จะเท่าเดิม สอดคล้องกับงานวิจัยของสอดคล้องจุฬาลักษณ์ ยิ้มดี และวัชราภรณ์ แก้วดี (2556) ศึกษาเรื่องผลของการใช้ขั้นการเรียนรู้อนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าเครื่องมือในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยง 0.82 สอดคล้องกับงานวิจัยของภคพร อิสระ ศึกษาเรื่องผลของการใช้รูปแบบการ

เรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ที่สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าแบบวัดมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.71

2.2.3 ค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า แบบวัด ฯ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.62 พบว่า แบบวัดทุกสาระมีค่าความยากตั้งแต่ระดับปานกลางถึงค่อนข้างง่าย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบวัดสร้างขึ้นมีค่าความยากตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 0.20 ถึง 0.80 สอดคล้องกับบุญศรี พรหมมาพันธุ์ (2545, น. 34-36) และสมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 222 - 225) กล่าวว่า ค่าความยากที่เหมาะสมควรมีค่าอยู่ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ถ้ามีค่า (p) ต่ำกว่า 0.20 แสดงว่าข้อคำถามนั้นยาก แต่ถ้าค่า (p) สูงกว่า 0.80 แสดงว่าข้อคำถามนั้นง่ายเกินไป สอดคล้องกับงานวิจัยของซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนภษร จุ้ยอินทร์ และคณะ (2559) ที่ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโออี โดยในการสร้างแบบวัดจะมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20 - 0.80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี และวัชราภรณ์ แก้วดี (2556) ศึกษาเรื่องผลของการใช้ขั้นการเรียนรู้อนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าแบบวัดมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.30 - 0.69 สอดคล้องกับงานวิจัยของชนัญธิดา สุริโย (2562) ที่ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าแบบวัดมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.38 - 0.50 สอดคล้องกับงานวิจัยพงศ์ พรหม พรเพิ่มพูน (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าแบบวัดมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.42 - 0.60 และสอดคล้องกับงานวิจัยของศรัณย์ อัมระนันท์ และคณะ (2558) ได้ออกแบบ แบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความรู้ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ การอธิบายตามหลักการวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ และการลงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล พบว่า แบบวัดมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.42 - 0.60

2.2.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า แบบวัด ฯ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.45 พบว่าเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตามจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด สอดคล้องกับกิตติพร ปัญญาภิญโญผล

(2551, น. 170) และฤตินันท์ สมุทร์ทัย (2545, น. 172) กล่าวไว้ว่า ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าอยู่ระหว่าง +1.00 ถึง -1.00 และเกณฑ์ของค่าค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้มีค่าตั้งแต่ + 0.20 ขึ้นไป ยิ่งใกล้ + 1.00 ยิ่งเป็นข้อสอบที่มี อำนาจจำแนกมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนภษร จุ้ยอินทร์ และคณะ (2559) ที่ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโออี ได้สร้างแบบวัดฯ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 - 0.60 สอดคล้องกับชนัญธิดา สุริโย (2562) ที่ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าแบบวัดมีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.37 - 0.60 และค่าความเชื่อมั่น 0.78 สอดคล้องกับงานวิจัยพงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าแบบวัดมีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.43 - 0.57 และสอดคล้องกับงานวิจัยของศรัณย์ อัมระนันท์ และคณะ (2558) ได้ออกแบบแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความรู้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ การอธิบายตามหลักการวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ และการลงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดมีค่าระหว่าง 0.25 - 0.52

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลการวิเคราะห์ พบว่ามีค่า $r = 0.550$ ซึ่งแปลผลว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 สรุปได้ว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันหรือทั้งสองตัวแปรมีความแปรผันตรงต่อกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลางที่เป็นเช่นนั้น เนื่องจากนักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ทำให้ได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันด้วย ซึ่งเมื่อนำผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่ได้จากครูผู้สอนมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับคะแนนจากแบบวัดที่สร้างขึ้น จึงได้ผลการวิจัยที่สัมพันธ์กันในระดับปานกลาง สอดคล้องกับยุทธ ไกยวรรณ์ (2549) สรุปว่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ที่แปรผันตามกันนั้น ถ้าตัวแปรหนึ่งมีค่ามากขึ้น ค่าของตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีแนวโน้มมากขึ้นด้วย แต่ถ้าตัวแปรหนึ่งมีค่าน้อยลงค่าของตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็จะมีแนวโน้มน้อยลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bitner (1991) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปดังนี้คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้การทำนายยังทำให้นักเรียนอยากรู้ว่าสิ่งที่ได้ทำนายไว้ถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับวรางค์ รามบุตร (2562) ศึกษา เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักการบัญชีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ซึ่งพบว่า พฤติกรรมการเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วยังสอดคล้องกับกำจร มุณีแก้ว (2557) ศึกษา เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน ความสามรถด้านเชาวน์ปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแก้สมการตัวแปรเดียว พบว่า ความสามารถด้านคำนวณและความสามารถด้านเชาวน์ปัญญามีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอดคล้องกับเพ็ญจันทร์ รวิยวงศ์ (2554) ได้ทำการศึกษา เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการภาษีอากร พบว่า พฤติกรรมการเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเช่นกัน

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ครูผู้สอนควรนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ประเภทได้แก่ แบบวัดแบบนิรนัย และแบบวัดแบบอุปนัย ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพทั้งความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.1.2 ครูผู้สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้วัดกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการค้นหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับทักษะต่าง ๆ ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลการวิจัยไปปรับปรุงพัฒนาการการเรียนการสอนต่อไป

3.1.3 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ ทำการเก็บกลุ่มตัวอย่างทั้งประเทศ จึงมีความเหมาะสมที่ครูผู้สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทั่วประเทศ

3.1.4 ครูผู้สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรพัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสร้างข้อคำถามที่ครอบคลุมทักษะการให้เหตุผลโดยการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ การอุปมาอุปไมย การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ การสร้าง

คำอธิบายจากหลักฐาน การให้เหตุผลเชิงสัดส่วนการระบุและควบคุมตัวแปร และการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรทำวิจัยการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่นๆ

3.2.2 ควรทำวิจัยการศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2545). *ผังมโนทัศน์และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ. 2545. น.5.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2557). *สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา. รายงานการศึกษาแนวโน้ม การพัฒนาคุณภาพครูเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาสู่ศตวรรษที่ 21.* (ฉบับย่อ). สถาบันครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา.

_____. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กำจร มุณีแก้ว. (2557). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน ความสามรถด้านเชาวน์ปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแก้สมการตัวแปรเดียว. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จ เจ้าพระยา.* กรุงเทพฯ: สืบค้น 31 สิงหาคม 2563, จาก http://sci.bsru.ac.

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล. (2549). *วิจัยเชิงปฏิบัติการ: แนวทางสำหรับครู*. เชียงใหม่: นันทพันธ์พริ้นติ้ง.

กีรติ บุญเจือ. (2547). *ตรรกวิทยาและตรรกวิทยาสัญลักษณ์เบื้องต้น.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกียรติสุดา ศรีสุข. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัย*. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ครองช่าง.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพาณิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2556). *ผลของการใช้ขั้นการเรียนรู้อนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. สืบค้น 19 สิงหาคม 2561, จาก https://tdc.thailis.or.th.

ชนัญธิดา สุริโย. (2562). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม. สืบค้น 28 เมษายน 2563, จาก http://fulltext.rmu.ac.th .

เชษฐ์ สิริสวัสดิ์. (2555). *การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีนิพนธ์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ: สืบค้น 28 เมษายน 2563, จาก http://cuir.car.chula.ac.th.

ดารารัตน์ นกขุนทอง. (2546). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ตามแนวคิดวงจรการเรียนรู้ที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปากช่องจังหวัดนครราชสีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).* มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ทศพล สุวรรณพุฒ. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

นภษร จุ้ยอินทร์. (2559). *ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโออี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นลินี สอนชา. (2560). *ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาชีววิทยา.* สืบค้น 13 มิถุนายน 2563, จาก https://research.ku.ac.th.

นันทวัน นันทวนิช. (2557). *การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ PISA.* สสวท. 42(186), 40-43.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยทางการวัดและประเมินผล.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และ นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. (2545). แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ปริญญาทางการเรียน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา.* หน่วยที่ 1 - 7. (พิมพ์ครั้งที่ 1, น.246 – 247). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์. (2561). *ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ.* สืบค้น 18 เมษายน 2563, จาก http://cuir.car.chula.ac.th.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *การสร้างและพัฒนาและทดสอบผลสัมฤทธิ์.* กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิธุลาวัณย์ ศุภอุทุมพร. (2559). *ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิต.* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม สืบค้น 18 เมษายน 2563, จาก http://cuir.car.chula.ac.th.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

เพ็ญจันทร์ รวิยวงศ์. (2554). *ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการภาษีอากร.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.* เชียงใหม่. สืบค้น 31 สิงหาคม 2563, จาก http://repository.rmutp.ac.th.

เฟื่องฟ้า บุญกอง. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 โรงเรียนลำพระเพลิงพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ภคพร อิสระ. (2557). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการในให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มลิวัลย์ ผิวคราม. (ม.ป.ป.). *การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงกลุ่ม*. สืบค้น 10 มกราคม 2560, จาก http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-binn/webpili/unit9/level9-2.html.

มนสิช สิทธิสมบูรณ์. (2550). *ระเบียบวิธีวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2549). *สถิติเพื่อการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. (2554). การสร้างเครื่องมือวัดด้านพุทธิพิสัย. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา*. หน่วยที่ 1 - 7. (พิมพ์ครั้งที่ 1, น.189 – 190). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ฤตินันท์ สมุทร์ทัย. (2546). *การพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอนกระบวนวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษาเบื้องต้นของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการ*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

_____. (2545). *เอกสารประกอบการสอน กระบวนการวิชา 05540 การวัดและการประเมินผลการศึกษาเบื้องต้น*. ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ลฎาภา สุทธกูล และ ลือชา ลดาชาติ. (2556). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร, 21*(3), 107–123.

_____. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจให้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 4*(2), 73-90.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2548). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลือชา ลดาชาติ. (2558). *การวิจัยเชิงคุณภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรางค์ รามบุตร. (2562). *ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักการบัญชีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ*. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, กำแพงเพชร. สืบค้น 31 สิงหาคม 2563, จาก https://research.kpru.ac.th.

วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 42*(2), 207-233.

ศรัณย์ อัมระนันท์. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการใช้คำถามระดับสูงเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. สืบค้น 19 สิงหาคม 2561 จาก http://journal.aru.ac.th.

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล. (2542). *การคิดและตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: เธร์ดเวฟ เอดดูเคชั่น.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2560). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน(O-NET) ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6*. สืบค้นจาก http//www.niets.or.th.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2545). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ:: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมภาร พรมทา. (2551). *คิดอย่างไรให้มีเหตุผล*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศยาม.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *คู่มือครูรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สกสค. ลาดพร้าว.

_____. (2549). *สมรรถนะการแก้ปัญหาสำหรับโลกวันพรุ่งนี้ (ฉบับสมบูรณ์). สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2540). *การคิดและการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด: ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาการเรียนการสอน สำงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). *ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษา ในทศวรรษที่สอง (พ.ศ.2552 –2561).* กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สำเร็จ นางสีคุณ. (2557). *การใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลแบบนิรนัย เชิงสมมติฐานผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิตอล เรื่องพันธุกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. สืบค้น 19 สิงหาคม 2561, จาก http//www.niets.or.th.

สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา, และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. (2557). *สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์: เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL*. (4). กรุงเทพฯ: เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2553). *ตรรกวิทยาสัญลักษณ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หัสชัย สิทธิรักษ์. (2549). *การเรียนรู้ด้วยตนเองออนไลน์.* สืบค้น 18 สิงหาคม 2561, จาก http://www.gotoknow.org.

อารยา ปาละโชติ. (2551). *การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดแทรกการอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค fading scaffold เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน.* (ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อารีย์ วชิรวราการ. (2542). *การวัดผลและประเมินผลการเรียน.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

Acar and Patton. (2012). Argumentation and formal reasoning skills in as argumentation based guided inquiry course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 46, 4756-4760.

Bao L A.O. (2009). *Learning and scientific reasoning*. N.P.

Ching She, H and Wen Liao, Y. (2010). Bridging scientific reasoning and conceptual change through adaptive web-based learning. *Science Teaching*, 47(1), 91-119.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). *Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms.* Science Education, 84, 287-31.

Friedler, Y., R.Nachmias and M.C. Linn. (1990)"Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer -Based Laboratories" *Journal of Research in Science Teaching,* 27(2), 173-192.

Geddis, A. N. (1991). Improving the Quality of Science Classroom Discourse on Controversial Issue Science Education, 75(2), 169-183.

Giere, R.N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*. Florida: Holt, Rinehart and Winston.

Khun, D., (1993). Science as Argument: Implication for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

Klopfer, L.E. (1971). "Evaluation of Learning in Science", *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.* New York: McGraw – Hill Book, 574 – 580.

Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Research in Science Teaching,* 15(1), .11-24.

Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education*, 94(2), 356– 362.

_____. (2007). *Self-efficacy, reasoning ability, and achievement in college biology*. *Researching Science Teaching*, 44, 706– 724.

_____. (1995). Science Teaching and the Development of Thinking. Belmont: Wadsworth.

_____. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching,* 22(7), 569-617.

_____. (1982). "The nature of advanced reasoning and science instruction." *Journal of Research in Science Teaching,* 19 (9), 743-760.

McNiel, K., L., & Krajcik, J. (2008) Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating Effects of Teacher' Instructional Practices on Student Learning. Journal of Research in Science Teaching, 45 (1), 53-78.

Moshman, D. (2011). Adolescent rationality and development *Cognition, morality, and identity (3 thed.).* USA: Taylor and Francis Group, LLC.

OECD. (2013), OECD Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills, OECD Publishing. Retrieve from http://dx.doi.org/10.1787/9789264204256-en.

Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the Quality of Argument in School Science. *School Science Review, 82* (301), 63-70.

Songer, N. B., Kelcey, B., and Gotwals, A. W. (2009). How and when does complex reasoning occur? Empirically Driven Development of a Learning Progression Focused on Complex Reasoning about Biodiversity, 46(6), 610–631.

Thurber, W. A. and Collette, A. T. (1964). *Teaching Science in Today's Secondary Schools. 2 nded.* New Delhi: Print ice – Hall of India.

Zeineddin, A & Abd-El-Khalick, F. (2010). Scientific Reasoning and Epistemological Commitments: Coordination of Theory and Evidence among College Science Student. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1064-1093.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อ นายวัชระ จันทรัตน์

สถานที่ทำงาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 3

วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรบัณฑิต วิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ

รองผู้อำนวยการกลุ่มนิเทศติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา

ประสบการณ์ทำงาน 18 ปี

2. ชื่อ นางสาวดวงกมล จิตประวัติ

สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านควนลังงา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปัตตานี เขต 2

วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต เอกการบริหารการศึกษา

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

ครูชำนาญการพิเศษ ผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาโรงเรียนบ้านควนลังงา

ประสบการณ์การสอน 10 ปี

3. ชื่อ นางคอมารียะ สามะ

สถานที่ทำงาน โรงเรียนชุมชนบ้านต้นสน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปัตตานี เขต 2

วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏยะลา

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

ครูชำนาญการพิเศษ ผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาโรงเรียนชุมชนบ้านต้นสน ประสบการณ์การสอน 20 ปี

4. ชื่อ นายพฤต ใบระหมาน

สถานที่ทำงาน โรงเรียนวรนารีเฉลิม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 16

วุฒิการศึกษา ศิลปศาสตรบัณฑิต ภาษาฝรั่งเศส มหาวิทยาลัย
ประกาศณียบัตรบัณฑิต หลักสูตรการสอน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

ครู คศ.1 ประสบการณ์การสอน 6 ปี

5. ชื่อ นางสาวพัทธ์ธีรา สิทธิเสรีสุวรรณ

สถานที่ทำงาน โรงเรียนวัดนาประดู่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปัตตานี เขต 2

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเคมี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเคมี มหาวิทยาลัยทักษิณ

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

พนักงานราชการ ตำแหน่งครูผู้สอน ประสบการณ์การสอน 1 ปี

ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๕๕

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน .....
สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางกุลวดี ดำโอะ นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา วิชาเอกการประเมินการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนคณิตศาสตร์และการวิจัยทางการศึกษา ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐๘-๗๒๙๘-๕๙๙๒

ภาคผนวก ค

หนังสือขอทดลองเครื่องมือ

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๕๖

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

ด้วยนางกุลวดี ด่าโอะ นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา วิชาเอกการประเมินการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

ในการนี้ นักศึกษาจำเป็นจะต้องทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย โดยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ในโรงเรียนของท่านเป็นกลุ่มทดลองในการทดลองใช้เครื่องมือ และขอความอนุเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๑ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านแจ้งครูผู้สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่ออำนวยความสะดวก ทั้งนี้ จะมิให้เป็นการรบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียน และผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือ ตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐๘-๗๒๙๘-๔๙๙๒

ภาคผนวก ง

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

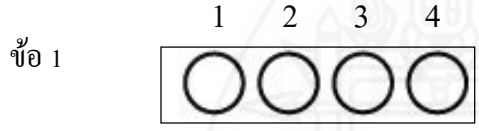
แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

<u>คำชี้แจง</u>

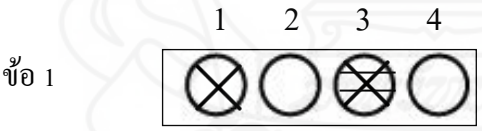
1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ
2. แบบวัดฉบับนี้มีการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2 รูปแบบ ได้แก่
   แบบที่ 1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย
   แบบที่ 2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย
3. วิธีการตอบแบบวัด ฯแต่ละข้อให้ปฏิบัติ ดังนี้

เมื่อนักเรียนคิดหาเหตุผลได้คำตอบที่ถูกต้องแล้ว ให้ทำเครื่องหมาย ✕ ลงในช่อง ◯ ในกระดาษคำตอบ ที่ตรงกับตัวเลือกตอบของข้อนั้น ๆ จากตัวเลือกตอบ 1 2 3 หรือ 4

ตัวอย่างการตอบ เช่น ถ้าคำตอบของข้อ 1 นักเรียนเลือกตอบที่ตัวเลือกตอบ 3 ให้ทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ ดังนี้



แต้ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ขีดเส้น ═ ทับเครื่องหมาย ✕ ที่เลือกไว้เดิม แล้วทำเครื่องหมาย ◯ในช่อง ที่ตรงกับตัวเลือกใหม่ เช่น การเปลี่ยนคำตอบจาก 3 เป็น 1



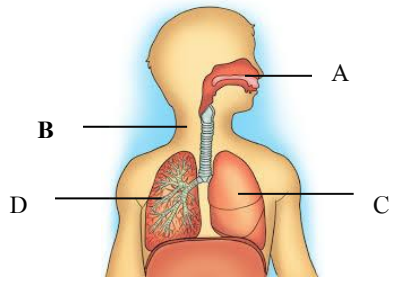
4. ก่อนลงมือทำข้อสอบให้เขียน ชื่อ-สกุล โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
5. ห้ามขีดเขียน หรือทาสัญลักษณ์ใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. หากมีข้อสงสัยให้ยกมือถามผู้กำกับห้องสอบ

กุลวดี ด่าโอะ
ผู้สร้างแบบวัด

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

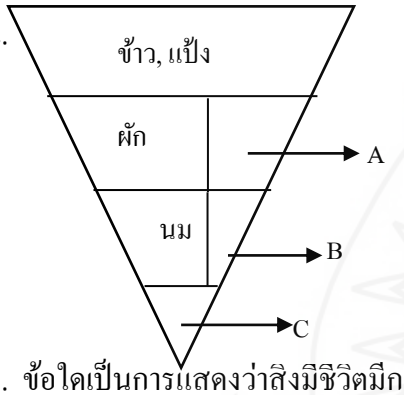
<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. จากรูปเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นออกซิเจนที่บริเวณใด และอวัยวะนั้นเรียกว่าอะไร



1. บริเวณ A คือจมูก
2. บริเวณ B คือหลอดอาหาร
3. บริเวณ C คือปอด
4. บริเวณ D คือถุงลมปอด

2.



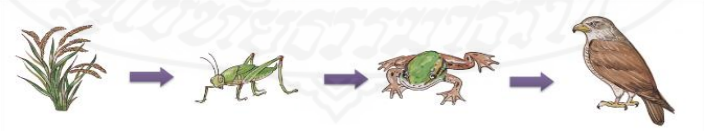
จากธงโภชนาการ จะบอกชนิดและปริมาณของอาหารที่คนไทยควรกินในแต่ละวัน ดังนั้น A, B และ C ควรเป็นอาหารประเภทใด

1. A คือข้าว B คือไขมัน และ C คือผลไม้
2. A คือผลไม้ B คือไขมัน และ C คือข้าว
3. A คือผลไม้ B คือเนื้อสัตว์ และ C คือน้ำมัน น้ำตาล เกลือ
4. A คือเนื้อสัตว์ ถั่ว B คือผลไม้ และ C คือน้ำมัน น้ำตาล เกลือ

3. ข้อใดเป็นการแสดงว่าสิ่งมีชีวิตมีก

1. กบจำศีลต้น
2. จิ้งจกเปลี่ยนสีผิว
3. การอพยพของนกไซบีเรีย
4. ต้นกระบองเพชรลำต้นอวบ มีหนาม

4. จากโซ่อาหารต่อไปนี้ ถ้ากบถูกมนุษย์จับกินหมดจะมีผลกระทบอย่างไร



1. ปริมาณนกจะลดลง
2. ต้นข้าวจะตายหมด
3. มนุษย์จะไม่มีอาหาร
4. ตั๊กแตนจะลดลง

5. สิ่งมีชีวิตคู่ใดที่มีความสัมพันธ์แบบฝ่ายผู้อาศัยเป็นผู้ได้รับประโยชน์ ผู้ที่ให้อาศัยเป็นผู้เสียประโยชน์

1. เพลี้ยกับมด
2. ต้นกาฝากบนต้นมะม่วง
3. เถาวัลย์ที่เกาะบนต้นไม้
4. แมงมุมกับกระต่าย

พิจารณาเหตุการณ์แล้วตอบคำถามข้อ 6

น้ำทิ้งจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล หรือจากการเกษตรต่าง ๆ จะทำให้แหล่งน้ำตามธรรมชาติเน่าเสียได้ สิ่งที่สามารถทำให้น้ำเน่าเสีย ได้แก่ สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ น้ำล้างจาน ตลอดจนขยะมูลฝอย สารซักฟอกและสารต่าง ๆ เมื่อถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำ จุลินทรีย์จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารเหล่านั้น และใช้แก๊สออกซิเจนในน้ำในกระบวนการย่อยสลายด้วย จากการสังเกตจะพบว่าน้ำในแหล่งน้ำจะส่งกลิ่นเหม็น สภาพของน้ำเป็นสีดำ มีฟองแก๊ส และอุณหภูมิของน้ำจะสูงอีกด้วย

6. กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ทำให้น้ำเน่าเสียเพราะอะไร

1. ส่วนที่ย่อยสลายไม่หมดจะเน่าเสีย
2. ต้องใช้ก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำ
3. ต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการย่อยสลาย
4. ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น

7. การแยกแก้วน้ำที่ซ้อนติดกันจนแน่นออกจากกัน ด้วยการแช่แก้วลงในน้ำร้อนเป็นการใช้ความรู้เรื่อง

1. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะละลาย 2. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะหลอมเหลว

3. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะกลายเป็นไอ 4. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะขยายตัว

พิจารณาข้อมูลแล้วตอบคำถาม

สาร 3 ชนิด A, B, C มีลักษณะเป็นเกล็ดของแข็ง ที่มีสมบัติเป็นของแข็ง ซึ่ง A มีขนาดเกล็ด 0.8 มม. B มีขนาด 1.5 มม. และ C มีขนาด 1.2 มม. มีความหนาแน่น 2.0, 0.8 และ 1.2 กรัม/ลบ.ซม. ตามลำดับ A สามารถละลายน้ำได้ดี แต่ B และ C ไม่สามารถละลายน้ำได้

เมื่อนำสาร 3 ชนิดมาผสมกัน แล้วนำไปละลายน้ำ หลังจากนั้นนำไปแยกสาร โดยการกรองด้วย

ตะแกรง ขนาดรู 0.9 มิลลิเมตร แล้วนำสารที่ผ่านตะแกรงมาระเหยแห้งได้สารที่ต้องการ

8. จากข้อมูลสารที่ได้จากการระเหยเป็นสารประเภทใด

1. สารบริสุทธิ์ 2. สารละลาย
3. สารผสม 4. สารแขวนลอย

พิจารณาข้อมูลจากตาราง แล้วตอบคำถาม

สาร	ผลการสำรวจสารรอบตัว
แป้งทาตัว	ผงสีขาว มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ
น้ำมันพืช	ของเหลว สีเหลืองอ่อน มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ
น้ำหวาน	ของเหลว สีแดง มีกลิ่น ละลายน้ำ
ข้าวสาร	ของแข็ง สีขาวขุ่น ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ
น้ำตาล	ของแข็ง สีขาวขุ่น ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำ

ถ้าเด็กหญิงเป็นหนึ่ง จำแนกสารเป็น 2 กลุ่มคือ

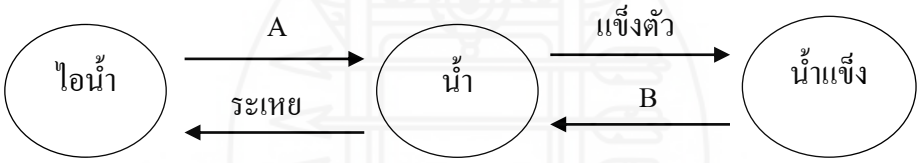
กลุ่มที่ 1 น้ำหวาน น้ำตาล

กลุ่มที่ 2 แป้งทาตัว น้ำมันพืช ข้าวสาร

9. เด็กหญิงเป็นหนึ่งใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการ จัดกลุ่มสาร

1. สี
2. กลิ่น สถานะ
3. สถานะ
4. การละลายน้ำ

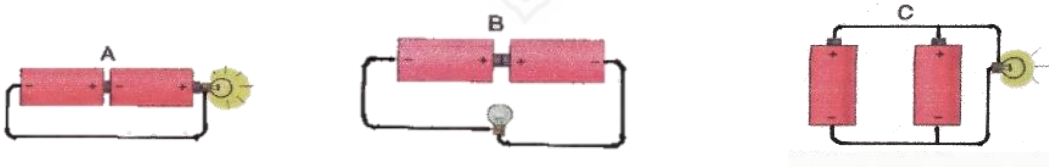
10. จากภาพ A และ B คือกระบวนการใดของน้ำ



แผนภาพการเปลี่ยนสถานะของสาร

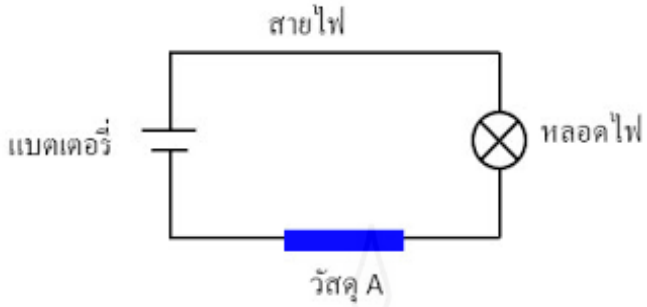
1. หลอมเหลว แข็งตัว
2. แข็งตัว ระเหย
3. ควบแน่น หลอมเหลว
4. ละลาย ระเหิด

11. พิจารณารูปที่กำหนดให้ว่า วงจรไฟฟ้า A และ C วงจรไฟฟ้าใดที่หลอดไฟสว่างกว่ากัน



1. หลอดไฟฟ้าทั้ง 3 วงจรสว่างเท่ากัน
2. หลอดไฟฟ้าในวงจร C สว่างกว่า
3. หลอดไฟฟ้าในวงจร B สว่างกว่า
4. หลอดไฟฟ้าในวงจร A สว่างกว่า

พิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 12-13



12. จากรูปวัสดุ A ควรเป็นวัสดุใด จึงจะทำให้หลอดไฟสว่าง

1. ไม้
2. ยาง
3. โลหะ
4. พลาสติก

13. จากรูปวัสดุ A ต้องมีคุณสมบัติใด

1. ฉนวนไฟฟ้า
2. นำความร้อน
3. นำไฟฟ้า
4. ยืดหยุ่น

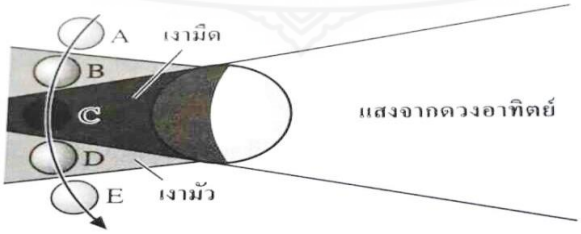
14. จากแผนภูมิกระบวนการเปลี่ยนแปลงจากหินตะกอนเป็นหินอัคนีคือข้อใด

1. การกัดกร่อนและการเย็นตัว
2. การหลอมเหลวและการเย็นตัว
3. สภาพอากาศและการกัดกร่อน
4. สภาพอากาศและการหลอมเหลว

15. ข้อใดเป็นหินหนืดที่เกิดจากการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว

1. หินชีสต์
2. หินแกรนิต
3. หินควอตไซต์
4. หินพัมมิซ

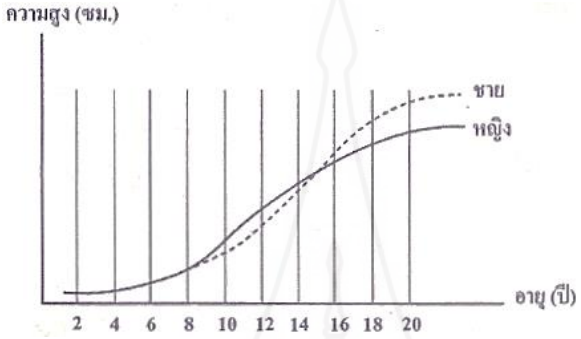
16. ภาพแสดงการเกิดจันทรุปราคา



ตำแหน่งใดที่ไม่เกิดจันทรุปราคา

1. ตำแหน่ง A และ B
2. ตำแหน่ง B และ D
3. ตำแหน่ง A และ E
4. ตำแหน่ง C

17. จากกราฟแสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของเพศชายและหญิงในช่วงอายุต่าง ๆ ข้อใดกล่าวถูกต้อง



1. การเจริญเติบโตของเพศชายและหญิงไม่แตกต่างกัน
2. ช่วงอายุ 9-14 ปี เพศชายเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศหญิง
3. ช่วงอายุ 15-20 เพศหญิงเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศชาย
4. ช่วงอายุ 20 ขึ้นไป เพศหญิงและเพศชายมีการเจริญเติบโตคงที่

18. ตารางแสดงสารอาหารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร

ชนิดของอาหาร	**ปริมาณสารอาหาร**		
	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	**โปรตีน (กรัม)**	**ไขมัน (กรัม)**
A	2	3	2
B	1	4	1
C	2	1	2
D	2	2	1

กำหนดให้ คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4.5 กิโลแคลอรี่
โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4.5 กิโลแคลอรี่
ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี่

จากตารางอาหารชนิดใดให้พลังงานน้อยที่สุด

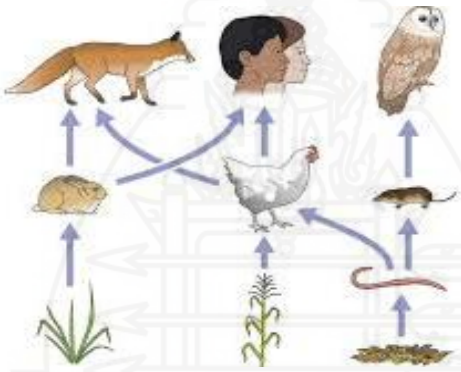
1. A
2. B
3. C
4. D

19. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดสรุปถูกต้อง

> **หมีขั้วโลก** มีขนสีขาวราวหิมะอันแสนสวยที่แลดูขาวสะอาดและละเอียดของมัน แท้จริงแล้วขนของมันไม่ใช่สีขาวเลยแม้แต่น้อย แพขนจะสะท้อนแสงแดดที่ทอดลงมาบนหิมะ ทำให้มันดูเป็นสีขาวและกลืนไปกับสภาพแวดล้อม ในบางครั้งขนที่หนาและละเอียดของมัน รวมถึงชั้นไขมันอาจทำให้ความร้อนในตัวสูงเกินไปจนอาจเสียชีวิตได้ ทำให้พวกมันต้องใช้ชีวิตอย่างเชื่องช้า หรือการเดินช้า ๆ

1. หมีมีขนสีขาว
2. ใต้ขนที่หนาของหมีมีชั้นของไขมัน
3. หมีมีขนหนาและมีไขมันหลายชั้น จึงเดินอย่างช้า ๆ
4. หมีมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมบริเวณขั้วโลก

20. จากสายใยอาหารต่อไปนี้ข้อความใดกล่าวถูกต้อง



1. ผู้ผลิตมี 1 ชนิดเท่านั้น
2. ผู้บริโภคลำดับที่ 1 มี 2 ชนิด
3. ไก่เป็นทั้งผู้บริโภคลำดับที่ 2 และลำดับที่ 3
4. นกฮูกและสุนัขจิ้งจอกเท่านั้นเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย

21. จากข้อความสรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์แบบใด

> ไลเคน เป็นความสัมพันธ์ของรากับสาหร่าย โดยราให้ความชื้นแก่สาหร่ายส่วนสาหร่ายสร้างอาหารได้ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นอาหารแก่เชื้อรา ไลเคนมีหลากหลายชนิด ลักษณะของไลเคนบ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อม ได้ว่าบริเวณนั้นมีความชุ่มชื้นสมบูรณ์หรือแห้งแล้ง

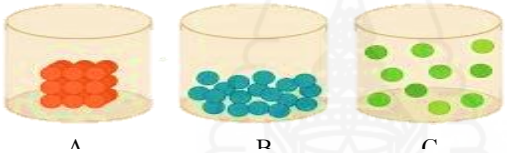
1. ปรสิต
2. พึ่งพากัน
3. เป็นกลาง
4. ได้ประโยชน์ร่วมกัน

22. พิจารณข้อความข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับทรัพยากรในชุมชน

> ชุมชน X ชาวบ้านมีอาชีพเผาถ่าน ทำไร่เลื่อนลอย และใช้ไม้ในการสร้างบ้านเรือน โรงงาน และถนน ส่วนชุมชน Y ชาวบ้านมีอาชีพหาของป่าขายและเกษตรกรรม มักปลูกป่าเพิ่มเติมเสมอ

1. ชุมชน X ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะปลูกพืชไร่
2. ชุมชน X ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะดูแลรักษาป่า
3. ชุมชน Y ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะทำเกษตรกรรม
4. ชุมชน Y ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะไม่ตัดไม้ทำลายป่า

23. จากภาพแสดงการจัดเรียงอนุภาคของสาร ข้อใดกล่าวถูกต้อง



1. สาร A มีมีอนุภาคชิดกัน รูปร่างคงที่
2. สาร B มีอนุภาคชิดกัน รูปร่างเปลี่ยนร่างเปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ
3. สาร C มีอนุภาคชิดกัน รูปร่างเปลี่ยนร่างเปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ
4. สาร A มีอนุภาคชิดกันน้อยกว่าสาร B และสาร B มีอนุภาคชิดกันน้อยกว่าสาร C

พิจารณาตารางการจำแนกสารออกเป็น 4 กลุ่ม แล้วตอบคำถาม ข้อ 24-25

กลุ่มสาร	**A**	**B**	**C**	**D**
ชนิดสาร	น้ำตาล เกลือ	แป้ง หินปูน	น้ำหมึก น้ำส้มสายชู	ปรอท น้ำมัน

24. จากตารางใช้สมบัติใดเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร

1. สถานะและความหนาแน่น
2. สถานะและการละลายในน้ำ
3. การละลายในน้ำและความหนาแน่น
4. การละลายในน้ำ สถานะและความหนาแน่น

25. จากตารางกลุ่มสารใดเป็นสารละลาย

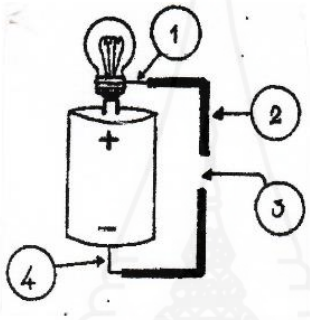
1. A
2. B

3. C 4. D

26. ในการจำแนกสารในบ้านมักใช้ลักษณะของการใช้งานเป็นเกณฑ์ในการแยก ถ้าน้ำยาล้างจัดอยู่ในกลุ่มสารซักล้าง ยาฉีดกันยุงจัดอยู่ในกลุ่มสารกำจัดแมลงและศัตรูพืช แล้วน้ำมันพืชควรจัดอยู่ในกลุ่มสารใด

1. สารปรุงรส 2. สารละลาย
3. สารเนื้อเดียว 4. สารประกอบ

พิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 27 - 28



27. ตำแหน่งที่ 3 ควรใช้วัสดุที่มีสมบัติตามข้อใด ในการต่อวงจรที่ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้

1. เป็นของแข็ง 2. นำไฟฟ้า
3. ฉนวนไฟฟ้า 4. ยืดหยุ่น

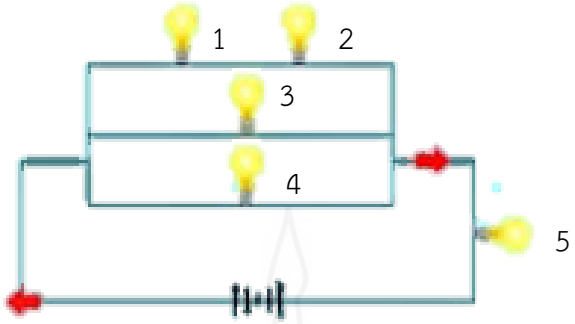
28. ถ้าวัสดุตำแหน่งที่ 1 ชำรุด จะมีผลอย่างไรต่อวงจรไฟฟ้า

1. หลอดไฟสว่าง เพราะไฟฟ้าไหลครบวงจร
2. หลอดไฟไม่สว่าง เพราะไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร
3. หลอดไฟสว่าง เพราะเป็นตำแหน่งที่ไม่มีผลต่อวงจรไฟฟ้า
4. หลอดไฟไม่สว่าง เพราะเป็นตำแหน่งที่ไม่ต่อกับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย

29. สายไฟฟ้าในบ้านเรือนประกอบด้วย ลวดตัวนำไฟฟ้าและภายนอกห่อหุ้มด้วยพลาสติก ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะของสายไฟฟ้าในบ้าน

1. ลวดตัวนำส่วนใหญ่ทำมาจากอโลหะ เพราะนำไฟฟ้าได้ดี
2. ลวดตัวนำควรมีส่วนผสมของพลาสติก เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
3. พลาสติกที่ห่อหุ้มสายไฟ ทำมาจากพลาสติกบาง เพื่อป้องกันความร้อนจากสายไฟ
4. พลาสติกที่ห่อหุ้มสายไฟ ทำมาจากพลาสติกเนื้อแข็ง เพื่อป้องกันแรงดันจากไฟฟ้า

พิจารณารูปการณ์ต่อวงจรไฟฟ้าต่อนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 30 – 31



30. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1 ดับ หลอดที่ 2 จะไม่ดับ
2. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 3 ดับ หลอดที่ 4 จะดับด้วย
3. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1 ดับ หลอดที่เหลือจะดับหมด
4. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 5 ดับ หลอดที่เหลือจะดับหมด

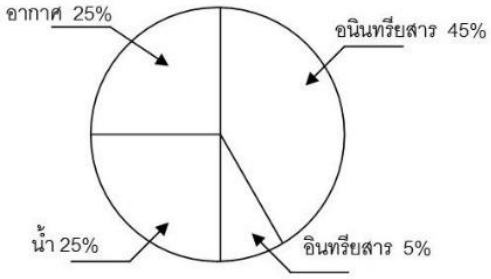
31. จากรูปถ้าหลอดไฟดวงที่ 2 ดับ จะมีผลอย่างไรต่อหลอดไฟที่เหลือ

1. หลอดไฟทุกดวงจะดับด้วย
2. หลอดไฟที่ 5 จะดับ หลอดไฟที่เหลือจะติด
3. หลอดไฟที่ 1 จะดับ หลอดไฟที่เหลือจะติด
4. หลอดไฟที่ 1 และ 5 จะดับ หลอดไฟที่เหลือจะติด

32. ถ้านำแท่งแม่เหล็กมาถูตะปูได้ผลการทดลองดังรูป แต่ถ้าเปลี่ยนจาก ตะปูเป็นไม้ตะเกียบจะเกิดผลอย่างไร

1. ไม่เกิดอำนาจแม่เหล็ก
2. เกิดอำนาจแม่เหล็กมากกว่าตะปู
3. เกิเกิดอำนาจแม่เหล็กเท่ากับตะปู
4. เกิดอำนาจแม่เหล็กน้อยกว่าตะปู

33. จากแผนภูมิองค์แสดงประกอบของดิน ข้อใดกล่าวถูกต้อง



1. อินทรียสารแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดดิน
2. อินทรียสารกิดจากการสร้างตัวของหินและแร่
3. อนินทรียสารเกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิต

4. อนินทรียสารเกิดจากการสร้างตัวของหินและแร่

34. เพราะเหตุใดจะเห็นดวงดาวต่าง ๆ เฉพาะในเวลากลางคืน
    1. ดาวต่าง ๆ ถูกเงาของโลกบดบังไว้
    2. ดวงดาวต่าง ๆ จะโคจรมาอยู่ใกล้โลกมากที่สุดในเวลากลางคืน
    3. แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกสว่างมากกว่าจนทำให้มองไม่เห็นดาวอื่น
    4. ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่สว่างและใหญ่มากที่สุด จึงบดบังแสงจากดาวอื่น
35. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์
    1. สุริยุปราคาจะเกิดในเวลากลางคืนช่วงวันแรม 14 ค่ำ
    2. ข้างขึ้นข้างแรมใน 1 รอบ กินเวลาประมาณ 30 วัน
    3. จันทรุปราคาจะเกิดในเวลากลางคืนช่วงวันขึ้น 15 ค่ำ
    4. สุริยุปราคาจะเกิดในเวลากลางวันช่วงวันแรม 14 หรือ 15 ค่ำ หรือวันขึ้น 1 ค่ำ

ภาคผนวก จ

เฉลยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เฉลยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อ		ตัวเลือก	เหตุผล
1	4	บริเวณ D คือถุงลมปอด	เพราะถุงลมในปอด ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นออกซิเจน
2	3	A คือผลไม้ B คือเนื้อสัตว์ และ C คือน้ำมัน น้ำตาล เกลือ	เพราะ A เป็นสารอาหารจำพวกวิตามินและเกลือแร่ ซึ่งพบได้ในผักและผลไม้จึงควรเป็นผลไม้ B เป็นสารอาหารจำพวกโปรตีน ซึ่งพบในนม ถั่ว และเนื้อสัตว์ต่าง ๆ B จึงควรเป็นเนื้อสัตว์ และ C เป็นสารอาหารที่ต้องกินให้น้อยที่สุดในแต่ละวัน ได้แก่ อาหารที่มีน้ำมัน น้ำตาล เกลือ เป็นองค์ประกอบ
3	2	จิ้งจกเปลี่ยนสีผิว	เพราะการเปลี่ยนสีของจิ้งจกให้กลมกลืนกับภาพแวดล้อม เป็นการปรับรูปร่าง ลักษณะเพื่อการหลบภัยและหาอาหาร ส่วนกบจำศีล การอพยพของนกไซบีเรีย เป็นการปรับตัวด้านพฤติกรรม และต้นกระบองเพชรลำต้นอวบ มีหนามเป็นการปรับตัวด้านสรีระ ด้านกลไกและหน้าที่ของอวัยวะ
4	1	ปริมาณนกจะลดลง	เพราะเมื่อกบสูญพันธ์ สิ่งมีชีวิตที่บริโภคกบจะไม่มีอาหาร จึงทำให้ปริมาณนกลดลง และตั๊กแตนเป็นอาหารของกบ จะเพิ่มขึ้น เพราะไม่มีสิ่งมีชีวิตที่จะบริโภคเป็นตั๊กแตน
5	2	ต้นกาฝากบนต้นมะม่วง	เพราะความสัมพันธ์แบบฝ่ายผู้อาศัยเป็นผู้ได้รับประโยชน์ ผู้ถูกอาศัยเป็นผู้เสียประโยชน์ เป็นภาวะปรสิต ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์แบบนี้ ได้แก่ ต้นกาฝากบนต้นมะม่วง
6	2	ต้องใช้ก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำ	เพราะในกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์นั้นจะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย ถ้ากระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์เกิดขึ้นบ่อย ๆ ก็จะทำให้มีประมาณออกซิเจนในน้ำลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุของน้ำเน่าเสีย
7	4	เมื่อสสารได้รับความร้อนจะขยายตัว	เพราะเมื่อวัตถุได้รับความร้อน จะทำให้อนุภาคของวัตถุเกิดการขยายตัว ดังนั้นเมื่อนำแก้วน้ำที่ซ้อนติดกันจนแน่นออกจากกัน ไปแช่ลงในน้ำร้อนจะทำให้อนุภาคของแก้วขยายตัวและแยกแก้วออกจากกัน

เฉลยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อ		ตัวเลือก	เหตุผล
8	2	สารละลาย	เพราะการระเหยแห้ง เป็นการแยกสารละลาย ส่วนสารบริสุทธิ์เป็นสารที่มีองค์ประกอบเดียวมาสามารถแยกได้ ส่วนสารผสมและแขวนลอยเป็นสารกลุ่มเดียวกัน สามารถแยกได้โดยการกรอง
9	3	สถานะ	เพราะสารกลุ่มที่ 1 เป็นของเหลวทั้งหมด และสารกลุ่มที่ 2 เป็นของแข็งทั้งหมด จึงสรุปได้ว่าใช้สถานะเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสาร
10	3	ควบแน่น หลอมเหลว	เพราะสารในสถานะแก๊สเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่า การควบแน่น ส่วนสารในสถานะของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่าการหลอมเหลว
11	2	หลอดไฟฟ้าในวงจร C สว่างกว่า	เพราะ C ต่อวงจรแบบขนาน ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในวงจรมากกว่าวงจรที่ต่อแบบอนุกรม จากรูป A ,B ต่อแบบอนุกรม C ต่อแบบขนาน ดังนั้นหลอดไฟของ C สว่างกว่า B
12	3	โลหะ	เพราะ วัสดุ A เป็นต้องเป็นวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ ซึ่งโลหะเป็นวัสดุที่นำไฟฟ้าได้
13	3	นำไฟฟ้า	เพราะ วัสดุ A เป็นต้องเป็นวัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ จึงจะทำให้หลอดไฟสว่าง
14	2	การหลอมเหลวและการเย็นตัว	เพราะการเปลี่ยนหินตะกอนเป็นหินอัคนี เกิดจากหินตะกอนเกิดการหลอมเหลวเป็นหินหนืดก่อน แล้วเมื่อหินหนืดแข็งตัวและเย็นตัวลงจะกลายเป็นหินอัคนี
15	4	หินพัมมิซ	เพราะหินพัมมิซ เป็นหินอัคนีที่เกิดจากหินหนืดที่เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เป็นหินที่เบา และมีรูพรุน
16	3	ตำแหน่ง A และ E	เพราะการเกิดจันทรุปราคา เกิดจากเงาของโลกบังแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องไปยังดวงจันทร์ในช่วงที่ดวงจันทร์เต็มดวง (ขึ้น 15 ค่ำ) จากรูป ตำแหน่ง A และ C ไม่อยู่ในระนาบที่เงาของโลกที่บังแสงจากดวงอาทิตย์ จึงไม่ใช่ตำแหน่งของการเกิดจันทรุปราคา

เฉลยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อ		ตัวเลือก	เหตุผล
17	4	ช่วงอายุ 20 ขึ้นไป เพศหญิงมีการเจริญเติบโตคงที่	จากกราฟสรุปได้ว่า การเจริญเติบโตของเพศชายและหญิงแตกต่างกันช่วงอายุ 9-14 ปี เพศหญิงเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศชาย ช่วงอายุ 15-20 เพศชายเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศหญิง และช่วงอายุ 20 ขึ้นไป ทั้งเพศหญิงและชายมีการเจริญเติบโตคงที่
18	4	C	สรุปได้ว่าชนิด A ให้พลังงาน 40.5 กิโลแคลอรี่ ชนิด B ให้พลังงาน 31.5 กิโลแคลอรี่ ชนิด C ให้พลังงาน 31.5 กิโลแคลอรี่ และชนิด D ให้พลังงาน 27 กิโลแคลอรี่ ซึ่งให้พลังงานน้อยที่สุด
19	4	หมีมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมบริเวณขั้วโลก	สรุปหมีมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมหมีมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ส่วนขนสีขาว ชั้นของไขมัน เป็นรูปร่างลักษณะของหมีขาว การเดินอย่างช้าๆ ของหมี เป็นพฤติกรรมของหมีขาว
20	3	ไก่เป็นทั้งผู้บริโภคลำดับที่ 1 และลำดับที่ 2	สายใยอาหารมีผู้ผลิต 2 ชนิด คือ หญ้ากับต้นข้าว มีผู้บริโภคลำดับที่ 1 คือ กระต่าย ไก่ มีผู้บริโภคลำดับที่ 2 คือ สุนัข จิ้งจอก คน หนู มีผู้บริโภคลำดับสุดท้าย คือ สุนัขจิ้งจอก คน และนกฮูก โดยมีไส้เดือนเป็นผู้ย่อยสลาย
21	2	พึ่งพากัน	รากับสาหร่ายอยู่ร่วมกัน โดยต่างก็ได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกันหากแยกกันอยู่จะไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ ซึ่งเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า ภาวะพึ่งพากัน
22	4	ชุมชน Y ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะไม่ตัดไม้ทำลายป่า	ชุมชน Y ไม่ตัดไม้ทำลายป่ามีการปลูกป่าเพิ่มเติมเสมอ จึงทำให้ชุมชน Y มีทรัพยากรอุดมสมบูรณ์
23	1	สาร A คือ ของแข็ง เพราะมีอนุภาคชิดกัน รูปร่างคงที่	สาร A คือ ของแข็ง เพราะมีอนุภาคชิดกัน รูปร่างคงที่ สาร B คือ ของเหลว เพราะอนุภาคอยู่กันอย่างหลวมๆ รูปร่างเปลี่ยนร่างเปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุสาร C คือ แก๊ส เพราะอนุภาคกระจัดกระจาย รูปร่างเปลี่ยนร่างเปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ

เฉลยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อ		ตัวเลือก	เหตุผล
24	2	สถานะและการละลายในน้ำ	สาร A และ B มีสถานะเป็นของแข็ง สาร C และ D มีสถานะเป็นของเหลว จำแนกตามสถานะของสาร และสาร A และ C ละลายน้ำได้ ส่วนสาร B และ D ละลายน้ำไม่ได้ จำแนกตามการละลายในน้ำ
25	1	**A**	สาร A เป็นสารละลายที่ละลายน้ำได้
26	1	สารปรุงรส	สารเคมีในบ้านจำแนกออกเป็นสารซักล้าง สารปรุงรส สารกำจัดแมลง ดังนั้นน้ำมันพืชควรจัดอยู่ในกลุ่มสารปรุงรส
27	2	นำไฟฟ้า	ตำแหน่งที่ 3 ต้องใช้วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้า เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านครบวงจร
28	2	หลอดไฟไม่สว่าง เพราะไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร	ถ้าวัสดุในวงจรชำรุดหลอดไฟก็จะไม่สว่าง เพราะกระแสไฟฟ้าจะไหลไม่ครบวงจร
29	4	โพลาสติกที่ห่อหุ้มสายไฟทำมาจากพลาสติกเนื้อแข็ง เพื่อป้องกันแรงดันจากไฟฟ้า	สายไฟประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าที่ทำมาจากโลหะ ซึ่งนำไฟฟ้าได้ดี และพลาสติกหุ้มสายไฟต้องทำมาจากพลาสติกเนื้อแข็ง เพื่อป้องกันแรงดันจากไฟฟ้า
30	4	ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 5 ดับ หลอดที่เหลือจะดับหมด	หลอดไฟดวงที่ 1 ดับ หลอดไฟดวงที่ 2 เท่านั้นที่ดับ ถ้าหลอดไฟดวงที 3 หรือ 4 ดับหลอดไฟดวงอื่นจะไม่ดับ แต่ถ้าหลอดไฟดวงที่ 5 ดับหลอดไฟทุกดวงจะดับหมด
31	3	หลอดไฟที่ 1 จะดับ หลอดไฟที่เหลือจะติด	ถ้าหลอดไฟดวงที่ 1 ดับ หลอดไฟดวงที่ 2 เท่านั้นที่ดับ ถ้าหลอดไฟดวงที 3 หรือ 4 ดับหลอดไฟดวงอื่นจะมาดับ แต่ถ้าหลอดไฟดวงที่ 5 หลอดไฟทุกดวงจะดับหมด
32	1	ไม่เกิดอำนาจแม่เหล็ก	ไม้ตะเกียบไม่เป็นสารแม่เหล็ก เมื่อนำมาถูกับแท่งแม่เหล็กจะไม่เกิดอำนาจแม่เหล็ก ถ้านำสารแม่เหล็กมาถูกับแท่งแม่เหล็กจะเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้น ให้ดูดผงตะไบเหล็กได้
33	4	อนินทรียสารได้จากการสร้างตัวของหินและแร่	องค์ประกอบของดินที่มากที่สุดคือ อนินทรียสาร เป็นดินที่เกิดจากการสร้างตัวของหินและแร่ อินทรียสารเกิดจากการ

เฉลยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อ		ตัวเลือก	เหตุผล
			ทับถมของซากสิ่งมีชีวิต ส่วนน้ำและอากาศจะแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดดิน
34	3	แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกสว่างมากกว่าจนทำให้มองไม่เห็นดาวดวงอื่น	ตอนกลางวัน แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกสว่างมากกว่าจนทำให้มองไม่เห็นดาวดวงอื่น ส่วนตอนกลางคืนส่วนของโลกที่หันหลังให้ดวงอาทิตย์จะมืดทำให้สามารถมองเห็นดวงดาวอื่นๆ
35	3	จันทรุปราคาจะเกิดในเวลากลางคืนช่วงวันขึ้น 15 ค่ำ	จันทรุปราคาจะเกิดในเวลากลางคืนช่วงวันขึ้น 15 ค่ำ สุริยุปราคาจะเกิดในเวลากลางวัน ส่วนข้างขึ้นข้างแรมใน 1 รอบ กินเวลาประมาณ 15 วัน

ภาคผนวก ฉ

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 50 ข้อ นำไปทดลองใช้ (Try out)

คู่มือการใช้
แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ 100 คะแนน
2. แบบวัดฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ได้แก่

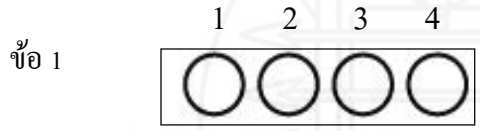
ตอนที่ 1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 25 ข้อ

ตอนที่ 2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 25 ข้อ

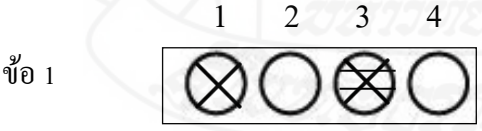
3. วิธีการตอบแบบวัดแต่ละข้อให้ปฏิบัติ ดังนี้

เมื่อนักเรียนคิดหาเหตุผลได้คำตอบที่ถูกต้องแล้ว ให้ทำเครื่องหมาย ✕ ลงในช่อง ◯ ในกระดาษคำตอบ ที่ตรงกับตัวเลือกตอบของข้อนั้น ๆ จากตัวเลือกตอบ 1 2 3 หรือ 4

ตัวอย่างการตอบ เช่น ถ้าคำตอบของข้อ 1 นักเรียนเลือกตอบที่ตัวเลือกตอบ 3 ให้ทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ ดังนี้



แต้ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ขีดเส้น ═ ทับเครื่องหมาย ✕ ที่เลือกไว้เดิม แล้วทำเครื่องหมาย ◯ในช่อง ที่ตรงกับตัวเลือกใหม่ เช่น การเปลี่ยนคำตอบจาก 3 เป็น 1



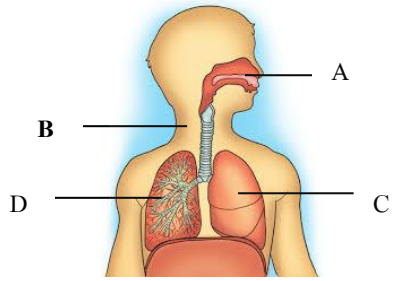
4. ก่อนลงมือทำข้อสอบให้เขียน ชื่อ-สกุล โรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
5. ห้ามขีดเขียน หรือทาสัญลักษณ์ใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
6. หากมีข้อสงสัยให้ยกมือถามผู้กำกับห้องสอบ

กุลวดี ด่าโอะ
ผู้สร้างแบบวัด

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

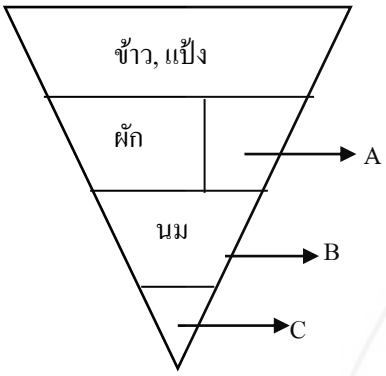
ตอนที่ 1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย

1. จากรูปเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นออกซิเจนที่บริเวณใด และอวัยวะนั้นเรียกว่าอะไร



1. บริเวณ A คือจมูก
2. บริเวณ B คือหลอดอาหาร
3. บริเวณ C คือปอด
4. บริเวณ D คือถุงลมปอด

2.



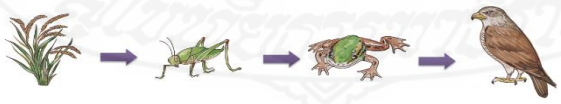
จากธงโภชนาการ จะบอกชนิดและปริมาณของอาหารที่คนไทยควรกินในแต่ละวัน ดังนั้น A, B และ C ควรเป็นอาหารประเภทใด

1. A คือข้าว B คือไขมัน และ C คือผลไม้
2. A คือผลไม้ B คือไขมัน และ C คือข้าว
3. A คือผลไม้ B คือเนื้อสัตว์ และ C คือน้ำมัน น้ำตาล เกลือ
4. A คือเนื้อสัตว์ ถั่ว B คือผลไม้ และ C คือน้ำมัน น้ำตาล เกลือ

3. ข้อใดเป็นการแสดงว่าสิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวด้านรูปร่างลักษณะ เพื่อความอยู่รอด

1. กบจำศีลต้น
2. จิ้งจกเปลี่ยนสีผิว
3. การอพยพของนกไซบีเรีย
4. ต้นกระบองเพชรลำต้นอวบ มีหนาม

4. จากโซ่อาหารต่อไปนี้ ถ้ากบถูกมนุษย์จับกินหมดจะมีผลกระทบอย่างไร



1. ปริมาณนกจะลดลง
2. ต้นข้าวจะตายหมด
3. มนุษย์จะไม่มีอาหาร
4. ตั๊กแตนจะลดลง

5. สิ่งมีชีวิตคู่ใดที่มีความสัมพันธ์แบบฝ่ายผู้อาศัยเป็นผู้ได้รับประโยชน์ ผู้ที่ให้อาศัยเป็นผู้เสียประโยชน์

1. เพลี้ยกับมด
2. ต้นกาฝากบนต้นมะม่วง
3. เถาวัลย์ที่เกาะบนต้นไม้
4. แมงมุมกับกระต่าย

พิจารณาข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 6-7

น้ำทิ้งจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล หรือจากการเกษตรต่าง ๆ จะทำให้แหล่งน้ำตามธรรมชาติเน่าเสียได้ สิ่งที่สามารถทำให้น้ำเน่าเสีย ได้แก่ สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ น้ำล้างจาน ตลอดจนขยะมูลฝอย สารซักฟอกและสารต่าง ๆ เมื่อถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำ จุลินทรีย์จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารเหล่านั้น และใช้แก๊สออกซิเจนในน้ำในกระบวนการย่อยสลายด้วย จากการสังเกตจะพบว่าน้ำในแหล่งน้ำจะส่งกลิ่นเหม็น สภาพของน้ำเป็นสีดำ มีฟองแก๊ส และอุณหภูมิของน้ำจะสูงอีกด้วย

6. สิ่งใดต่อไปนี้เป็นตัวบ่งบอกการเน่าเสียของน้ำที่สามารถวัดได้

1. กลิ่นของน้ำ
2. อุณหภูมิของน้ำ
3. สภาพสี และฟองแก๊สของน้ำ
4. ปริมาณออกซิเจนในน้ำ

7. กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ทำให้น้ำเน่าเสียเพราะอะไร

1. ส่วนที่ย่อยสลายไม่หมดจะเน่าเสีย
2. ต้องใช้ก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำ
3. ต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการย่อยสลาย
4. ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น

8. การแยกแก้วน้ำที่ซ้อนติดกันจนแน่นออกจากกัน ด้วยการแช่แก้วลงในน้ำร้อนเป็นการใช้ความรู้เรื่อง

1. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะละลาย
2. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะหลอมเหลว
3. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะกลายเป็นไอ
4. เมื่อสสารได้รับความร้อนจะขยายตัว

พิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 9-10

สมจิตรทดลอง นำสาร 2 ชนิด มาผสมกัน สารใหม่ที่ได้มีคุณสมบัติแตกต่างจากสารเดิม และไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้

9. จากข้อความข้อใดกล่าวถูกต้อง เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสารดังกล่าว

1. เป็นการเปลี่ยนสถานะ
2. เป็นการละลายของสาร
3. เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

10. จากข้อความข้อใดควรเป็นสารใหม่ที่ได้จากการทดลอง

1. น้ำเชื่อม
2. เหรียญบาท
3. น้ำเกลือ
4. ถ่านไม้

พิจารณาข้อมูลแล้วตอบคำถาม

สาร 3 ชนิด A, B, C มีลักษณะเป็นเกล็ดของแข็ง ที่มีสมบัติเป็นของแข็ง ซึ่ง A มีขนาดเกล็ด 0.8 มม. B มีขนาด 1.5 มม. และ C มีขนาด 1.2 มม. มีความหนาแน่น 2.0, 0.8 และ 1.2 กรัม/ลบ. ซม. ตามลำดับ A สามารถละลายน้ำได้ดี แต่ B และ C ไม่สามารถละลายน้ำได้

เมื่อนำสาร 3 ชนิดมาผสมกัน แล้วนำไปละลายน้ำ หลังจากนั้นนำไปแยกสาร โดยการกรองด้วย

ตะแกรง ขนาดรู 0.9 มิลลิเมตร แล้วนำสารที่ผ่านตะแกรงมาระเหยแห้งได้สารที่ต้องการ

11. จากข้อมูลสารที่ได้จากการระเหยเป็นสารประเภทใด

1. สารบริสุทธิ์
2. สารละลาย
3. สารผสม
4. สารแขวนลอย

พิจารณาข้อมูลจากตาราง แล้วตอบคำถาม

สาร	ผลการสำรวจสารรอบตัว
แป้งทาตัว	ผงสีขาว มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ
น้ำมันพืช	ของเหลว สีเหลืองอ่อน มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ
น้ำหวาน	ของเหลว สีแดง มีกลิ่น ละลายน้ำ
ข้าวสาร	ของแข็ง สีขาวขุ่น ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ
น้ำตาล	ของแข็ง สีขาวขุ่น ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำ

ถ้าเด็กหญิงเป็นหนึ่ง จำแนกสารเป็น 2 กลุ่มคือ

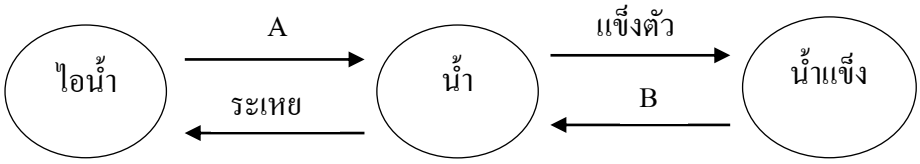
กลุ่มที่ 1 น้ำหวาน น้ำตาล

กลุ่มที่ 2 แป้งทาตัว น้ำมันพืช ข้าวสาร

12. เด็กหญิงเป็นหนึ่งใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการ จัดกลุ่มสาร

1. สี
2. กลิ่น สถานะ
3. สถานะ
4. การละลายน้ำ

13. จากภาพ A และ B คือกระบวนการใดของน้ำ



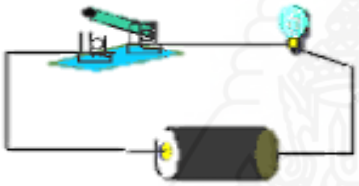
แผนภาพการเปลี่ยนสถานะของสาร

1. หลอมเหลว แข็งตัว
2. แข็งตัว ระเหย
3. ควบแน่น หลอมเหลว
4. ละลาย ระเหิด

14. ในการเลือกใช้สารเคมีให้ปลอดภัย ข้อใดสำคัญที่สุด

1. วัตถุประสงค์ของการใช้
2. ปริมาณของสารเคมีที่ใช้
3. ส่วนประกอบของสารเคมี
4. วิธีการใช้สารเคมี

15. รูปภาพแสดงวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ข้อใดกล่าวถูกต้อง



1. ไฟติด เพราะเป็นวงจรปิด
2. ไฟติด เพราะเป็นวงจรเปิด
3. ไฟไม่ติด เพราะเป็นวงจรปิด
4. ไฟไม่ติด เพราะเป็นวงจรเปิด

พิจารณารูปแล้วตอบคำถาม ข้อ 16-17

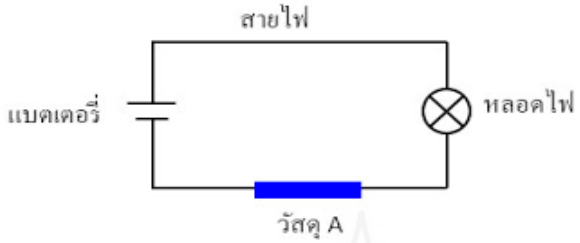
16. จากรูปวงจรใดเป็นวงจรเปิด

1. A และ B
2. A และ C
3. A เท่านั้น
4. B เท่านั้น

17. วงจรไฟฟ้า A และ C วงจรไฟฟ้าใดที่หลอดไฟสว่างกว่ากัน

1. เปรียบเทียบไม่ได้
2. หลอดไฟฟ้าในวงจร C สว่างกว่า
3. เพหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 วงจรสว่างเท่ากัน
4. หลอดไฟฟ้าในวงจร A สว่างกว่า

พิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 18-19



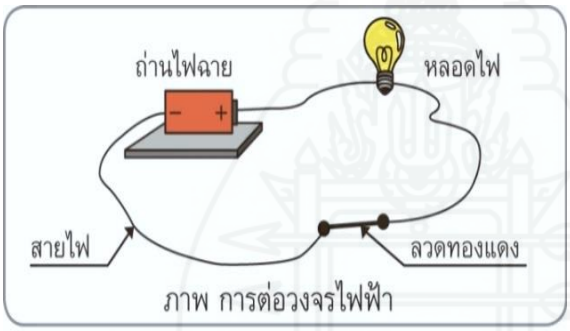
18. จากรูปวัสดุ A ควรเป็นวัสดุใด จึงจะทำให้หลอดไฟสว่าง

1. ไม้ 2. ยาง 3. โลหะ 4. พลาสติก

19. จากรูปวัสดุ A ต้องมีคุณสมบัติใด

1. ฉนวนไฟฟ้า 2. นำความร้อน 3. นำไฟฟ้า 4. ยืดหยุ่น

20.



ภาพ การต่อวงจรไฟฟ้า

จากภาพ ถ้าต้องการให้หลอดไฟสว่างมากขึ้นต้องทำอย่างไร

1. เพิ่มจำนวนของถ่านไฟฉาย
2. เพิ่มความยาวของสายไฟ
3. เพิ่มจำนวนของหลอดไฟ
4. เพิ่มความยาวของลวดทองแดง

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ เส้นลวดตัวนำนั้น แต่อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีเพียงจำนวนเล็กน้อย ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การจะเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก ทำได้โดยการนำเส้นลวดตัวนำมาพันเป็นขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดในแต่ละส่วนของเส้นลวดตัวนำจะเสริมอำนาจกัน ทำให้มีความเข็มของสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น

21. จากข้อความข้อใดไม่มีผลต่อความแรงของแม่เหล็ก

1. บริเวณของสนามแม่เล็ก
2. จำนวนรอบของขดลวด
3. ขนาดของแท่งแม่เหล็ก
4. ชนิดของวัสดุที่ทำแท่งแม่เหล็ก

22. จากแผนภูมิกระบวนการเปลี่ยนแปลงจากหินตะกอนเป็นหินอัคนีคือข้อใด

1. การกัดกร่อนและการเย็นตัว
2. การหลอมเหลวและการเย็นตัว
3. สภาพอากาศและการกัดกร่อน
4. สภาพอากาศและการหลอมเหลว

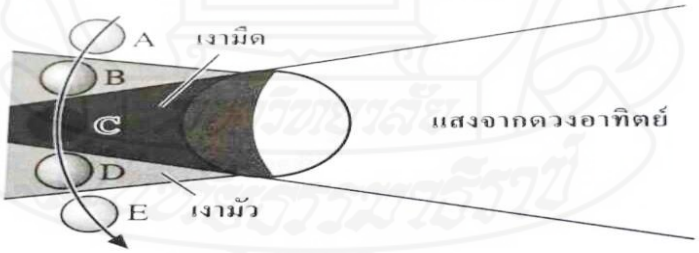
23. ข้อใดเป็นหินหนืดที่เกิดจากการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว

1. หินชีสต์
2. หินแกรนิต
3. หินควอตไซต์
4. หินพัมมิซ

24. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ เมื่อโลกทางซีกโลกเหนือหันไปทางดวงอาทิตย์จะทำให้เกิดฤดูกาลใด เพราะเหตุใด

1. ฤดูร้อน เพราะซีกโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์
2. ฤดูใบไม้ผลิ เพราะซีกโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์
3. ฤดูร้อน เพราะซีกโลกเหนือหันด้านข้างเข้าหาดวงอาทิตย์
4. ฤดูใบไม้ผลิ เพราะซีกโลกเหนือหันด้านข้างเข้าหาดวงอาทิตย์

25. ภาพแสดงการเกิดจันทรุปราคา

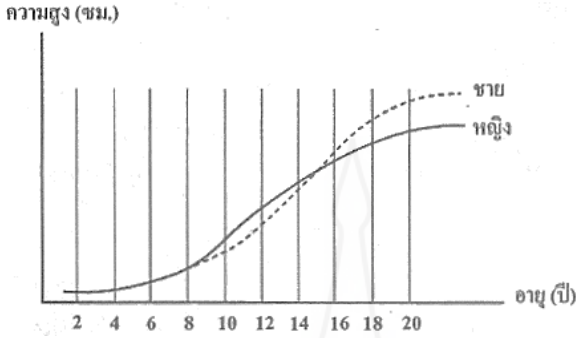


ตำแหน่ง ใดที่ไม่เกิดจันทรุปราคา

1. ตำแหน่ง C
2. ตำแหน่ง A และ B
3. ตำแหน่ง A และ E
4. ตำแหน่ง B และ D

ตอนที่ 2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย

กราฟแสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของเพศชายและหญิงในช่วงอายุต่าง ๆ



26. จากกราฟข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. การเจริญเติบโตของเพศชายและหญิงไม่แตกต่างกัน
2. ช่วงอายุ 9-14 ปี เพศชายเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศหญิง
3. ช่วงอายุ 15-20 เพศหญิงเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศชาย
4. ช่วงอายุ 20 ขึ้นไป เพศหญิงมีการเจริญเติบโตคงที่

27. นักเรียนรับประทานข้าวเหนียวหมูปิ้ง ข้าวเหนียวและหมูปิ้งจะถูกย่อยครั้งแรกที่อวัยวะใด

1. ข้าวเหนียวถูกย่อยที่ปาก หมูปิ้งถูกย่อยที่กระเพาะอาหาร
2. ข้าวเหนียวและหมูปิ้งถูกย่อยที่กระเพาะอาหาร
3. ข้าวเหนียวถูกย่อยที่ปาก หมูปิ้งถูกย่อยที่ลำไส้เล็ก
4. ข้าวเหนียวถูกย่อยที่ลำไส้เล็ก หมูปิ้งถูกย่อยที่กระเพาะอาหาร

28. ตารางแสดงสารอาหารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร

ชนิดของอาหาร	**ปริมาณสารอาหาร**		
	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	**โปรตีน (กรัม)**	**ไขมัน (กรัม)**
A	2	3	2
B	1	4	1
C	2	1	2
D	2	2	1

กำหนดให้ คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4.5 กิโลแคลอรี่
โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4.5 กิโลแคลอรี่
ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี่

จากตารางอาหารชนิดใดให้พลังงานน้อยที่สุด

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

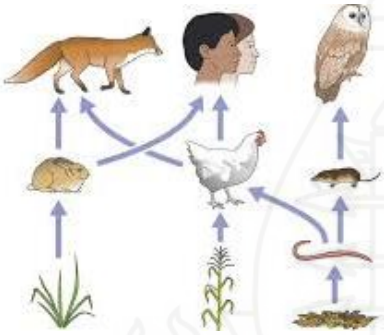
29.

หมีขั้วโลก มีขนสีขาวราวหิมะอันแสนสวยที่แลดูขาวสะอาดและละเอียดของมัน แท้จริงแล้วขนของมันไม่ใช่สีขาวเลยแม้แต่น้อย แพขนจะสะท้อนแสงแดดที่ทอดลงมาบนหิมะ ทำให้มันดูเป็นสีขาวและกลืนไปกับสภาพแวดล้อม ในบางครั้งขนที่หนาและละเอียดของมัน รวมถึงชั้นไขมันอาจทำให้ความร้อนในตัวสูงเกินไปจนอาจเสียชีวิตได้ ทำให้พวกมันต้องใช้ชีวิตอย่างเชื่องช้าหรือการเดินช้า ๆ

พิจารณาข้อความข้อใดสรุปถูกต้อง

1. หมีมีขนสีขาว
2. ใต้ขนที่หนาของหมีมีชั้นของไขมัน
3. หมีมีขนหนาและมีไขมันหลายชั้น จึงเดินอย่างช้า ๆ
4. หมีมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมบริเวณขั้วโลก

30.



จากรูปสายใยอาหารต่อไปนี้ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

1. ผู้ผลิตมี 1 ชนิดเท่านั้น
2. ผู้บริโภคลำดับที่ 1 มี 2 ชนิด
3. ไก่เป็นทั้งผู้บริโภคลำดับที่ 2 และลำดับที่ 3
4. นกฮูกและสุนัขจิ้งจอกเท่านั้นเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย

31.

ไลเคน เป็นความสัมพันธ์ของรากับสาหร่าย โดยราให้ความชื้นแก่สาหร่ายส่วนสาหร่ายสร้างอาหารได้ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นอาหารแก่เชื้อรา ไลเคนมีหลากหลายชนิด ลักษณะของไลเคนบ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อม ได้ว่าบริเวณนั้นมีความชุ่มชื้นสมบูรณ์หรือแห้งแล้ง

จากข้อความสรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์แบบใด

1. ปรสิต
2. พึ่งพากัน
3. เป็นกลาง
4. ได้ประโยชน์ร่วมกัน

พิจารณข้อความแล้วตอบคำถาม ข้อ 32-33

> ชุมชน X ชาวบ้านมีอาชีพเผาถ่าน ทำไร่เลื่อนลอย และใช้ไม้ในการสร้างบ้านเรือน โรงงาน และถนน ส่วนชุมชน Y ชาวบ้านมีอาชีพหาของป่าขาย และเกษตรกรรม มักปลูกป่าเพิ่มเติมเสมอ

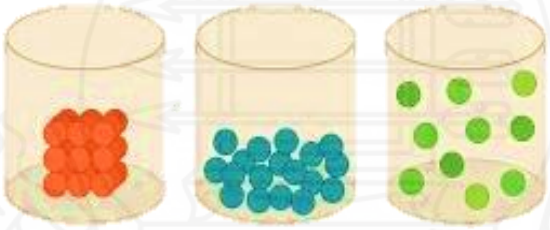
32. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับทรัพยากรในชุมชน

1. ชุมชน X ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะปลูกพืชไร่
2. ชุมชน X ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะดูแลรักษาป่า
3. ชุมชน Y ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะทำเกษตรกรรม
4. ชุมชน Y ทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เพราะไม่ตัดไม้ทำลายป่า

33. ข้อใดสรุปถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของชุมชน X และ Y

1. อาหารจากแหล่งชุมชน Y มีรสชาติอร่อย
2. ผักจากแหล่งชุมชน X สด สะอาด ไร้สารพิษ
3. ปลาจากแหล่งชุมชน Y มีหลากหลายสายพันธ์
4. ประชากรในชุมชน X เสี่ยงต่อการเป็นโรคทางเดินหายใจ

34. ภาพแสดงการจัดเรียงอนุภาคของสาร



จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. สาร A มีมีอนุภาคชิดกัน รูปร่างคงที่
2. สาร B มีอนุภาคชิดกัน รูปร่างเปลี่ยนร่างเปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ
3. สาร C มีอนุภาคชิดกัน รูปร่างเปลี่ยนร่างเปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ
4. สาร A มีอนุภาคชิดกันน้อยกว่าสาร B และสาร B มีอนุภาคชิดกันน้อยกว่าสาร C

พิจารณาตารางการจำแนกสารออกเป็น 4 กลุ่ม แล้วตอบคำถาม ข้อ 35-36

กลุ่มสาร	A	B	C	D
ชนิดสาร	น้ำตาล เกลือ	แป้ง หินปูน	น้ำหมึก น้ำส้มสายชู	ปรอท น้ำมัน

35. จากตารางใช้สมบัติใดเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร

1. สถานะและความหนาแน่น
2. สถานะและการละลายในน้ำ
3. การละลายในน้ำและความหนาแน่น
4. การละลายในน้ำ สถานะและความหนาแน่น

36. จากตารางกลุ่มสารใดเป็นสารละลาย

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

พิจารณาข้อมูลแล้วตอบคำถาม ข้อ 37-38

> สาร 3 ชนิด A, B, C มีลักษณะเป็นเกล็ดของแข็ง ที่มีสมบัติเป็นของแข็ง ซึ่ง A มีขนาดเกล็ด 0.8 มม. B มีขนาด 1.5 มม. และ C มีขนาด 1.2 มม. มีความหนาแน่น 2.0, 0.8 และ 1.2 กรัม/ลบ. ซม. ตามลำดับ A สามารถละลายน้ำได้ดี แต่ B และ C ไม่สามารถละลายน้ำได้

เมื่อนำสาร 3 ชนิดมาผสมกัน แล้วนำไปละลายน้ำ หลังจากนั้นนำไปแยกสาร โดยการกรองด้วยตะแกรงขนาดรู 0.9 มิลลิเมตร แล้วนำสารที่ผ่านตะแกรงมาระเหยแห้งได้สารที่ต้องการ

37. จากข้อมูลข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. สาร A และ B แยกออกจากกันไม่ได้
2. เมื่อผสมสารทั้ง 3 ชนิด สาร B จะลอยน้ำได้
3. สาร A เป็นสารแรกที่ได้จากการกรอง
4. สาร A และ C สามารถผ่านกระดาษกรองได้

38. จากข้อมูลสาร A, B และ C น่าจะเป็นสารใด

1. ทราย กำมะถัน น้ำตาล
2. แป้ง เกลือ น้ำตาล
3. น้ำตาล แป้ง เกลือ
4. เกลือ ทราย แป้ง

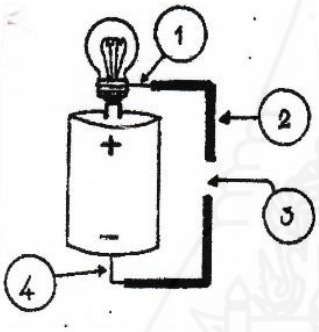
39. ในการจำแนกสารในบ้านมักใช้ลักษณะของการใช้งานเป็นเกณฑ์ในการแยก ถ้าน้ำยาล้างจัดอยู่ในกลุ่มสารซักล้าง ยาฉีดกันยุงจีดอยู่ในกลุ่มสารกำจัดแมลงและศัตรูพืช แล้วน้ำมันพืชควรจัดอยู่ในกลุ่มสารใด

1. สารปรุงรส
2. สารละลาย
3. สารเนื้อเดียว
4. สารประกอบ

40. แก๊สในข้อใด ไม่ได้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

1. แก๊สที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต
2. แก๊สที่เกิดจากการเทน้ำแข็งแห้งลงในน้ำ
3. แก๊สที่เกิดจากสิ่งปฏิกูลในคลอง
4. แก๊สที่เกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

พิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 41-42



41. ตำแหน่งที่ 3 ควรใช้วัสดุที่มีสมบัติตามข้อใด ในการต่อวงจรที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้

1. เป็นของแข็ง
2. นำไฟฟ้า
3. ฉนวนไฟฟ้า
4. ยืดหยุ่น

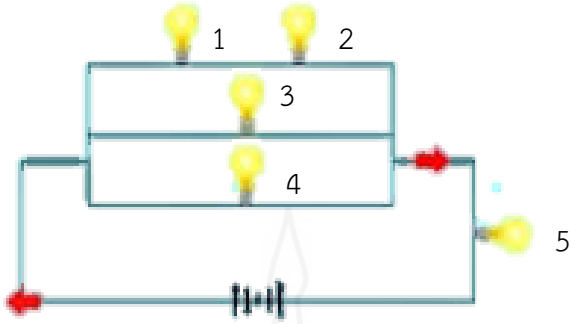
42. ถ้าวัสดุตำแหน่งที่ 1 ชำรุด จะมีผลอย่างไรต่อวงจรไฟฟ้า

1. หลอดไฟสว่าง เพราะไฟฟ้าไหลครบวงจร
2. หลอดไฟไม่สว่าง เพราะไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร
3. หลอดไฟสว่าง เพราะเป็นตำแหน่งที่ไม่มีผลต่อวงจรไฟฟ้า
4. หลอดไฟไม่สว่าง เพราะเป็นตำแหน่งที่ไม่ต่อกับขั้วบวกของถ่านไฟฉาย

43. สายไฟฟ้าในบ้านเรือนประกอบด้วย ลวดตัวนำไฟฟ้าและภายนอกห่อหุ้มด้วยพลาสติก ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะของสายไฟฟ้าในบ้าน

1. ลวดตัวนำส่วนใหญ่ทำมาจากอโลหะ เพราะนำไฟฟ้าได้ดี
2. ลวดตัวนำควรมีส่วนผสมของพลาสติก เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
3. พลาสติกที่ห่อหุ้มสายไฟ ทำมาจากพลาสติกบาง ๆเพื่อป้องกันความร้อนจากสายไฟ
4. พลาสติกที่ห่อหุ้มสายไฟ ทำมาจากพลาสติกเนื้อแข็ง เพื่อป้องกันแรงดันจากไฟฟ้า

พิจารณารูปการณ์ต่อวงจรไฟฟ้าต่อนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 44-45



44. จากรูปข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1 ดับ หลอดที่ 2 จะไม่ดับ
2. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 3 ดับ หลอดที่ 4 จะดับด้วย
3. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 1 ดับ หลอดที่เหลือจะดับหมด
4. ถ้าหลอดไฟหลอดที่ 5 ดับ หลอดที่เหลือจะดับหมด

45. จากรูปถ้าหลอดไฟดวงที่ 2 ดับ จะมีผลอย่างไรต่อหลอดไฟที่เหลือ

1. หลอดไฟทุกดวงจะดับด้วย
2. หลอดไฟที่ 5 จะดับ หลอดไฟที่เหลือจะติด
3. หลอดไฟที่ 1 จะดับ หลอดไฟที่เหลือจะติด
4. หลอดไฟที่ 1และ 5 จะดับ หลอดไฟที่เหลือจะติด

46. ถ้านำแท่งแม่เหล็กมาถูตะปูได้ผลการทดลองดังรูป แต่ถ้าเปลี่ยนจาก ตะปูเป็นไม้ตะเกียบจะเกิดผลอย่างไร

1. ไม่เกิดอำนาจแม่เหล็ก
2. เกิดอำนาจแม่เหล็กมากกว่าตะปู
3. เกิเกิดอำนาจแม่เหล็กเท่ากับตะปู
4. เกิดอำนาจแม่เหล็กน้อยกว่าตะปู

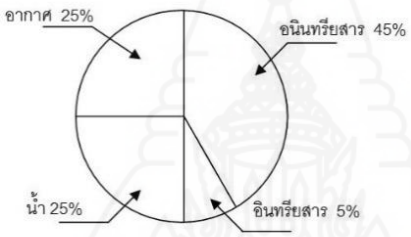
47. ทดลองใส่ดิน 4 ชนิด ปริมาณเท่ากันในหลอดทดลอง 4 หลอด แล้วเติมน้ำลงไป หลอดละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทิ้งไว้สักครู่สังเกตระดับน้ำเหนือดิน ได้ดังนี้

ชนิดของดิน	ดินชนิดที่ 1	ดินชนิดที่ 2	ดินชนิดที่ 3	ดินชนิดที่ 4
ระดับน้ำ (ซม.)	0.2	0.4	1	0.5

ถ้าต้องการปลูกพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่ไม่มีน้ำท่วมขัง ควรปลูกพืชในดินชนิดใด

1. ชนิดที่ 1
2. ชนิดที่ 2
3. ชนิดที่ 3
4. ชนิดที่ 4

48. จากแผนภูมิองค์แสดงประกอบของดิน ข้อใดกล่าวถูกต้อง



1. อินทรียสารแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดดิน
2. อินทรียสารได้จากการสร้างตัวของหินและแร่
3. อนินทรียสารเกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิต
4. อนินทรียสารได้จากการสร้างตัวของหินและแร่

49. เพราะเหตุใดจะเห็นดวงดาวต่าง ๆ เฉพาะในเวลากลางคืน

1. ดาวต่าง ๆ ถูกเงาของโลกบดบังไว้
2. ดวงดาวต่าง ๆ จะโคจรมาอยู่ใกล้โลกมากที่สุดในเวลากลางคืน
3. แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกสว่างมากกว่าจนทำให้มองไม่เห็นดาวอื่น
4. ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่สว่างและใหญ่มากที่สุด จึงบดบังแสงจากดาวอื่น

50. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์

1. สุริยุปราคาจะเกิดในเวลากลางคืนช่วงวันแรม 14
2. ข้างขึ้นข้างแรมใน 1 รอบ กินเวลาประมาณ 30 วัน
3. จันทรุปราคาจะเกิดในเวลากลางคืนช่วงวันขึ้น 15 ค่ำ
4. สุริยุปราคาจะเกิดในเวลากลางวันช่วงวันแรม 14 หรือ 15 ค่ำ หรือวันขึ้น 1 ค่ำ

ภาคผนวก ช

แบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์

แบบบันทึกคะแนนผลสัมฤทธิ์

โรงเรียน.....

วันที่บันทึก.....

ที่	รายชื่อนักเรียน	คะแนนผลสัมฤทธิ์
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
…		
…		
…		
…		
…		
…		
…		
…		
…		
...		

ภาคผนวก ซ

รายชื่อโรงเรียน และจังหวัดที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

รายชื่อโรงเรียน และจังหวัดที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ภาคเหนือ

1.โรงเรียนบ้านน้ำส่อม	จังหวัดแม่ฮ่องสอน
2.โรงเรียนบ้านปางริมกรณ์	จังหวัดเชียงราย
3. โรงเรียนบ้านวังช้าง (ธีรราษฎร์รังสฤษฎ์)	จังหวัดแพร่

ตะวันออกเฉียงเหนือ

1.โรงเรียนบ้านหนองหญ้าแพรกท่าแร่	จังหวัดขอนแก่น
2. โรงเรียนบ้านโป่ง	จังหวัดเลย
3. โรงเรียนบ้านคานหักโนนใหญ่ (ศิริเกตุประชาวิทย์)	จังหวัดร้อยเอ็ด
4. โรงเรียนโคกเลาะวิทยาคาร	จังหวัดสกลนคร
5. โรงเรียนสุขานารี 2 (หนองขอน)	จังหวัดนครราชสีมา
6. โรงเรียนบ้านท่าตูมดงสระพัง	จังหวัดอุดรธานี

กลาง

1. โรงเรียนชุมชนวัดจันทร์กะพ้อ	จังหวัดปทุมธานี
2. โรงเรียนบ้านไร่ใหม่	จังหวัดกำแพงเพชร
3. โรงเรียนวัดเพรางาย	จังหวัดนนทบุรี
4. โรงเรียนวัดจักษา	จังหวัดอุทัยธานี
5. โรงเรียนวัดข่อย	จังหวัดสิงห์บุรี
6. โรงเรียนบ้านซับบอน	จังหวัดสระบุรี

ตะวันออก

1. โรงเรียนบ้านป้องกันตนเองด่านชุมพล	จังหวัดตราด
2. โรงเรียนบ้านเนินหอม	จังหวัดปราจีนบุรี

ตะวันออก

1. โรงเรียนบ้านพุเลียบ	จังหวัดกาญจนบุรี
2. โรงเรียนบ้านท่าเรือ(ประสาทอนุสรณ์)	จังหวัดเพชรบุรี

ใต้

1. โรงเรียนบ้านสามยอด	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2. โรงเรียนบ้านปากน้ำเก่า	จังหวัดนครศรีธรรมราช
4. โรงเรียนวัดนาประดู่	จังหวัดปัตตานี
5. โรงเรียนชุมชนบ้านวังศิลา	จังหวัดยะลา

ภาคผนวก ฌ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด

ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (จำนวน 50 ข้อ)

สาระการเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง (IOC)
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	1	1.00
	2	1.00
	26	1.00
	27	1.00
	28	1.00
สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	3	1.00
	4	1.00
	5	1.00
	6	1.00
	7	1.00
	29	1.00
	30	1.00
	31	1.00
	32	1.00
	33	1.00
สารและสมบัติของสาร	8	1.00
	9	1.00
	10	1.00
	11	1.00
	12	1.00
	13	1.00
	34	1.00
	35	1.00
	36	1.00
	37	1.00
	38	1.00

ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (จำนวน 50 ข้อ) (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง (IOC)
สารและสมบัติของสาร	39	1.00
	40	1.00
พลังงาน	14	1.00
	15	1.00
	16	1.00
	17	1.00
	18	1.00
	19	1.00
	20	1.00
	21	1.00
	41	1.00
	42	1.00
	43	1.00
	44	1.00
	45	1.00
	46	1.00
สาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	22	1.00
	23	1.00
	47	.80
	48	.60
สาระดาราศาสตร์และอวกาศ	24	1.00
	25	1.00
	49	0.80
	50	1.00

ผลการวิเคราะห์ค่าความตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม (จำนวน 50 ข้อ)

สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อคำถาม	ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง (IOC)
สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	5	1-2 , 26-28	1.00
สาระสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	10	3-7 , 29-33	1.00
สาระสารและสมบัติของสาร	13	8-13 , 34-40	1.00
สาระพลังงาน	14	14-21, 41-46	1.00
สาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	4	22-23, 47-48	0.60 – 1.00
สาระดาราศาสตร์และอวกาศ	4	24-25, 49-50	0.80 – 1.00

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก จำแนกตามรายสาระการเรียนรู้ และความเที่ยงแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (จำนวน 50 ข้อ)

สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อคำถาม (k)	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความเที่ยง (r_{cc})
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	5	0.29 - 0.50	0.20 - 0.45	.81
สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	10	0.20 - 0.62	0.08 - 0.37	
สารและสมบัติของสาร	13	0.15 - 0.49	0.02 - 0.45	
พลังงาน	14	0.15 - 0.47	0.10 - 0.37	
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	4	0.20 - 0.49	0.16 - 0.24	
ดาราศาสตร์และอวกาศ	4	0.22 - 0.44	0.20 - 0.33	
รวม	**50**	**0.15 - 0.62**	**0.02-0.45**	**.81**

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (จำนวน 50 ข้อ)

ข้อที่	p	ความหมาย	r	ความหมาย	การแปลผล
สาระสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต					
1	0.29	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
2	0.50	ปานกลาง	0.22	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
26	0.34	ปานกลาง	0.35	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
27	0.35	ค่อนข้างยาก	0.08	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
28	0.39	ค่อนข้างยาก	0.33	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
สาระสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม					
3	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.22	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
4	0.54	ปานกลาง	0.27	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
5	0.41	ปานกลาง	0.37	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
6	0.20	ยากมาก	0.08	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
7	0.26	ค่อนข้างยาก	0.27	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
29	0.33	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
30	0.35	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
31	0.35	ยากมาก	0.22	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
32	0.40	ปานกลาง	0.42	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ใช้ได้
33	0.28	ค่อนข้างยาก	0.18	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ตัดทิ้ง
สาระสารและสมบัติของสาร					
8	0.31	ค่อนข้างยาก	0.24	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
9	0.21	ค่อนข้างยาก	0.02	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
10	0.27	ค่อนข้างยาก	0.08	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
11	0.41	ปานกลาง	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
12	0.49	ปานกลาง	0.45	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
13	0.31	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
14	0.26	ค่อนข้างยาก	0.02	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
34	0.33	ค่อนข้างยาก	0.24	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (จำนวน 50 ข้อ) (ต่อ)

ข้อที่	p	ความหมาย	r	ความหมาย	การแปลผล
สาระสารและสมบัติของสาร					
35	0.33	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
36	0.35	ค่อนข้างยาก	0.21	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
37	0.15	ยากมาก	0.18	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
38	0.29	ค่อนข้างยาก	0.08	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
39	0.40	ปานกลาง	0.22	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
40	0.29	ค่อนข้างยาก	0.08	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
สาระพลังงาน					
15	0.19	ยากมาก	0.22	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ตัดทิ้ง
16	0.15	ยากมาก	0.14	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
17	0.32	ค่อนข้างยาก	0.23	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
18	0.47	ปานกลาง	0.37	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
19	0.46	ปานกลาง	0.35	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
20	0.33	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
21	0.36	ค่อนข้างยาก	0.10	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
41	0.37	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
42	0.47	ปานกลาง	0.33	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
43	0.29	ค่อนข้างยาก	0.37	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
44	0.44	ปานกลาง	0.22	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
45	0.27	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
46	0.31	ค่อนข้างยาก	0.24	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
สาระกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก					
22	0.37	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
23	0.21	ค่อนข้างยาก	0.24	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
47	0.27	ค่อนข้างยาก	0.16	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
48	0.31	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (จำนวน 50 ข้อ) (ต่อ)

ข้อที่	p	ความหมาย	r	ความหมาย	การแปลผล
สาระดาราศาสตร์และอวกาศ					
24	0.32	ค่อนข้างยาก	0.18	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ตัดทิ้ง
25	0.44	ปานกลาง	0.22	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
49	0.37	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้
50	0.22	ค่อนข้างยาก	0.20	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ใช้ได้

ภาคผนวก ญ

คะแนนจากการวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มอย่างเป็นรายบุคคล

คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนจากแบบวัด	คะแนนผลสัมฤทธิ์	คนที่	คะแนนจากแบบวัด	คะแนนผลสัมฤทธิ์
1	25	33	147	15	27
2	26	39	148	27	25
3	25	30	149	27	27
4	29	25	150	11	25
5	28	25	151	11	25
6	26	30	152	19	42
7	26	34	153	30	43
8	26	31	154	26	40
9	22	35	155	29	42
10	24	34	156	28	42
11	24	26	157	22	42
12	19	26	158	33	45
13	29	31	159	33	43
14	28	21	160	33	47
15	15	23	161	31	47
16	7	15	162	29	47
17	15	19	163	30	48
18	22	28	164	29	47
19	10	19	165	32	47
20	28	29	166	21	45
21	31	40	167	33	43
22	33	40	168	32	45
23	35	36	169	21	40
24	14	16	170	26	43
25	27	29	171	32	43

คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากแบบวัด	คะแนนผลสัมฤทธิ์	คนที่	คะแนนจากแบบวัด	คะแนนผลสัมฤทธิ์
26	30	39	172	33	48
27	32	40	173	26	45
28	28	26	174	28	45
29	19	33	175	29	45
30	26	29	176	27	47
31	18	23	177	9	26
32	17	26	178	7	27
33	16	26	179	27	26
34	28	34	180	28	26
35	28	30	181	25	30
36	27	30	182	15	25
37	17	27	183	16	29
38	20	29	184	26	30
39	28	35	185	25	30
40	27	37	186	25	26
41	10	26	187	27	31
42	29	25	188	26	31
43	18	26	189	10	32
44	18	26	190	10	30
45	27	34	191	11	31
46	23	35	192	26	34
47	16	26	193	28	32
48	18	28	194	28	31
49	29	20	195	28	33
50	25	27	196	25	32

คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากแบบวัด	คะแนนผลสัมฤทธิ์	คนที่	คะแนนจากแบบวัด	คะแนนผลสัมฤทธิ์
51	26	27	197	30	35
53	29	23	199	10	17
54	28	33	200	11	16
55	28	33	201	7	15
56	19	33	202	26	20
57	27	30	203	28	21
58	34	40	204	28	22
59	18	23	205	29	21
60	33	33	206	15	21
61	29	23	207	28	19
62	31	30	208	14	17
63	26	30	209	27	21
64	36	37	210	26	20
65	34	40	211	12	18
66	28	23	212	17	20
67	28	20	213	10	15
68	31	23	214	19	27
69	27	33	215	23	27
70	36	47	216	26	16
71	32	23	217	28	30
72	32	37	218	18	32
73	19	28	219	17	28
74	17	27	220	19	27
75	20	29	221	16	25
76	25	36	222	18	30

คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากแบบวัดฯ	คะแนนผลสัมฤทธิ์	คนที่	คะแนนจากแบบวัดฯ	คะแนนผลสัมฤทธิ์
77	27	36	223	10	31
78	26	29	224	27	34
79	19	39	225	26	27
80	26	38	226	25	38
81	27	38	227	26	33
82	22	35	228	16	28
83	17	29	229	18	27
84	28	34	230	25	30
85	31	39	231	28	34
86	27	38	232	33	39
87	25	34	233	28	30
88	26	32	234	27	26
89	28	30	235	10	28
90	15	28	236	17	33
91	26	31	237	28	30
92	26	43	238	5	7
93	19	32	239	6	6
94	26	32	240	8	8
95	19	35	241	7	8
96	19	43	242	12	10
97	26	44	243	10	9
98	18	35	244	27	33
99	28	44	245	27	35
100	20	32	246	27	38
101	19	35	247	15	37

คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากแบบวัดฯ	คะแนนผลสัมฤทธิ์	คนที่	คะแนนจากแบบวัดฯ	คะแนนผลสัมฤทธิ์
102	15	32	248	14	38
103	26	42	249	26	43
104	28	41	250	29	35
105	27	43	251	31	40
106	28	41	252	27	38
107	23	36	253	25	34
108	21	34	254	23	30
109	18	34	255	16	41
110	26	35	256	27	34
111	19	36	257	24	35
112	21	35	258	27	37
113	16	33	259	26	37
114	21	36	260	29	38
115	30	40	261	26	32
116	26	32	262	28	42
117	25	32	263	34	37
118	33	40	264	26	35
119	19	32	265	26	34
120	36	41	266	14	30
121	11	33	267	15	31
122	26	33	268	11	38
123	17	33	269	25	32
124	19	40	270	16	35
125	19	32	271	16	31
126	19	39	272	28	39

คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากแบบวัดฯ	คะแนนผลสัมฤทธิ์	คนที่	คะแนนจากแบบวัดฯ	คะแนนผลสัมฤทธิ์
127	19	38	273	28	33
128	19	32	274	29	34
129	17	33	275	25	38
130	20	32	276	26	37
131	24	32	277	33	40
132	20	38	278	31	42
133	23	44	279	32	40
134	28	43	280	32	41
135	25	44	281	31	41
136	19	27	282	28	38
137	17	28	283	32	42
138	17	28	284	28	39
139	17	25	285	15	32
140	16	25	286	30	41
141	16	27	287	29	38
142	10	25	288	30	40
143	10	28	289	27	39
144	10	27	290	28	40
145	10	27	291	29	33
146	31	25			

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางกุลวดี ด่าโอะ
วัน เดือน ปีเกิด	23 ตุลาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู (ป.วค.) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวัดนาประดู่ ตำบลนาประดู่ อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี 94180
ตำแหน่ง	ครู