



การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

ในจังหวัดสงขลา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

ในจังหวัดสงขลา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

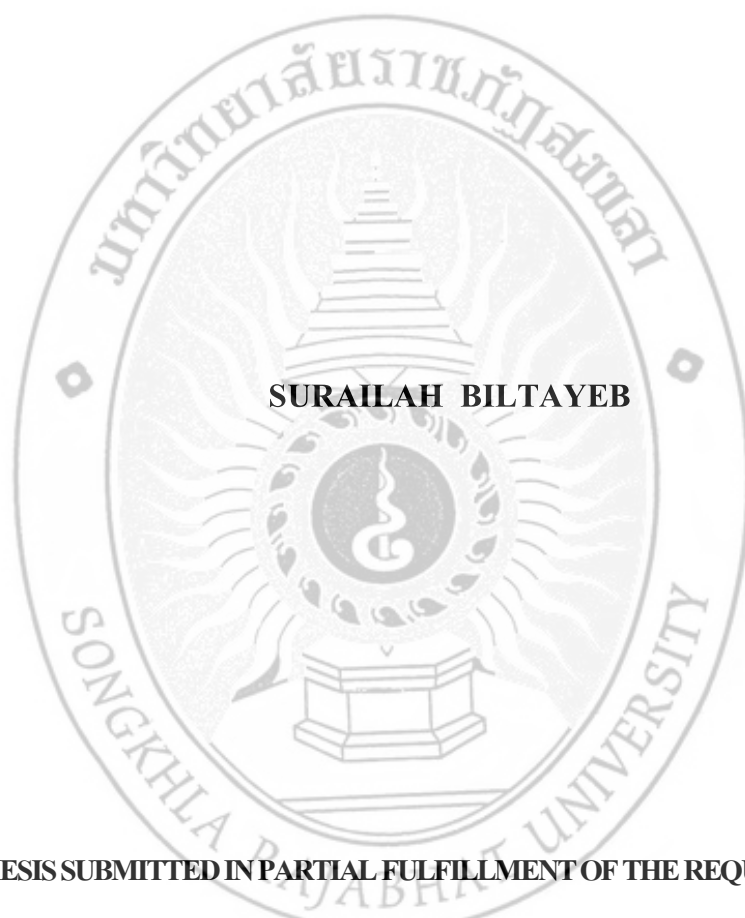
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

THESIS

**A CONSTRUCTION OF SCIENCE PROCESS SKILL TEST FOR
MATTAYOMSUKSA 3 STUDENTS OF ISLAMIC PRIVATE
SCHOOLS IN SONGKHLA PROVINCE**



SURAILAH BILTAYEB

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION PROGRAM IN SCIENCE EDUCATION
OF GRADUATE SCHOOL SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY**

2014

COPYRIGHT OF SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ชื่อวิทยานิพนธ์	การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอน ศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา
ชื่อผู้วิจัย	นางสาวสุไรละ บิลตะเย็บ ปีการศึกษา 2557
ปริญญา	ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.ศรณ เสนาสวัสดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ทัศนีย์ ประธาน

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานของแบบทดสอบ รวมทั้งสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) และคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 700 คน จาก 30 โรงเรียน ใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ฉบับ 60 ข้อ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยการวิเคราะห์ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และ T-Score สำหรับเกณฑ์ปกติ

ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.64 ถึง 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.69 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.90 ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบเท่ากับ 24.48 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบเท่ากับ 12.34 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 3.90 และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบมีช่วงคะแนนที่ปกติอยู่ระหว่าง T_{12} ถึง T_{82} นอกจากนี้ ได้คู่มือการใช้แบบทดสอบและเกณฑ์ปกติสำหรับใช้ในการแปลผลคะแนน

Thesis Title	A Construction of Science Process skill Test for Mattayomsuksa 3 Students of Islamic private schools in Songkhla Province
Researcher	Miss Surailah Biltayeb Academic year: 2014
Degree	Master of Education Program in Science Education
Advisors	1. Dr.Sathon Senasawat 2. Associate Professor Tasanee Pratan

Abstract

This research aimed: 1) to construct a scientific process skills test for Mattayomsuksa 3 students for the Islamic Private schools in Songkhla Province; 2) to perform quality analysis of the constructed test to attain the regular testing norms and reach the standard of measurement; and 3) construct a handbook for the constructed test for Mattayomsuksa 3 students. Seven hundred Mattayomsuksa 3 students, studying in the second semester of the academic year 2013, were randomly selected from 30 Islamic private schools in Songkhla Province to participate as research subjects. The instrument used in this study was a 60-item test of 13 science skills. The test quality was tested to validate its reliability, content validity, constructed validity, item difficulty, and item discriminations. The statistics employed for data analysis were mean, standard deviation, standard error and a normalized T-score norm.

Results showed that the constructed test attained the requirements for test quality: the content validity (0.64 to 1.00), the difficulties (0.29 to 0.79), discriminations (0.20 to 0.69), reliability (0.90), the mean was 24.48, the standard deviation(12.34), the standard error (3.90) and the statistical norm T-scores value lying in $T_{12} - T_{82}$ range. Upon finishing the study, a handbook for the test and the score interpretation norm were also constructed.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.สชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ทัศนีย์ ประธาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้การกรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิดกระบวนการวิจัยรวมทั้งช่วยตรวจสอบดูแลแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือ ให้คำแนะนำทำให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือซึ่งประกอบด้วย นายเกษม สมหวัง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านปางาม อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา นายสนอง ชูมาปาน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านตลิ่งชัน อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา และนางกรรมณีการ์ มัชฌิมภิกโร ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านคลองนกระทุง อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครูอาจารย์ และนักเรียน โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจังหวัดสงขลา ที่ให้การช่วยเหลือและสละเวลาอันมีค่าในการทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนได้ข้อมูลวิเคราะห์ที่สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา และเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย และกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ ซึ่งไม่สามารถกล่าวนามได้หมด ขอขอบคุณท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณคุณพ่อคุณแม่และเพื่อนครูทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และให้กำลังใจตลอดมาในการศึกษาและจัดทำวิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นกตัญญูตาพระคุณแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุไรละ บิลตะเย็บ

กรกฎาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(2)
กิตติกรรมประกาศ.....	(3)
สารบัญ.....	(4)
สารบัญตาราง.....	(7)
สารบัญภาพ.....	(10)
บทที่ 1	
บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
บทที่ 2	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	13
ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้.....	25
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	30
การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐาน.....	43
โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม.....	72
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	74

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
วิธีดำเนินการวิจัย.....	77
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	77
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	81
การสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย.....	81
การพัฒนาแบบทดสอบ.....	83
คุณภาพแบบทดสอบ.....	85
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	87
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
บทที่ 4	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
ผลการพัฒนาและคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์.....	96
เกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์.....	107
บทที่ 5	
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	110
สรุปผลการวิจัย.....	110
อภิปรายผล.....	112
ข้อเสนอแนะ.....	117

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	119
ภาคผนวก.....	127
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	128
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	130
ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	135
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	171
ประวัติผู้วิจัย.....	209



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบบรรยากาศในห้องเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวคิดของทฤษฎีแบบสร้างสรรค์ความรู้และแบบเดิม.....	29
2 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบ.....	56
3 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ.....	58
4 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์.....	68
5 ตัวอย่างการแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนนที่ปกติ.....	69
6 อำเภอในจังหวัดสงขลา จำนวน โรงเรียนและจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม.....	78
7 แสดงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ.....	79
8 สัดส่วนจำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นกับจำนวนข้อสอบที่ต้องการจริงจำแนกตาม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	82
9 แสดงโรงเรียนที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1.....	84
10 แสดงโรงเรียนที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2.....	85
11 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดในแต่ละสาระการเรียนรู้.....	97
12 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายทักษะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1.....	98
13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะและ ข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 1.....	99
14 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายทักษะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ผลการทดสอบครั้งที่ 2.....	101
15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะและ ข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 2.....	102
16 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายทักษะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ.....	104
17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะ และข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของ แบบทดสอบ.....	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
18 ค่าสถิติพื้นฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา.....	106
19 จำนวนนักเรียนในแต่ละช่วงคะแนนที่-ปกติ.....	108
20 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	137
21 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	141
22 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อเฉพาะตัวเลือกถูกของแบบทดสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	146
23 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะ และข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 1.....	149
24 ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 1.....	152
25 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อเฉพาะตัวเลือกถูกของแบบทดสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	153
26 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะ และข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 2.....	156
27 ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 2.....	159
28 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและผลการพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	160
29 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะ และข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของ แบบทดสอบ.....	164
30 ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ.....	167

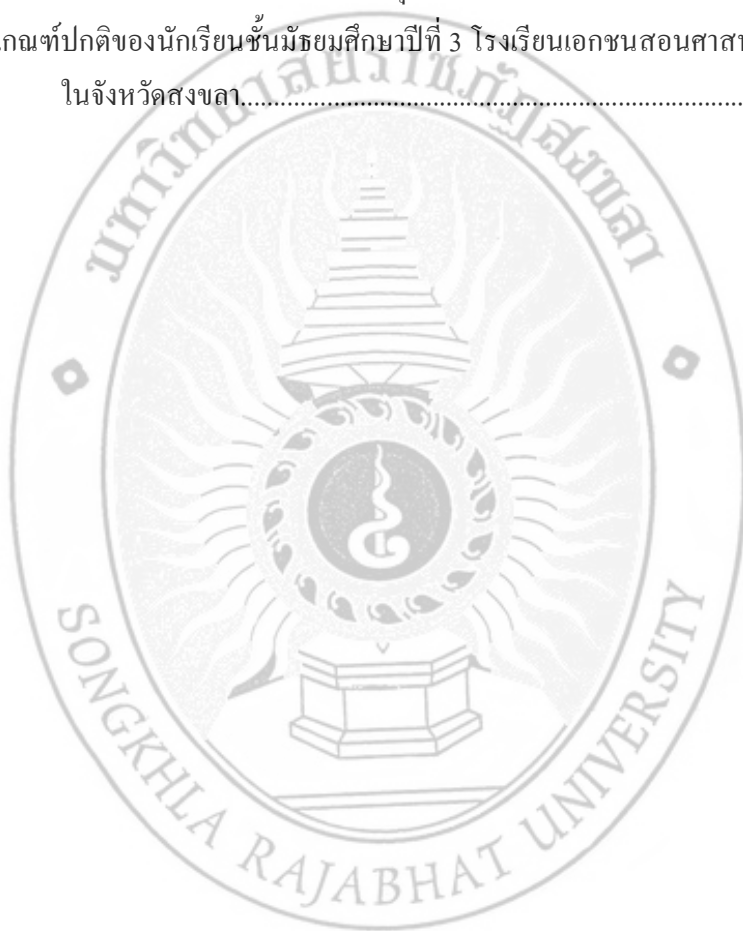
สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
31 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่-ปกติ.....	168
32 บัญชีสำหรับแปลงคะแนนที่.....	170
33 จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด.....	204
34 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่-ปกติมาตรฐาน.....	207



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2 แสดงการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้.....	27
3 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ.....	45
4 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ.....	86
5 เกณฑ์ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ในจังหวัดสงขลา.....	108



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ผลจากการผสมผสานการบูรณาการ ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์จึงก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีอย่าง ไม่หยุดยั้งและเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม เศรษฐกิจและการพัฒนา ของประเทศทั้งยังส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม จึงถือได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลก ยุคใหม่ที่ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและจัดการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เพราะวิทยาศาสตร์ ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ความเป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ คติวิเคราะห์วิจารณ์และเป็นผู้ที่มีทักษะ ในการค้นคว้าหาความรู้อย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544)

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 มาตรา 86 ได้บัญญัติไว้ข้อหนึ่งคือ รัฐต้องดำเนินการตามแนวนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์ ทรัพย์สินทางปัญญาและพลังงาน โดยส่งเสริม ให้มีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านต่างๆ รวมทั้งเผยแพร่ความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่และสนับสนุนให้ประชาชนใช้หลักด้านวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิต (กรมวิชาการ, 2545) นอกจากนี้แนวคิดจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มบางส่วนได้ เชื่อว่าการเรียนรู้ที่ค้ำต้องสนับสนุนผู้เรียนให้เรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้สัมผัสจริง มีกระบวนการสำรวจ ทดลอง ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจนผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองจึงเห็นได้ว่าทฤษฎี ดังกล่าวนั้นต้องการให้ผู้เรียนสามารถที่จะคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือ ปฏิบัติจริงจนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ดังนั้นถ้าหลักสูตรในแต่ละรายวิชาใน สถานศึกษามีแนวทางการเรียนการสอนตามหลักทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มนั้นก็จะทำให้การศึกษาไทยมี คุณภาพและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด (จิราภรณ์ ศิริทวี, 2541)

ปัจจุบันการจัดการศึกษาของไทยยังเป็นระบบที่ฟังจากครูอย่างเดียวไม่กล้าคิดไม่กล้า แสดงความคิดเห็น วิเคราะห์ไม่เป็น เป็นระบบป้อนเข้าอย่างเดียว ไม่มีการแลกเปลี่ยนกัน หรือมีก็ น้อยมาก มีการสนใจใฝ่หาความรู้ด้วยตนเองน้อย ทำให้เด็กคิดไม่เป็น วิเคราะห์ไม่เป็น เน้นท่องจำ อย่างเดียว นอกจากนั้นการเรียนการสอนในโรงเรียนก็ไม่มีความมาตรฐานเดียวกัน เครื่องมืออุปกรณ์ สื่อ

การเรียนการสอนแตกต่างกันมาก ไม่ว่าจะเป็นโรงเรียนรัฐบาลด้วยกัน หรือโรงเรียนเอกชน ทำให้เด็กมีมาตรฐานการศึกษาต่างกัน และเมื่อนำเกณฑ์เดียวกันมาวัดทำให้เกิดความล้มเหลวทางการศึกษา นอกจากนี้บางโรงเรียนก็ไม่ได้สอนเต็มที่เพราะต้องการให้นักเรียนมาเรียนพิเศษอันนำมาซึ่งรายได้เพิ่ม สิ่งที่น่าท้อใจให้เห็นคือสถาบันกวศามีอยู่ทั่วไปเกือบทุกจังหวัดและจะเห็นได้ว่าน่าสนใจมาก ผู้เรียนต้องเสียค่าเล่าเรียนแพงมาก แต่ธุรกิจเหล่านี้ยังอยู่ได้ แสดงว่ามีคนเรียนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น หากในโรงเรียนสอนดีแล้ว ผู้เรียนจะไม่ต้องมาเรียนพิเศษมากมายขนาดนั้น (บุญนิสา ส่งแสง, 2554)

แต่เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาไทยกับระดับนานาชาติ พบว่าอยู่ในระดับไม่น่าพึงพอใจ ไม่ว่าจะเป็นผลจาก IMD (Institute for Management Development) การศึกษาไทยอยู่อันดับที่ 47 จาก 58 ประเทศ ผลการทดสอบจาก PISA (Program for International Student Assessment) การอ่านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่มีประเทศอยู่ในกลุ่ม OECD นอกกลุ่มสมาชิก รวม 65 ประเทศ ประเทศไทยได้คะแนนการอ่าน 421 คะแนน คณิตศาสตร์ 418 คะแนน วิทยาศาสตร์ 425 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศทั่วโลกไทยอยู่อันดับที่ 47-52 จากผลโครงการวิจัยประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในวิชาเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ใน 59 ประเทศสมาชิก TIMS (The International Molinological Society) พบว่าเด็กไทยได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทั่วประเทศในโครงการประเมิน (ชินวรณ์ บุญเกียรติ, 2554)

สภาพปัญหาการศึกษาของโรงเรียนเอกชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ซึ่งจากการสอบโอเน็ต (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนประจำปีการศึกษา 2554 พบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนน โอเน็ตของจังหวัดสงขลาอยู่ที่ร้อยละ 27.41 (สำนักงานการศึกษาเอกชน จังหวัดสงขลา, 2554) ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งจำเป็นต้องปรับปรุงและแก้ไขอย่างเร่งด่วน และในส่วนของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีการสอนวิชาสามัญควบคู่กับการสอนวิชาศาสนา จึงทำให้รายวิชาที่เรียนนั้นมีมากกว่าโรงเรียนสามัญทั่วไปทั้งในส่วนของวิชาที่เรียนในแต่ละวันแล้วยังทำให้ระยะเวลาในการเรียนน้อยลง เนื่องจากวิชาเรียนที่มากขึ้น จึงส่งผลต่อการเรียนในบางวิชาที่มีเวลาเรียนไม่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาของรายวิชาแน่น การสอนให้ครบเนื้อหาวิชาโดยการสอนแบบบรรยายให้มีการจดจำเนื้อหา มากกว่าการปฏิบัติเพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และคุณลักษณะอื่น ๆ โดยทั่วไป นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสนใจใฝ่รู้รวมทั้งทักษะในการเรียนวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำกว่าร้อยละ 50 (พิศาล สร้อยสุหรั, 2545)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจะได้รับความนิยมจากประชาชนในพื้นที่อันเนื่องมาจากสาเหตุเกี่ยวกับบริบททางสังคม วัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของพื้นที่ (นินาวาลย์ ปานากาเซ็งแมงกาจิ, 2551: 5) แต่เมื่อพิจารณาด้านคุณภาพ โรงเรียนเอกชนสอนศาสนา

อิสลามส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง และยังคงประสบปัญหาในภาพรวมของด้านต่าง ๆ เช่น สื่อการสอน ห้องปฏิบัติการ ห้องเรียนไม่สอดคล้องกับจำนวนนักเรียน รวมถึงครูผู้สอนที่ขาดทักษะ การสอนด้วย (มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2549: 3) เพราะฉะนั้นคุณภาพการศึกษาจึงเป็นเรื่องที่สำคัญแต่การที่คุณภาพการศึกษาจะดีได้นั้นจำเป็นต้องมีการวัดและการประเมินผลการศึกษาที่มีคุณภาพ ด้วยเช่นกันซึ่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ให้ความสำคัญต่อการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน เพราะกระบวนการดังกล่าวจะช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน อีกทั้งสถานศึกษาจะต้องมีผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการวัด และประเมินผลทั้งในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ ตลอดจนจะต้องได้รับการประเมินคุณภาพทางการศึกษาทั้งจากภายในและภายนอกสถานศึกษา จึง จำเป็นที่จะต้องใช้กระบวนการวัดและประเมินผล เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่จะสร้างความมั่นใจ เกี่ยวกับคุณภาพของผู้เรียนให้แก่ผู้เกี่ยวข้องทั้งภายในและนอกสถานศึกษาได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544)

อุปสรรคประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และสถานศึกษามีปัญหาด้านการวัดและประเมินผล ฉะนั้นการวัดและการประเมินผลทางการศึกษา ควรมีคุณภาพและได้มาตรฐาน เพราะเป็นกระบวนการที่สำคัญและจำเป็นมากในการจัดการศึกษาที่ มักถูกมองข้ามไปโดยไม่ให้ความสำคัญและดำเนินการอย่างจริงจังจึงทำให้การวัดและประเมินผล การเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (โนรี ใจใส, 2552) วิธีการและเครื่องมือ ในการวัดและประเมินผลไม่ได้รับการพิจารณาอย่างถูกต้องและเหมาะสม ผู้เรียนจึงขาดโอกาสในการ ได้รับการตรวจสอบความรู้ความสามารถที่แท้จริงจากวิธีการและเครื่องมือการวัดผลที่ดีผลของ การวัดประเมินคุณภาพไม่สามารถยืนยันความรู้ความสามารถของผู้เรียนได้ จึงเป็นสาเหตุให้ การนำข้อมูลผลการประเมินไปใช้ในการวางแผน เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาขาด ประสิทธิภาพและในบางครั้งมีการสร้างเครื่องมือวัดผลทางการศึกษาแต่ไม่ได้มีการวิเคราะห์ในสภาพจริง ก็มีผลต่อคุณภาพทางการศึกษาเช่นกัน ดังนั้นควรมีการสร้างเครื่องมือวัดผลที่มีคุณภาพและ ให้อสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เพื่อนำไปสู่การประกันคุณภาพทางการศึกษาของผู้เรียนที่มีคุณภาพ และเป็นมาตรฐานรวมถึงยังส่งเสริมให้ผู้สอนและผู้เรียนทราบจุดเด่นและจุดด้อย ด้านการสอนและ การเรียนรู้และเกิดแรงจูงใจที่จะพัฒนาตนเองต่อไป (ผดุงชัย ภูพัฒน์, 2554)

ดังนั้นการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนนั้นจำเป็นต้องมี แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีมีคุณภาพและเป็นมาตรฐาน งานวิจัยในครั้งนี้ จึงสนใจในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะสำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ขึ้นเพื่อให้การวัดและการประเมินผลทางการศึกษามีประสิทธิภาพและมีความเป็นมาตรฐานมากขึ้น และยังช่วยให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ รวมทั้งยังกระตุ้นให้ครูผู้สอนได้สอนตามวัตถุประสงค์และทำให้ผู้สอนและผู้เรียนมีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอจนนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา และการประกันคุณภาพทางการศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยังสามารถทำให้นักเรียนได้รับความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคตได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา
2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา
3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) และสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา

ขอบเขตการวิจัย

การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา จากโรงเรียน 51 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 3,088 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา จากโรงเรียน 30 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 700 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็กในแต่ละอำเภอทุกอำเภอ

2. เนื้อหา

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ประกอบด้วย 6 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

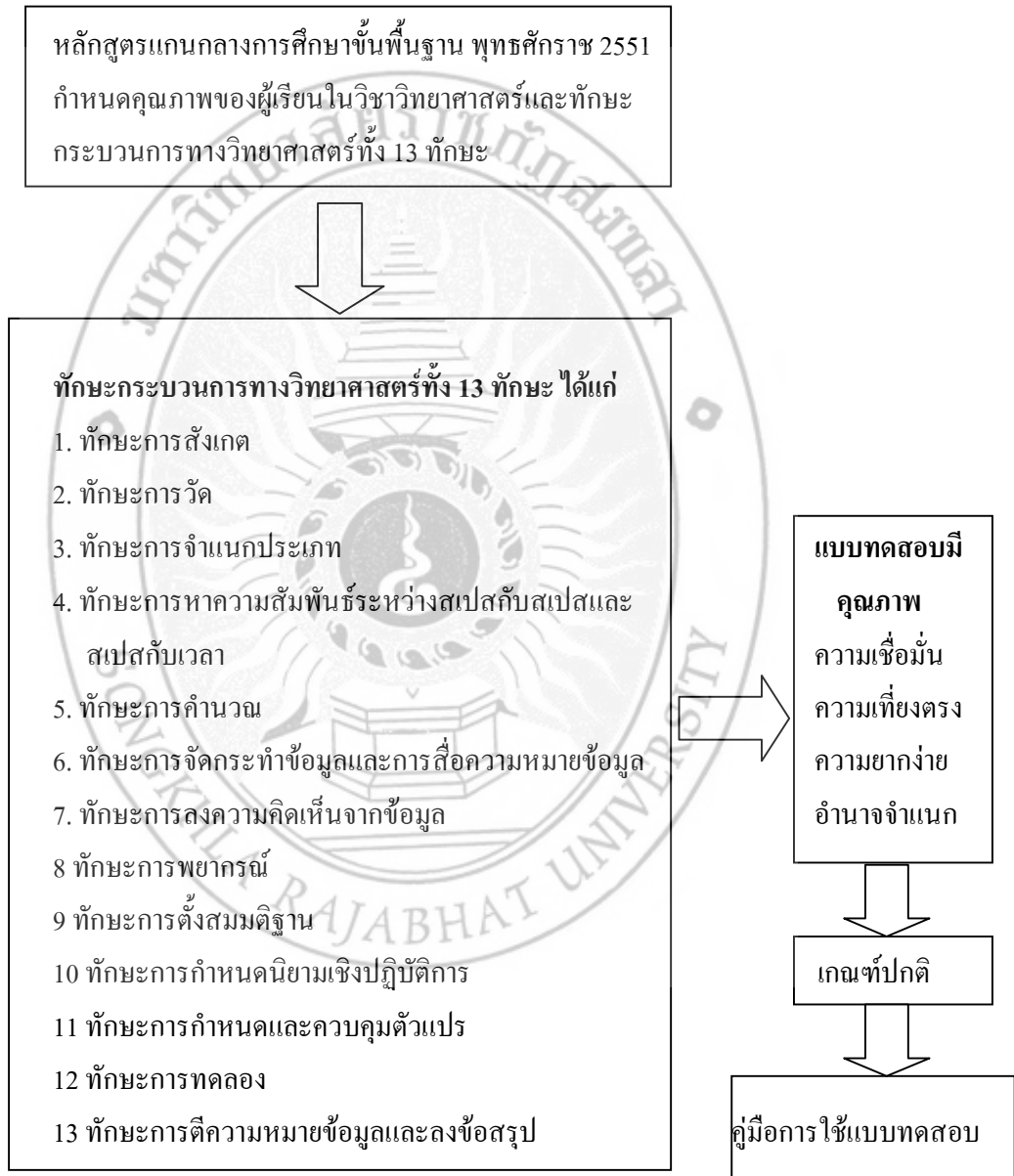
สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กำหนดไว้จำนวน 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ดังนั้นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นครั้งนี้มีลักษณะแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 5 ตัวเลือก วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิด
ในการวิจัย ดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะไว้ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการคิดวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า วิจัย สืบเสาะแสวงหาความรู้จนสามารถนำความรู้ไปสู่การศึกษา ทดลอง และการแก้ปัญหาต่างๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ และในชีวิตประจำวันได้ มีจำนวนทั้งหมด 13 ทักษะตามที่ สสวท กำหนด มีรายละเอียดของแต่ละทักษะ ดังนี้

1.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสในการอธิบายหรือคุณภาพประกอบเพื่อหาข้อมูลหรือหารายละเอียดของสิ่งต่างๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

1.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องรวมทั้งสามารถอ่านค่าที่วัดได้อย่างถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

1.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรือจัดจำพวกวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน ต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

1.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่บริเวณวัตถุนั้นครอบครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียว กับวัตถุนั้น การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.5 ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนับจำนวนของวัตถุและนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยวิธีการบวก ลบ คูณ หารหรือหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งสามารถแสดงวิธีคิดได้

1.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากแหล่งอื่นๆ หรือจากการสังเกต การวัดและทดลองนั้นนำมาจัดทำใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยวิธีการจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ แล้วนำมาเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการเขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุมีผล ข้อมูลนั้นอาจได้มาจากการใช้ประสาทสัมผัสสัมผัสสิ่งของ หรือเหตุการณ์ให้ได้ ข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปให้กับข้อมูลนั้น ความคิดเห็นส่วนตัวอาจได้มาจากความรู้เดิมประสบการณ์เดิม หรือเหตุผลต่าง ๆ ให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่มีอยู่

1.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการคาดคะเนหรือทำนาย การพยากรณ์ที่แม่นยำเป็นผลมาจากการสังเกตที่ละเอียดรอบคอบ การวัดที่ถูกต้องแม่นยำ การบันทึกและการจัดกระทำกับข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

1.9 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความหมายข้อมูลแล้วสรุปผลจากข้อมูลให้เป็นภาษาที่รัดกุม ถูกต้องเหมาะสม เป็นเหตุเป็นผลและไม่คลุมเครือ

1.10 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิม ประสบการณ์เดิม เพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลอง หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

1.11 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายหรือขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) เพื่อให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

1.12 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการกำหนดตัวแปรเป็นการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กันก็จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราต้องจัดให้แตกต่างกันซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดผลซึ่งเราคาดหวังว่าจะแตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดูซึ่งเป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราต้องควบคุมจัดให้เหมือนกันเพื่อให้แน่ใจว่า ผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

1.13 ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการระบวนการปฏิบัติการ โดยใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การวัด การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน ฯลฯ มาใช้ร่วมกันเพื่อหาคำตอบหรือทดลองสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถของผู้สอบ โดยคำถามที่ใช้ถามเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ที่ผู้สอบสามารถแสดงออกถึงกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล

3. คุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบที่เชื่อถือได้และมีคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ คุณลักษณะแต่ละด้านมีความหมายและวิธีการหา ดังนี้

3.1 ความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty) หมายถึง การวิเคราะห์รายข้อเกี่ยวกับสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้น ได้ถูกต้องของนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนกับจำนวนนักเรียนทั้งหมดใน 2 กลุ่ม ถ้านักเรียนตอบข้อสอบถูกมาก แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความยากง่ายสูง หมายถึงข้อสอบนั้นง่ายมาก ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายต่ำกว่า 0.20 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยากมาก ไม่ควรเก็บไว้ ข้อสอบที่ดีสำหรับการวิจัยครั้งนี้จะต้องมีระดับความยากง่ายปานกลาง โดยมีค่าความยากง่ายในตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80

3.2 อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบทดสอบแต่ละข้อ ในการจำแนกนักเรียนที่สอบระหว่างกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกับกลุ่มคะแนนต่ำได้อย่างชัดเจน โดยคำนวณจากสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนกับจำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อนเพียงกลุ่มเดียว ซึ่งข้อสอบที่ดีมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

3.3 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความสอดคล้องหรือความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียน คำนวณด้วยการใช้แบบทดสอบฉบับเดียวทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว โดยค่าความเชื่อมั่นมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 และจะพิจารณาเฉพาะค่าที่เป็นบวกเท่านั้น ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.50 จึงจะเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นที่ใช้ได้ และคำนวณด้วยวิธีของ Kuder-Richardson (KR20)

3.4 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้หาความเที่ยงตรง 2 แบบ ดังนี้

3.4.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถตรวจสอบได้ว่าวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด การทำวิจัยในครั้งนี้ตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน

3.4.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่ตรวจสอบได้ว่าวัดได้ตรงตามโครงสร้างพฤติกรรมหรือสมรรถภาพที่ต้องการวัดหรือไม่ การตรวจความสอดคล้องภายในด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์ไบซีเรียล (Point biserial correlation) ซึ่งเป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับคะแนนรวมแต่ละทักษะและคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งฉบับและความสอดคล้องภายในระหว่างคะแนนรวมแต่ละทักษะกับคะแนนรวมทั้งฉบับด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง แบบทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

4. เกณฑ์ปกติ (Norm) หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนตัวแทนประชากรได้จากการทดสอบของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และคะแนนตัวนี้แสดงเป็นคะแนนที่ปกติ (Normalized T- Score) เพื่อบอกระดับการสอบของผู้สอบว่ามีความรู้ความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่มประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา

5. ขนาดโรงเรียน หมายถึง ขนาดของโรงเรียนตามเกณฑ์ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสงขลาเขต 2 ซึ่งจำแนกตามจำนวนประชากรนักเรียน ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนประชากรนักเรียน 1-120 คน

โรงเรียนขนาดกลาง หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนประชากรนักเรียน 121-600 คน

โรงเรียนขนาดใหญ่ หมายถึง โรงเรียนที่มีจำนวนประชากรนักเรียน 601-1,500 คน

6. คู่มือการใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หมายถึง เอกสารที่แสดงรายละเอียดของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแนวปฏิบัติในการสอบ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ลักษณะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำชี้แจงในการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์คะแนนหาเกณฑ์ปกติ และการแปลความหมายเกณฑ์ปกติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา มีประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย ดังนี้

1. สามารถนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละโรงเรียน เพื่อนำข้อมูลสำหรับประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถใช้ในการเปรียบเทียบกับความสามารถของนักเรียนภายในกลุ่มโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา รวมทั้งสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือกลุ่มสาระอื่นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สำหรับยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

2. เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์สำหรับทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวมทั้งสามารถพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผู้เรียนได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3. ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. ได้คู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูสามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการกำกับการสอบ เพื่อให้ผลการสอบมีมาตรฐาน และสามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบในรายวิชาอื่น ๆ ได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ความหมายและตัวบ่งชี้ว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐาน
 - 4.1 การวางแผนการสร้างแบบทดสอบ
 - 4.2 การสร้างแบบทดสอบ
 - 4.3 ข้อสอบแบบเลือกตอบ
 - 4.4 คุณภาพของแบบทดสอบ
 - 4.5 เกณฑ์ปกติ (Norms)
5. โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นหลักสูตรที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในการเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งจะกล่าวถึงความสำคัญของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญของหลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กล่าวถึงเกี่ยวกับความสำคัญของหลักสูตรและกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย การจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

1.1 การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน

การพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณสมบัติตามเป้าหมายหลักสูตร ผู้สอนพยายามจัดสรรกระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้โดยช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมาย

1.1.1 หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม

1.1.2 กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเอง ไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ ลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย

กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน พัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.3 การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน แล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้อ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

1.1.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร ทั้งผู้สอนและผู้เรียนควรมีบทบาท ดังนี้

1) บทบาทของผู้สอน

1.1) ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคลแล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผน การจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

1.2) กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้และทักษะ กระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการ และความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.3) ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่าง ระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย

1.4) จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิด การเรียนรู้

1.5) จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

1.6) ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน

1.7) วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

2) บทบาทของผู้เรียน

2.1) กำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

2.2) เสาะแสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ

2.3) ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.4) มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู

2.5) ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยใ้มนุษย์พัฒนาวิถีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาข้อมูล มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว.1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว.8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนต้อง

1.2.1 เข้าใจทักษะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

1.2.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.2.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

1.2.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.2.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.2.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.2.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลาย ๆ แนวทาง วางแผน และลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลและสร้างองค์ความรู้

1.2.8 สื่อสารความคิดความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1.2.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

1.2.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

1.2.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

1.2.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

1.2.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จากความสำคัญของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 สามารถสรุปได้ว่า การที่จะให้หลักสูตรดังกล่าวเกิดความสำเร็จและบรรลุตามเป้าหมายนั้นจะต้องมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง คือ การจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก ครูควรจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหาวิชา ผู้เรียน หรือแม้แต่สถานที่ ควรที่จะให้เหมาะสมและเกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุด นอกจากนี้แล้วในการเรียนการสอนควรยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางและครูควรชี้แนะแนวทางให้นักเรียนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น จนผู้เรียนสามารถเกิดความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนก็เช่นเดียวกันควรเลือกสื่อที่เหมาะสมกับวิชาหรือเนื้อหาที่จะเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลก็เป็นเรื่องหนึ่งที่สำคัญ จะต้องมี การประเมินผลการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพทางการศึกษาเพื่อให้เกิดการศึกษามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 สื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และเครือข่ายการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการ และลีลาการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน

การจัดการสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาขึ้นเองหรือปรับปรุงเลือกใช้อย่างมีคุณภาพจากสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวเพื่อนำมาใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมและสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาควรจัดให้มีอย่างพอเพียง เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้มีหน้าที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรดำเนินการดังนี้

1.3.1 จัดให้มีแหล่งการเรียนรู้ ศูนย์สื่อการเรียนรู้ ระบบสารสนเทศการเรียนรู้ และเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพทั้งในสถานศึกษาและในชุมชน เพื่อการศึกษาคั่นคว้าและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ ระหว่างสถานศึกษา ท้องถิ่น ชุมชน สังคมโลก

1.3.2 จัดทำและจัดหาสื่อการเรียนรู้สำหรับการศึกษาคั่นคว้าของผู้เรียน เสริมความรู้ให้ผู้สอน รวมทั้งจัดหาสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้

1.3.3 เลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ ธรรมชาติของสาระการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

1.3.4 ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ที่เลือกใช้อย่างเป็นระบบ

1.3.5 ศึกษาคั่นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.3.6 จัดให้มีการกำกับ ติดตาม ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ และสม่ำเสมอ

ในการจัดทำ การเลือกใช้ และการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในสถานศึกษา ควรคำนึงถึงหลักการสำคัญของสื่อการเรียนรู้ เช่น ความสอดคล้องกับหลักสูตร วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เนื้อหามีความถูกต้องและทันสมัย ไม่กระทบความมั่นคงของชาติ ไม่ขัดต่อศีลธรรม มีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง รูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กล่าวถึงแนวทางปฏิบัติการวัดและประเมินผลไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนจุดมุ่งหมายพื้นฐานสองประการ ประการแรก คือ การวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนและการเรียนรู้ของผู้เรียนในระหว่างการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง บันทึก วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล แล้วนำมาใช้ในการส่งเสริมหรือปรับปรุงแก้ไขการเรียนรู้ของผู้เรียนและการสอนของครู การวัดและประเมินผลกับการสอนจึงเป็นเรื่องที่สัมพันธ์กัน หากขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใดการเรียนการสอนก็ขาดประสิทธิภาพ การประเมินระหว่างการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เช่นนี้เป็น การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนทุกวัน เป็นการประเมินเพื่อให้รู้จุดเด่น จุดที่ต้องปรับปรุง จึงเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาในการเก็บข้อมูลผู้สอนต้องใช้วิธีการและเครื่องมือการประเมินที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การซักถามการระดม

ความคิดเห็นเพื่อให้ได้มคอ์ของประเด็นที่กำหนด การใช้แฟ้มสะสมงาน การใช้ภาระงานที่เน้นการปฏิบัติ การประเมินความรู้เดิม การให้ผู้เรียนประเมินตนเอง การให้เพื่อนประเมินเพื่อน และการใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) สิ่งสำคัญที่สุดในการประเมินเพื่อพัฒนา คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในลักษณะคำแนะนำที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ทำให้การเรียนรู้พอกพูน แก่ไขความคิด ความเข้าใจเดิมที่ไม่ถูกต้อง ตลอดจนการให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมายและพัฒนาตนได้

จุดมุ่งหมายประการที่สอง คือ การวัดและประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน เป็นการประเมินสรุปผลการเรียนรู้ (Summative Assessment) ซึ่งมีหลายระดับ ได้แก่ เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียน จบรายวิชาเพื่อตัดสินให้คะแนน หรือให้ระดับผลการเรียน ให้การรับรองความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าผ่านรายวิชาหรือไม่ ควรได้รับการเลื่อนชั้นหรือไม่ หรือสามารถจบหลักสูตรหรือไม่ ในการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนที่ดีต้องให้โอกาสผู้เรียนแสดงความรู้ความสามารถด้วยวิธีการที่หลากหลายและพิจารณาตัดสินบนพื้นฐานของเกณฑ์ผลการปฏิบัติมากกว่าใช้เปรียบเทียบระหว่างผู้เรียน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษาระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนโดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้าและความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ มีรายละเอียด ดังนี้ 1) การประเมินระดับชั้นเรียน เป็นการวัดและประเมินผลที่อยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนดำเนินการเป็นปกติและสม่ำเสมอในการจัดการเรียนการสอน ใช้เทคนิคการประเมินอย่างหลากหลาย เช่น การซักถาม การสังเกต การตรวจการบ้าน การประเมินโครงงาน การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน แฟ้มสะสมงาน การใช้แบบทดสอบ ฯลฯ โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมินเองหรือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินเพื่อน ผู้ปกครองร่วมประเมิน ในกรณีที่ไม่มีผ่านตัวชี้วัดให้มีการสอนซ่อมเสริม การประเมินระดับชั้นเรียนเป็นการตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรม

การเรียนการสอนหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด มีสิ่งที่จะต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงและส่งเสริมในด้านใด นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลให้ผู้สอนใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนของตนด้วย ทั้งนี้โดยสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 2) การประเมินระดับสถานศึกษา เป็นการประเมินที่สถานศึกษาดำเนินการเพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นรายปี/รายภาค ผลการประเมินการอ่าน คิควิเคราะห์ และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ว่าส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายหรือไม่ ผู้เรียนมีจุดพัฒนาในด้านใด รวมทั้งสามารถนำผลการเรียนของผู้เรียนในสถานศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับชาติ ผลการประเมินระดับสถานศึกษาจะเป็นข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการปรับปรังนโยบาย หลักสูตร โครงการ หรือวิธีการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเพื่อการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาตามแนวทางการประกันคุณภาพการศึกษาและการรายงานผลการจัดการศึกษาต่อคณะกรรมการสถานศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้ปกครองและชุมชน 3) การประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับเขตพื้นที่การศึกษาตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษา ตามภาระความรับผิดชอบ สามารถดำเนินการ โดยประเมินคุณภาพผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้วยข้อสอบมาตรฐานที่จัดทำและดำเนินการ โดยเขตพื้นที่การศึกษา หรือด้วยความร่วมมือกับหน่วยงานต้นสังกัด ในการดำเนินการจัดสอบ นอกจากนี้ยังได้จากการตรวจสอบทบทวนข้อมูลจากการประเมินระดับสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา 4) การประเมินระดับชาติ เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับชาติตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกคนที่เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เข้ารับการประเมินผลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลในการเทียบเคียงคุณภาพการศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษา ตลอดจนเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในระดับนโยบายของประเทศ

ข้อมูลการประเมินในระดับต่าง ๆ ข้างต้น เป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาในการตรวจสอบทบทวนพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ถือเป็นภาระความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่จะต้องจัดระบบดูแลช่วยเหลือปรับปรุงแก้ไข ส่งเสริมสนับสนุนเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพบนพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคลที่จำแนกตามสภาพปัญหาและความต้องการ ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนทั่วไป กลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ กลุ่มผู้เรียนที่มีปัญหาด้านวินัยและพฤติกรรม กลุ่มผู้เรียนที่ปฏิเสธโรงเรียน กลุ่มผู้เรียนที่มีปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม กลุ่มพิการทางร่างกายและสติปัญญา เป็นต้น ข้อมูลจากการประเมินจึงเป็นหัวใจของสถานศึกษาใน

การดำเนินการช่วยเหลือผู้เรียนได้ทันทั่วทั้งปีเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและประสบความสำเร็จในการเรียน

สถานศึกษาในฐานะผู้รับผิดชอบจัดการศึกษา จะต้องจัดทำระเบียบว่าด้วยการวัดและประเมินผลการเรียนของสถานศึกษาให้สอดคล้องและเป็นไปตามหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติที่เป็นข้อกำหนดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายถือปฏิบัติร่วมกัน

การจัดการศึกษาในปัจจุบันนอกจากให้ทั่วถึงแล้วยังมุ่งเน้นคุณภาพด้วย ผู้ปกครอง สังคม และรัฐต้องการเห็นหลักฐานอันเป็นผลมาจากการจัดการศึกษา นั่นคือ คุณภาพของผู้เรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานของหลักสูตร หน่วยงานที่รับผิดชอบนับตั้งแต่สถานศึกษา ต้นสังกัด หน่วยงานระดับชาติที่ได้รับมอบหมาย จึงมีบทบาทหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพผู้เรียนตามความคาดหวังของหลักสูตร ดังนั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงกำหนดให้มีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใน 4 ระดับ ได้แก่ ระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ ทุกระดับมีเจตนารมณ์เช่นเดียวกันคือ ตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำผลการประเมินมาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

การประเมินผลการเรียนรู้ในแต่ละระดับเป็นดังนี้ 1) การประเมินระดับชั้นเรียน เป็นการวัดและประเมินผลที่อยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนดำเนินการเพื่อพัฒนาผู้เรียน และตัดสินผลการเรียนในรายวิชา/กิจกรรมที่ตนสอน ในการประเมินเพื่อการพัฒนา ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดที่กำหนดเป็นเป้าหมายในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การซักถาม การสังเกตการตรวจการบ้าน การแสดงออกในการปฏิบัติผลงาน การแสดงกิริยาอาการต่าง ๆ ของผู้เรียนตลอดเวลาที่จัดกิจกรรม เพื่อดูว่าบรรลุตัวชี้วัดหรือมีแนวโน้มว่าจะบรรลุตัวชี้วัดเพียงใด แล้วแก้ไขข้อบกพร่องเป็นระยะ ๆอย่างต่อเนื่องการประเมินเพื่อตัดสินเป็นการตรวจสอบ ณ จุดที่กำหนด แล้วตัดสินว่าผู้เรียนมีผลอันเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บคะแนนของหน่วยการเรียนรู้ หรือของการประเมินผลกลางภาค หรือปลายภาคตามรูปแบบการประเมินที่สถานศึกษากำหนดผลการประเมินนอกจากจะให้เป็นคะแนนหรือระดับผลการเรียนแก่ผู้เรียนแล้ว ต้องนำมาเป็นข้อมูลใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไปอีกด้วย 2) การประเมินระดับสถานศึกษา เป็นการตรวจสอบผลการเรียนของผู้เรียนเป็นรายปี/รายภาค ผลการประเมินการอ่านคิดวิเคราะห์ และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน การอนุมัติผลการเรียน การตัดสินการเลื่อนชั้นเรียน และเป็นการประเมินเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการศึกษาของสถานศึกษาว่าส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมาย

หรือไม่ ผู้เรียนมีสิ่งที่จะต้องได้รับการพัฒนาในด้านใด รวมทั้งสามารถนำผลการเรียนของผู้เรียนในสถานศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับชาติและระดับเขตพื้นที่การศึกษา ผลการประเมินระดับสถานศึกษาจะเป็นข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการปรับปรุงนโยบาย หลักสูตร โครงการ หรือวิธีการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเพื่อการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาตามแนวทางการประกันคุณภาพการศึกษา และการรายงานผลการจัดการศึกษาต่อคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้ปกครองและชุมชน 3) การประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับเขตพื้นที่การศึกษาตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษา ตามภาระความรับผิดชอบ สามารถดำเนินการโดยประเมินคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการและเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานซึ่งจัดทำและดำเนินการโดยเขตพื้นที่การศึกษา หรือด้วยความร่วมมือกับหน่วยงานต้นสังกัด/หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังสามารถดำเนินการได้ด้วยการตรวจสอบข้อมูลจากการประเมินระดับสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา 4) การประเมินระดับชาติ เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับชาติตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกคนที่เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เข้ารับการประเมิน ผลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลในการเทียบเคียงคุณภาพการศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษา ตลอดจนเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในระดับนโยบายของประเทศ ข้อมูลการประเมินในระดับต่าง ๆ ข้างต้น เป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาในการตรวจสอบ ทบทวนพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ถือเป็นภาระความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่จะต้องจัดระบบดูแลช่วยเหลือ ปรับปรุงแก้ไข ส่งเสริมสนับสนุน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพบนพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคลที่จำแนกตามสภาพปัญหาและความต้องการ ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนทั่วไป กลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษกลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ กลุ่มผู้เรียนที่มีปัญหาด้านวินัยและพฤติกรรม กลุ่มผู้เรียนที่ปฏิเสธโรงเรียน กลุ่มผู้เรียนที่มีปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม กลุ่มผู้เรียนที่พิการทางร่างกายและสติปัญญา เป็นต้น ข้อมูลจากการประเมินจึงเป็นหัวใจของสถานศึกษาในการดำเนินการช่วยเหลือผู้เรียนได้ทันทั่วถึง อันเป็นโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและประสบความสำเร็จในการเรียน

หลักการดำเนินการการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ได้กล่าวไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นกระบวนการเก็บรวบรวม ตรวจสอบ ตีความผลการเรียนรู้ และพัฒนาการ ด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดของหลักสูตร นำผลไปปรับปรุงพัฒนาการ จัดการเรียนรู้และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจผลการเรียน สถานศึกษาต้องมีกระบวนการจัดการ ที่เป็นระบบ เพื่อให้การดำเนินการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ และให้ผลการประเมินที่ตรงตามความรู้ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ถูกต้องตามหลักการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งสามารถรองรับการประเมินภายในและการประเมินภายนอกตาม ระบบประกันคุณภาพการศึกษาได้ สถานศึกษาจึงควรกำหนดหลักการดำเนินการวัดและประเมินผล การเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร สถานศึกษา ดังนี้ 1) สถานศึกษาเป็นผู้รับผิดชอบการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วม 2) การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาผู้เรียนและตัดสินใจผลการเรียน 3) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ต้องสอดคล้องและครอบคลุม มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในหลักสูตรสถานศึกษา และจัดให้มีการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตลอดจนกิจกรรมพัฒนา ผู้เรียน 4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนการสอนต้อง ดำเนินการด้วยเทคนิควิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถวัดและประเมินผลผู้เรียนได้อย่างรอบ ด้านทั้งด้านความรู้ ความคิด กระบวนการ พฤติกรรมและเจตคติ เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด ชรรถชาติวิชา และระดับชั้นของผู้เรียน โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเที่ยงตรง ยุติธรรม และ เชื่อถือได้ 5) การประเมินผู้เรียนพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกต พฤติกรรมการเรียนรู้ การร่วมกิจกรรม และการทดสอบ ควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตาม ความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา 6) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ตรวจสอบผลการประเมินผลการเรียนรู้ 7) ให้มีการเทียบโอนผลการเรียนระหว่างสถานศึกษาและ ระหว่างรูปแบบการศึกษาต่าง ๆ 8) ให้สถานศึกษาจัดทำและออกเอกสารหลักฐานการศึกษา เพื่อเป็น หลักฐานการประเมินผลการเรียนรู้ รายงานผลการเรียน แสดงวุฒิการศึกษา และรับรองผลการเรียน ของผู้เรียน

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการศึกษาสามารถ เกิดขึ้นได้หลายระดับไม่ว่าจะเป็นในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษาและ ระดับชาติ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละระดับนั้นต่างก็มุ่งเน้นให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพและ แก้ปัญหาทางการเรียนของผู้เรียนและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนจนนำไปสู่คุณภาพทางการศึกษา ที่ดีขึ้นดังนั้นการวัดและการประเมินผลนั้นจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยเมื่อ

ครูมีการวัดผลการเรียนของนักเรียนนั้นจะทำให้ให้นักเรียนได้ทราบข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนคือ ทำให้นักเรียนได้ทราบว่าตัวเองควรปรับปรุงแก้ไขในเรื่องใด หรืออ่านเพิ่มเติมในเรื่องใด นอกจากนี้แล้วครูผู้สอนเองก็จะได้ทราบจุดเด่นหรือจุดบกพร่องในการสอนเช่นกันจะได้ปรับปรุงหรือแก้ไขให้ตรงจุดและได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องเกิดกับนักเรียนเมื่อจบช่วงชั้น ดังนั้นการที่ผู้เรียนเกิดความรู้ได้นั้น จะต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ก็จะนำไปสู่การสร้างสรรค์ความรู้หรือการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism Learning Theory)

ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจำเป็นต้องยึดหลักการในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ซึ่งแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้ (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556: 104 -108)

1. ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism Learning Theory)

ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้เชื่อว่ามนุษย์สร้างความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่แวดล้อมตัวเราด้วยตัวของเราเองเพราะมนุษย์มีศักยภาพในการสร้างความรู้จากการมีประสบการณ์ในสภาพจริง โดยทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้เห็นว่าในการสร้างความรู้ที่สมเหตุสมผลนั้นจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ลักษณะ คือ

1.1 องค์ประกอบ 4 ลักษณะของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้

1.1.1 มนุษย์เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้เชื่อว่ามนุษย์มีศักยภาพในการสร้างความรู้ ความเข้าใจของตนเองเหมือนแนวความคิดทางปรัชญาญาณวิทยา ซึ่งไม่ยอมรับการมีอยู่จริงของสิ่งภายนอกหรือไม่ยอมรับว่าการมีอยู่จริงของสิ่งภายนอกแยกออกจากการรับรู้ของมนุษย์ ความรู้เป็นของผู้มีใจอยู่ภายนอก ในการสร้างความรู้ นั้น มนุษย์จะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ และใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่สร้างความหมายของประสบการณ์ใหม่

1.1.2 มนุษย์จะสร้างความรู้ได้ดีเมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม สภาพแวดล้อมที่เป็นจริงจะทำให้มนุษย์สร้างความรู้ได้สอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงมากกว่าสถานการณ์ที่สร้างขึ้นหรือจำลองขึ้นและมนุษย์จะสามารถนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปอธิบายหรือเข้าใจสภาพการณ์ที่เป็นจริงรอบตัวเองได้ ความรู้นั้นจึงมีคุณค่าอย่างแท้จริงและมนุษย์จะจำได้นาน

1.1.3 ความรู้เป็นสหวิทยาการในสภาพการณ์ที่เป็นจริง เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มนุษย์จะมองสิ่งแวดล้อมนั้นในหลายแง่หลายมุม ทั้งในแง่มุมที่เกี่ยวกับตนเอง บุคคลอื่น สังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์และแง่มุมอื่น ๆ นั่นคือ ในสภาพการณ์ที่เป็นจริงนั้น นักเรียนจะเกี่ยวข้องกับความรู้ในสาขาวิชาการต่าง ๆ พร้อม ๆ กัน โดยไม่ได้แยกสาขาวิชาเฉพาะดังที่เป็นอยู่ในโรงเรียน

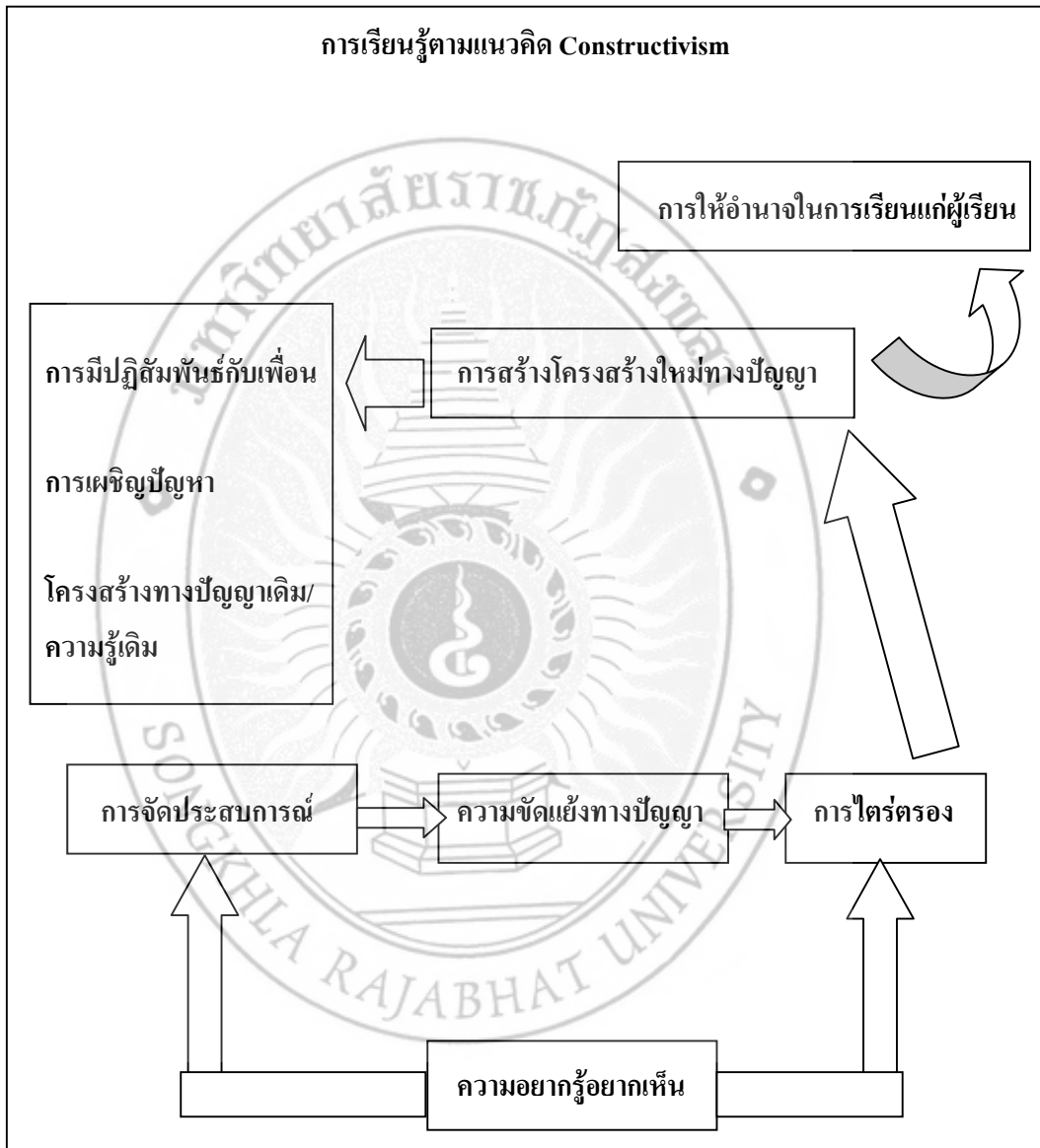
1.1.4 ความรู้พัฒนาจากการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่ม มนุษย์อยู่ร่วมกันเป็นสังคม มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งในการคิดและการกระทำ ดังนั้นเมื่อมนุษย์แต่ละคนสร้างความรู้ขึ้นมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมความรู้ของมนุษย์แต่ละคนจะแตกต่างกันอันเนื่องมาจากความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละคนและความสามารถในการแปลความหมายนั้น (Richardson, 1994 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556) เมื่อมนุษย์ได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ และความคิดกันและกัน ศักยภาพของมนุษย์จะทำให้มนุษย์ประเมินความรู้ ความเข้าใจของตนเองและผู้อื่น แล้วนำความเหมือนและความต่างมาปรับเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจเดิมของตนให้สมเหตุสมผลมากขึ้น ขจัดความขัดแย้งและทำให้เกิดความสมดุลของความรู้ขึ้น

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามทัศนะของทฤษฎีสร้างสรรค้ความรู้มีลักษณะดังต่อไปนี้ (Boyer และ Semrau, 1995 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556)

- 1.2.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นจริง
- 1.2.2 จัดการเรียนการสอนในลักษณะสหวิทยาการ
- 1.2.3 จัดการเรียนการสอนควรมีลักษณะการทำงานร่วมกันเป็นทีม
- 1.2.4 จัดการเรียนการสอนต้องให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง
- 1.2.5 จัดการเรียนการสอนควรจัดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเอง
- 1.2.6 จัดให้นักเรียนมีโอกาสในการใช้ความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมเป็นแนวทางในการสร้างความรู้ใหม่
- 1.2.7 จัดการเรียนการสอนครูควรทำหน้าที่เหมือนผู้ฝึกสอน หรือผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้มากกว่าการเป็นผู้บอกความรู้
- 1.2.8 จัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ทฤษฎีสร้างสรรค้ความรู้เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ความรู้ไม่สามารถแยกความอยากรู้ ความรู้ได้มาจากการสร้างเพื่ออธิบายสิ่งที่อยากรู้ แนวคิดทฤษฎีสร้างสรรค้ความรู้เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยกระบวนการคิดของตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับ เปลี่ยน

โครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนได้ แต่สามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของตนเองได้โดยการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ดังภาพประกอบต่อไปนี้ (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556: 104 -108)



ภาพ 2 แสดงการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้

นอกจากนี้ วรรณจริย์ มั่งสิงห์ (2541 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556) ได้กล่าวโดยสรุปว่า ปรัชญา Constructivism ได้อธิบายในเชิงญาณวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้และได้มาซึ่งความรู้และได้แปลงมาเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ในกรอบแนวคิดของกระบวนการทางการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ได้เสนอหลักการที่แตกต่างจากทฤษฎีอื่น ๆ ดังนี้ 1) ความรู้และความเชื่อที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน นักจิตวิทยาการเรียนรู้กลุ่มทฤษฎีแบบสร้างสรรค์ความรู้ไม่ได้มองว่าผู้เรียนคือผู้ไม่มีความรู้หรือความคิดเห็นทางทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนมาก่อน แต่เชื่อว่าผู้เรียนนำประสบการณ์และความเข้าใจมาเรียนในห้องเรียนด้วย เมื่อพบข้อสนเทศใหม่เขาจะนำสิ่งที่เขารู้มาดูดซับข้อสนเทศนั้นหรือปรับเปลี่ยนสิ่งที่เขารู้ให้สอดคล้องกับเข้าใจใหม่ที่เขารับกระบวนการได้มาซึ่งการรู้นี้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ทั้งสิ้น 2) ผู้เรียนเป็นผู้ให้ความหมายแก่ประสบการณ์ โดยปกติครูจะเป็นผู้อธิบายความหมายให้กับผู้เรียน เช่น บทประพันธ์หมายความว่าอย่างไร เหตุการณ์อะไรที่สำคัญในประวัติศาสตร์ ภาพเขียนนี้สื่อความหมายอะไร เป็นต้น ผู้เรียนจะแปลความหมายหรือตีความถ้อยคำหรือข้อความที่ได้รับให้เป็นความเข้าใจโดยใช้คำนิยามและความเชื่อที่เขามีอยู่ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ความหมายจะถูกสร้างขึ้นและปรับแต่งโดยประสบการณ์ที่มีมาก่อนของผู้เรียน บางครั้งประสบการณ์และความเชื่อเดิมที่ผู้เรียนมีอยู่อาจขัดแย้งกับหลักการที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้จากห้องเรียน ความคิดความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่ปรับเปลี่ยนได้ยาก และเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องคำนึงถึงข้อเรื่องนี้ด้วย 3) กิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงประสบการณ์ความรู้และความเชื่อของตน การสอนเพื่อจะให้เกิดการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีแบบสร้างสรรค์ความรู้จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้สิ่งที่เขารู้เพื่อแปลความหมายข้อสนเทศใหม่และสร้างความรู้ใหม่ หน้าที่ของครูคือค้นหาประสบการณ์และความเข้าใจที่มีมาก่อนของนักเรียนและใช้สิ่งทีนักเรียนรู้เป็นจุดเริ่มต้นของการสอน 4) การเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคมซึ่งเกิดขึ้น โดยการสืบเสาะร่วมกันผู้เรียนจะเรียนรู้ได้เข้าใจอย่างลึกซึ้งขึ้นเมื่อเขาสามารถเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกับผู้อื่น พินิจพิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้อื่นและขยายทัศนะของตนให้กว้างขวางขึ้น

1.3 บรรยากาศของห้องเรียนตามแนวคิดของทฤษฎีแบบสร้างสรรค์ความรู้ได้เปรียบบรรยากาศของห้องเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของทฤษฎีแบบสร้างสรรค์ความรู้และแบบเดิม ดังต่อไปนี้ (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556: 104-108)

ตาราง 1 การเปรียบเทียบบรรยากาศในห้องเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของทฤษฎีแบบสร้างสรรค์ความรู้และแบบเดิม

การสอนแบบเดิม (Traditional Classrooms)	การสอนแบบสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist Classrooms)
1. การสอนเริ่มจากรายละเอียดค่อย ๆ ไปยังภาพรวมโดยเน้นที่ทักษะพื้นฐาน	1. การเรียนเริ่มจากภาพรวมไปรายละเอียดค่อย ๆ โดยเน้นที่ความคิดรวบยอด
2. ยึดหลักสูตรเป็นหลักอย่างเคร่งครัด	2. ยึดแนวทางที่จะให้นักเรียนแสวงหาคำตอบ
3. กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นหนักที่แบบฝึกหัดและตำรา	3. กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นหนักที่จากคำถาม
4. นักเรียนเปรียบเทียบหนึ่งกระดานชนวนที่ว่างเปล่าซึ่งครุมีหน้าที่ป้อนความรู้	3. กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นหนักที่แหล่งข้อมูลและสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียน
5. ครูทำหน้าที่เป็นผู้สอนให้ความรู้แก่นักเรียน	4. นักเรียนเปรียบเทียบหนึ่งนักคิด ซึ่งเป็นผู้
6. ครูทำหน้าที่ค้นหาคำตอบที่ถูกต้องเพื่อวัดการเรียนรู้ของนักเรียน	คิดค้นสร้างความรู้ความเข้าใจทฤษฎีด้วยตัวนักเรียนเอง
7. การวัดและประเมินผลการเรียนของนักเรียนแยกออกมาจากการสอน โดยสิ้นเชิงโดยใช้การทดสอบ	5. ครูทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมและจัดสภาพแวดล้อมแก่นักเรียน
8. นักเรียนส่วนใหญ่ทำงานเป็นรายบุคคล	6. ครูทำหน้าที่ค้นหาสภาพความคิดของนักเรียนเพื่อจะได้เข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียนเพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียน
	7. การวัดและการประเมินผลการเรียนของนักเรียนไม่สามารถแยกออกมาจากการสอนได้
	ครูใช้วิธีการสังเกตการณ์ทำงานของนักเรียน การจับนิทรรศการของนักเรียนและการเลือกชิ้นงานที่ดีที่สุดของนักเรียนด้วยตัวนักเรียน
	เอง
	8. นักเรียนส่วนใหญ่ทำงานเป็นกลุ่ม

สรุปคุณลักษณะของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ มีดังนี้ 1) ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง 2) การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์ต่อสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ 4) การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

จากทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ข้างต้นนั้นสามารถสรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยอาศัยความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมรวมกับความรู้ใหม่หรือประสบการณ์ใหม่ซึ่งจะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทดลอง ทำกิจกรรม หรือการทำงานเป็นกลุ่มและจะต้องจัดห้องเรียนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการทำงาน นอกจากนี้แล้วการจัดการเรียนการสอนควรจะนำทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้มาปรับใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทดลอง ทำกิจกรรม หรือการทำงานเป็นกลุ่ม ก็จะทำให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นจนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวคิดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

สมาคมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทั้งสิ้น 13 ทักษะ โดยจัดแบ่งออกเป็น 2 หมวด (สสวท, 2531) 1) ทักษะพื้นฐานหรือทักษะเบื้องต้น (Basic Science Process Skill) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะที่ 1-8 ดังนี้ ทักษะการสังเกต (Observation) ทักษะการวัด (Measurement) ทักษะการคำนวณ (Using numbers) ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/space Relationship and Space/Time Relationship) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) และทักษะการพยากรณ์ (Prediction) 2) ทักษะขั้นบูรณาการ หรือทักษะเชิงซ้อน (Intergrated Science Process Skill) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะที่ 9-13 ดังนี้ ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) ทักษะการกำหนดและ

ควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) ทักษะการทดลอง (Experimenting) และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540: 13-14) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 1) ทักษะขั้นพื้นฐาน มี 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ 2) ทักษะขั้นผสม หรือบูรณาการ มี 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดการควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 39-40) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกได้เป็น 13 ทักษะ มีรายละเอียด ดังนี้ 1) ทักษะมูลฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกหรือทักษะการจัดประเภทสิ่งของ ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณและการใช้จำนวน ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ 2) ทักษะขั้นสูงหรือทักษะขั้นผสม 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความและลงข้อสรุป ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการทดลอง

จากประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งเป็นทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการ คือทักษะขั้นพื้นฐานประกอบด้วย 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ส่วนทักษะขั้นบูรณาการประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การตีความและลงข้อสรุป การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและการทดลอง

2. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 13 ทักษะ ทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-13 เป็น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการซึ่งมีนักการศึกษาของไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 14) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญาและได้สรุปไว้ ดังนี้

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบไปด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ในการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลองเพราะในขณะที่ทำการทดลองผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skills)

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2542: 7) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยครูได้พยายามให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ด้วยตนเอง โดยหวังให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนำไปค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกให้นักเรียนวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ

เต็มศักดิ์ เศรษฐวัชรานิช (2542: 54) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการศึกษาค้นคว้า แก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง ว่องไว

เสน่ห์ ทิมสุกใส (2542: 183) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วและความแม่นยำ ในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาความรู้ หรือหาคำตอบในสิ่งที่สงสัย

นิตยา มีสุขดี (2543: 9) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง วิธีการแสวงหาความรู้ที่มีระเบียบ แบบแผน มีขั้นตอน และมีการฝึกฝนในการปฏิบัติอย่างมีระบบจนเกิดความชำนาญ

ภาณุเดช หงษ์वास (2543: 30-31) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทักษะทางการปฏิบัติควบคู่ไปกับทักษะทางสติปัญญา ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

กรมวิชาการ (2544: 27) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปและการสื่อสาร

ซัชฎา อัญญุสิทธิ (2544: 23) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนศึกษาพยายามที่จะนำทักษะเหล่านี้มาปลูกฝังให้แก่นักเรียน ทั้งระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นทักษะตามแนวของสมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา ซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ รู้จักทำเป็น คิดเป็น และแก้ปัญหาเป็น ตลอดจนสามารถนำเอาความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544: 8) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ มิติกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ

บุญฤดี แซ่ลือ (2545: 38) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมออกมาเพื่อเป็นการแก้ปัญหาอย่างคล่องแคล่วและชำนาญ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 75) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิด และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งรวมทั้งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมในการสังเกต การเลือกเครื่องมือ การตั้งสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือการแสดงความคิดเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

ทิพาพร พลสามารถ (2547: 41) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาทางวิทยาศาสตร์และนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาและศึกษาค้นคว้า

วรพงษ์ กาแก้ว (2548: 8) ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เชชะคุปต์ (2550: 14) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการคิด ซึ่งเป็นทักษะทางปัญญา เพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งแก้ปัญหา

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ละทักษะมีรายละเอียด ดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2537 อ้างถึงใน บุญฤดี แซ่ลือ, 2545)

2.1.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างรวม ๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย เช่น บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

1) ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ

1.1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติประจำตัวของสิ่งของที่สังเกต เช่น รูปร่าง กลิ่น รส เสียง และความรู้สึกจากการสัมผัส เช่น เมื่อได้สังเกตมะนาว จะบรรยายได้ว่ามีลักษณะกลม สีเขียว มีกลิ่น ผิวเรียบ รสเปรี้ยว

1.2) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ ข้อมูลที่ได้นี้จะบอกหน่วยมาตรฐานไว้ เช่น มะนาวหนัก ประมาณ 20 กรัม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร

1.3) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น นอกจากนี้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงบางอย่างสามารถกระทำได้ด้วยการทดลอง โดยเก็บข้อมูลระยะก่อนและหลังการทดลองหรือขณะทำการทดลอง

ในการสังเกตทุกครั้งจะต้องมีการบันทึกผลการสังเกตไว้เป็นหลักฐานสำหรับอ้างอิงหรือยืนยันต่อไป การบันทึกจะต้องทำไปพร้อม ๆ กับการสังเกตไม่ใช่บันทึกภายหลัง เพราะอาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ตรงกับที่สังเกตและการบันทึกจะต้องบันทึกเฉพาะสิ่งที่ผ่านเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 เท่านั้น โดยไม่ใส่ความคิดหรือตีความหมายข้อมูลลงไปเป็นอันขาด

2) ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการสังเกต มีดังนี้

2.1) บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุที่สังเกตได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง เช่น ก้อนหินมีลักษณะกลม สีดำ ผิวขรุขระ

2.2) บรรยายหรือรายงานผลการสังเกตสมบัติของวัตถุออกมาในเชิงของปริมาณ โดยการกะประมาณซึ่งต้องอ้างอิงหน่วยมาตรฐาน เช่น ก้อนหินหนักประมาณ 50 กรัม หน้าต่างมีความสูงประมาณ 120 เซนติเมตร น้ำมีอุณหภูมิประมาณ 16 องศาเซลเซียส

2.3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง เช่น การหย่อนก้อนดินลงในแก้วน้ำ ก้อนดินจะแยกออกเป็นก้อนเล็ก ๆ หลายก้อน โดยจะเริ่มแยกจากส่วนนอกก่อนขณะที่ก้อนดินแยกออกจะมีฟองอากาศเล็ก ๆ สีของน้ำค่อยเปลี่ยนจากใสเป็นขุ่น โดยเปลี่ยนจากกันแก้วก่อนจึงจะกระจายขึ้นไปข้างบนและจะมีก้อนดินเล็ก ๆ จมอยู่ที่กันแก้ว

จากทักษะการสังเกตข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดโดยทักษะที่สังเกตได้นั้นจะต้องมีการบันทึกและไม่มีเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวลงไป บันทึกข้อมูลให้ละเอียดและครบถ้วนให้ตรงตามข้อมูลที่สังเกตได้

2.1.2 ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยมีหน่วยกำกับเสมอ เช่น เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด บอกวิธีวัดและใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

1) ในการวัดแต่ละครั้งควรจะได้พิจารณาสิ่งต่อไปนี้ คือ

1.1) จะวัดอะไร เช่น วัดเส้นรอบวงของลูกฟุตบอล ชั่งน้ำหนักก้อนหิน

1.2) จะใช้เครื่องมืออะไรวัด เช่น ใช้เชือกและไม้บรรทัดวัดเส้นรอบวงของลูกฟุตบอล ใช้ตาชั่งสปริงชั่งน้ำหนักของก้อนหิน

ใช้ตาชั่งสปริงชั่งน้ำหนักของก้อนหิน

1.3) เหตุใดใช้เครื่องมืออื่น เช่น ทำไมจึงใช้เชือกและไม้บรรทัดวัดเส้นรอบวงของลูกฟุตบอล จะใช้เครื่องมืออื่นได้หรือไม่

จะใช้เครื่องมืออื่นได้หรือไม่

1.4) จะวัดอย่างไร เช่น เมื่อมีเชือกและไม้บรรทัดแล้วจะทำการวัดอย่างมี

เทคนิคอย่างไร สิ่งที่ต้องคำนึงในการวัดแต่ละครั้งคือ ความแน่นอนในการวัดและค่าที่ถูกต้อง การวัดปริมาณใด ๆ มักจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอยู่เสมอ เช่น การอ่านค่าผิดพลาด หรือบันทึกผิด หรืออาจเกิดจากการใช้วิธีการวัดไม่ถูกต้อง วิธีแก้ความคลาดเคลื่อนทำได้โดยการวัดหลาย ๆ ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

2) ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการวัด มีดังนี้

2.1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือได้

2.3) บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4) ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

จากทักษะการวัดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ในการวัดทุกครั้งผู้ที่ทำการวัด จะต้องทราบก่อนว่า จะวัดอะไร เพื่ออะไรและจะใช้เครื่องมือใดวัด โดยต้องคำนึงถึงความเหมาะสม วิธีการวัดเพื่อให้การวัดได้ผลแน่นอนและไม่คลาดเคลื่อน

2.1.3 ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทำการทดลอง โดยตรง หรือจากแหล่งตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการคำนวณ มีดังนี้

- 1) นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- 2) ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 3) ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน
- 4) ตัดสินว่าสิ่งของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากัน
- 5) บอกวิธีคำนวณได้
- 6) คิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง
- 7) แสดงวิธีคำนวณได้
- 8) บอกวิธีหาค่าเฉลี่ยและหาค่าเฉลี่ยได้
- 9) แสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

2.1.4 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่ปรากฏโดยมีเกณฑ์ เช่น เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

การจัดจำแนกวัตถุหรือสิ่งใด ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ นั้น เริ่มต้นด้วยการตั้งเกณฑ์ขึ้นมาอย่างหนึ่ง แล้วใช้เกณฑ์นั้นแบ่งวัตถุออกเป็นกลุ่มย่อย โดยทั่วไปแล้วมักจะเลือกเกณฑ์ที่ทำให้แบ่งวัตถุเหล่านั้นออกเป็นสองกลุ่มย่อยก่อนแล้วจึงค่อยเลือกเกณฑ์อื่น แบ่งกลุ่มย่อยนั้นออกเป็นกลุ่มย่อยต่อไปอีก การจะเลือกใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจัดจำแนกเป็นหลัก เช่น มีสาร 6 ชนิด คือ นาก ทองแดง น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ดินทราย น้ำคลอง จัดจำแนกประเภทครั้งแรกใช้เกณฑ์ลักษณะของเนื้อสาร ได้เป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม สารเนื้อเดียวยังสามารถจำแนกได้เป็นสารระเหย และสารบริสุทธิ์ สารบริสุทธิ์ยังสามารถจำแนกได้เป็นธาตุและสารประกอบ

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการจำแนกประเภท มีดังนี้

- 1) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

2) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

2.1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึงความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ

1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ดังนี้

1.1) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร

1.2) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

1.3) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

2) ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

2.1) ชี้บ่งรูป 2 มิติ และ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

2.2) วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

2.3) บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

2.4) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

2.5) ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติได้

2.6) เมื่อเห็นเงาของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดได้

2.7) เมื่อเห็นรูป 3 มิติสามารถบอกเงาที่เกิดขึ้น

2.8) บอกรูปรอยตัด 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดวัตถุ 3 มิติออกเป็น 2 ส่วนได้

2.9) บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุได้

2.10) บอกได้ว่าวัตถุอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของวัตถุ

2.11) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

2.12) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งที่อยู่อาศัยของวัตถุ

2.13) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

2.1.6 ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น เช่น เลือกรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเลือกข้อมูลได้ บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

1) สิ่งที่ต้องคำนึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้แก่

1.1) ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์ของข้อมูล

1.2) ความถูกต้องแม่นยำ

1.3) ความไม่กำกวม

1.4) ความกะทัดรัด

2) ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการสื่อความหมาย มีดังนี้

2.1) สามารถบรรยายรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุได้ จนผู้ฟังสามารถชี้ หยิบ จับ หรือระบุ วัตถุนั้นได้ถูกต้อง

2.2) สามารถบรรยายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ แล้วให้นักเรียนสังเกต บันทึกการสังเกตแล้วเขียนบรรยายเพื่อให้คนอื่นที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอ่านแล้วเข้าใจ

2.3) สามารถเขียนแผนผังแผนที่ วงจรของวัตถุ เครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ได้

2.4) มีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลและเลือกสื่อ เพื่อเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจดีขึ้น

2.1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย เช่น อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือจากประสบการณ์เดิมมาช่วย

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลต่างจากการสังเกต คือ การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นการอธิบายสิ่งที่สังเกตได้โดยใช้ความรู้เดิม ประสบการณ์การเดิมและเหตุผลหรือเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย เป็นการอธิบายข้อมูลเกินจากการสังเกต ส่วนการสังเกตเป็นการบอกสิ่งที่สังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น เมื่อเอาน้ำแข็งใส่แก้วน้ำเราจะสังเกตเห็นว่ามีน้ำเกาะอยู่ข้างแก้วด้านนอก ก็ทำให้เกิดความคิดว่าหยดน้ำมาจากไหน และจากข้อมูลที่ได้จากความรู้เดิมและ

ประสบการณ์เดิมเราอาจลงความคิดเห็นว่าหยดน้ำที่เกาะข้างแก้วด้านนอกมาจากไอน้ำในอากาศ หรือถ้าเป็นเด็กอายุ 6-7 ขวบ อาจบอกว่าหยดน้ำมาจากน้ำภายในแก้ว

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการลงความลงเห็นจากข้อมูล คือ การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

2.1.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุปการพยากรณ์มี 2 แบบ คือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลและพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นการหาความหมายของข้อมูลโดยมองจากปัจจุบัน (ผล) ย้อนกลับไปหาอดีต (เหตุ) จากปรากฏการณ์ที่พบเห็น เพื่อหาว่ามันมีสาเหตุมาจากอะไร แต่การพยากรณ์นี้จะตรงกันข้ามเพราะเป็นการมอง (ข้อมูล) จากปัจจุบันไปสู่สิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต (ผล) ตัวอย่างเช่น ชาวนาสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าว่าเมื่อต้นฤดูทำนา ถ้าลักษณะของดินฟ้าอากาศเป็นอย่างไรแล้วผลการเก็บเกี่ยวปลายปีจะเป็นอย่างไร การที่ชาวนาสามารถพยากรณ์ผลผลิตได้ก็เพราะว่าชาวนามีประสบการณ์เกี่ยวกับดินฟ้าอากาศและผลผลิตมาเป็นเวลานานหลายปี มองเห็นลักษณะและแนวโน้มระหว่างปริมาณน้ำฝนกับผลผลิตว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไรแล้วใช้หลักการนี้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์

1) การพยากรณ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.1) การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้

1.2) การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้

2) ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะพยากรณ์มีดังนี้

2.1) พยากรณ์ผลที่เกิดจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

2.2) พยากรณ์ผลที่เกิดขึ้นภายในและภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2.1.9 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

1) ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1.1) ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

1.2) ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

1.3) ตัวแปรควบคุม คือ การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

การควบคุมตัวแปรมีความสำคัญอย่างยิ่งในการทดลอง เพราะจะทำให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องแน่นอนว่าผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากตัวแปรที่เรากำลังศึกษาหรือไม่ ในสถานการณ์การทดลองหนึ่ง ๆ ผลที่เกิดขึ้นอาจมาจากหลายสาเหตุจึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่ไม่ต้องการศึกษาให้เหลือเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการเพื่อสะดวกในการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน

2) ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะ ในการกำหนดและควบคุมตัวแปรมีดังนี้

2.1) บังชี้และกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

2.2) แยกได้ว่าในสถานการณ์ใดที่ทำให้ตัวแปรที่มีค่าคงที่และสถานการณ์ใดที่ไม่ทำให้ตัวแปรคงที่

2.3) สร้างวิธีทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระหนึ่งหรือหลาย ๆ ตัวได้

2.1.10 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบแล้ว ในการทดลองหนึ่งอาจมีสมมติฐานเดียวหรือหลายสมมติฐานก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน มีดังนี้

1) หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมได้

2) สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานได้

3) แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

2.1.11 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร หมายถึง การกำหนด ความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและ สามารถสังเกตหรือวัดได้

คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจน ไม่กำกวม จะต้องไม่ให้ความได้หลายอย่าง ระบุสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็น การวัดทดสอบ การทดลองไว้ด้วย ตัวอย่างการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เช่น “ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ ช่วยให้ไฟติด เมื่อนำก้อนไม้ขีดที่कुแดงอยู่แย่งลงไปในก๊าซนี้แล้ว ก้อนไม้ขีดจะลุกเป็นเปลวไฟ” เป็น คำนิยามเชิงปฏิบัติการของออกซิเจน โดยที่ระบุการกระทำ (เมื่อนำก้อนไม้ขีดที่कुแดงแย่งลงไป ใน ก๊าซนี้) และระบุสิ่งที่สังเกตได้ (ก้อนไม้ขีดลุกเป็นเปลวไฟ) ทำให้สรุปได้ว่า ออกซิเจนเป็นก๊าซช่วยให้ ไฟติด หรือสมมติฐานที่ว่า “แสงแดดช่วยให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโต” คำว่า “การเจริญเติบโต” เป็น ความหมายที่ไม่ได้ระบุให้ทุกคนเข้าใจตรงกันว่าหมายความว่าอย่างไร เช่น อาจจะหมายความว่า ความสูงของต้นไม้ การผลิบานหรือออกผลมาก หรือจำนวนรากที่แตกออกมาก ดังนั้นเพื่อให้ทุกคน เข้าใจตรงกันจึงต้องกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการลงไปเช่น การเจริญเติบโต ในที่นี้หมายถึง ความสูง ของต้นไม้

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมี

- ดังนี้
- 1) กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและ วัดได้
 - 2) สามารถแยกคำนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากคำนิยามที่ไม่ใช่คำนิยามเชิง ปฏิบัติ
 - 3) สามารถบ่งชี้ตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.1.12 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง

- 1) การทดลอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ
 - 1.1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือ ทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1.1) วิธีการทดลอง

1.1.2) อุปกรณ์หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

- 1.2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

1.3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกผลการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

2) ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการทดลองมีดังนี้

2.1) กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

2.2) ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

2.3) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

2.4) บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

2.1.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ในการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปผู้เรียนต้องสามารถแปลความหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล ซึ่งข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้ว และอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมาย ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งข้อมูลในเชิงสถิติ

ความสามารถที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะในการตีความหมายและลงข้อสรุปมีดังนี้

1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2) อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้

3) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้โดยการทดลอง ปฏิบัติจริงหรือการทำหลาย ๆ ครั้ง และความชำนาญที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดเป็นกระบวนการหรือการทำงานอย่างเป็นระบบ

ดังนั้นการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนนั้นสามารถทำได้โดยการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐาน

ในการพัฒนาแบบทดสอบให้มีมาตรฐานจะต้องศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การสร้างแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบ ข้อสอบแบบเลือกตอบและคุณภาพของแบบทดสอบ

1. การวางแผนการสร้างแบบทดสอบ

การวางแผนในการสร้างแบบทดสอบจะต้องดำเนินการก่อนที่จะลงมือเขียนข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อให้ข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ครอบคลุมและตรงตามที่ต้องการทั้งแบบทดสอบรวมและแบบทดสอบย่อย มีขั้นตอนในการวางแผนดังนี้ (ราตรี นันทสุนทร, 2555: 95-97)

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอบ ก่อนจะดำเนินการสร้างแบบทดสอบต้องกำหนดจุดมุ่งหมายในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 จุดมุ่งหมายเกี่ยวกับการประเมินผล ว่าในการใช้แบบทดสอบครั้งนี้จะนำไปใช้ในการประเมินผลตามเนื้อหาข้อหรือประเมินผลในเนื้อหารวม การสร้างแบบทดสอบจะสร้างตามจุดประสงค์ของการประเมินผล ถ้าเป็นการประเมินผลตามเนื้อหาข้อ จะสร้างข้อคำถามเป็นแบบทดสอบย่อย เพื่อใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียน โดยมีเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วย ถ้าเป็นการประเมินผลตามเนื้อหารวมจะสร้างเป็นแบบทดสอบรวมเพื่อใช้ในการประเมินผลปลายเทอมหรือปลายปีของนักเรียน โดยมีเนื้อหาสาระครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรและนำผลการสอบของแต่ละคนมาเปรียบเทียบเพื่อตัดสินผลการประเมินอยู่ในระดับใดเป็นต้น

1.1.2 จุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายเฉพาะวิชา ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไปให้ชัดเจนบางวิชาจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะวิชาด้วยเพื่อกำหนดทิศทางของการสอน ในแต่ละเนื้อหาวิชานั้นมุ่งให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมอะไร พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนนั้นจะต้องเขียนให้ชัดเจน ถ้าเป็นแบบทดสอบย่อยส่วนจะเขียนในรูปจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นต้น

1.2 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของแบบทดสอบที่จะสร้าง เพื่อรู้วิธีการเขียนข้อสอบ ได้ถูกต้องตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

1.3 ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร ขั้นนี้ถือว่าสำคัญมากก่อนที่จะเริ่มเขียนข้อคำถามต้องทำการวิเคราะห์หลักสูตรในวิชาที่สร้างแบบทดสอบด้วยการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ในแต่ละเนื้อหาเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมที่จะเกิดผลลัพธ์กับผู้เรียนและวิเคราะห์เนื้อหาที่เรียนเป็นหน่วย ๆ นำพฤติกรรมและเนื้อหา มาสร้างความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันว่าเนื้อหาแต่ละหน่วยมีผลลัพธ์การเรียนรู้ในภาพรวมที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมใดและมีน้ำหนักมากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะกำหนดสิ่งที่จะวัดว่า

วัดเนื้อหาอะไร จำนวนเท่าใด และควรตั้งคำถามวัดพฤติกรรมอะไรบ้าง ซึ่งขั้นนี้สำคัญมาก เป็นขั้นที่จะทำให้แบบทดสอบมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและสามารถสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาที่จะการสอนได้

1.4 กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในการวัด นั่นคือจะต้องพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้ตรงตามจุดมุ่งหมายในการวัดนั้นควรจะใช้แบบทดสอบชนิดใด เช่น แบบทดสอบเติมคำ จับคู่ หรือเลือกตอบ เป็นต้น

1.5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ขั้นนี้เป็นขั้นของการเขียนคำถามและดำเนินการสร้างเพื่อให้แบบทดสอบมีคุณภาพ ดังนี้

1.5.1 เขียนข้อคำถาม ขั้นนี้จะต้องเขียนข้อคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะวัดหรือให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรนั่นเอง

1.5.2 พิจารณาเลือกข้อคำถามที่เหมาะสมและวัดได้ตามที่ต้องการจะวัดและข้อคำถามหรือข้อสอบควรจะเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอนไปแล้ว ในการออกข้อสอบนั้นเราไม่จำเป็นต้องถามทุกอย่างทุกคำที่สอนไป แต่จะถามเพียงบางตอนหรือบางส่วนที่เป็นตัวแทนในเนื้อหาและพฤติกรรมนั้น

1.5.3 จัดทำเป็นรูปเล่ม บางตอนของแบบทดสอบควรมีคำชี้แจงในการทำให้ชัดเจนพร้อมทั้งพิมพ์เป็นรูปเล่มขึ้นมา

1.5.4 ทำเฉลย เพื่อเป็นการตรวจความถูกต้องของข้อสอบ ก่อนที่จะนำข้อสอบไปใช้จริง

1.5.5 จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่ใช้สอบ

1.6 ขั้นใช้แบบทดสอบ ขั้นนี้เป็นกรนำแบบทดสอบไปทำการทดสอบกับนักเรียน

1.7 ขั้นตรวจและใช้ผลการวัด ขั้นนี้เป็นขั้นที่รวบรวมคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนตามที่ได้กำหนดไว้แล้ว แล้วนำผลไปดำเนินการดังนี้

1.7.1 แปลงคำตอบของเด็กให้เป็นคะแนนแล้วจดบันทึกไว้

1.7.2 รวบรวมคะแนนของนักเรียนมาประเมินผลตามจุดมุ่งหมายที่สร้างแบบทดสอบ

1.8 ขั้นตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ขั้นนี้เป็นขั้นของการนำคะแนนจากการสอบมาตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น อำนาจจำแนกและความยากง่ายของแบบทดสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

จากการวางแผนการสร้างแบบทดสอบดังกล่าวพอสรุปเป็นภาพได้ดังนี้ (ราตรี นันทสุคนธ์, 2555: 95-97)



ภาพ 3 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ

2. การสร้างแบบทดสอบ

หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (สสวท, 2531: 5)

2.1 การสร้างสถานการณ์

2.1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์สมมติหรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

2.1.2 ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่นอกเหนือจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

2.1.3 สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

2.1.4 ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

2.1.5 สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับ อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้สำหรับถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินไป

2.2 การสร้างคำถาม คำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติดังนี้

2.2.1 ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ความจำ

2.2.2 ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยกิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่คำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 ใช้คำถามรัดกุม บังคับว่าจะให้ตอบเรื่องใดแม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกัน แต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ

2.2.4 ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถามควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรตรวจให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

3. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

ความต้องการของนักวัดผลทางการศึกษา ก็คือทำอะไรจึงจะสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพ และมีความเป็นปรนัยใช้วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ข้อสอบแบบความเรียง แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบถูกผิด วัดได้ดีตามจุดประสงค์เพียงบางประการ มีข้อดีและข้อเสียของมันเองแต่ละชนิดอยากที่จะวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่เราต้องการหมด นักวัดผลจึงคิดข้อสอบวัดผลการเรียนรู้วิธีหนึ่ง เรียกว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็น

ข้อสอบที่นิยมใช้มากในปัจจุบันทั่วโลก แบบทดสอบมาตรฐานสมัยใหม่ใช้แบบเลือกตอบทั้งสิ้น ทั้งนี้ก็เพราะแบบเลือกตอบสามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์และตรวจให้คะแนนได้แน่นอน ยิ่งเป็นยุคคอมพิวเตอร์แล้ว การใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบจะอำนวยความสะดวกในการตรวจได้อย่างดี (ราตรี นันทสุคนธ์, 2555: 128-144)

3.1 ธรรมชาติของข้อสอบเลือกตอบ

ข้อสอบแบบเลือกตอบพัฒนามาจากข้อสอบแบบความเรียง และข้อสอบแบบเติมคำ ในข้อสอบดังกล่าวเมื่อมีคำถามหนึ่งคำถามจะมีผลการตอบแตกต่างกันไปตามความคิดเห็นของแต่ละคนที่ตอบคำตอบจะถูกจะมีอยู่เพียงคำตอบแนวเดียวเท่านั้น ดังนั้นผู้ที่เบี่ยงเบนไปจากคำตอบถูกก็ถือเป็นคำตอบผิด การเลือกคำตอบผิดมาหลาย ๆ คำตอบมาวางเรียงกับคำตอบถูกแล้วให้ผู้สอบเลือก จึงเป็นลักษณะคำตอบหลาย ๆ คำตอบหรือจะเรียกว่าตัวเลือกหลาย ๆ ตัวเลือกก็ได้ซึ่งนิยมเรียกกันมาก

ลักษณะข้อสอบเลือกตอบประกอบด้วยส่วนสำคัญที่สุดสองส่วน คือ ส่วนข้อคำถาม และส่วนตัวเลือก ตัวเลือกยังแยกออกเป็นสองส่วน คือ ตัวเลือกที่เป็นตัวถูก กับตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

3.2 วิธีเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ

ข้อสอบแบบเลือกตอบที่ดีนั้นเขียนอยากว่าข้อสอบแบบใด ๆ ทั้งหมด ผู้เขียนโปรดฝึกเขียนบ่อย ๆ ให้เกิดความชำนาญหรือเกิดทักษะแล้ว จะเห็นว่าการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบไม่ใช่ของลำบากมากนัก อย่างไรก็ตามแล้วแต่ก่อนเขียนขอให้ผู้เขียนพิจารณาตัวเองว่าเป็นผู้มีความรู้ในวิชานั้นลึกซึ้งหรือไม่ รู้วิธีการเขียนข้อสอบเพียงใด เพราะสองประการที่กล่าวมาเป็นส่วนเสริมให้เขียนข้อสอบวิชานั้น ๆ ได้ดี มีลีลาในการถามที่ลึกซึ้งและสละสลวยได้ ชั้นแรก ๆ ในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบควรพิจารณาลงต่อไปนี้

3.2.1 ด้านตัวคำถาม ตัวคำถามเป็นตัวเร้าตัวแรกที่จะทำให้เกิดการตอบสนอง ถ้าตัวคำถามขาดคุณภาพแล้ว ผลการตอบสนองจะไปคนละทิศละทาง ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การเขียนคำถามจึงควรระมัดระวังดังนี้

1) ควรบอกให้แน่ชัดว่าเป็นคำถามหรือเติมคำ ข้อคำถามไม่ควรเขียนคำหรือประโยคลอย ๆ ควรใช้คำถามให้สมบูรณ์แบบทุกครั้งไป เว้นแต่ข้อคำถามนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เติมคำหรือตอบความหมาย

2) ควรถามให้ตรงจุดและชัดเจน การเขียนข้อคำถามบางทีเขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์แบบแล้ว แต่การถามอาจไม่ตรงจุดที่ต้องการให้ผู้ตอบตอบ ผู้ตอบอาจมองเห็นเป็นหลายแง่หลายมุมไม่ชัดเจนพอ การเขียนข้อคำถามจึงพิจารณาเรื่องนี้ให้ชัดด้วย

3) คำถามควรกะทัดรัดไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย คำว่าฟุ่มเฟือยในที่นี้หมายถึงการใช้คำพูดหรือคำอธิบายที่ซ้ำซ้อนในตัวคำถามโดยไม่จำเป็น คำเหล่านั้นเมื่อตัดออกแล้วข้อความที่เหลือ

จะมีความหมายตรงที่ต้องการวัดผลการเรียนรู้ในข้อนั้น โปรดจำไว้ว่าการเขียนข้อความที่ดีนั้นควรเขียนไม่ยาวนัก แต่ถ้าเขียนยาวหน่อยและเป็นการใช้ข้อความที่เป็นประโยชน์ต่อข้อความจะตัดออกไม่ได้เพราะถ้าตัดออกแล้วจะทำให้ข้อความเปลี่ยนแปลงไปจากจุดประสงค์เดิมที่ต้องการ

4) คำถามควรเร้าให้ผู้ตอบได้ใช้ความคิด ส่วนใหญ่แล้วการเขียนข้อความมักจะถามสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนและท่องจำกันมาแล้ว ข้อคำถามที่ถามให้ผู้ตอบระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วโดยตรง เรียกว่า ข้อคำถามจำ คำถามประเภทจำไม่ส่งเสริมให้ผู้สอบได้ใช้ความคิด ไม่ทำให้การใช้หลักวิชาการเขียนข้อความจึงควรถามให้สูงกว่าความจำจึงจะดี คำถามที่ถามขึ้นสูงขึ้นนั้นโดยเนื้อแท้แล้วผู้ที่ตอบคำถามได้ก็ต้องอาศัยความสามารถด้านความจำด้วยเหมือนกัน เพียงแต่ใช้ความจำในรูปแบบอื่นที่พลิกแพลงขึ้น ไม่ถามตรงไปตรงมา

5) คำถามควรใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับผู้สอบ ข้อนี้หมายถึงการใช้ศัพท์ในการเขียนข้อความควรใช้คำศัพท์ที่ยากง่ายพอเหมาะกับระดับชั้นของนักเรียน ส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ใช้ศัพท์หรือสำนวนยาก ส่วนการใช้ศัพท์หรือสำนวนง่าย ๆ ไม่เป็นปัญหาแต่อย่างใด

6) ไม่ควรใช้คำปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อนกัน การใช้คำถามที่มีคำปฏิเสธทำให้ผู้อ่านคิดสับสนเพราะเป็นการคิดย้อนกลับ อาจทำให้การตีความหมายของโจทย์ผิดพลาดจากจุดมุ่งหมายของผู้ออกข้อสอบก็ได้ การตีความหมายของ โจทย์ผิดเป็นผลทำให้ตอบผิดนั้นเป็นเรื่องของความเข้าใจผิดไม่ใช่ตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ในวิชานั้น คำถามแบบนี้จึงขาดความเป็นปรนัย การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงไม่ควรใช้ถ้าไม่จำเป็นจริง ๆ แต่ในการวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัดนิยมใช้กันเพราะจุดมุ่งหมายของการวัดผลแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ดีแต่ กรณีคำปฏิเสธซ้อนปฏิเสธนั้นไม่สมควรใช้อย่างยิ่ง

7) ข้อคำถามหนึ่งข้อควรถามเรื่องเดียว ในที่นี้หมายความว่าข้อคำถามในข้อหนึ่ง ๆ ควรเป็นคำถามให้ผู้ตอบตอบความคิดเดียว แทนที่จะถามสองคำถามหรือสามคำถาม ถ้าอยากถามหลายคำถามในข้อสอบแบบนี้ควรแยกเป็นข้อย่อยลงไปอีกจะดีกว่า

8) ข้อคำถามไม่ควรถามสิ่งที่เด็กท่องจนคล่องปาก ในกรณีบางอย่างอาจจะไม่ต้องท่องแต่ใช้กันเป็นประจำจนเคยชินแล้วก็ไม่ควรถาม เพราะการถามแบบนี้ไม่เกิดประโยชน์อันใดเลย

3.2.2 ด้านตัวเลือก

ข้อสอบแบบเลือกตอบ ตัวเลือกมีบทบาทสำคัญมากจะจำแนกแยกแยะดีกว่ามีความรู้ความสามารถเพียงใดก็อยู่ตรงการเขียนตัวเลือกนี้แหละ การเขียนตัวเลือกที่ดีจึงเป็นศรีแก่แบบทดสอบอย่างยิ่ง ข้อเสนอแนะในการเขียนตัวเลือกอาจกล่าวว่าเป็นข้อใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1) ควรมีคำตอบถูกเพียงตัวเดียว ในข้อนี้หมายถึง การพิจารณาของผู้ตอบสามารถพิจารณาได้ว่าคำตอบใดถูกที่สุดเพียงตัวเดียวได้ ผู้เขียนข้อสอบบางคนอาจเขียนตัวเลือกที่มีส่วนถูกทั้งนั้นลืมนึกไปว่าในจำนวนที่เป็นตัวเลือกถูกไม่มีตัวใดเด่นชัดกว่าเพื่อน ลักษณะนี้ถือว่าเป็นตัวเลือกไม่ดีจะทำให้มีปัญหาในการให้คะแนนและสร้างความสับสนในการคิดแก่ผู้ตอบ โดยทั่วไปแล้ว คำชี้แจงในการทำข้อสอบมักจะให้ผู้ทำพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงตัวเดียวเพื่อตอบลงในกระดาษคำตอบ ดังนั้นถ้าตัวเลือกเกิดมีตัวถูกหลาย ๆ ตัวที่มีน้ำหนักพอ ๆ กัน จึงทำให้ผู้ตอบเกิดความหวั่นไหวคิดวนไปวนมา อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตอบอย่างมาก ผู้เขียนจึงต้องระวังให้ดีและก้อย่าให้ผลออกเป็นตัวนำทำให้ตัวเลือกข้อนั้น ไม่มีคำตอบถูกเลยอีกแบบหนึ่งซึ่งก็ไม่ดีพอ ๆ กัน

2) ตัวเลือกไม่ควรแนะนำคำตอบ ตัวเลือกที่จะแนะนำคำตอบได้ส่วนใหญ่มักจะเขียนพ้องกับข้อคำถาม ดังนั้นต้องพยายามอย่าให้คำตอบที่ถูกที่สุดพ้องกับข้อคำถามเป็นอันขาด แต่ถ้าคำที่พ้องนั้นอยู่ในตัวเลือกผิดจะถือว่าเป็นตัวลวงที่ดี ซึ่งอาจจะลวงคนตอบได้มากในกรณีผู้ตอบมีความสามารถต่ำ ส่วนผู้ตอบที่มีความสามารถสูงคงจะใช้วิจารณญาณของตัวเองว่าตัวเลือกใดถูกต้องแน่

3) ตัวเลือกควรเขียนกะทัดรัดไม่ยาวเยิ่นเย้อหรือเพิ่มคำที่ไม่จำเป็น มีหลายครั้งที่ผู้เขียนพยายามจะอธิบายรายละเอียดลงในตัวเลือก ซึ่งถือว่าเป็นการไม่ดีเพราะยาวไปโดยไม่จำเป็น แต่การตัดตัวเลือกให้สั้นนั้นต้องมีเหตุผลดี ไม่ใช่อยู่ ๆ ก็ตัดคำซ้ำซ้อนกับข้อคำถามควรตัดได้

4) ตัวเลือกควรอิสระจากกัน มีหลายครั้งเวลาเขียนตัวเลือกผู้เขียนมักเขียนตามสบายทำให้ตัวเลือกก้ำก่ากัน นั่นคือตัวเลือกหนึ่ง ๆ เกี่ยวข้องกับตัวเลือกอีกตัวหนึ่ง บางทีความหมายคร่อมกันไปคร่อมกันมาจนทำให้ผู้สอบตัดสินใจไม่ได้ว่าจะเลือกข้อใดดี การเขียนตัวเลือกที่ดีควรให้แต่ละตัวเป็นอิสระของมันเองไม่ต้องอาศัยซึ่งกันและกันเพราะตัวเลือกหนึ่งหมายถึงคำตอบของข้อคำถามนั้นโดยตรง การเขียนตัวเลือกเสร็จแล้วจึงควรตรวจสอบให้ดูว่าข้อความหรือความหมายเกี่ยวพันมีโอกาสทำให้ข้ออื่นเสียไปด้วยหรือไม่

5) ตัวเลือกควรเป็นลักษณะเอกพจน์ คำว่า “ เอกพจน์ ” ในที่นี้ หมายถึงความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เช่น ต้นไม้ก็ควรเป็นต้นไม้ด้วยกัน คนก็ควรเป็นคนด้วยกัน ภาษาก็ควรเป็นภาษาเดียวกัน เช่น พูดถึงจุดเด่นก็ควรยกจุดเด่นมาด้วยกัน ทั้งนี้ก็เพื่อให้การลงมามีคุณภาพดีขึ้น

6) ตัวเลือกที่ถูกหรือเรียกว่าตัวถูกไม่ควรยาวเกินไป โดยทั่วไปแล้วผู้เขียนข้อสอบมักจะแสดงหรือขยายความกับตัวเลือกที่ถูกให้กระจ่างชัดเป็นที่แน่ใจว่าถูกแน่ ๆ ดังนั้นนักเขียนข้อสอบใหม่ ๆ มักจะเขียนตัวถูกยาวกว่าตัวอื่นอยู่เสมอ จึงควรระวังให้มาก ถ้าเผื่อว่าตัวถูกยาว

โดยหลักวิชาการก็ควรจะปรับตัวลงอื่น ๆ ให้ยาวเพิ่มขึ้นได้ วิธีนี้เรียกว่าวิธีปรุแงตัวลงโดยใช้หลักภาษาเข้าช่วยคนเขียนข้อสอบเก่งไม่ใช่เก่งวัดผลเก่งวิชานั้นเพียงเท่านั้น แต่ต้องเป็นคนเก่งภาษาด้วย เพราะเป็นศิลปะ

7) ความยาวของตัวเลือกควรเป็นระบบ ข้อนี้หมายถึงว่าขนาดความยาวของตัวเลือกในข้อหนึ่ง ๆ นั้นอย่าให้สับสนสลับกันให้ยุ่งไม่ตี ข้อสอบมาตรฐานรุ่นใหม่ ๆ จะยึดถือการเขียนอยู่ 5 แบบ คือ ตัวเลือกยาวเท่ากันหมด หรือเริ่มจากสั้นไปหายาว หรือเริ่มจากยาวเรียงไปหาสั้น หรือรูปทรงคล้ายโค้งปกติ หรืออาจจะเป็นแบบตรงข้ามโค้งปกติก็ได้

8) ควรเรียงตัวเลือกตามปริมาณหรือลำดับของตัวเลข

9) ตัวลงต้องมีทางเป็นไปได้ ในเวลาเขียนจริงจะต้องคิดถึงสิ่งที่เด็กชอบทำผิดหรือใช้ภาษาที่เด็กมักใช้หรือให้ใกล้เคียงกับคำตอบถูก

10) ตัวเลือกไม่ควรมีคำประเภท “ ถูกหมดทุกข้อ ” “ ไม่มีข้อใดถูก ” “ ถูกทั้ง ก. และ ข.” ถ้าไม่จำเป็นจริง ๆ การเขียนตัวเลือกทุกครั้งควรเลี่ยงคำพวกนี้ เพราะการใช้คำพวกนี้ทำให้ตัวเลือกแควลงไป แต่ถ้าเลือกใช้คำพวกนี้แล้วตัวถูกควรจะเฉลี่ยมาดอกอยู่ด้วย มิใช่เขียนไปเพราะไม่รู้ จะหาตัวเลือกแบบใดให้มันครบตามที่ต้องการ

3.3 ข้อดี-ข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ

3.3.1 ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1) วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา ข้อคำถามของข้อสอบเลือกตอบเป็นการถามสั้น ๆ และเจาะจงส่วนใดส่วนหนึ่ง ดังนั้นสามารถถามรายละเอียดได้มากมาย ครอบคลุมเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนมาตลอด

2) วัดได้คุณูปการ ข้อสอบแบบเลือกตอบสามารถเขียนเพื่อวัดพฤติกรรมต่ำ ๆ ไปยังพฤติกรรมสูง ๆ ได้ นั่นคือเราสามารถแปลงการสอบวัดพฤติกรรมที่ง่ายหรือที่ซับซ้อนมาวัดโดยข้อสอบแบบเลือกตอบได้อย่างดี แม้ว่าบางอย่างวัดโดยตรงไม่ได้เราสามารถพลิกแพลงให้วัดสิ่งนั้นได้โดยวิธีทดแทนกัน ความจำ ความคิด การสร้างสรรค์ ก็สามารถใช้ออกแบบเลือกตอบตรวจสอบได้

3) มีความเป็นปรนัยสูง นั่นคือ ข้อสอบเลือกตอบสามารถตรวจให้คะแนนตรงกัน ข้อคำถามเข้าใจตรงกัน การแปลคะแนนก็ทำให้ตรงกันได้ง่าย

4) ประหยัดเวลาทำงาน ข้อสอบแบบเลือกตอบสอบเสร็จตรวจให้คะแนนได้ทันทีที่สามารถเจาะคิดตรวจมือได้รวดเร็วทันใจ ในสมัยนี้การตรวจได้พัฒนาขึ้นมาเป็นการตรวจด้วยเครื่อง ข้อสอบเลือกตอบใช้ได้ผลดีที่สุด และรวดเร็วมาก ประหยัดเวลา และแรงงาน

5) สามารถวิเคราะห์ได้ ข้อสอบแบบเลือกตอบเสร็จแล้วสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแต่ละข้อ แต่ละตัวเลือกได้ เมื่อไม่มีความสามารถปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่เชื่อถือได้

6) ควบคุมความยากของแต่ละข้อได้ โดยอาศัยการเขียนตัวเลือกดี ๆ หรือเปลี่ยนแปลงตัวเลือกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตัวเลือกมาก ๆ หรือตัวเลือกที่เป็นลักษณะเอกพันธ์ เป็นต้น

7) ตัวเลือกในข้อสอบแบบเลือกตอบใช้ประโยชน์ในการสอบ เพื่อวินิจฉัยได้ โดยใช้ข้อมูลจากการเลือกตอบตัวเลือกจากเด็กมาใช้พิจารณาจากนั้นยังส่งเสริมความสามารถในการอ่านด้วย

8) ข้อสอบเลือกตอบที่ดีมีโอกาสเดาได้น้อย โอกาสของการเดาขึ้นอยู่กับจำนวนตัวเลือกกับจำนวนข้อสอบมากน้อยเท่าไร

9) ข้อสอบเลือกตอบมีโอกาสให้ความยุติธรรมสูง เพราะออกได้กลุ่มตัวอย่างของความรู้และพฤติกรรมตลอดจนความแม่นยำได้ในการตรวจสอบคะแนน

10) เป็นการส่งเสริมปรัชญาของการตัดสินใจ ทั้งนี้ก็เพราะชีวิตคนในโลกนี้เต็มไปด้วยตัวเลือก เช่น เลือกเรียน เลือกอาหาร เลือกซื้อของ เลือกอาชีพ แม้กระทั่งการเลือกคู่เพื่อแต่งงาน ฯลฯ จึงเห็นว่าเมื่อชีวิตทุกขณะเต็มไปด้วยการเลือก ทำไมสังคมไม่สอนคนให้เลือกเป็น ทำไม่การเรียนการสอนจึงไม่พยายามพัฒนาวิธีคิดที่จะเลือกสิ่งใดมีคุณค่ากว่า เหมาะสมกว่า การสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบที่ดี จึงเป็นการฝึกคนให้เลือกเป็น ตัดสินใจเป็น เสริมสร้างพัฒนาความคิดในการตัดสินใจดีขึ้น

3.3.2 ข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1) เขียนยาก อันนี้เป็นที่ยอมรับว่าถ้าเขียนข้อสอบเลือกตอบได้ดีจริงๆ เขียนได้ยากมาก ผู้ที่ไม่เคยเรียนวิธีเขียนข้อสอบเลือกตอบที่ดี จะเขียนได้วันละหลายข้อแต่พอเรียนวิธีเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบที่ดีแล้ววันหนึ่งอาจไม่ได้สักข้อก็มี แต่ความชำนาญ ความมีศิลป์ ความเชี่ยวชาญในวิชานั้นมีโอกาสเขียนข้อสอบเลือกตอบได้ดีขึ้น

2) วัดความคิดลึกซึ้งไม่ได้ เช่น วัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ลึก ๆ ความสามารถในการผสมผสานเรื่องราว เป็นต้น

3) ไม่ส่งเสริมการเขียน ทั้งนี้เพราะการสอบโดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบนั้นเด็กไม่จำเป็นต้องเขียนอะไรมากนัก นอกจากขีดตอบในกระดาษคำตอบเท่านั้นเอง หนักไปในทางส่งเสริมการอ่านมากกว่าการเขียน

4) สิ้นเปลืองมาก ข้อนี้หมายถึงจะต้องลงทุนกระดาษ หมึก และอุปกรณ์อื่น ๆ ในการสร้างและผลิตข้อสอบ

5) ส่งเสริมการเดา ข้อนี้โจมตีกันมากกว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบคนไม่มี ความรู้ก็เดาได้คะแนนอยู่บ้าง

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึง จุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบผู้เรียน และควรเลือกรูปแบบที่ต้องการทดสอบให้เหมาะสมรวมทั้ง ศิขารูปแบบและขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบให้เข้าใจรวมไปถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ ดี เพื่อนำไปสู่การสร้างเครื่องมือหรือแบบทดสอบที่ดีและมีคุณภาพ

4. คุณภาพของแบบทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการศึกษา มีหลายประเภท การเลือกใช้เครื่องมือ แต่ละประเภทนั้นขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือขึ้นอยู่กับ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัด ดังนั้นคุณลักษณะที่ดีของเครื่องมือที่ใช้วัดก็ย่อมแตกต่างกัน อาทิ แบบทดสอบหรือข้อสอบเป็น เครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย มีคำตอบถูกและผิด หากตอบถูกก็ได้คะแนน ตอบผิดได้ศูนย์ คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีจึงได้จำแนกไว้ 10 ประการ แต่เครื่องมือที่ใช้ในการวัดพฤติกรรม ด้านจิตพิสัยหรือทักษะพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ผู้ตอบสามารถตอบได้โดยไม่มีคำตอบที่ผิด คำตอบ ทุกคำตอบถูก แต่การตอบถูกนั้น ถูกต้องมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับการตอบของผู้ตอบ คุณลักษณะ ของเครื่องมือเหล่านั้นก็ย่อมแตกต่างจากแบบทดสอบ ในที่นี้จึงได้แยกคุณลักษณะของแบบทดสอบ และคุณลักษณะของเครื่องมืออื่น ๆ ไว้ดังนี้ (ราตรี นันทสุนทร, 2555: 87-92)

4.1 คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

คุณลักษณะของข้อสอบที่ดีมีมากมายหลายประการ ในที่นี้จะเสนอเฉพาะที่สำคัญ ๆ 10 ประการ คือ

4.1.1 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัดการที่ นำเครื่องมือนั้นไปทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้ง ๆ ก็ตาม ก็ยังคงได้คะแนนเท่าเดิม เช่น นำเครื่องมือวัดไปทดสอบกับเด็กคนหนึ่งปรากฏว่าได้คะแนน 18 เว้นไปประมาณ 2-3 วัน หรือ 1 สัปดาห์ นำไปทดสอบกับเด็กคนเดิม ก็คงได้ 18 คะแนนเหมือนเดิมแสดงว่าเครื่องมือวัดนั้นมีความเชื่อมั่น หรือความเชื่อมั่นก็คือความคงที่แน่นอน (Stability) ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบไม่ว่าจะสอบกี่ ครั้งก็ตามของเครื่องมืออันนั้น

4.1.2 ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด หมายถึง เครื่องมือนั้นสามารถวัดได้ตามสิ่งที่ ต้องการจะวัดหรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่จะวัด เช่น สร้างข้อสอบวัดวิชาเลขเรื่องบวกลบตัวเลข

ไม่เกิน 3 หลักก็จะออกข้อคำถามเกี่ยวกับวิธีบวกเลขไม่เกิน 3 หลัก เป็นต้น แต่ถ้าสร้างข้อคำถามไปวัดแต่เลขคูณหารแล้ว ข้อสอบนั้นก็จะวัดไม่ตรงตามที่ต้องการก็จะกลายเป็นข้อสอบขาดความเที่ยงตรงในการบวกเลข 3 หลัก แต่กลับไปเที่ยงตรงต่อการคูณหารเลข 3 หลักแทนซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการจะวัด ดังนั้นข้อสอบแต่ละฉบับนั้นมักจะมีความเที่ยงตรงต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดเสมอ ถ้าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับที่เราต้องการจะวัด ก็ถือว่ามีความเที่ยงตรง แต่ถ้าวัดได้ไม่ตรงกับสิ่งที่เราจะวัดข้อสอบนั้นก็จะขาดความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) และความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ (Criterion-Related Validity)

1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) การที่ครูสอนนักเรียนในเรื่องอะไร ก็ออกข้อสอบวัดเรื่องนั้น เช่น สอนวิธีปฐมพยาบาล เมื่ออยากจะรู้ว่ามีนักเรียนรู้เรื่อง การปฐมพยาบาลมากแค่ไหน ก็ออกข้อสอบวัดความรู้เรื่องการปฐมพยาบาล แต่ถ้าไปออกวัดเรื่อง การว่ายน้ำแทน ก็ถือว่าข้อสอบนั้นวัดไม่เที่ยงตรงตามเนื้อหา ดังนั้นการที่จะรู้ว่าข้อสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาหรือไม่ ก็นำข้อสอบไปเปรียบเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร ภาคเนื้อหาวิชาว่า ข้อสอบฉบับนั้นวัดเนื้อหาที่สอนนักเรียนไปได้ครอบคลุมเพียงใด ถ้าวัดได้ครอบคลุมตารางวิเคราะห์หลักสูตรถือว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง แบบทดสอบใดก็ตามที่สามารถวัดได้ตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น เช่น ลักษณะของการวิเคราะห์ความเป็นประชาธิปไตย ความเป็นผู้นำ ลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ เป็นต้น ถ้าสามารถสร้างแบบทดสอบตามลักษณะที่ต้องการจะวัด ก็ถือว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ซึ่งจะดูได้จากข้อสอบแต่ละข้อนั้นเขียนคำถามตามพฤติกรรมที่จะวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่นั่นเอง

3) ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ เป็นความเที่ยงตรงแบบอาศัยเกณฑ์ที่ต้องการเป็นหลักแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

3.1) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตามสภาพความเป็นจริงของกลุ่มตัวอย่าง เช่น ถ้าเด็กคนหนึ่งเวลาเรียนในห้องเรียนเป็นคนเรียนเก่งมากไม่ว่าครูจะถามอะไรเขาจะตอบได้หมด เมื่อสร้างข้อสอบมา วัดเด็กคนนี้ก็ปรากฏว่าเขาทำได้คะแนนสูงสุด แสดงว่าข้อสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงตามสภาพความเป็นจริงเกณฑ์ที่ใช้จะต้องเป็นเกณฑ์ปัจจุบันเสมอ

3.2) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) แบบทดสอบฉบับใดก็ตาม ที่มีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์แล้ว เมื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ก็สามารถที่จะพยากรณ์

อนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ถูกต้องดังนั้นการหาความเที่ยงตรงแบบนี้คือเอาผลงานที่สำเร็จไปแล้วของกลุ่มตัวอย่างเป็นเกณฑ์ และเอาคะแนนเครื่องมือที่จะหาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์นี้ไปสัมพันธ์กับเกณฑ์ ถ้ามีความสัมพันธ์กันสูง ก็ถือว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูง เช่น เอาเกรดเฉลี่ย (G.P.A.) ปลายปีของนักเรียนเป็นเกณฑ์แล้วเอาคะแนนของข้อสอบของนักเรียนสอบคัดเลือกเข้ามาหาสหสัมพันธ์กับเกณฑ์ ถ้ามีความสัมพันธ์กันสูง แสดงว่า ข้อสอบคัดเลือกฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ โปรดจำไว้ว่าเกณฑ์ในข้อนี้จะต้องเป็นเกณฑ์อนาคต

4.1.3 ความยากง่าย

ความยากง่าย หมายถึง ค่าที่ได้จากจำนวนคนที่ทำข้อสอบนั้นถูก ถ้ามีจำนวนคนที่ทำข้อสอบนั้นถูกมาก ก็ถือว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้าจำนวนคนที่ทำข้อสอบนั้นถูกน้อย ก็ถือว่าข้อสอบนั้นมีความยาก ถ้ามีจำนวนคนที่ทำข้อสอบนั้นถูกครึ่งหนึ่งคือทำถูก 50% ก็ถือว่าข้อสอบนั้นมีความยากง่ายปานกลาง ค่าความยากง่ายนี้จะใช้สัญลักษณ์ p แทน ย่อมาจาก percent และ proportion คือ เปอร์เซ็นต์หรือสัดส่วนที่นักเรียนทำข้อนั้นถูก โดยปกติข้อสอบที่มีความยากง่ายใช้ได้จะมีค่า p อยู่ระหว่าง 0.20–0.80 ถ้ามีค่าต่ำกว่านี้ก็ถือว่ายากไป และถ้า p มีค่าสูงกว่านี้ก็ถือว่าง่ายเกินไป ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะคือข้อสอบที่มีค่า $p=0.50$ คือมีคนทำข้อสอบนั้นถูกประมาณ 50% นั่นเอง

4.1.4 อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถในการจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ในข้อคำถามของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม แต่ถ้าเป็นข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ก่อนเรียนและความรู้หลังเรียน ค่าอำนาจจำแนกจะใช้สัญลักษณ์ r หรือ D แทน

4.1.5 ความเป็นปรนัย

แบบทดสอบที่มีความเป็นปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีลักษณะ 3 ประการ ดังนี้

- 1) ความแจ่มชัดในความหมายข้อคำถาม
- 2) ความแจ่มชัดในวิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน
- 3) ความแจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน

คุณภาพข้อนี้ แบบทดสอบจะขาดไม่ได้ เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดคุณภาพทางด้านความเชื่อมั่นสูงและความเที่ยงตรงของการวัดด้วย กล่าวคือ ถ้าข้อคำถามแต่ละข้อของเครื่องมือ ถามได้ชัดเจนไม่ว่าใครจะอ่านก็ตามจะเข้าใจได้ตรงกันว่าถามอะไร การตรวจให้คะแนนต้องมีเกณฑ์ในการให้คะแนนเมื่อได้คะแนนมาก็แปลความหมายได้ชัดเจน เป็นต้น

4.1.6 ถามได้เจาะจง

เขียนข้อคำถามให้ชัดเจน โดยถามให้เจาะจงลงไปว่าถามอะไร อย่าตั้งคำถามที่คลุมเครือหรือถามวกวน เพราะจะทำให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วไม่รู้ว่าครูถามอะไร ซึ่งจะมีผลทำให้ข้อสอบขาดความเป็นปรนัยไปด้วย

4.1.7 ถามให้ลึก ๆ

ข้อคำถามที่ดีจะต้องถามวัดพฤติกรรมขั้นสูง ๆ เช่น คำถามวัดความเข้าใจนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า เป็นต้น ไม่ควรถามคำถามที่วัดแต่จำอย่างเดียวซึ่งจะทำให้ข้อสอบวัดพฤติกรรมที่ไม่ครอบคลุม อันมีผลต่อความเที่ยงตรงตาม โครงสร้างทันที

4.1.8 ยุติธรรม

ข้อสอบที่ดีจะต้องประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนไป ไม่ใช่ถามเจาะจงเฉพาะเนื้อหาตอนใดตอนหนึ่งเท่านั้น เพื่อให้นักเรียนที่ผ่านการอ่านทุกเนื้อเรื่องตอบได้ ซึ่งจะเป็นการให้เห็นว่าไม่เสียเวลาก่อน เพราะถ้ายังอ่านเนื้อหาไม่มาก ก็ยังตอบได้มาก

4.1.9 คำถามจะต้องมีลักษณะยาวๆ

คำถามที่ดีจะต้องเขียนแล้วช่วยหรือเร้าให้นักเรียนอยากจะทำหรือทำต่อไป หรืออยากรู้อยากเห็นต่อไป โดยปกติแล้วมักจะเป็นคำถามที่เขียนวัดพฤติกรรมสูง ๆ ทำให้นักเรียนต้องคิดในการตอบและเมื่อตอบแล้วก็อยากจะทำคำตอบที่ถูกต้อง ทำให้มีแรงที่จะค้นคว้าความรู้มาตอบใหม่

4.1.10 ประสิทธิภาพ

ข้อสอบที่ดีจะต้องมีประสิทธิภาพของการสอบ คือ แบบทดสอบไม่เพียงพอ แต่สอบเพื่อวัดความรู้นักเรียนอย่างเดียว แต่ต้องตอบแล้วใช้ผลการสอบไปทำประโยชน์ได้ให้คุ้มกับเวลาและเงินที่ได้เสียไปแล้ว เช่น ใช้ผลการสอบไปใช้ในการแนะแนว หาจุดบกพร่องของการเรียน เป็นต้น

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงตรง (เชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง) และค่าความเชื่อมั่น

4.2.1 ความยากง่าย (Difficulty)

ความยากง่าย หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด หรือ อัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่สอบ ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือ ข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เรียกว่ามีความยากเหมาะสมเพราะคุณค่าของข้อสอบดังกล่าวจะช่วยจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ข้อสอบข้อใดที่ไม่มีใครทำได้ถูก หรือ

ข้อสอบที่ทุกคนทำถูกต่างก็ไม่สามารถจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อน จึงไม่มีคุณค่าในการจำแนก ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ถือว่าข้อสอบที่ดีคือสามารถวัดได้ว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การที่ทุกคนทำข้อสอบได้ถูกต้อง แสดงว่าเขาบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ดังนั้นสิ่งสำคัญของข้อสอบอยู่ที่ว่าสามารถวัดในจุดประสงค์ได้จริง หรือไม่ถ้าวัดได้จริงก็นับเป็นข้อสอบที่ดี แม้จะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม (สมนึก ภัททิยธนี, 2551: 71)

สูตรที่นิยมใช้ในการหาความยากง่ายของแบบทดสอบซึ่งมีเกณฑ์การผ่านและแปลความหมาย ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาภิรุตย์, 2535: 157)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าความยากง่ายดังนี้

$$P = \frac{R_H + R_L}{n}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย
 R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543: 185)

ตาราง 2 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบ

ความยากง่าย (P) ของข้อสอบ	ความหมาย
0.81 - 1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 - 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40 - 0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20 - 0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0 - 0.19	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบทั้งหมดโดยข้อสอบที่ดีควรมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ข้อสอบที่ดีที่สุดจะมีระดับความยากง่าย เท่ากับ 0.5 ซึ่งจะทำให้เกิดค่าอำนาจการจำแนกสูงสุดและมีความเที่ยงสูง

4.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่า คนกลุ่มเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มอ่อนทำข้อสอบไม่ถูก ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบนั้นในการจำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่าคนกลุ่มรอบรู้ทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มไม่รอบรู้ทำข้อสอบข้อนั้นไม่ถูก (สมนึก กัททิษฐี, 2551: 71)

สูตรที่นิยมใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบซึ่งมีเกณฑ์การผ่านและแปลความหมาย ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาภิสุทธิ์, 2535: 157)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

$$\text{สูตร } r = \frac{R_H + R_L}{n}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ (ลิ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543: 185)

ตาราง 3 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ

อำนาจจำแนกของข้อสอบ (r)	ความหมาย
0.60 - 1.00	อำนาจจำแนกดีมาก
0.40 - 0.59	อำนาจจำแนกดี
0.20 - 0.39	อำนาจจำแนกพอใช้
0.10 - 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
-1.00 - 0.09	อำนาจจำแนกต่ำมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของข้อสอบ ในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เพื่อที่จะใช้พยากรณ์หรือบ่งชี้ความแตกต่างที่เห็นชัดในด้านความสามารถ เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนจากกันได้ ซึ่งข้อสอบที่ดีควรมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

4.2.3 ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ เช่น ต้องการวัดว่านักเรียนมีความสามารถในการคำนวณหรือไม่ก็ถามให้คำนวณ คะแนนที่ได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในเชิงคำนวณ มิใช่ได้คะแนนมากเพราะสะอาด ใช้ภาษาได้สละสลวย ลายมือสวย เป็นต้น ความเที่ยงตรงเปรียบได้กับเครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้ถูกต้อง ไม่โก่งน้ำหนักหรือเปรียบได้กับนาฬิกาที่บอกได้ตรงเวลา ไม่คลาดเคลื่อนกับเวลาที่เป็นจริง (สมนึก ภัททิยธนี, 2551: 67-68)

1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ระดับความสามารถของแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาที่ต้องการจะวัด เช่น หากต้องการวัดเรื่องความสนใจ ข้อคำถามในแบบทดสอบหรือข้อสอบก็ต้องเป็นเรื่องของความสนใจ โดยการพิจารณาว่าเนื้อหาของแบบทดสอบสะท้อนแนวความคิดตามที่ต้องการหรือไม่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจึงมีความสำคัญยิ่งในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลการเรียนการสอนที่ใช้แบบทดสอบไม่ตรงหรือไม่ครอบคลุมเนื้อหาที่เรียน จึงเป็นการวัดผลที่ขาดความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

การทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ทำได้โดยพิจารณาจากกระบวนการสร้างแบบทดสอบหรือข้อสอบว่าวัดได้จริงตามที่ต้องการจะวัดหรือไม่ หรือโดยการตรวจสอบคำตอบกับข้อเท็จจริงที่ปรากฏ เช่น การสังเกตจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ตอบในแบบทดสอบหรือไม่ กระบวนการทดสอบดังกล่าวนี้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบกระบวนการสร้างแบบทดสอบ เพื่อตัดสินใจว่าข้อคำถามในแบบทดสอบว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของเนื้อหาที่จะถามได้หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบสิ่งที่ปรากฏในแบบทดสอบกับสิ่งที่ควรจะถามว่ามีความสอดคล้องกันมากเพียงใด การทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในลักษณะนี้ เรียกว่า การหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบหรือเรียกว่า การหาค่า (Index of Item-objective Congruence : IOC) (พิมพา สุวรรณฤทธิ์, 2542: 162-163)

สูตรตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ใช้สูตรดังนี้ (เกษม สาหร่ายทิพย์, 2539: 183)

$$\text{สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ จึงเป็นการพิจารณาแบบทดสอบรายชื่อจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบสอบถามที่แนบไปพร้อมกับแบบทดสอบที่ต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อหาค่า IOC ของผู้เชี่ยวชาญกำหนดเป็น 3 ระดับ ดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2555: 150-151)

- +1 หมายถึง แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1 หมายถึง แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

ตัวอย่างแบบทดสอบเพื่อหาค่า IOC และการแปลผล

วัตถุประสงค์/เนื้อหา	แบบทดสอบ	ระดับการพิจารณา		
		+1	0	-1
1. สารที่ 1 สิ่งมีชีวิต กับกระบวนการ ดำรงชีวิต	1. ข้อมูลใดได้จากการสังเกตภาพนี้ โดยตรง 		/	
	ก. อยู่ในเซลล์ ข. มีลักษณะคล้ายปาต่องโก้ ค. มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ ง. เป็นหน่วยพันธุกรรม จ. สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้			

เกณฑ์การพิจารณาแบบทดสอบที่มี IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 คัดเลือกไว้ใช้ เพราะถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความตรงตามเนื้อหา ส่วนแบบทดสอบที่มี IOC น้อยกว่า 0.5 ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือตัดทิ้ง เพราะถือว่าเป็นข้อสอบที่ขาดความตรงตามเนื้อหา

2) ข้อพึงระวังในการตรวจหาค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญ
การตรวจหาค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญมีประเด็นสำคัญที่ควรระวัง ดังนี้
(พิศณุ พองศรี, 2553: 153 อ้างถึงใน เมษา นวลศรี, 2556: 138)

2.1) จำนวนและคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ตรวจควรมี 3 คนขึ้นไป ซึ่งต้องกำหนดคุณสมบัติให้เหมาะสมกับแบบทดสอบที่จะให้ตรวจ โดยใช้ผู้ที่มีคุณวุฒิหรือประสบการณ์ด้านวัดประเมินผลหรือวิจัย 1 คน ที่เหลืออาจเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาของแบบทดสอบ หรือหากต้องการให้แบบทดสอบใช้ภาษาได้เหมาะสมก็อาจใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาไทย (ยกเว้นวิชาภาษาอังกฤษ) ก็ได้ โดยอาจกำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น วุฒิปริญญาโทขึ้นไป หรือมีผลงานที่เกี่ยวข้องภายใน 5 ปีที่ผ่านมา อย่างน้อย 1 ชิ้น เป็นต้น

2.2) การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ ควรเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถจริงและยินดีให้ความอนุเคราะห์ โดยต้องทราบทามด้วยว่าจากก่อนว่ามีเวลาหรือไม่ เพราะผู้เชี่ยวชาญจริงมักไม่ค่อยมีเวลาว่างอาจต้องคอยนาน ไม่ควรเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เพียงแต่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดโดยมีความสนิทสนมเพื่อให้ตรวจได้โดยเร็วและครบตามขั้นตอนเท่านั้น เพราะถ้าไม่ได้ตรวจและให้คำแนะนำอย่างจริงจังแล้ว เมื่อนำไปทดลองใช้เพื่อหาค่าสถิติต่าง ๆ อาจจะได้ค่าต่ำ ดังนั้นจึงคิดอยู่เสมอว่า ผู้เชี่ยวชาญคือผู้ช่วยให้เครื่องมือที่สร้างมีคุณภาพ

2.3) รูปแบบ (Format) ที่ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจควรมีองค์ประกอบครบถ้วนทั้งวัตถุประสงค์ เนื้อหา ข้อสอบรายข้อและตัวเลือก ช่องให้ตรวจและอาจมีช่องข้อเสนอแนะด้วยก็ได้ พร้อมทั้งคำชี้แจงและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบแนบไปด้วย ที่สำคัญคือต้องมีรูปแบบที่ให้ผู้ตรวจที่ถูกต้อง เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการตรวจ เพราะผู้เชี่ยวชาญมีเวลาน้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เชี่ยวชาญที่มีชื่อเสียง

2.4) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามทฤษฎีหรือแนวคิดของโครงสร้างที่ต้องการจะวัด คำว่าโครงสร้างมีความหมายในเชิงนามธรรม ที่ใช้อธิบายตัวแปรที่ศึกษาและเขียนไว้ในรูปข้อสันนิษฐานหรือสมมติฐาน สามารถอธิบายและค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนได้ เช่น ความเสียดลล อาจให้ความหมายในเชิงโครงสร้างว่า หมายถึง การกระทำที่ไม่เอาเปรียบผู้อื่น การเห็นอกเห็นใจผู้อื่น การช่วยเหลือผู้อื่น การเห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม การอดทนเพื่อให้อื่นมีความสุข ดังนั้นหากสร้างเครื่องมือวัดให้สัมพันธ์สอดคล้องกับสมรรถภาพย่อย ๆ ตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างได้จะถือว่าเครื่องมือแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (พิชิต ฤทธิจัญญ์, 2545: 141 อ้างถึงในเมษา นวลศรี, 2556: 140)

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสามารถทำได้หลายวิธีทั้งในลักษณะการตรวจสอบเชิงเนื้อหาและการตรวจเชิงสัมพันธ์กับเกณฑ์ (ระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2554: 210-218 และบุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ, 2537: 228-231) การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสามารถสรุปได้ 6 วิธี ดังนี้

2.4.1) การตรวจเชิงเหตุผลเป็นการตรวจสอบเนื้อหาของข้อคำถามว่าสอดคล้องหรือตรงตามกรอบความคิดหรือทฤษฎีที่ใช้กำหนดเป็น โครงสร้างในการวัดหรือไม่ การตรวจก็กระทำเหมือนกับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดังได้กล่าวมาแล้วโดยจัดทำเป็นตารางโครงสร้างและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

2.4.2) การตรวจความสอดคล้องภายใน วิธีนี้เป็นการตรวจสอบว่าข้อคำถามทั้งหมดนั้นใช้วัดทฤษฎีหรือโครงสร้างเดียวกันหรือไม่ การตรวจสอบทำได้โดยการหาค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งชุดหรือจะใช้วิธีหาสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียลระหว่างกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกับคะแนนต่ำ แบบทดสอบใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถือว่ามีความตรงตามโครงสร้าง

2.4.3) วิธีการคำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

เป็นวิธีที่จะต้องคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ภายในของแบบทดสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับจากนั้นจึงหาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบเพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนั้นวัดองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ตรงตามทฤษฎีหรือข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าตรงแสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.4.4) การตรวจหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่มีโครงสร้างเหมือนกัน

เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือคะแนนจากแบบทดสอบที่เราสร้างกับแบบทดสอบที่คนอื่นสร้างที่วัดในทฤษฎีหรือโครงสร้างเดียวกัน ซึ่งสร้างไว้ก่อนแล้ว แบบทดสอบมีค่าสหสัมพันธ์สูง แสดงว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.4.5) การตรวจเทียบกับกลุ่มที่รู้ เป็นการเอาแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้กับกลุ่มที่เราทราบลักษณะทางจิตวิทยาตามที่ต้องการวัดแล้ว โดยใช้ 2 กลุ่มที่มีลักษณะตรงข้ามกัน นำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกัน ถ้ามีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.4.5) การตรวจเทียบกับกลุ่มที่รู้ เป็นการเอาแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้กับกลุ่มที่เราทราบลักษณะทางจิตวิทยาตามที่ต้องการวัดแล้ว โดยใช้ 2 กลุ่มที่มีลักษณะตรงข้ามกัน นำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกัน ถ้ามีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.4.6) การตรวจโดยใช้เมตริกลักษณะหลากหลายวิธีหลายเครื่องมือที่

ตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะต้องมีการวัดหลายลักษณะและหลายวิธีโดยการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงผู้เข้ากับความตรงเชิงจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงผู้เข้าเป็นการหาสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบลักษณะเดียวกันแต่วัดด้วยวิธีการต่างกัน ส่วนความเที่ยงตรงเชิงจำแนกเป็นการหาสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบที่มีลักษณะต่างกันแต่วัดด้วยวิธีเดียวกัน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยตรวจความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีการตรวจความสอดคล้องภายในและการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์ไบซีเรียล (Point biserial correlation coefficient) ใช้สัญลักษณ์ r_{pb} และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น (Pearson product-moment correlation coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล คำนวณจากสูตร

$$r_{pb} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{S_t} \sqrt{pq}$$

- เมื่อ r_{pb} เป็น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล
 \bar{X}_p เป็น ค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่อเนื่อง ในกลุ่มลักษณะที่ 1 ของ
 ตัวแปรที่เป็น true dichotomous
 \bar{X}_q เป็น ค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่อเนื่อง ในกลุ่มลักษณะที่ 2 ของ
 ตัวแปรที่เป็น true dichotomous
 p เป็น ค่าสัดส่วนของลักษณะที่ 1 ของตัวแปร true dichotomous
 q เป็น ค่าสัดส่วนของลักษณะที่ 2 ของตัวแปร true dichotomous
 (1-p)

S_t เป็น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลต่อเนื่องทั้งหมด

สูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น (Pearson product-moment correlation coefficient)

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบ

$\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนรวมของทักษะแต่ละทักษะ

$\sum y$ แทน ผลรวมคะแนนรวมทั้งฉบับ

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทักษะแต่ละทักษะที่ยกกำลังสอง

$\sum y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมทั้งฉบับยกกำลังสอง

เกณฑ์การวิเคราะห์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระหว่าง -1 ถึง +1 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ค่าของตัวแปรหนึ่งมีค่าสูงอีกตัวแปรหนึ่งมีแนวโน้มมีค่าต่ำ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวกแสดงว่าค่าของตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง อีกตัวแปรหนึ่งมีแนวโน้มจะมีค่าสูงด้วย แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นศูนย์ก็แสดงว่าตัวแปร 2 ตัว ไม่มีความสัมพันธ์กันเลยแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างเมื่อความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามกับคะแนนรวมและคะแนนรวมแต่ละทักษะกับคะแนนรวมทั้งฉบับมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2.4 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่น หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบกี่ครั้งก็ตาม เช่น สร้างแบบทดสอบชุดหนึ่งแล้วนำไปทดสอบนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง โดยให้มีเวลาห่างกันประมาณ 1-8 สัปดาห์ ถ้าพบว่า นักเรียนแต่ละคนทำคะแนน ได้เท่าเดิมทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่าแบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นสูง (สมนึก ภัททิยธนี, 2551: 69)

ความเชื่อมั่นในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีของ Kuder & Richardson (KR-20, KR-21) ใช้สำหรับหาค่าความเชื่อมั่นที่ต้องการวัดมีค่า 2 ระดับ คือ 0 กับ 1 เรียกว่าสูตร KR-20 และ KR-21 โดยสูตร KR-20 ใช้กับเครื่องมือหรือแบบทดสอบที่มีความยากไม่เท่ากันได้ ส่วนสูตร KR-21 ต้องใช้กับเครื่องมือที่มีความยากเท่ากัน ซึ่งเป็นไปได้ยากจึงแทบใช้ไม่ได้ในทางปฏิบัติ แม้ว่าจะมีวิธีการคำนวณง่ายกว่าสูตร KR-20 ก็ตาม ซึ่งผลการคำนวณจากสูตร KR-20 จะได้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าเสมอ เพราะข้อสอบมักมีความยากไม่เท่ากัน เมื่อนำมาใช้กับสูตร KR-21 จึงผิดข้อตกลงของสูตรทำให้ได้ค่าน้อยกว่า ดังนั้นงานวิจัยนี้ใช้สูตรค่าความเชื่อมั่นดังนี้ (พิสนุ พงศรี, 2552: 165-166)

ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของริชาร์ดสัน (KR-20) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549: 223)

$$\text{สูตร } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[\frac{1 - \sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น
 k แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ
 q แทน อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ (1-p)

เกณฑ์การผ่าน ค่าความเชื่อมั่นอย่างน้อยที่สุดไม่ควรต่ำกว่า 0.50

ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบกี่ครั้งก็ตาม โดยการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ใช้วิธีของ Kuder&Richardson (KR-20) ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างมีค่าความเชื่อมั่นอย่างน้อยที่สุดไม่ควรต่ำกว่า 0.50 จึงถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ

จากการหาคุณภาพของแบบทดสอบที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อนำแบบทดสอบหาคุณภาพ เรียบร้อยแล้วก็แบบทดสอบที่ได้สร้างเกณฑ์ปกติ เพื่อใช้เปรียบเทียบและแปลความหมายของ คะแนนที่ได้ซึ่งทำให้ทราบว่ามีความสามารถอยู่ในระดับใด

5. เกณฑ์ปกติ (Norms)

เกณฑ์ปกติเป็นเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและแปลความหมาย คะแนนที่ได้จากแบบวัด จะต้องสร้างขึ้นมาจากนักเรียนจำนวนมาก ซึ่งมีสภาพที่แตกต่างกันและ เป็นตัวแทนของนักเรียนทั้งหมด เกณฑ์ปกติไม่ได้เป็นมาตรฐานเพียงแต่บอกให้ทราบว่านักเรียนทำ คะแนนได้อย่างไร และไม่ได้บอกว่าเขาควรทำคะแนนได้เท่าใด เมื่อเทียบคะแนนของนักเรียนกับ กลุ่มเกณฑ์ปกติ (Norms Group) เราไม่ได้บอกว่าคะแนนของนักเรียนอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับที่ เขาควรจะเป็น เพียงแต่บอกว่าคะแนนผลการสอบของเขาเมื่อเทียบกับคนอื่น ๆ นั้นเป็นอย่างไร กล่าวโดยสรุป เกณฑ์ปกติใช้แทนชุดของคะแนนผลการทดสอบของนักเรียนที่เป็นกลุ่มมาตรฐานเพื่อ ใช้เปรียบเทียบในการตีความหมายของคะแนนผลการทดสอบแต่ละคน

5.1 เกณฑ์ที่ใช้กันทั่วไปมี 3 ระดับ คือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542: 372)

5.1.1 เกณฑ์ปกติระดับประเทศ (National Norms) เป็นเกณฑ์ที่ได้จากการทดสอบ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนทั่วประเทศและนำมาสร้างเป็นเกณฑ์มาตรฐาน เกณฑ์ปกติชนิดนี้ต้องมี การกำหนดประชากรอ้างอิงทั้งประเทศ จะทำให้สามารถเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบของแต่ละคนกับเกณฑ์ภายในประเทศ เกณฑ์ปกติระดับนี้สามารถนำไปใช้กับแบบทดสอบได้ทุกชนิด และ เหมาะสมกับการวัดความถนัดทั่วไปและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1.2 เกณฑ์ปกติระดับภาค (Region Norms) เป็นเกณฑ์ที่ได้จากการทดสอบกลุ่ม ตัวอย่างเฉพาะนักเรียนในแต่ละภาคและนำมาสร้างเป็นเกณฑ์มาตรฐาน เกณฑ์ปกติที่กำหนด ประชากรอ้างอิงในระดับภาค การเปรียบเทียบและการแปลความหมายของคะแนนจะทำให้ได้การ ตีความหมายระดับภาค

5.1.3 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) เป็นเกณฑ์ที่ได้จากการทดสอบกลุ่ม ตัวอย่างเฉพาะนักเรียนในแต่ละท้องถิ่นหนึ่งเท่านั้น และนำมาสร้างเป็นเกณฑ์มาตรฐาน เกณฑ์ปกติ ชนิดนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการสอบระหว่างโรงเรียน ระหว่างกลุ่มโรงเรียน ระหว่างจังหวัดที่อยู่ใน ท้องถิ่นเดียวกัน หากนำเกณฑ์ปกติระดับชาติมาใช้ อาจทำให้การแปลความหมายมีปัญหายุ่งยาก เช่น หลักสูตรการเรียนการสอนอาจแตกต่างกัน ดังนั้นการใช้เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นจะทำให้การตีความหมาย ของคะแนนได้ถูกต้องและเป็นประโยชน์มากกว่า

5.2 เปอร์เซ็นไทล์ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2554: 183-186)

เปอร์เซ็นไทล์ หมายถึง ตำแหน่งของคะแนนที่ผู้สอบคนหนึ่ง สอบได้คิดเป็นร้อยละที่อยู่เหนือผู้สอบคนอื่นในกลุ่มเดียวกัน เมื่อคะแนนการสอบมีการแจกแจงปกติ

5.3 คะแนนที่ปกติ

คะแนนที่ปกติ หมายถึง คะแนนมาตรฐานหนึ่งที่แปลงรูปจากคะแนนดิบที่มีการแจกแจงปกติจากสูตร $T = 10Z + 50$ เมื่อ T แทนคะแนนที่ปกติ Z แทน คะแนนมาตรฐานซี การกระจายของคะแนนที่ปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10

5.4 การแปลงคะแนนดิบ

5.4.1 การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติทำได้ 2 วิธีดังนี้

1) การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนซี แล้วแปลงคะแนนซีเป็นคะแนนที่ ตามสูตรเส้นตรง $T = 10Z + 50$ ในการแปลงคะแนนด้วยวิธีนี้การแจกแจงของคะแนนดิบต้องเป็นปกติ ซึ่งจะทำให้การแจกแจงของคะแนนซี และคะแนนที่เป็นปกติด้วย

2) การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่ปกติโดยใช้พื้นที่ใต้โค้งปกติ การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนที่ปกติด้วยวิธีนี้ ใช้ได้กับการแจกแจงของคะแนนดิบที่เป็นปกติและไม่เป็นปกติ ถ้าการแจกแจงของคะแนนดิบไม่เป็นปกติ การแปลงคะแนนที่ปกติด้วยวิธีนี้จะทำให้ได้คะแนนที่ปกติ

5.4.2 วิธีแปลงคะแนนดิบเป็นเปอร์เซ็นไทล์

การแปลงคะแนนดิบเป็นเปอร์เซ็นไทล์ ทำโดยให้แปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน Z แล้วใช้ตารางในหนังสือสถิติเปลี่ยนคะแนน Z เป็นร้อยละของพื้นที่ใต้โค้งปกติ ซึ่งก็คือค่าเปอร์เซ็นไทล์ นั่นเอง อีกวิธีหนึ่งทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) เรียงคะแนนตามลำดับ จากคะแนนสูงสุดไปหาคะแนนต่ำสุดทีละ 1 คะแนน จากข้างบนลงล่าง อย่างเช่น ถ้ามีคะแนนเต็ม 30 ก็ต้องเขียนเลขจาก 30 ถึง 0 รวมเป็น 31 บรรทัด

2) แจกแจงความถี่ (f) ของแต่ละคะแนนนั้นว่ามีคนทำได้กี่คน แล้วให้ใส่ค่านั่นลงในช่องความถี่

3) หาความถี่สะสม (cf) โดยถือเสมือนหนึ่งว่า มีเลข 0 อยู่ในช่วงความถี่สะสมตรงบรรทัดเดียวกันกับคะแนนที่ต่ำกว่าคะแนนต่ำสุดมาหนึ่งบรรทัด จากนั้นก็ให้รวมกันขึ้นไปเรื่อย ๆ โดยค่าของความถี่สะสมของคะแนนแต่ละตัว จะเท่ากับผลรวมของความถี่ของคะแนนนั้นกับความถี่สะสมของคะแนนที่ต่ำกว่า ความถี่สะสมนี้ตรงคะแนนสูงสุดเท่ากับจำนวนคนทั้งหมด

4) หาความถี่สะสม (ล่าง) + ครึ่งความถี่ ($cf_b + \frac{1}{2}f$) ในการทำนั้น ความถี่สะสมต้องเป็นความถี่สะสมที่อยู่บรรทัดต่ำกว่า รวมกับครึ่งหนึ่งของความถี่อยู่ในบรรทัดที่ต้องการ

ค่าที่ได้นี้จะเท่ากับ การเอาความถี่สะสมที่อยู่ในบรรทัดเดียวกันตั้ง แล้วลบออกเสียด้วยครึ่งหนึ่งของความถี่ในบรรทัดนั้น ซึ่งเป็นวิธีการคิดที่สะดวกกว่าตอนแรก

5) คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ โดยการนำค่า $100/\text{จำนวนคนทั้งหมด}$ หรือ $100/n$ ไปคูณกับความถี่สะสมล่าง + ครึ่งความถี่ ดังสูตร

$$\text{Percentile} = \frac{cf_b + \frac{1}{2}f}{n} \times 100$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของคะแนน X

cf_b แทน ความถี่สะสมของคะแนนที่ต่ำกว่าคะแนน X

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์นี้ เป็นตำแหน่งร้อยละที่จะบอกให้ทราบว่า ในจำนวนผู้เข้าสอบทั้ง 100 คนนั้น ผู้ที่ทำคะแนนได้เท่านี้ จะมีความสามารถเหนือกว่าผู้สอบคนอื่นกี่คนหรือมีผู้สอบร้อยละกี่คนที่มีความสามารถต่ำกว่า เช่น ผู้สอบได้คะแนนดิบ 25 ตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 79 ก็หมายถึงว่า ในจำนวนผู้เข้าสอบ 100 คน ผู้นี้มีความสามารถสูงกว่าคนอื่น 79 คน หรืออาจจะมีคนที่เก่งกว่าเขา 21 คน หรือมีผู้มีความสามารถต่ำกว่าเขา 79 คน

6) หาค่าคะแนนที่โดยใช้บัญชีสำหรับแปลงคะแนนให้เป็นร้อยละ (%) จากหนังสือชื่อ *Statistic in Psychology and Education* ของเฮนรี อี การ์เรทท์ (Henry E. Garrett) (ภาคผนวก ค) ดังนี้

ตาราง 4 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์

คะแนนดิบ	ความถี่ (f)	ความถี่สะสม (cf)	$(cf_p + 1/2f)$	เปอร์เซ็นต์ไทล์
30	15	498	490.5	98.49
29	13	483	476.5	95.68
28	27	470	456.0	91.67
27	14	443	436.0	87.55
26	19	429	419.5	84.24
25	25	410	397.5	79.82
24	26	385	372.0	74.70
23	23	359	347.5	69.78
22	34	336	319.0	64.06
21	33	302	285.5	57.33
20	30	269	254.0	51.00
19	31	239	223.5	44.88
18	29	208	193.5	38.85
17	21	179	168.5	33.83
16	31	158	142.5	28.61
15	14	127	120.0	24.20
14	19	113	103.5	20.78
13	14	94	87.0	17.50
12	23	80	68.5	13.75
11	15	57	49.5	9.14
10	18	42	33.0	6.63
9	10	24	19.0	3.82
8	2	14	13.0	2.61
7	6	12	9.0	1.81
6	6	6	3.0	0.61
5	0	0	-	-
0	-	-	-	-

ตาราง 5 ตัวอย่างการแปลงค่าเปอร์เซ็นต์เป็นคะแนนที่ปกติ

คะแนนดิบ	ความถี่ (f)	ความถี่สะสม (cf)	$(cf_p + 1/2f)$	เปอร์เซ็นต์ไทล์	คะแนนที่
30	15	498	490.5	98.49	72
29	13	483	476.5	95.68	64
28	27	470	456.0	91.67	62
27	14	443	436.0	87.55	60
26	19	429	419.5	84.24	58
25	25	410	397.5	79.82	57
24	26	385	372.0	74.70	55
23	23	359	347.5	69.78	54
22	34	336	319.0	64.06	52
21	33	302	285.5	57.33	52
20	30	269	254.0	51.00	50
19	31	239	223.5	44.88	49
18	29	208	193.5	38.85	47
17	21	179	168.5	33.83	46
16	31	158	142.5	28.61	44
15	14	127	120.0	24.20	43
14	19	113	103.5	20.78	42
13	14	94	87.0	17.50	41
12	23	80	68.5	13.75	39
11	15	57	49.5	9.14	37
10	18	42	33.0	6.63	35
9	10	24	19.0	3.82	32
8	2	14	13.0	2.61	31
7	6	12	9.0	1.81	29
6	6	6	3.0	0.61	25
5	0	0	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-

5.5 การแปลความหมาย

5.5.1 การแปลความหมายของเปอร์เซ็นต์ไทล์

การแปลงคะแนนดิบเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ทำให้แปลความหมายของคะแนนของผู้สอบได้ว่า ผู้สอบมีความสามารถอยู่ตรงตำแหน่งที่เหนือผู้สอบอื่นในกลุ่มเดียวกับเขา ร้อยละเท่าใดหรือมีผู้สอบร้อยละเท่าใดที่มีความสามารถต่ำกว่าเขา เช่น ผู้สอบคนหนึ่งสอบได้คะแนนดิบมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 แปลความหมายได้ว่าผู้สอบคนนี้ มีความสามารถอยู่ตรงตำแหน่งที่มีผู้สอบกลุ่มเดียวกับเขาร้อยละ 50 มีความหมายน้อยกว่าเขา หรือจะแปลความหมายอีกนัยหนึ่งก็ได้ว่า เขามีความสามารถอยู่ตรงตำแหน่งที่เหนือกว่าผู้อื่นในกลุ่มเดียวกับเขาร้อยละ 50

5.5.2 การแปลความหมายของคะแนนที่ปกติ

คะแนนที่ปกตินี้นิยมแปลความหมายในรูปของเปอร์เซ็นต์ไทล์ ดังเช่น นักเรียนที่สอบได้คะแนนที่ 60 ตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ 83.33

การใช้คะแนนที่ปกติในการประเมินคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนตามหลักสากลนิยมแบ่งคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังเช่น ในชั้นอุดมศึกษาแบ่งเป็น A, B, C, D, E หรือเป็นระดับ ก ข ค และ จ ก็ได้ สัญลักษณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ก็เทียบได้กับระดับ ดีมาก-ดี พอใช้-ยังไม่พอใช้-อ่อน

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ประเมินค่าคะแนนที่ปกติ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ตั้งแต่ T 65 และสูงกว่า	แปลว่า	ดีมาก
ตั้งแต่ T 55-65	แปลว่า	ดี
ตั้งแต่ T 45-55	แปลว่า	พอใช้

(เฉพาะตรง T 50 แปลว่า มีความสามารถปานกลางพอดีและเป็นจุดหลักของการเปรียบเทียบ)

ตั้งแต่ T 35-45	แปลว่า	ยังไม่พอใช้
ตั้งแต่ T 35 และต่ำกว่า	แปลว่า	อ่อน

การแบ่งระดับข้างต้นนี้ จะมีคะแนนบางตัวอาจซ้ำกันได้ตรงหัวและตรงท้ายของช่วงคะแนน ดังเช่น T 55 เป็นต้น การที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะตรง T 55 นั้น เป็นจุดแบ่งเขตระหว่างกลุ่ม ฉะนั้นถ้านักเรียนคนใดได้คะแนนที่ปกติตรงจุดแบ่งเขตเหล่านั้นพอดี คือ T 35, T45, T55 และ T 65 แล้ว ก็อาจลังเลไม่แน่ใจว่าควรจะให้อยู่ในกลุ่มใด วิธีแก้ไขเรื่องนี้ก็ให้ถือเป็นหลักกว่าให้เลื่อนนักเรียนที่คาบเส้นผู้นั้นขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงที่ถัดไปเสมอเพื่อผลทางจิตวิทยา เพราะ โอกาสที่นักเรียนคนเดียวกันจะได้คะแนนตรงนั้นซ้ำ ๆ กันมีน้อย

การประเมินค่าโดยวิธีนี้ในการสอบทั่ว ๆ ไป จะมีนักเรียนระดับดีมากอยู่ 7 เปอร์เซนต์ของนักเรียนทั้งหมด และจะมีอยู่ประมาณ 24 เปอร์เซนต์ที่อยู่ในเกณฑ์ดี ประมาณ 38 เปอร์เซนต์ที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้หรือปานกลาง กับอีก 24 เปอร์เซนต์ยังไม่พอใช้ และที่เหลือสุดท้ายอีก 7 เปอร์เซนต์เป็นนักเรียนกลุ่มอ่อน

5.6 ประโยชน์ของเปอร์เซ็นต์ไทล์

5.6.1 การแปลงคะแนนดิบมาเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ ทำให้การแปลความหมายของคะแนน ผลการสอบของผู้สอบมีความหมายที่บ่งชี้ว่าผู้สอบคนนั้นมีความสามารถเหนือกว่าผู้อื่นในกลุ่มเท่าไร

5.6.2 คะแนนผลการสอบของแต่ละวิชาสามารถแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ได้ ทำให้สามารถเปรียบเทียบระหว่างวิชาได้ว่านักเรียนคนหนึ่งมีความสามารถเด่นด้อยในวิชาใด หรือเปรียบเทียบระหว่างบุคคล ระหว่างโรงเรียนว่า บุคคลหรือ โรงเรียนใดมีความสามารถสูงกว่ากัน เปอร์เซ็นต์ไทล์ของวิชาต่าง ๆ สามารถนำมารวมกันและหาค่าเฉลี่ยได้ทำให้แปลความหมาย ความสามารถรวมของผู้สอบได้

5.6.3 บางหน่วยงานในประเทศไทยมีการนำเอาเปอร์เซ็นต์ไทล์ของแต่ละวิชาที่นักเรียนทำได้ในโรงเรียนของเขา มาคิดเอง เป็นค่าคะแนนสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัย

จากข้อมูลข้างต้นทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า เกณฑ์ปกติเป็นส่วนประกอบสำคัญของแบบทดสอบมาตรฐานใช้สำหรับตีความหมายของคะแนนที่ได้จากการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ทำให้ทราบระดับความสามารถของผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้ทันที โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับคะแนนของคนอื่น ๆ ที่สอบพร้อมกัน เพราะการตีความหมายของคะแนนสอบจะใช้การอ้างอิงจากเกณฑ์ปกติที่สร้างไว้แล้ว การสร้างเกณฑ์ปกติจะทำได้เมื่อนำแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นจนมีคุณสมบัติรายชื่อ (ความยากและอำนาจจำแนก) และทั้งฉบับ (ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น) เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะสร้างเกณฑ์ปกติ หลังจากนั้นจึงนำคะแนนสอบมาสร้างเกณฑ์ปกติ โดยการแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนนที่ปกติ

โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

ความเป็นมาของโรงเรียนเอกชน

โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามเป็นโรงเรียนเอกชนตามมาตรา 15 (1) และ 15 (2) เป็นโรงเรียนในระบบแห่งพระราชบัญญัติโรงเรียนเอกชน พ.ศ. 2525 ที่ทำการสอนวิชาสามัญและศาสนาควบคู่กัน ซึ่งเดิมรู้จักกันในนาม “ ปอเนาะ ” ที่รัฐได้พัฒนามาเป็นโรงเรียนราษฎร์สอนศาสนาอิสลาม ต่อมา รัฐมีนโยบายให้เปลี่ยนจากโรงเรียนราษฎร์สอนศาสนาอิสลามเป็นโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติโรงเรียนเอกชน พ.ศ. 2525 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้โรงเรียนดังกล่าว จัดการเรียนการสอนวิชาศาสนาและสามัญอย่างมีคุณภาพ (บัณฑิตย ธรรมะ อุน และคณะ, 2549: 56)

หลังจากปอเนาะถูกแปรสภาพมาเป็นโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ปอเนาะก็มีสภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อาทิเช่น ผู้บริหารเปลี่ยนจากโต๊ะครูเป็นผู้บริหารซึ่งประกอบด้วย ผู้รับใบอนุญาต ผู้จัดการ ครูใหญ่ ซึ่งในพรบ. โรงเรียนเอกชนฉบับใหม่จะถูกแปรสภาพเป็น ผู้อำนวยการ มีครูผู้สอนทั้งครูภาคศาสนาและภาคสามัญที่ทำหน้าที่การสอนอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ ต้องมีแผนการสอน มีกิจกรรมการเรียนการสอน มีสื่อการสอน มีการวัดและประเมินผล มีหลักสูตรที่แน่นอนและชัดเจน ขึ้นทั้งหลักสูตรศาสนาและหลักสูตรภาคสามัญ ระยะเวลาเรียนมีการกำหนดที่แน่นอนโดยหลักสูตร มีการทดสอบเพื่อวัดและประเมิน ผลในการผ่านชั้น และจบการศึกษา และมีวุฒิบัตรที่รับรองการจบการศึกษา มีปัจจัยพื้นฐานค่อนข้างสมบูรณ์ เช่น อาคารเรียนที่ทันสมัยขึ้น ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ มีระบบการบริหารที่ค่อนข้างชัดเจนมากขึ้น เช่น มีแผนยุทธศาสตร์ แผนปฏิบัติการ มีโครงการ มีการประเมินผล มีงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลและจากการเก็บค่าเล่าเรียนอีกบางส่วน มีระบบบัญชีที่สามารถตรวจสอบได้ (อับดุลชะกูร์ บินซาฟีอี, 2551)

สภาพปัจจุบันของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามที่กล่าวมาข้างต้นนั้นทั้งหมดก็เพื่อพัฒนาตนเองและรองรับการประเมินภายนอกจากองค์กรเอกชน อันเป็นข้อกำหนดในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 6 ว่าด้วยเรื่องมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา มาตรา 47 ได้กำหนดให้มีระบบการประกันคุณภาพการศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาทุกระดับ ประกอบด้วยระบบการประกันคุณภาพภายในและระบบการประกันคุณภาพภายนอก ซึ่งการประเมินส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นมาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานด้านกระบวนการและมาตรฐานด้านปัจจัยที่ล้วนสนับสนุนเป้าหมายด้านผู้เรียนตามแนวการจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ, 2545: 13-14)

ในการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สองหลักสูตรเป็นหลักสูตรวิชาสามัญกับหลักสูตรวิชาศาสนา ซึ่งในการจัดการเรียนรู้นั้นประสบปัญหาในหลาย ๆ เรื่อง คือ การใช้เวลาเรียนที่มากกว่าโรงเรียนทั่วไป งบประมาณที่ใช้เพื่อการพัฒนาบุคลากรและพัฒนาคุณภาพการศึกษาไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งวิชาสามัญและวิชาศาสนาอยู่ในระดับต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด (ศราวุธ อรรถานุกรักษ์, 2558) สอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (2541) ให้ข้อสรุปว่า โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน ความพร้อมของห้อง ความพอเพียงของอุปกรณ์การเรียนการสอน อัตราส่วนครูต่อนักเรียน จำนวนนักเรียนต่อห้อง การสอนไม่ตรงตามสาขาวิชา การได้รับเงินเดือนไม่ตรงตามวุฒิของครูบางส่วนและการใช้จ่ายงบประมาณเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

พัฒนาการของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมซึ่งเป็นการจัดการศึกษาที่เรียบง่ายเน้นการศึกษาศาสนา มาเป็นการจัดการศึกษาศาสน์ใหม่ที่ถูกระบุโดยมาตรฐานและตัวชี้วัดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นกลไกควบคุมคุณภาพ ทั้ง ๆ ที่สภาพความเป็นจริงโรงเรียนยังขาดความพร้อมทั้งในด้านงบประมาณและผู้บริหารที่มีความรู้ทักษะการบริหารที่จะนำพาโรงเรียนไปสู่มาตรฐานที่กำหนด เป็นผลทำให้โรงเรียนบางโรงเรียนปรับตัวไม่ทันกับการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจำนวนไม่น้อยที่ไม่ได้คุณภาพตามที่สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) กำหนด (นิเลาะ แวอูเซ็ง และคณะ, 2551)

จากข้อมูลโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามของต้นนั้นสามารถสรุปได้ว่า ปัจจุบันคือโรงเรียนที่มีการเรียนการสอนทั้งวิชาสามัญและวิชาศาสนา โดยที่วิชาสามัญจะใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และมีการจัดการเรียนการสอนเหมือนโรงเรียนทั่วไป แต่มีการเพิ่มเรียนวิชาศาสนาเป็นระบบการเรียนสองหลักสูตรซึ่งส่งผลให้บางโรงเรียนปรับตัวไม่ทันทำให้ต้องมีการพัฒนาคุณภาพอย่างเร่งด่วนเพื่อให้ระบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและเป็นมาตรฐานมากขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จรัญ ไชยศักดิ์ (2540: บทคัดย่อ) ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนและสังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 473 คน และ 225 คน ตามลำดับ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 13 ทักษะ มีจำนวน 73 ข้อ ซึ่งจากการศึกษาวิจัยนั้นพบว่า มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 0.51 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 และค่าดัชนีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ซึ่งโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนมีค่าคะแนนที่ปกติเท่ากับ 38 คะแนน และ โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษามีค่าคะแนนที่ปกติเท่ากับ 36 คะแนน

ตันดี คาวีรัตน์ (2542: บทคัดย่อ) ศึกษาการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 397 คน ซึ่งจากการศึกษา พบว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีทั้งหมด 39 ข้อ มีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.88 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.49 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

ชูสกุล คำขาว (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาศรีสะเกษ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 831 คน ซึ่งจากการศึกษานั้นพบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.57 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.70 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 2.29 และค่าความแม่นยำเชิงโครงสร้าง 0.30 - 0.46 เกณฑ์ปกติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง $T_{10} - T_{89}$ โดย T_{53} ขึ้นไป ระดับความสามารถในการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับสูง ส่วน $T_{50} - T_{52}$ ระดับความสามารถในการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับปานกลาง และ T_{49} ลงมา ระดับความสามารถในการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่ากับต่ำ

เบญจมาศ ปทุมวัน (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดยโสธร โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 600 คน ซึ่งจากการศึกษา พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีทั้งหมด 13 ทักษะ มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.28 ถึง 0.66 และ 0.20 ถึง 0.73 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแต่ละทักษะและของทั้งฉบับมีค่าอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 0.61 และ 0.87

ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง 0.442 ถึง 0.733 และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบอยู่ในช่วง T_{12} ถึง T_{94}

ชบา ประยูรพัฒน์ (2547: บทคัดย่อ) ศึกษาการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 201 คน ซึ่งจากการศึกษา พบว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีทั้งหมด 29 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.64 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.52

ประสิทธิ์ เชื้อชัย (2549: บทคัดย่อ) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 2 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 600 คน ซึ่งจากการศึกษา พบว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่ายรายข้อตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.70 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า 0.29 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบซึ่งได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ มีค่าน้ำหนักทั้ง 3 องค์ประกอบ ตั้งแต่ 0.334 ถึง 0.830 และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ ที่ปกติทั้งฉบับ ตั้งแต่ T_{27} - T_{78}

วิชัย พวงษ์ (2549: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 735 คน แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีทั้งหมด 60 ข้อ ซึ่งจากการศึกษา พบว่ามีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.60 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.61

นันทพร สงวนหงษ์ (2551: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราด โดยมิกลุ่มตัวอย่างจำนวน 591 คน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีจำนวน 45 ข้อ วัดทักษะทั้ง 13 ทักษะ ซึ่งจากการศึกษา พบว่า มีค่าความตรงอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ค่าความเที่ยงมีค่าเท่ากับ 0.84 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21-0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21- 0.79

ทวี แสงคำ (2553: บทคัดย่อ) ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 2 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 1,222 คน ซึ่งจากการศึกษา พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำนวน 8 ทักษะ รวม 65 ข้อ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.70 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่า 0.88 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบทดสอบเท่ากับ 4.76 ได้ค่าที่ปกติ อยู่ในช่วง T_{18} ถึง T_{74}

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Rubin (1990: 3469A อ้างถึง วันเพ็ญ ปราศรัย, 2545) ทำการศึกษาการใช้แผนการสอนที่เป็นระบบเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความสามารถด้านการเข้าใจเหตุผล ซึ่งกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียน 328 คน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบมีระบบกับนักเรียนกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการอบรมในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Saat และ Rohaida Mohd (2004: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน โดยการเรียนรู้จากบทเรียนบนเครือข่ายด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนมีทักษะ 3 ระดับ คือขั้นการจำแนก ขั้นสร้างความคุ้นเคย จนถึงขั้นการทดแทนและการเกิดทักษะกับผู้เรียน จะมีเพียงบางทักษะเท่านั้นโดยจะเกี่ยวข้องกับการควบคุมตัวแปร การพัฒนาเพื่อให้เกิดทักษะเหล่านี้มีอิทธิพลจากการสอน โดยการเรียนรู้จากบทเรียนบนเครือข่าย ซึ่งมีเงื่อนไขในการอธิบายความรู้ให้เป็นรูปธรรม และการฝึกฝนที่ดี

Nevin Kozcu Cakir และ Mustafa Sarikaya (2010: 1592-1596) ทำการศึกษาเรื่องการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสาขาการสอนวิทยาศาสตร์โดยทำการศึกษาแก่นักศึกษาสาขาการสอนวิทยาศาสตร์จาก 6 มหาวิทยาลัย จำนวน 355 คน จากการศึกษาพบว่า นักศึกษาผู้หญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักศึกษาชายและมหาวิทยาลัยกามีคะแนนสูงกว่ามหาวิทยาลัยอื่นที่เข้าร่วม

ซึ่งจากงานวิจัยข้างต้นเป็นการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งส่วนใหญ่จะสอดคล้องกันและสนับสนุนซึ่งกันและกัน จึงสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดีนั้น จะต้องให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงควรมีการนำแบบทดสอบมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอน จะทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลาและสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้การวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย
4. การพัฒนาแบบทดสอบ
5. คุณภาพแบบทดสอบ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา จากโรงเรียน 51 โรงเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 3,088 คน โดยแบ่งเป็นอำเภอ ดังนี้ อำเภอหาดใหญ่ 7 โรงเรียน อำเภอรัตนภูมิ 3 โรงเรียน อำเภอบางกล่ำ 6 โรงเรียน อำเภอเมืองสงขลา 2 โรงเรียน อำเภอสิงหนคร 1 โรงเรียน อำเภอสะเดา 4 โรงเรียน อำเภอสะบ้าย้อย 2 โรงเรียน อำเภอนาทวี 3 โรงเรียน อำเภอจะนะ 17 โรงเรียน และอำเภอเทพา 6 โรงเรียน ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 อำเภอในจังหวัดสงขลา จำนวนโรงเรียนและจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม

อำเภอ	จำนวนโรงเรียน (แบ่งตามขนาด) : โรงเรียน		จำนวนนักเรียน ม. 3 (แบ่งตามขนาด) : คน	
	กลาง	เล็ก	กลาง	เล็ก
หาดใหญ่	1	6	137	277
รัตภูมิ	1	2	122	115
บางกล่ำ	-	6	-	173
เมือง	-	2	-	111
สิงหนคร	-	1	-	12
สะเดา	1	3	108	149
สะบ้าย้อย	1	1	149	36
นาทวี	-	3	-	143
จะนะ	3	14	465	624
เทพา	1	5	127	240
รวม	8	43	1208	1880

ที่มา: เอกสารรายงานข้อมูลสถิติทางการศึกษา โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจังหวัดสงขลา ประจำปีการศึกษา 2556 สำนักงานการศึกษาเอกชนจังหวัดสงขลา

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา จากโรงเรียน 30 โรงเรียน ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 700 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดเล็กในแต่ละอำเภอ ทุกอำเภอมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

การทดสอบเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับและหาเกณฑ์ปกติ การวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 700 คน โดยใช้ตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Yamane ที่ความเชื่อมั่น 99% ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ กำหนดเกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้ (อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน, 2537)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบนั้นดำเนินการสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) แบ่งสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างตามขนาดของโรงเรียน ใหญ่: กลาง: เล็ก ได้อัตราส่วนเป็น 0 : 273 : 427 สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนแต่ละขนาดตามสัดส่วนที่กำหนด ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 700 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 จากโรงเรียน 30 โรงเรียน ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

อำเภอ	ขนาด โรงเรียน	โรงเรียน	ประชากร	กลุ่ม ตัวอย่าง	รวมกลุ่ม ตัวอย่าง	รวม
หาดใหญ่	กลาง	ส่งเสริมศาสนาวิद्याมูลนิธิ	137	39	} 52	91
	เล็ก	ส่งเสริมวิद्याมูลนิธิ	96	21		
	เล็ก	ท่าใหญ่วิद्या	90	21		
	เล็ก	ธรรมศึกษามูลนิธิ	30	10		
รัตภูมิ	กลาง	สตรีศึกษา	122	39	39	60
	เล็ก	วิद्याสรรค์ศึกษา	94	21	21	
บางกล่ำ	เล็ก	ป่าเรียนวิद्या	72	21	} 41	41
	เล็ก	พัฒนาวิद्याมูลนิธิ	25	10		
	เล็ก	มุสลิมินศึกษา	19	10		
เมือง	เล็ก	บำรุงศาสน์	83	21	21	21
สิงหนคร	เล็ก	ศาสนศึกษามูลนิธิ	12	10	10	10
สะเดา	กลาง	สังคมอิสลามวิद्या	208	39	39	65
	เล็ก	พัฒนาศาสตร์มูลนิธิ	109	26	26	

ตาราง 7 (ต่อ)

อำเภอ	ขนาด โรงเรียน	โรงเรียน	ประชากร	กลุ่ม ตัวอย่าง	รวมกลุ่ม ตัวอย่าง	รวม
สบ้าย้อย	กลาง	อิสลามวิทยามูลนิธิ	149	39	39	60
	เล็ก	ศาสน์สันติธรรม	36	21	21	
นาทวี	เล็ก	สมบูรณศาสน์	45	21	42	42
	เล็ก	ส่งเสริมอิสลาม	68	21		
จะนะ	กลาง	แสงธรรมวิทยามูลนิธิ	152	39	78	219
	กลาง	รุ่งโรจน์วิทยา	192	39		
	เล็ก	ครุณวิทยา	51	21	141	
	เล็ก	บุศตานุคดีน	78	21		
	เล็ก	เจริญธรรมศึกษา	24	10		
	เล็ก	คีนุคอิสลาม	55	21		
	เล็ก	ตัสดีกียะห์	96	26		
	เล็ก	เราะห์มานียะห์	75	21		
	เล็ก	สรรเสริญอิสลาม	45	21		
	กลาง	มูลนิธิอติชอมวิทยา	127	39		
เทพา	เล็ก	จริยศาสน์อิสลาม	45	21	91	
	เล็ก	ทางธรรมวิทยา	11	10		
	เล็ก	ตายุคตอลิบีน	96	21		
	เล็ก					

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มี 1 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ

การสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีวิธีการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากหนังสือ บทความวิชาการ รวมทั้งรายงานการวิจัยต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ความหมายในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ

3. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 โดยนำเนื้อหาสาระในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะระบุถึงสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด รวมทั้งวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาสาระต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนดไว้ ประกอบด้วยทักษะ 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ผลปรากฏดังตาราง (ภาคผนวก ค ตาราง 20)

4. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและเขียนแบบทดสอบ

กำหนดวิธีการเขียนแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ว่าควรใช้ข้อคำถามชนิดใด สถานการณ์อย่างไรเขียนในลักษณะใด โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ และมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน วิธีการตอบให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้รวมผลคะแนนทุกข้อ

คือ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ดังตาราง 8

ตาราง 8 สัดส่วนจำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นกับจำนวนข้อสอบที่ต้องการจริงจำแนกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ ที่สร้าง (ข้อ)	จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง(ข้อ)
ทักษะการสังเกต	14	5
ทักษะการวัด	5	3
ทักษะการจำแนกประเภท	7	3
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส กับสเปสและสเปสกับเวลา	6	5
ทักษะการคำนวณ	17	7
ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อ ความหมาย	11	8
ทักษะการลงความเห็นข้อมูล	25	11
ทักษะการพยากรณ์	18	7
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	5	2
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	2
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	7	2
ทักษะการทดลอง	3	2
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	4	3
รวม	125	60

5. วิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามกับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปวิพากษ์กับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ด้านภาษา ข้อคำถามและข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข จึงได้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

5.1 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยข้อความกระตุ้นให้ผู้สอบค้นหาคำตอบ ตัวเลือกมีตัวเลือกถูกเพียงตัวเลือกเดียว และมีตัวลวงจำนวน 4 ตัวเลือก

5.2 ข้อคำถามแต่ละข้อมีความชัดเจนตรงจุดที่จะถาม และภาษามีความเหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยข้อคำถามจะขึ้นอยู่กับสาระการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ๆ

การพัฒนาแบบทดสอบ

เมื่อได้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นพัฒนาคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง การหาคุณภาพของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบดังนี้

1. การตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ

นำแบบทดสอบที่ผ่านการวิพากษ์กับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จำนวน 125 ข้อ ไปตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแต่ละสาระการเรียนรู้กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และมีประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC) คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนี (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเข้าเกณฑ์ แต่ถ้าข้อใดมีค่าน้อยกว่า 0.50 ให้ตัดทิ้งไป (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2555: 150-151) และพิจารณาปรับปรุงการใช้ภาษา การตั้งคำถาม และตัวเลือก ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ผลการพิจารณา ปรากฏว่าแบบทดสอบ จำนวน 125 ข้อ มีข้อที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณา จำนวน 116 ข้อ (ภาคผนวก ก ตาราง 21) จากนั้นผู้วิจัยเลือกข้อสอบจากข้อที่ผ่านเกณฑ์เป็นตัวแทนในแต่ละทักษะตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ได้จำนวน 60 ข้อ และเพิ่มข้อสอบในทักษะที่ยาก จำนวน 5 ข้อ รวมได้ข้อสอบทั้งหมด จำนวน 65 ข้อ เพื่อทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง (Try Out) ต่อไป

2. ทดสอบครั้งที่ 1

นำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 65 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างสมบูรณ์ครบตามเนื้อหาหลักสูตรและยังจดจำเนื้อหาที่เรียนได้ จากโรงเรียนใน 3 อำเภอ คืออำเภอจะนะ โรงเรียนจริยธรรมศึกษามูลนิธิ อำเภอหาดใหญ่โรงเรียนเจริญศึกษา และอำเภอบางกล่ำโรงเรียนส่งเสริมศาสนา โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 100 คน แบ่งสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างตามขนาดของโรงเรียน ใหญ่ : กลาง : เล็ก ได้อัตราส่วนเป็น 0 : 39 : 61 สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนแต่ละขนาดตามสัดส่วนที่กำหนด ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงโรงเรียนที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1

อำเภอ	ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	รวมกลุ่มตัวอย่าง	รวม
จะนะ	กลาง	จริยธรรมศึกษามูลนิธิ	121	39	39	
หาดใหญ่	เล็ก	เจริญศึกษา	47	31	61	100
บางกล่ำ	เล็ก	ส่งเสริมศาสนา	41	30		

จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและรายทักษะ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยใช้เทคนิค 33% กลุ่มสูง กลุ่มต่ำ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ (บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ, 2535) ผลปรากฏว่า ข้อสอบจำนวน 65 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 56 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 ข้อ ซึ่งนำข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือก เพื่อนำไปทดสอบในครั้งที่ 2 ต่อไป

3. ทดสอบครั้งที่ 2

นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงแล้ว จากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 65 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จากโรงเรียนใน 3 อำเภอ คืออำเภอจะนะ โรงเรียนจริยธรรมศึกษามูลนิธิ อำเภอหาดใหญ่โรงเรียนเจริญศึกษา และอำเภอบางกล่ำโรงเรียนส่งเสริมศาสนา โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 100 คน

แบ่งสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างตามขนาดของโรงเรียน ใหญ่ : กลาง : เล็ก ได้อัตราส่วนเป็น 0 : 39 : 61
 สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนแต่ละขนาดตามสัดส่วนที่กำหนด ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงโรงเรียนที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2

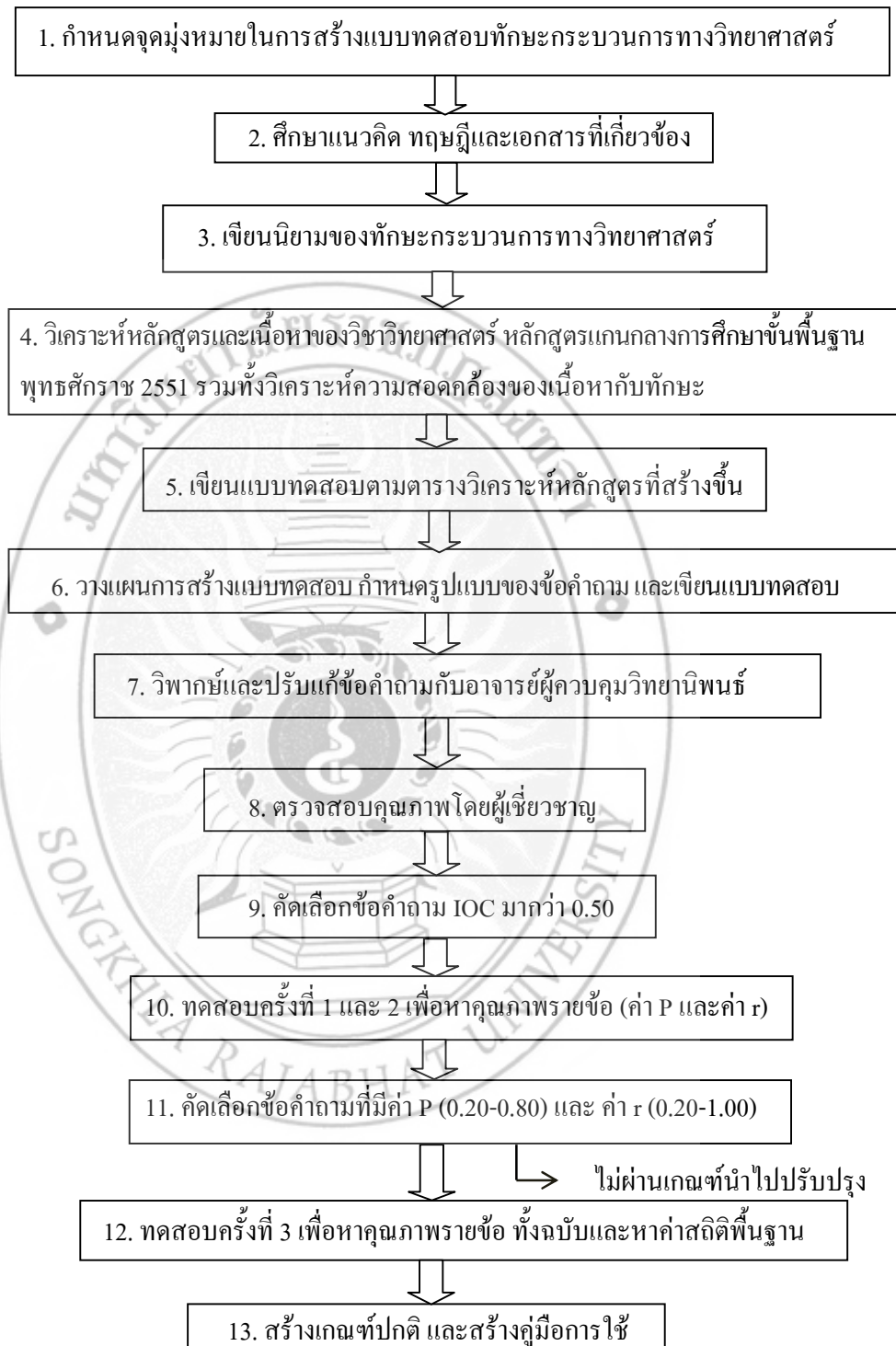
อำเภอ	ขนาด โรงเรียน	โรงเรียน	ประชากร	กลุ่ม ตัวอย่าง	รวมกลุ่ม ตัวอย่าง	รวม
จนะ	กลาง	จริยธรรมศึกษามูลนิธิ	121	39	39	
หาดใหญ่	เล็ก	เจริญศึกษา	47	31	61	100
บางกล่ำ	เล็ก	ส่งเสริมศาสนา	41	30		

จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและรายทักษะ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยใช้เทคนิค 33% กลุ่มสูง กลุ่มต่ำ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 และค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ (บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ, 2535) ผลปรากฏว่า ข้อสอบมีคุณภาพมากขึ้น โดยมีข้อสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 59 ข้อ ข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 ข้อ นำไปปรับปรุง และข้อสอบที่ตัดทิ้ง 5 ข้อ ดังนั้นจะได้แบบทดสอบ จำนวน 60 ข้อ ซึ่งตรงตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา (รายละเอียดภาคผนวก ค ตาราง 20)

คุณภาพแบบทดสอบ

นำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ จากการทดสอบครั้งที่ 2 จำนวน 60 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ได้สุ่มไว้จำนวน 700 คน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะ โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20) หาค่าสถิติพื้นฐาน และเกณฑ์ปกติ ดังภาพประกอบ

การพัฒนาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้



ภาพ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พร้อมกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรและแบบ ทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดสอบ

2.1 นำหนังสือขอความอนุเคราะห์โรงเรียนที่ต้องการทดสอบ เพื่อเก็บข้อมูลการหาคุณภาพของแบบทดสอบจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2.2 เตรียมแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

2.3 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เพียงพอกับจำนวนนักเรียนแล้ว พร้อมแนบหนังสือขอความอนุเคราะห์โรงเรียนที่ต้องการเก็บข้อมูลให้กับโรงเรียนดังกล่าว

2.4 นำผลการทดสอบตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ผล เพื่อปรับปรุง และนำไปสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้สุ่มไว้

2.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ทั้งฉบับ และสร้างเกณฑ์ปกติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ผลดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ข้อสอบแต่ละข้อ โดยการวิเคราะห์จากผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหาและทักษะที่กำหนดและนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ความสอดคล้องและค่าความสอดคล้องที่คัดเลือกต้องมีค่า IOC มากกว่า 0.50 ขึ้นไป (เกษม สาหรัยทิพย์, 2539: 183)

2. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการตรวจความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคะแนนรวมทั้งฉบับด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์ไบเซรียล(Point biserial correlation) และความสอดคล้องระหว่างคะแนนรวม ทักษะกับคะแนนรวมทั้งฉบับด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นของเพียร์สัน การตรวจความสอดคล้องภายในแบบทดสอบใดมีค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่ามีความตรงเชิงโครงสร้าง (บุญธรรม กิจปริดาภิวัตน์, 2537: 228-231)

3. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 จึงถือว่าข้อสอบมีคุณภาพที่ควรคัดเลือกไว้ (บุญธรรม กิจปริดาภิวัตน์, 2535: 157)

4. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยสูตร KR-20 แบบทดสอบควรมีค่าสัมประสิทธิ์มากกว่า 0.50 (สมนึก ภัททิยธนี, 2549: 223)

5. วิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานการวัดของแบบทดสอบทั้งฉบับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ การที่แบบทดสอบมีความคลาดเคลื่อนน้อย จึงชี้ให้เห็นว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงสูง (พิสนุ พองศรี, 2549:157)

6. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบทั้งฉบับ

7. วิเคราะห์คะแนนหาเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยนำคะแนนจากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในครั้งที่ 3 มาแปลงคะแนนดิบ ให้เป็นคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ เพื่อให้ผู้ที่นำแบบทดสอบไปใช้ สามารถเทียบคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ และแปลความหมายของการสอบได้ทันที

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ใช้สูตรดังนี้ (เกษม สาหรัยทิพย์, 2539: 183)

$$IOC = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การพิจารณา แบบทดสอบที่มี IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 คัดเลือกไว้ใช้ เพราะถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความตรงตามเนื้อหา ส่วนแบบทดสอบที่มี IOC น้อยกว่า 0.5 ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือตัดทิ้ง เพราะถือว่าเป็นข้อสอบที่ขาดความตรงตามเนื้อหา

1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคะแนนรวมทั้งฉบับด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยท์ไบซีเรียลและความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวม ทักษะกับคะแนนรวมทั้งฉบับด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้ (บุญธรรมกิจปริดาบริสุทธิ, 2537: 228-231) มีสูตรการคำนวณดังนี้

1.2.1 สูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล

$$r_{pb} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{S_t} \sqrt{pq}$$

เมื่อ	r_{pb}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล
	\bar{X}_p	แทน	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่อเนื่อง ในกลุ่มลักษณะที่ 1 ของตัวแปรที่เป็น true dichotomous
	\bar{X}_q	แทน	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่อเนื่อง ในกลุ่มลักษณะที่ 2 ของตัวแปรที่เป็น true dichotomous
	p	แทน	ค่าสัดส่วนของลักษณะที่ 1 ของตัวแปร true dichotomous
	q	แทน	ค่าสัดส่วนของลักษณะที่ 2 ของตัวแปร true dichotomous (1-p)
	S_t	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลต่อเนื่องทั้งหมด

1.2.2 สูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบ

$\sum x$	แทน	ผลรวมคะแนนรวมของทักษะแต่ละทักษะ
$\sum y$	แทน	ผลรวมคะแนนรวมทั้งฉบับ
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทักษะแต่ละทักษะที่ยกกำลังสอง
$\sum y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนรวมทั้งฉบับยกกำลังสอง

1.3 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บุญธรรมกิจปริดาบริสุทธิ์, 2535: 157) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$p = \frac{R_H + R_L}{n}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	R_H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บุญธรรมกิจปริดาบริสุทธิ์, 2535: 157) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$r = \frac{R_H + R_L}{n}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

1.4 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของริชาร์ดสัน (KR 20) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549: 223) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[\frac{1 - \sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ
	q	แทน	อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ (1-p)
	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

1.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (The Standard Error of measurement) ค่าคะแนนที่แตกต่างหรือคลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของผู้สอบ (พิสนุ พองศรี, 2549: 157) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$SE_{meas} = S \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ	SE_{meas}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	r_{tt}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

1.6 สถิติพื้นฐานประกอบ ค่าเฉลี่ยของมัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.6.1 ค่าเฉลี่ยของมัชฌิมเลขคณิต

ผลรวมของคะแนนที่ได้หารด้วยจำนวนนักเรียน (พิสนุ พองศรี, 2549: 154)

โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{โดยใช้สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

1.6.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (พิศณุ ฟองศรี, 2549: 157)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการกระจายของข้อมูลเพื่อพิจารณาว่าคะแนนแต่ละตัวจะแตกต่างไปจากค่ากลางมากน้อยเพียงใด มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละค่าที่ยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	แทน	กำลังสองของผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจากสูตรคูเดอร์

2. เกณฑ์ปกติ (Norms)

ในการวิจัยนี้ใช้คะแนนมาตรฐานแสดงความสามารถของบุคคลในกลุ่มปกติ โดยการหาเกณฑ์ปกติคะแนนมาตรฐานมีขั้นตอนดังนี้ (สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2554: 183-186)

ขั้นที่ 1 เรียงลำดับคะแนนของนักเรียนทั้งกลุ่มจากมากไปหาน้อย

ขั้นที่ 2 แจกแจงความถี่ (f) ของคะแนนดิบทั้งหมด

ขั้นที่ 3 หาความถี่สะสม (cf) โดยรวมความถี่ของคะแนนจากต่ำสุดจนถึงคะแนนสูงสุด

ขั้นที่ 4 หาค่าความถี่สะสมถึงจุดกึ่งกลางของชั้น ($cf + 1/2 f$) โดยนำค่า cf ไปรวมกับครึ่งหนึ่งของ f ในบรรทัดถัดขึ้นไป

ขั้นที่ 5 หาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์โดยคำนวณจาก $(cf_0 + 1/2f) \times 100/n$ เมื่อ n คือจำนวนคนทั้งหมด

ขั้นที่ 6 นำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ใกล้เคียงในตาราง จะได้ว่าช่วงคะแนนค่า T ปกติ

$$\text{สูตรคำนวณ Percentile} = \frac{cf_b + \frac{1}{2}f}{n} \times 100$$

เมื่อ	f	แทน	ความถี่ของคะแนน X
	cf_b	แทน	ความถี่สะสมของคะแนนที่ต่ำกว่าคะแนน X
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

นำค่า PR หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ได้ ไปเทียบเป็นค่าคะแนน T ปกติ จากตาราง 5 จะได้ช่วงของคะแนนที่ปกติ

3. การสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบ

การพัฒนาแบบทดสอบให้เป็นแบบทดสอบที่มีมาตรฐาน นอกจากจะมีคุณภาพในการสร้างมีเกณฑ์ปกติเพื่อเปรียบเทียบความสามารถกับกลุ่มประชากรจริง จึงต้องมีคู่มือการใช้แบบทดสอบเพื่อให้ผลการทดสอบมีความถูกต้องเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ โดยจัดให้การบริหารการสอบมีมาตรฐานเดียวกันเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวัด ดังนั้นการสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบจึงเป็นปัจจัยหนึ่งส่งผลต่อคุณภาพการสอบ การสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ มีส่วนประกอบและแนวปฏิบัติ ดังนี้

3.1 วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.2 สร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบที่มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบไว้ชัดเจน เพื่อเป็นทิศทางในการดำเนินการสอบให้มีประสิทธิภาพ

3.3 อธิบายถึงขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เป็นการไท่อกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน จาก 3 โรงเรียนคือ โรงเรียนจริยธรรมศึกษามูลนิธิ โรงเรียนเจริญศึกษาและโรงเรียนส่งเสริมศาสนาเพื่อพัฒนาแบบทดสอบ ส่วนครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 700 คน จากโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

3.4 วางแผนการสอบ โดยพิจารณาว่าจะสอบอย่างไร สอบเมื่อไร สอบที่โรงเรียนใด

3.5 การกำหนดแนวปฏิบัติในการดำเนินการสอบที่ชัดเจน จัดทำหนังสือแจ้งให้ผู้บริหารโรงเรียนที่จะทำการสอบและครูประจำวิชาทราบก่อนล่วงหน้า

3.6 ดำเนินการให้ผู้สอบเกิดความสะดวก และไม่มีการทุจริต

3.7 กำกับดูแลให้การดำเนินการสอบเป็นไปตามแผนการสอบและแนวปฏิบัติการสอบอย่างเคร่งครัดจนบรรลุเป้าหมายของการสอบ

3.8 การจัดสถานที่สอบและห้องสอบ ต้องคำนึงถึงความสงบเงียบ ความปลอดภัย ความพอเพียงของที่นั่งสอบ ความเหมาะสมของโต๊ะเก้าอี้ เป็นต้น

3.9 การดำเนินการสอบ ต้องดำเนินการสอบอย่างยุติธรรมและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้สอบ โดยให้ผู้เข้าสอบเริ่มทำข้อสอบพร้อมกัน และสิ้นสุดการสอบตามเวลาที่กำหนด

3.10 ตรวจสอบให้คะแนน และวิเคราะห์หาเกณฑ์ปกติ (Norms)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการพัฒนาและคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

P	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อทดสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อทดสอบ
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r_{pb}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล
SE_{meas}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
r_{tt}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง
PR	แทน	ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์
f	แทน	ค่าความถี่ของคะแนนแต่ละช่วงคะแนน
cf	แทน	ค่าความถี่สะสม

ผลการพัฒนาและคุณภาพแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสร้างแบบทดสอบ กระบวนการพัฒนาแบบทดสอบและคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละด้านดังนี้

1. กระบวนการสร้างแบบทดสอบ

เป็นการสร้างแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ในเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 6 สาระ ให้มีคุณภาพทั้งด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คุณภาพรายข้อ (ประกอบด้วยค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และค่าความเชื่อมั่น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงแบบทดสอบ จำนวน 2 ครั้ง จึงได้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพก่อนที่จะนำไปสร้างเกณฑ์ปกติ (เกณฑ์มาตรฐานโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา) มีรายละเอียดของการสร้างแบบทดสอบ คือ การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ก่อนที่จะนำไปทดสอบครั้งที่ 1 (Try Out) เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่น โดยสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งวิเคราะห์เนื้อหาแบบทดสอบตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ (รายละเอียดในภาคผนวก ง ตาราง 20)

2. กระบวนการพัฒนาแบบทดสอบ

2.1 การพัฒนาแบบทดสอบให้มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเพื่อประเมินให้ได้ข้อทดสอบที่มีคุณภาพสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสาระการเรียนรู้เพียงพอกับทักษะตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาที่กำหนดจำนวน 60 ข้อ ผู้วิจัยจึงสร้างข้อทดสอบเป็นสองเท่าจำนวนทั้งหมด 125 ข้อ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ (มีค่า IOC มากกว่า 0.50) จำนวน 116 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 21) ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อที่ผ่านเกณฑ์และเป็นตัวแทนของแต่ละทักษะตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา (ตาราง 11) ได้จำนวน 60 ข้อ และเพิ่มข้อสอบในทักษะที่ยาก จำนวน 5 ข้อ (ทักษะการสังเกต 1 ข้อ ทักษะการคำนวณ 2 ข้อ และทักษะการพยากรณ์ 2 ข้อ) รวมจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 65 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบ (Try Out) ครั้งที่ 1 ต่อไป

ตาราง 11 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดในแต่ละสาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์													รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	2	-	-	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	7
สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	3	1	1	2	1	4	2	2	-	-	-	-	-	16
สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	4
สาระที่ 5 พลังงาน	-	-	1	-	2	2	2	2	-	-	-	-	-	9
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ	-	-	1	3	-	-	2	1	-	-	-	-	-	7
สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	-	1	-	-	-	1	3	2	2	2	2	2	2	17
รวม	5	3	3	5	7	8	11	7	2	2	2	2	3	60

- หมายเหตุ :
- 1 = ทักษะการสังเกต
 - 2 = ทักษะการวัด
 - 3 = ทักษะการจำแนกประเภท
 - 4 = ทักษะสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
 - 5 = ทักษะการคำนวณ
 - 6 = ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย
 - 7 = ทักษะการลงความคิดเห็น
 - 8 = ทักษะการพยากรณ์
 - 9 = ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 10 = ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 11 = ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 12 = ทักษะการทดลอง
 - 13 = ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.2 การพัฒนาแบบทดสอบโดยการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทดสอบ (Try Out) ครั้งที่ 1 โดยหาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง) และค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีของริชาร์ดสัน (KR 20) ดังนี้

ตาราง 12 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายทักษะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	จำนวน ข้อ	ผลการวิเคราะห์		ผลการพิจารณาคัดไว้ ค่า P และค่า r ที่เข้าเกณฑ์ (ข้อ)	จำนวนข้อสอบที่ คัดไว้ปรับปรุง (ข้อ)
		ค่า P	ค่า r		
การสังเกต	6	.37-.74	.11-.63	4	2
การวัด	3	.49-.54	.17-.71	3	-
การจำแนกประเภท	3	.34-.56	.34-.71	3	-
การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับ สเปสและสเปสกับ เวลา	5	.24-.70	.26-.66	5	-
การคำนวณ	9	.16-.53	.03-.66	6	3
การจัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมาย	8	.39-.63	.29-.60	8	-
การลงความคิดเห็น	11	.19-.57	.20-.54	10	-
การพยากรณ์	9	.17-.54	-.11-.57	6	3
การตั้งสมมติฐาน	2	.34-.53	.46-.49	2	-
การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	2	.41-.47	.37-.49	2	-
การกำหนดและ ควบคุมตัวแปร	2	.44-.47	.31-.49	2	-
การทดลอง	2	.41-.49	.57-.60	2	-
การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	3	.23-.50	.17-.57	2	1

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบ พบว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 65 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.16 – 0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.11 – 0.71 (รายละเอียดในภาคผนวก ก ตาราง 22)

ตาราง 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะและข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 1

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	จำนวน ข้อ	ข้อคำถามกับรายทักษะ		ข้อคำถามกับทั้งฉบับ		r_{tt}	r_{xy}
		r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test		
การสังเกต	6	.32-.57	3.40-7.13	.17-.51	1.75-6.03	0.28	0.680**
การวัด	3	.66-.67	8.97-9.24	.35-.69	3.78-9.62	0.39	0.735**
การจำแนกประเภท	3	.60-.81	7.70-9.47	.31-.58	3.30-8.80	0.49	0.732**
การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส	5	.39-.61	4.31-7.75	.13-.56	1.34-6.91	0.36	0.659**
การคำนวณ	9	.20-.56	2.02-6.93	-.05-.69	-0.52-9.71	0.43	0.682**
การจัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมาย	8	.38-.56	4.22-6.92	.29-.54	3.07-6.47	0.57	0.786**
การลงความคิดเห็น	11	.30-.64	3.16-8.42	-.15-.53	1.55-6.36	0.69	0.825**
การพยากรณ์	9	.15-.53	1.57-6.28	-.11-.47	-1.17-5.45	0.20	0.692**
การตั้งสมมติฐาน	2	.81-.84	13.98-15.46	.43-.46	4.87-5.33	0.54	0.546**
การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	2	.76-.77	11.82-12.22	.28-.39	2.97-4.23	0.30	0.437**
การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	2	.71	10.31	.32-.48	3.44-5.50	0.02	0.564**
การทดลอง	2	.75-.76	11.67-12.03	.49-.53	5.72-6.37	0.32	0.665**
การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	3	.60-.74	7.68-11.30	.12-.50	1.22-5.80	0.38	0.559**
รวม	65	-	-	-	-	0.87	-

จากตาราง 13 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่า ข้อสอบโดยส่วนมากมีข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับคะแนนรวมแต่ละทักษะและคะแนนรวมทั้งฉบับ แต่มีข้อที่ไม่มีมีความสอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับ จำนวน 12 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 2, 9, 29, 32, 33, 38, 40, 43, 45, 46 และ 59 (รายละเอียดในภาคผนวก ก ตาราง 23) และ

ตรวจความสอดคล้องภายในโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง พบว่า ระหว่างคะแนนรวมแต่ละทักษะ และคะแนนรวมแต่ละทักษะกับคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งหมดมีความสอดคล้องกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 และมีบางทักษะที่ไม่สอดคล้องกัน คือ ทักษะการตั้งสมมติฐานกับทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปกับทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (รายละเอียดในภาคผนวก ง ตาราง 24) มีค่าความเชื่อมั่นรายทักษะตั้งแต่ 0.02-0.69 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

ดังนั้นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกไว้ จำนวน 56 ข้อ และอีก 9 ข้อ ได้นำมาปรับปรุงข้อคำถาม รูปแบบ สถานการณ์และตัวเลือกต่าง ๆ จึงได้แบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 65 ข้อ เพื่อเตรียมไปทดสอบครั้งที่ 2 ต่อไป

2.3 การพัฒนาแบบทดสอบโดยการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการทดสอบครั้งที่ 2 โดยวิเคราะห์ความยาก (P) อำนาจจำแนก (t) ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธีของ กูเดอร์ ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 และหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้



ตาราง 14 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายทักษะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ผลการทดสอบครั้งที่ 2

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	จำนวน ข้อ	ผลการวิเคราะห์		ผลการพิจารณาตัดไว้ ค่า P และค่า r ที่ เข้าเกณฑ์ (ข้อ)	จำนวน ข้อสอบที่ คัดออก (ข้อ)
		ค่า P	ค่า r		
การสังเกต	6	.35-.74	.18-.58	5	1
การวัด	3	.44-.55	.30-.67	3	
การจำแนกประเภท	3	.29-.55	.36-.73	3	
การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับ เวลา	5	.26-.77	.27-.61	5	
การคำนวณ	9	.18-.64	.03-.61	7	2
การจัดกระทำกับข้อมูลและ สื่อความหมาย	8	.35-.58	.29-.76	8	
การลงความคิดเห็น	11	.20-.58	.21-.55	11	
การพยากรณ์	9	.18-.53	-.12-.52	7	2
การตั้งสมมติฐาน	2	.30-.50	.42-.45	2	
การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	2	.42-.44	.36-.39	2	
การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	2	.42-.47	.24-.39	2	
การทดลอง	2	.36-.48	.48-.55	2	
การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	3	.32-.50	.39-.52	3	

จากตาราง 14 พบว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปทดสอบกับ
กลุ่มตัวอย่าง ครั้งที่ 2 จำนวน 65 ข้อ ผลการวิเคราะห์ มีค่าความยากง่าย 0.18 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนก
-0.12 – 0.76 อยู่ในเกณฑ์ตัดไว้ใช้และปรับปรุงบางข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 25)

ตาราง 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะและข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 2

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	จำนวน ข้อ	ข้อคำถามกับรายทักษะ		ข้อคำถามกับทั้งฉบับ		r_{tt}	r_{xy}
		r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test		
การสังเกต	6	.37-.57	4.00-6.82	.14-.46	1.39-5.11	0.30	0.712**
การวัด	3	.64-.67	8.27-8.98	.27-.67	2.77-8.87	0.34	0.692**
การจำแนกประเภท	3	.63-.78	7.93-12.18	.30-.59	3.13-7.20	0.45	0.694**
การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปสๆ	5	.43-.55	4.73-6.57	.22-.53	2.20-6.18	0.25	0.721**
การคำนวณ	9	.23-.63	2.47-7.99	.00-.60	.02-7.45	0.51	0.750**
การจัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมาย	8	.34-.71	3.54-9.96	.26-.55	2.64-6.56	0.57	0.774**
การลงความคิดเห็น	11	.30-.62	3.15-7.75	.18-.51	1.80-5.90	0.62	0.820**
การพยากรณ์	9	.16-.49	1.58-5.52	.04-.42	.41-4.54	0.15	0.676**
การตั้งสมมติฐาน	2	.79-.83	12.77-14.85	.36-.44	3.82-4.85	0.50	0.495**
การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	2	.77-.78	11.89-12.19	.32-.33	3.34-3.49	0.34	0.422**
การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	2	.68	9.13-9.21	.26-.39	2.72-4.18	-0.12	0.481**
การทดลอง	2	.76-.77	11.44-12.10	.44-.49	4.90-5.49	0.31	0.607**
การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	3	.66-.76	8.80-11.45	.43-.46	4.66-5.10	0.55	0.618**
รวม	65	-	-	-	-	0.88	-

จากตาราง 15 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่า ข้อสอบ โดยส่วนมากมีข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับคะแนนรวมรายทักษะและคะแนนรวมทั้งฉบับ แต่มีข้อที่ไม่มี ความสอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับ จำนวน 7 ข้อ คือ ข้อที่ 6, 9, 29, 32, 38, 40 และ 46 (รายละเอียดในภาคผนวก ก ตาราง 26) และตรวจความสอดคล้องภายใน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง พบว่า ระหว่างคะแนนรวมแต่ละทักษะ และคะแนนรวมแต่ละทักษะกับคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งชุดมีความสอดคล้องกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 และมีบางทักษะที่ไม่สอดคล้องกัน คือ ทักษะการตั้งสมมติฐานกับทักษะการสังเกต และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปกับทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

(รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 27) มีค่าความเชื่อมั่นรายทักษะตั้งแต่ -0.12-0.69 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

ดังนั้นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกไว้ จำนวน 59 ข้อ คัดออก จำนวน 5 ข้อ และอีก 1 ข้อ ได้นำมาปรับปรุงข้อคำถาม รูปแบบ สถานการณ์และตัวเลือกต่าง ๆ จึงได้แบบทดสอบทั้งหมด 60 ข้อ เพื่อเตรียมทดสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบต่อไป

3. คุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีคุณภาพพร้อมนำไปใช้

วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธีของ กูเดอร์ ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 และหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล ดังนี้



ตาราง 16 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายทักษะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวน ข้อ	ผลการวิเคราะห์		ผลการพิจารณาตัดไว้ ค่า P และค่า r ที่เข้าเกณฑ์ (ข้อ)
		ค่า P	ค่า r	
การสังเกต	5	0.31-0.79	0.27-0.48	5
การวัด	3	0.39-0.56	0.45-0.56	3
การจำแนกประเภท	3	0.37-0.58	0.30-0.69	3
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส กับสเปสและสเปสกับเวลา	5	0.38-0.54	0.41-0.61	5
การคำนวณ	7	0.37-0.56	0.24-0.61	7
การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ ความหมาย	8	0.29-0.57	0.33-0.65	8
การลงความคิดเห็น	11	0.30-0.57	0.21-0.59	11
การพยากรณ์	7	0.36-0.57	0.32-0.65	7
การตั้งสมมติฐาน	2	0.36-0.53	0.30-0.52	2
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	2	0.47-0.51	0.59-0.60	2
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	2	0.31-0.37	0.20-0.40	2
การทดลอง	2	0.42-0.52	0.34-0.67	2
การตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุป	3	0.40-0.45	0.54-0.61	3

จากตาราง 16 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นพิจารณาความยาก มีค่า 0.29 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ถึง 0.69 ซึ่งแสดงว่าข้อสอบทุกข้อผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 28)

ตาราง 17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อความกับรายทักษะและข้อความกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	จำนวน ข้อ	ข้อความกับรายทักษะ		ข้อความกับทั้งฉบับ		r_{tt}	r_{xy}
		r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test		
การสังเกต	5	.42-.59	12.08-19.32	.10-.40	2.61-11.51	0.39	0.640**
การวัด	3	.64-.71	22.14-26.26	.43-.52	12.76-16.00	0.41	0.699**
การจำแนกประเภท	3	.65-.72	22.75-27.05	.31-.58	8.70-18.97	0.42	0.707**
การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส ๆ	5	.52-.64	16.30-21.75	.40-.53	11.57-16.55	0.51	0.761**
การคำนวณ	7	.38-.60	10.73-19.58	.25-.50	6.87-15.30	0.48	0.772**
การจัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมาย	8	.41-.66	12.02-23.22	.29-.64	9.43-22.02	0.69	0.860**
การลงความคิดเห็น	11	.35-.56	9.71-17.72	.23-.52	6.12-16.23	0.65	0.844**
การพยากรณ์	7	.50-.58	15.17-19.02	.37-.53	10.55-16.66	0.61	0.805**
การตั้งสมมติฐาน	2	.75-.78	30.41-33.03	.36-.45	10.32-13.32	0.31	0.532**
การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	2	.82	38.34-38.41	.47-.51	13.93-15.61	0.54	0.591**
การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	2	.74	29.07-29.33	.19-.47	5.22-13.88	0.18	0.444**
การทดลอง	2	.77	31.51-31.90	.37-.58	10.61-19.05	0.31	0.625**
การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	3	.67-.76	24.07-30.73	.49-.58	14.66-18.72	0.51	0.760**
รวม	60	-	-	-	-	0.90	

จากตาราง 17 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่าข้อความทุกข้อมีความสอดคล้องกับคะแนนรวมรายทักษะและคะแนนรวมทั้งฉบับที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 29) และความสอดคล้องภายใน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง พบว่า ระหว่างคะแนนรวมแต่ละทักษะและคะแนนรวมแต่ละทักษะกับคะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งฉบับมีความสอดคล้องกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 30) มีค่าความเชื่อมั่นรายทักษะตั้งแต่ 0.18-0.69 ซึ่งทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรมีค่าความเชื่อมั่นต่ำที่สุด และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.90

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ พบว่าข้อสอบจำนวน 60 ข้อ ทุกข้อผ่านเกณฑ์การพิจารณา ค่าความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเชื่อมั่นรายทักษะส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ดังนั้นจึงถือว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพพร้อมนำไปใช้ และสามารถนำไปสร้างเกณฑ์ปกติได้

ตาราง 18 ค่าสถิติพื้นฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา

ทักษะที่	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	จำนวน ข้อ	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D)	ค่าความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน (SE_{mean})
1	การสังเกต	5	2.39	1.29	1.00
2	การวัด	3	1.38	0.99	0.76
3	การจำแนกประเภท	3	1.23	0.98	0.74
4	การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา	5	2.20	1.42	1.00
5	การคำนวณ	7	2.96	1.69	1.22
6	การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ ความหมาย	8	3.01	2.01	1.22
7	การลงความคิดเห็น	11	3.96	2.44	1.44
8	การพยากรณ์	7	2.92	1.88	1.17
9	การตั้งสมมติฐาน	2	0.85	0.75	0.63
10	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	2	0.94	0.82	0.56
11	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	2	0.61	0.68	0.62
12	การทดลอง	2	0.86	0.76	0.64
13	การตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุป	3	1.17	1.04	0.73
รวม		60	24.48	12.34	3.90

จากตาราง 18 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำทั้งในภาพรวมและรายทักษะโดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 24.48 ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (30 คะแนน) และมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มทุกทักษะและต่ำมากในทักษะการพยากรณ์และทักษะการลงความคิดเห็น การกระจายของคะแนนแต่ละตัวจากค่ากลาง (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 12.34 และมีค่าคะแนนที่แตกต่างหรือเคลื่อนไปจากคะแนนจริงของผู้สอบ(ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด) เท่ากับ 3.9

เกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสร้างเกณฑ์ปกติ

หลังจากผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 จำนวน 700 คน ตรวจให้คะแนนแล้วนำมาหาเกณฑ์ปกติ ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติท้องถิ่น โดยนำคะแนนดิบที่ได้ไปคำนวณหาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์และเทียบหาคะแนน ที-ปกติ

ผลการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 700 คน ผลจากการทดสอบของนักเรียนมีคะแนนอยู่ระหว่าง 4 ถึง 57 เมื่อแปลงเป็นคะแนนที-ปกติแล้วได้ค่าอยู่ระหว่าง $T_{12} - T_{82}$ (รายละเอียดในภาคผนวก ค ตาราง 31) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลการกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายเกณฑ์ปกติจาก(สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อ้างถึงในสำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2554: 183-186) ซึ่งสามารถกำหนดเกณฑ์เพื่อแปลความหมายของคะแนนที-ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา ดังนี้

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายเกณฑ์ปกติไว้ดังนี้

ตั้งแต่ T_{88} และสูงกว่า แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก

ตั้งแต่ $T_{54} - T_{67}$ แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง

ตั้งแต่ $T_{40} - T_{53}$ แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

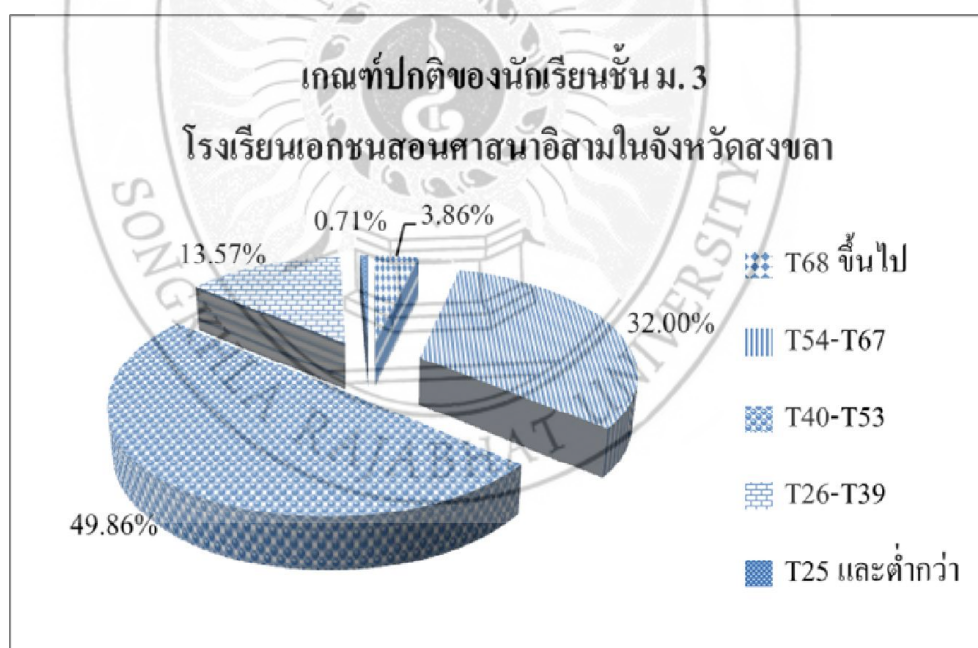
ตั้งแต่ $T_{26} - T_{39}$ แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ตั้งแต่ T_{25} และต่ำกว่า แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก

ตาราง 19 จำนวนนักเรียนในแต่ละช่วงคะแนนที-ปกติ

ช่วงคะแนน ที-ปกติ	ระดับทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
T ₆₈ ขึ้นไป	สูงมาก	27	3.86
T ₅₄ - T ₆₇	สูง	224	32.00
T ₄₀ - T ₅₃	ปานกลาง	349	49.86
T ₂₆ - T ₃₉	ต่ำ	95	13.57
T ₂₅ และต่ำกว่า	ต่ำมาก	5	0.71
รวม		700	100

จากตาราง 19 พบว่านักเรียนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลาส่วนใหญ่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 49.86 รองลงมา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 32.00



ภาพ 5 เกณฑ์ปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา

2. คู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อนำมาบริหารในการทดสอบ (รายละเอียดในภาคผนวก จ)



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ในจังหวัดสงขลา 2) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ในจังหวัดสงขลา และ 3. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) และสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อพัฒนาแบบทดสอบได้มาด้วยการสุ่มอย่างง่าย จำนวนครั้งละ 100 คน วิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบทั้งรายข้อและทั้งฉบับ ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 700 คน ของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลาด้วยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ทักษะ จำนวน 1 ฉบับ 60 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวซึ่งมีผลสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เรื่องการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา มีกระบวนการสร้างด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกับเนื้อหาเพื่อสร้างข้อทดสอบจำนวน 60 ข้อ และเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ผู้วิจัยจึงสร้างข้อทดสอบจำนวน 125 ข้อ เพื่อคัดเลือกเฉพาะข้อทดสอบที่ดีและมีคุณภาพ โดยคุณลักษณะตามมาตรฐานของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

2. การพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 นำแบบทดสอบที่สร้าง 125 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อทดสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาที่วัดและคำนวณค่า IOC เพื่อประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ได้ข้อทดสอบที่มีค่า IOC สูงกว่า 0.50 จำนวน 116 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อทดสอบที่ผ่านเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหาได้แบบทดสอบจำนวน 60 ข้อ และคัดเพิ่มเติมอีก 5 ข้อ ในทักษะที่วัดยาก รวมเป็นข้อทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจำนวน 65 ข้อ

2.2 การทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบจำนวน 65 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนจริยธรรมศึกษามูลนิธิ โรงเรียนเจริญศึกษาและโรงเรียนส่งเสริมศาสนา ผลการทดสอบพบว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.16 ถึง 0.74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.11 ถึง 0.71 ซึ่งแบบทดสอบที่คัดไว้มีจำนวน 56 ข้อ และต้องปรับปรุงอีก 9 ข้อ การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่า ข้อคำถามโดยส่วนมากมีความสอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับแต่มีข้อที่ไม่สอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับจำนวน 12 ข้อ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงมีความสอดคล้องที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ซึ่งมีบางทักษะที่ไม่สอดคล้องกัน และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.87 ความเชื่อมั่นแยกเป็นทักษะ 0.02 ถึง 0.69

2.3 การทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบจำนวน 65 ข้อ ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนจริยธรรมศึกษามูลนิธิ โรงเรียนเจริญศึกษาและโรงเรียนส่งเสริมศาสนา ผลการทดสอบพบว่า แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.18 ถึง 0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.12 ถึง 0.76 ซึ่งแบบทดสอบที่คัดไว้มีจำนวน 59 ข้อ ต้องปรับปรุง 1 ข้อ และคัดออกจำนวน 5 ข้อ รวมแบบทดสอบทั้งหมดที่ได้จำนวน 60 ข้อ การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่า ข้อคำถามโดยส่วนมากมีความสอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับแต่มีข้อที่ไม่สอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับจำนวน 7 ข้อ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงมีความสอดคล้องที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ซึ่งมีบางทักษะที่ไม่สอดคล้องกัน และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.88 ความเชื่อมั่นแยกเป็นทักษะ -0.12 ถึง 0.69

3. คุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา เมื่อนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 700 คน ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ พบว่า มีค่าความยาก 0.29

ถึง 0.79 อำนาจจำแนก 0.20 ถึง 0.69 ซึ่งแสดงว่าข้อสอบทุกข้อผ่านตามเกณฑ์ และการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงพบว่าข้อคำถามทุกข้อมีความสอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งชุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.90 ความเชื่อมั่นแยกเป็นทักษะ 0.18 ถึง 0.69 ซึ่งทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีค่าความเชื่อมั่นต่ำที่สุด และจากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 24.48 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 12.34 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 3.90

4. การหาเกณฑ์ปกติ (Norms) และสร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา ผลการหาเกณฑ์ปกติ พบว่า แบบทดสอบที่สร้าง มีช่วงคะแนนที่-ปกติระหว่าง T_{12} ถึง T_{82} ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานระดับท้องถิ่นของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา และได้คู่มือการใช้แบบทดสอบ จำนวน 1 ชุด ที่ใช้เป็นแนวทางในการบริหารการสอบให้มีมาตรฐานเดียวกัน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวัด

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การพัฒนาแบบทดสอบ

ผลการพัฒนาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 65 ข้อ จากการนำแบบทดสอบไปทดสอบครั้งที่ 1 พบว่า แบบทดสอบฉบับนี้ยังมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ เมื่อพิจารณาจากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกคือ 0.16 ถึง 0.74 และ -0.11 ถึง 0.71 ตามลำดับ ซึ่งมีบางข้อที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์และช่วงค่าอำนาจจำแนกกระจายกันมากซึ่งแสดงว่าข้อสอบมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากแบบทดสอบยังมีได้ผ่านการวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างมาก่อน การใช้ภาษาในข้อคำถามและตัวเลือกตอบกำกวมไม่ชัดเจน ทำให้ผู้สอบเกิดความสับสนในการตอบนักเรียนบางคนอ่านหนังสือไม่คล่อง และในการทดสอบไม่ส่งผลใด ๆ ต่อตัวนักเรียนจึงทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและไม่ตั้งใจทำข้อสอบ หรือเนื่องมาจากอิทธิพลภายในตัวของนักเรียน เช่น อารมณ์ ความรู้สึก ซึ่งอาจส่งผลต่อการทดสอบของนักเรียนได้ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงแบบทดสอบจำนวน 9 ข้อ และได้

คัดไว้ 56 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบในครั้งต่อไป นอกจากนี้มีการปรับกระบวนการทดสอบด้วยการ์โน้มน้าวให้นักเรียนมีความตั้งใจทำแบบทดสอบเพิ่มขึ้น

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลพบว่า ข้อคำถามโดยส่วนมากมีความสอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับแต่มีข้อที่ไม่สอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับจำนวน 12 ข้อ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงมีความสอดคล้องที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ซึ่งมีบางทักษะที่ไม่สอดคล้องกัน และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.87 ความเชื่อมั่นแยกเป็นทักษะ 0.02 ถึง 0.69 สอดคล้องกับค่ากล่าวของ บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2543) ที่ว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบมีอิทธิพลต่อความเชื่อมั่น ในแง่ที่จะทำให้การกระจายของคะแนนมีการกระจายน้อย ข้อสอบที่ยากง่ายเกินไปนักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ในลักษณะเหมือน ๆ กัน คะแนนแต่ละคนจึงไม่ต่างกันเป็นเหตุทำให้ความเชื่อมั่นต่ำลง

การนำแบบทดสอบไปทดสอบครั้งที่ 2 พบว่าคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อมีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก คือ 0.18 ถึง 0.77 และ -0.12 ถึง 0.73 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ข้อสอบบางข้อมีค่าอำนาจจำแนกต่ำถึงแม้ว่าข้อสอบในแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 1 มาแล้วทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสอบไม่มีผลต่อผลการเรียนของผู้สอบจึงให้ความสำคัญค่อนข้างน้อยและไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบเท่าที่ควรจึงทำให้ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังกล่าว ซึ่งหลังจากวิเคราะห์แล้วมีบางข้อของแบบทดสอบที่ต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้นซึ่งได้คัดไว้จำนวน 59 ข้อ ปรับปรุงจำนวน 1 ข้อ และคัดออกจำนวน 5 ข้อ แล้วนำข้อสอบมาจัดเรียงเป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ ประกอบด้วยทักษะการสังเกตจำนวน 5 ข้อ ทักษะการวัดจำนวน 3 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภทจำนวน 3 ข้อ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาจำนวน 5 ข้อ ทักษะการคำนวณจำนวน 7 ข้อ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมายจำนวน 8 ข้อ ทักษะการลงความคิดเห็นจำนวน 11 ข้อ ทักษะการพยากรณ์จำนวน 7 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐานจำนวน 2 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจำนวน 2 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจำนวน 2 ข้อ ทักษะการทดลองจำนวน 2 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจำนวน 3 ข้อ ซึ่งทักษะที่มีจำนวนข้อมากที่สุดคือ ทักษะการลงความคิดเห็น รองลงมาคือ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย ส่วนทักษะที่มีจำนวนข้อน้อยมีจำนวน 4 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการทดลอง สาเหตุของจำนวนข้อสอบแต่ละทักษะไม่เท่ากัน เนื่องจากพิจารณาจากผลการวิเคราะห์เนื้อหาในแต่ละสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด จึงทำให้สัดส่วนของข้อสอบมีจำนวนแตกต่างกัน นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบต่อไป

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล พบว่า ข้อคำถามโดยส่วนมากมีความสอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับแต่มีข้อที่ไม่สอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งฉบับจำนวน 7 ข้อ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงมีความสอดคล้องที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ซึ่งมีบางทักษะที่ไม่สอดคล้องกัน และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.88 ความเชื่อมั่นแยกเป็นทักษะ -0.12 ถึง 0.69 สอดคล้องกับค่ากล่าวของ บุญเชิด ภิญ โญณันตพงษ์ (2543) ที่ว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบมีอิทธิพลต่อความเชื่อมั่นในแง่ที่จะทำให้การกระจายของคะแนนมีการกระจายน้อย ข้อสอบที่ยากง่ายเกินไปนักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ในลักษณะเหมือน ๆ กันคะแนนแต่ละคนจึงไม่ต่างกันเป็นเหตุทำให้ความเชื่อมั่นต่ำลง

2. คุณภาพแบบทดสอบ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ พบว่าคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อและทั้งฉบับ มีคุณภาพสูงขึ้นเป็นที่น่าพอใจ เพราะข้อสอบได้ผ่านการแก้ไข ปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกให้มีความชัดเจน เข้าใจง่ายและสมบูรณ์ โดยแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.69 ซึ่งสอดคล้องกับพิมพา สุวรรณฤทธิ์ (2542, 162-178) ว่าแบบทดสอบควรมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกไม่ควรต่ำกว่า 0.20 สอดคล้องกับงานวิจัยของวิชัย พะวงษ์ (2549: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.60 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.61 และสอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวภา สุวรรณวงศ์ (2549: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27 ถึง 0.60 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.48 และสอดคล้องกับงานวิจัยของนันทพร สงวนหงษ์ (2551: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราด ผลการวิจัยพบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.79

ดังนั้น ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.69 แสดงว่าทุกข้อผ่านเกณฑ์ และมีคุณภาพพอเหมาะ ทั้งนี้เป็นเพราะแบบทดสอบได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพและได้คัดเลือกข้อที่มีคุณภาพแล้ว

ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความสอดคล้องกับคะแนนรวมทั้งชุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สอดคล้องกับ สมนึก กัททิยธนี (2551: 68) ที่กล่าวว่าเมื่อแบบทดสอบที่สร้างขึ้นวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน ก็จะมีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

ค่าความเชื่อมั่น

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 แบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 และค่าความเชื่อมั่นรายทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย ทักษะการลงความคิดเห็น ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คือ 0.39, 0.41, 0.42, 0.51, 0.48, 0.69, 0.65, 0.61, 0.31, 0.54, 0.18, 0.31 และ 0.51 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่า ทักษะที่มีค่าความเชื่อมั่นมากที่สุดคือ ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.69 และทักษะที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำที่สุดคือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.18 เนื่องจากแบบทดสอบทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ก่อนข้างยากมีการกระจายของคะแนนน้อย ดูได้จาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.61 จากข้อสอบ 2 ข้อ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 สอดคล้องกับคำกล่าวของ บุญเชิด ภิญโญนนัดพงษ์ (2543) ที่ว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบมีอิทธิพลต่อความเชื่อมั่นในแง่ที่จะทำให้การกระจายของคะแนนมีการกระจายน้อย ข้อสอบที่ยากง่ายเกินไปนักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ ในลักษณะเหมือน ๆ กันคะแนนแต่ละคนจึงไม่ต่างกันเป็นเหตุทำให้ความเชื่อมั่นต่ำลงและค่าความเชื่อมั่นทักษะอื่นที่มีค่าต่ำเนื่องจากจำนวนข้อของแบบทดสอบน้อย จะทำให้ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบน้อยไปด้วย ซึ่งส่งผลให้ความเชื่อมั่นต่ำ (Mehrens Lehmann, 1978: 101-102) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบพบว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวภา สุวรรณวงศ์ (2549: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วรพงษ์ กาแก้ว (2548: บทคัดย่อ) ศึกษา

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก พบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่นของทั้งฉบับ เท่ากับ 0.92

3. เกณฑ์ปกติ

สำหรับเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนี้เป็นเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา) สร้างจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา จำนวน 700 คน ผลการวิจัยได้ค่าคะแนนที่ปกติอยู่ระหว่าง T_{12} ถึง T_{82} สอดคล้องกับผลการวิจัยของเบญจมาศ ปทุมวัน (2546: 72-73) ได้สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีคะแนนที่ปกติอยู่ระหว่าง T_{12} ถึง T_{94} สอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวภา สุวรรณวงศ์ (2549: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบมีค่าคะแนนที่ปกติ ตั้งแต่ T_5 ถึง T_{94} และสอดคล้องกับงานวิจัยของชูสกุล คำขาว (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาศรีสะเกษ ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบมีค่าคะแนนที่ปกติ ตั้งแต่ T_{10} ถึง T_{89} และผู้ได้ศึกษาแนวทางการกำหนดเกณฑ์ปกติ เพื่อแบ่งระดับความรู้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยในข้างต้น ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์ปกติจากการสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ 5 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ตั้งแต่ T_{12} - T_{25} (4-7 คะแนน) คือ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำมาก ระดับที่ 2 ตั้งแต่ T_{26} - T_{39} (8-15 คะแนน) คือ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ ระดับที่ 3 ตั้งแต่ T_{40} - T_{53} (16-26 คะแนน) คือ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง ระดับที่ 4 ตั้งแต่ T_{54} - T_{67} (27-50 คะแนน) คือ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง และระดับที่ 5 ตั้งแต่ T_{68} - T_{82} (51-57 คะแนน) คือ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงมาก ซึ่งจากผลการแบ่งเกณฑ์ดังกล่าว ทำให้ครูสามารถนำคะแนนที่นักเรียนสอบได้มาเทียบกับเกณฑ์ในระดับการศึกษาเดียวกัน ก็จะทราบได้ว่านักเรียนคนนั้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับใดของกลุ่ม ซึ่งครูสามารถนำผลการเรียนดังกล่าวไปพัฒนา ปรับปรุง แผนการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น จากนั้นอาจจะนำแบบทดสอบชุดเดิมมาสอบอีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. ค่าสถิติพื้นฐาน

ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด พบว่า ค่าเฉลี่ยของแต่ละทักษะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.61 ถึง 3.96 ค่าเฉลี่ยรวมทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 24.48 จึงกล่าวได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มในทุกทักษะ และในภาพรวมที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์อาจเน้นการสอนแบบบรรยาย เน้นเนื้อหาความรู้ความจำมากกว่าการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเองโดยการทดลอง ฝึกปฏิบัติจนเกิดความรู้ ครูวิทยาศาสตร์อาจยังมีความรู้ความสามารถเข้าใจเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังไม่เพียงพอ และผู้เรียนอาจขาดความสนใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และไม่สนใจในการทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรืออาจเนื่องมาจากผลการเรียนที่ผ่านมา ความถนัดทางการเรียน ความสนใจในการอ่าน ความใฝ่ฝันทะเยอทะยานหรือแรงจูงใจ ลักษณะนิสัยในการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อาจยังไม่มีในตัวผู้เรียน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 12.34 และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 3.90 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของงานวิจัยของวรพงษ์ กาแก้ว (2548: บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดทั้งฉบับเท่ากับ 3.09 แสดงว่างานวิจัยในครั้งนี้มีผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 เกณฑ์ปกติของการวิจัยนี้เป็นเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่นสร้างจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา ถ้าใช้ประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างจากนี้ควรหาเกณฑ์ปกติใหม่

1.2 ในการใช้แบบทดสอบเพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนหรือหลังเรียนควรมีการศึกษาและทำความเข้าใจคู่มือการใช้แบบทดสอบก่อนนำไปใช้

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน เพื่อให้

นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองทั้งด้านความคิดและทักษะการปฏิบัติ และใช้แบบทดสอบวัด
ควบคู่กันไป จะทำให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

2.1 ควรมีการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับอื่น ๆ เช่น
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 ควรใช้แบบทดสอบมาตรฐานทดสอบกลุ่มตัวอย่างควบคู่กับการทดสอบด้วย
แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เพื่อเปรียบเทียบผลการสอบที่ได้ และ
เพื่อยืนยันว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีมาตรฐานเดียวกับ
แบบทดสอบมาตรฐาน





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). แนวทางการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดมาตรฐานเพื่อประเมินความก้าวหน้า
ของผู้เรียน. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2544). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร:
วัฒนาพานิช จำกัด.
- เกษม สหายทิพย์. (2539). การวัดผลการศึกษาและทฤษฎีการทดสอบ. พิษณุโลก: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กรมวิชาการ. (2544). แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544.
กรุงเทพมหานคร: สำนักงานทดสอบทางการศึกษา.
- _____. (2545ก). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและ
พัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ).
- _____. (2545ข). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการ
เรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและ
พัสดุภัณฑ์.
- จรรย์ ไชยศักดิ์. (2540). การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่.
- จิราภรณ์ ศิริทวี. (2541). “เทคนิคการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ (Constructivism)”. วารสารวิชาการ.
9 (กันยายน), 35-52.
- ชบา ประยูรพัฒน์. (2547). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- ซัชฎา อัญลีทธี. (2544). ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและคุณลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติในจังหวัดมุกดาหาร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชินวรรณ บุญเกียรติ. (2554). ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี รมว. ศธ. บรรยายเรื่องปัญหาการศึกษาไทย (Online). <http://www.moe.go.th/websm/2011/mar/107.htm/>, 11 มีนาคม 2556.
- ชูสกุล คำขาว. (2546). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.
- เดิมศักดิ์ เศรษฐวัชรานิช. (2542). วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- ทวี แสงคำ. (2553). การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ.
- ทิพาพร พลสามารถ. (2547). การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์วิชา ว 31101 เรื่องบรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นันทพร สงวนหงษ์. (2551). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราด. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประเมินการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นินาวาลย์ ปานากาแข็งแวงกาจิ. (2551). การจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนของโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- นิเลาะ แวอูเต็ง และคณะ. (2552). “การจัดการศึกษาโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้.” วารสารสงขลานครินทร์สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 15(กันยายน–ตุลาคม), 739-765.
- โนรี ใจใส. (2552). **คู่มือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้**. สุราษฎร์ธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
- บัณฑิตย์ สมะออน และคณะ. (2549). **พหุวัฒนธรรมกับการพัฒนาการศึกษาในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้กรณีศึกษาปอเนาะ**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์มุสลิมศึกษาสถาบันเอเชียศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2543). **การวัดและประเมินผลการศึกษาทฤษฎีและประยุกต์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์.
- บุญนิศา ส่งแสง. (2554). **ทำไมการศึกษาไทยจึงพัฒนาช้า** (Online). <http://www.school8.education.police.go.th>, 11 มีนาคม 2556.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ศรีอนันต์.
- _____. (2537). **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: B&B Publishing.
- _____. (2543). **การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). **ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เอส.พรีนติ้งไทยแฟคตอรี.
- บุญฤดี แซ่ลือ. (2545). **ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนชิปป่าที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เบญจมาศ ปทุมวัน. (2546). **การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดยโสธร**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ประสิทธิ์ เชื้อชัย. (2549). การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 สังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ผดุงชัย ภูพัฒน์. (2554). การพัฒนาเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: เข้าส์ออฟ
เดอรั่มิสท์.
- _____. (2555). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: เข้าส์
ออฟเดอรั่มิสท์.
- พิศาล สร้อยสุหรั. (2545). “การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย.” วารสารการศึกษาศาสตร์คณิตศาสตร์
และเทคโนโลยี, 116 (มกราคม-กุมภาพันธ์), 3-4.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพมหานคร: พัฒนา
คุณภาพวิชาการ.
- _____. (2550). ประมวลบทความ ปรับวิธีเรียนเปลี่ยนวิธีสอนวิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่ง
ความคิด. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พา สุวรรณฤทธิ์. (2542). การสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียน. กาญจนบุรี: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏ
กาญจนบุรี.
- พิสนุ ฟองศรี. (2549). วิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: เทียมฟ้าการพิมพ์.
- _____. (2552). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท
ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- ภานุเดช หงษาวงศ์. (2543). ทักษะสำหรับครูวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่: สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- _____. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร:
ไทยวัฒนาพานิช.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. (2549). ข้อเสนอยุทธศาสตร์การพัฒนาคณาจารย์โรงเรียนเอกชนสอนศาสนา
อิสลาม. ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

- เมษา นวลศรี. (2556). **ประเมินผลการเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: ศูนย์การเรียนรู้การผลิตและจัดการธุรกิจสิ่งพิมพ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2554). **หลักการวัดประเมินผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 1. อุดรดิต์: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิต์.
- รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย. (2550). **รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย (พุทธศักราช 2550)** (Online). <http://www.ratchakitcha.soc.go.th>, 10 มีนาคม 2556.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2555). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: จุฑาทองจำกัด.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น .
- วรพงษ์ กาแก้ว. (2548). **การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิต์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว. (2542). **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). **การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).
- วิชัย พะวงษ์. (2549). **การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศราวุธ อรรถานุกฤษ. (2558). **ศึกษารูปแบบการบูรณาการมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรในโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามจังหวัดชายแดนใต้** (Online). <http://www.reo12.moe.go.th>, 13 สิงหาคม 2558.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2531). **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2546). **การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- เสนห์ ทิมสุกใส. (2542). **พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต**. นครราชสีมา: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- สันต์ คาวีรัตน์. (2542). **การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์ และคณะ. (2545). **การจัดกระบวนการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทอักษรเจริญทัศน์ จำกัด.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). **21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด**. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.
- เสาวภา สุวรรณวงศ์. (2549). **การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดสงขลา**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- _____. (2549). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- _____. (2551). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. (2541). **สภาพปัจจุบันและปัญหาโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม**. ม.ป.พ: ม.ป.ท.
- สำนักงานการศึกษาเอกชนจังหวัดสงขลา. (2554). **รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 3 มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2554**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานการศึกษาเอกชนจังหวัดสงขลา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**. กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ. (2554). **การวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: เพิ่มทรัพย์การพิมพ์.
- อับดุลชะกูร์ บินฮาฟีอี. (2551). **ปอเนาะจังหวัดชายแดนภาคใต้การจัดการศึกษาท่ามกลางความหลากหลายทางวัฒนธรรม**. สงขลา: สมาคมผู้บริหารโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม.

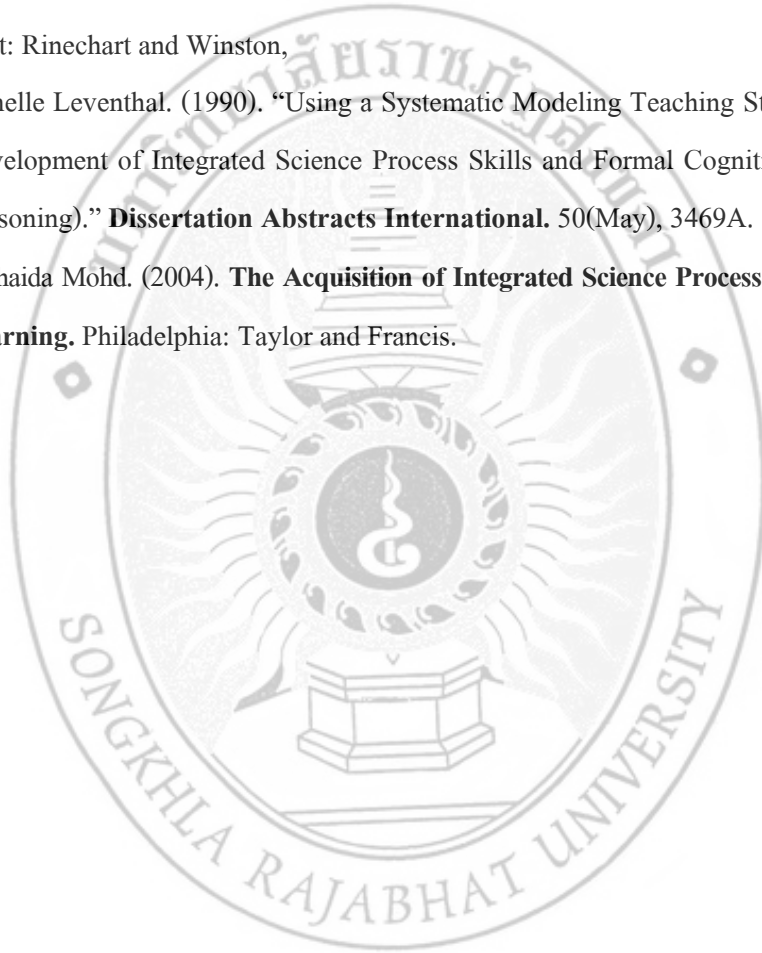
อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. (2537). การสุ่มตัวอย่างทางการศึกษา (**Sampling In Education**). กรุงเทพมหานคร:
ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟีนีพิบบลิชชิง.

Nevin Kozcu Cakir and Mustafa Sarikaya. (2010). “An evaluation of science process skill of the science
teaching majors.” **Procedia Social and Behavioral Sciences**. 9, 1592-1596.

Mehrens, William A. and Irvin Lehmann. (1978). **Measurement and Evaluation Psychology**. 2nd ed.
Holt: Rinechart and Winston,

Rubin, Rochelle Leventhal. (1990). “Using a Systematic Modeling Teaching Strategy to Promote the
Development of Integrated Science Process Skills and Formal Cognitive Reasoning Ability
(Resoning).” **Dissertation Abstracts International**. 50(May), 3469A.

Saat and Rohaida Mohd. (2004). **The Acquisition of Integrated Science Process Skill in a Web-based
Learning**. Philadelphia: Taylor and Francis.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ (IOC) เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของข้อคำถามกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความถูกต้องของภาษา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัย มีรายนามดังนี้

1. นายเกษม สมหวัง ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านปางาม อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา
2. นายสนอง ชูมาปาน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านตลิ่งชัน อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา
3. นางกรรณิการ์ มัชฌิมภาโร ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านคลองนกระทุง อำเภอบางกล่ำ
จังหวัดสงขลา





ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ



ที่ ศช 0560.06 / ว 0070

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

31 พฤษภาคม 2556

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางกรรณิการ์ มัชฌิมากิโร

ด้วย นางสาวสุไรละ บิลตะเย็บ รหัส 54G1921014 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.ศชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. รศ.ทัศนีย์ ประธาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือในการวิจัย ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉันท ชาติทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 74-33 6933 ต่อ 246

โทรสาร. 0 74-33 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>



ที่ ศช 0560.06 / ว 0070

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

31 พฤษภาคม 2556

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวนงนาท บูห์ส

ด้วย นางสาวสุไรละ บิลตะเย็บ รหัส 54G1921014 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา”


โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.ศชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. รศ.ทัศนีย์ ประธาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือในการวิจัย ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ ชาติทอง)

กณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 74-33 6933 ต่อ 246

โทรสาร. 0 74-33 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>



ที่ ศช 0560.06 / ว 0070

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

31 พฤษภาคม 2556

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายสนอง ชูมาปาน

ด้วย นางสาวสุไรละ บิลตะเย็บ รหัส 54G1921014 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.ศชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. รศ.ทัศนีย์ ประธาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือในการวิจัย ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉันท ชาติทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 74-33 6933 ต่อ 246

โทรสาร. 0 74-33 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>



ที่ ศช 0560.06 / ว 0070

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

31 พฤษภาคม 2556

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายเกษม สมหวัง

ด้วย นางสาวสุไรละ บิลตะเย็บ รหัส 54G1921014 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา”


โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.ศชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. รศ.ทัศนีย์ ประธาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรง (Validity) ของเครื่องมือในการวิจัย ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ ชาติทอง)

กณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 74-33 6933 ต่อ 246

โทรสาร. 0 74-33 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>



ภาคผนวก ค

คุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

คุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่

1. การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับมาตรฐานการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อเฉพาะตัวเลือกถูกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 1
4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะและข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 1
5. ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 1
6. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อเฉพาะตัวเลือกถูกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 2
7. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะและข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 2
8. ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 2
9. ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและผลการพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
10. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะและข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
11. ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
12. การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่-ปกติ

ตาราง 20 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สาระ การเรียนรู้	มาตรฐาน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับ กระบวนการ ดำรงชีวิต	มาตรฐาน ว.1.2 เข้าใจกระบวนการและ ความสำคัญของการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มี ผลกระทบต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	/				/	/	/						
สาระที่ 2 ชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม	มาตรฐาน ว.2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรารู้และนำไปใช้ ประโยชน์	/	/	/	/	/	/	/						
	มาตรฐาน ว.2.2 เข้าใจความสำคัญของ ทรัพยากรธรรมชาติในระดับ ท้องถิ่น ประเทศ และ โลก นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ใน การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น อย่างยั่งยืน	/			/	/	/	/	/	/				

ตาราง 20 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	มาตรฐาน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
สาระที่ 4	มาตรฐาน ว 4.1					/								
แรงและ การเคลื่อนที่	เข้าใจธรรมชาติของแรง แม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และ แรงนิวเคลียร์ มี กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม					/								
	มาตรฐาน ว 4.2			/										/
	เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่ แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์			/										
สาระที่ 5	มาตรฐาน ว 5.1		/		/	/	/	/						
พลังงาน	เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและ พลังงาน ผลของการใช้พลังงาน ต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		/		/	/	/	/						

ตาราง 20 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	มาตรฐาน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
สาระที่ 8	มาตรฐาน ว 8.1		/				/	/	/	/	/	/	/	/
ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	ใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถ อธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มี อยู่ในเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้อง สัมพันธ์กัน							/	/	/	/	/	/	/

หมายเหตุ : 1 = ทักษะการสังเกต 2 = ทักษะการวัด
 3 = ทักษะการจำแนกประเภท 4 = ทักษะสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
 5 = ทักษะการคำนวณ 6 = ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย
 7 = ทักษะการลงความคิดเห็น 8 = ทักษะการพยากรณ์
 9 = ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10 = ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 11 = ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12 = ทักษะการทดลอง
 13 = ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ตาราง 21 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับมาตรฐานการเรียนรู้และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อสอบ ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	0	0	0	0	0	ใช้ไม่ได้
13	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	0	0	0	0	0	ใช้ไม่ได้
15	-1	0	0	-1	-0.34	ใช้ไม่ได้
16	-1	+1	0	0	0	ใช้ไม่ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
21	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
22	+1	0	0	1	0.34	ใช้ไม่ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	0	0	0	0	0	ใช้ไม่ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อสอบ	ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
27	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	0	+1	0	1	0.34	ใช้ไม่ได้
34	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
46	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
51	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อสอบ	ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
52	0	0	+1	1	0.34	ใช้ไม่ได้
53	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
54	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
55	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
56	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
57	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
58	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
59	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
60	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
61	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
62	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
63	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
64	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
65	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
66	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
67	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
68	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
69	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
70	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
71	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
72	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
73	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
74	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
75	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
76	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อสอบ	ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
77	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
78	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
79	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
80	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
81	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
82	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
83	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
84	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
85	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
86	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
87	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
88	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
89	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
90	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
91	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
92	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
93	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
94	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
95	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
96	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
97	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
98	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
99	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
100	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
101	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
102	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
103	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
104	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
105	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
106	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
107	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
108	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
109	+1	+1	-1	1	0.34	ใช้ไม่ได้
110	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
111	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
112	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
113	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
114	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
115	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
116	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
117	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
118	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
119	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
120	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
121	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
122	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
123	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
124	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
125	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 21 ข้อสอบที่สร้างขึ้นทั้งหมด 125 ข้อ และผ่านเกณฑ์การพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 116 ข้อ และได้เลือกข้อทดสอบจำนวน 65 ข้อ เพื่อทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง (Tryout)

การทดสอบ (Tryout) ครั้งที่ 1

ตาราง 22 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อเฉพาะตัวเลือกถูกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 1

ข้อที่	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา
	ค่า P	ค่า r		
1	0.63	0.11	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำ	ปรับปรุง
2	0.63	0.29	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	
3	0.63	0.29	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	ปรับปรุง
4	0.47	0.49	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
5	0.54	0.29	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	
6	0.57	0.23	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	
7	0.31	0.40	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	
8	0.74	0.34	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	
9	0.74	0.17	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำ	
10	0.54	0.40	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
11	0.40	0.34	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	
12	0.40	0.46	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
13	0.70	0.26	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	
14	0.63	0.40	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี	
15	0.56	0.43	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
16	0.37	0.63	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก	
17	0.41	0.43	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
18	0.53	0.60	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	
19	0.57	0.29	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	
20	0.43	0.34	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
21	0.44	0.43	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อที่	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา
	ค่า P	ค่า r		
22	0.39	0.43	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	
23	0.49	0.17	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกต่ำ	ปรับปรุง
24	0.49	0.57	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
25	0.53	0.49	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
26	0.53	0.66	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	
27	0.44	0.54	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
28	0.50	0.49	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
29	0.24	0.03	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	ปรับปรุง
30	0.34	0.69	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก	
31	0.51	0.40	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
32	0.16	0.09	ยากมาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	ปรับปรุง
33	0.21	0.09	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	ปรับปรุง
34	0.39	0.60	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก	
35	0.49	0.51	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
36	0.37	0.40	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	
37	0.29	0.29	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	
38	0.17	-0.11	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	ปรับปรุง
39	0.37	0.40	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	
40	0.29	0.23	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	
41	0.56	0.71	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	
42	0.41	0.66	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อที่	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา
	ค่า P	ค่า r		
43	0.24	0.26	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	
44	0.46	0.51	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
45	0.19	0.20	ยากมาก อำนาจจำแนกพอใช้	
46	0.17	0.06	ยากมาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	ปรับปรุง
47	0.40	0.40	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
48	0.43	0.46	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
49	0.53	0.71	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	
50	0.41	0.37	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	
51	0.41	0.54	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
52	0.56	0.43	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
53	0.37	0.51	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	
54	0.33	0.26	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	
55	0.54	0.40	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
56	0.53	0.49	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
57	0.34	0.46	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	
58	0.40	0.57	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
59	0.23	0.17	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	ปรับปรุง
60	0.47	0.49	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
61	0.44	0.31	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	
62	0.49	0.57	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	
63	0.41	0.60	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	
64	0.41	0.37	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	
65	0.47	0.49	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	

ตาราง 23 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียลระหว่างข้อความกับรายทักษะและข้อความกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 1

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อความกับ รายทักษะ		ข้อความกับ ทั้งฉบับ	
			r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test
1	การสังเกต	1	0.37	4.05	0.19	1.95
		2	0.32	3.40	0.17	1.75
		8	0.55	6.69	0.34	3.69
		9	0.47	5.46	0.19	1.92
		16	0.49	5.77	0.51	6.03
		17	0.57	7.13	0.48	5.48
		2	การวัด	10	0.67	9.24
27	0.67			9.21	0.44	4.98
49	0.66			8.97	0.69	9.62
3	การจำแนกประเภท	11	0.60	7.70	0.31	3.30
		30	0.68	9.47	0.44	8.80
		41	0.81	8.97	0.58	7.14
4	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปส กับสเปสและสเปสกับเวลา	13	0.55	6.71	0.25	2.67
		19	0.61	7.75	0.35	3.82
		42	0.59	7.44	0.56	6.91
		43	0.39	4.31	0.13	1.34
		44	0.49	5.69	0.41	4.60
5	การคำนวณ	3	0.44	5.00	0.20	2.05
		4	0.44	4.98	0.69	9.71
		18	0.50	5.82	0.49	5.69
		25	0.50	5.81	0.41	4.61
		26	0.56	6.93	0.53	6.37
		29	0.28	2.99	-0.05	-0.52
		31	0.54	6.43	0.39	4.33
		32	0.20	2.02	0.04	0.45
		33	0.27	2.86	0.07	0.74

ตาราง 23 (ต่อ)

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อคำถามกับ รายทักษะ		ข้อคำถามกับ ทั้งฉบับ	
			r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test
			6	การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ ความหมาย	5	0.51
		12	0.53	6.33	0.37	4.03
		14	0.41	4.51	0.44	5.04
		20	0.56	6.92	0.35	3.77
		22	0.38	4.22	0.35	3.79
		34	0.55	6.76	0.54	6.47
		35	0.55	6.69	0.46	5.30
		50	0.49	5.76	0.33	3.56
7	การลงความคิดเห็น	6	0.32	3.45	0.24	2.52
		7	0.58	7.26	0.46	5.28
		15	0.50	5.90	0.42	4.69
		21	0.48	5.57	0.44	4.93
		36	0.43	4.79	0.38	4.21
		37	0.50	5.91	0.40	4.41
		45	0.30	3.16	0.15	1.55
		48	0.58	7.19	0.46	5.31
		51	0.59	7.47	0.53	6.36
		52	0.64	8.42	0.44	5.02
		53	0.43	4.88	0.47	5.45
8	การพยากรณ์	23	0.41	4.51	0.23	2.41
		24	0.49	5.74	0.47	5.45
		38	0.15	1.58	-0.11	-1.17
		39	0.43	4.79	0.43	4.79
		40	0.15	1.58	0.09	0.93
		46	0.15	1.57	-0.01	-0.11

ตาราง 23 (ต่อ)

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อคำถามกับ รายทักษะ		ข้อคำถามกับ ทั้งฉบับ	
			r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test
			8	การพยากรณ์	47	0.53
		54	0.48	5.54	0.31	3.34
		55	0.43	4.90	0.34	3.65
9	การตั้งสมมติฐาน	56	0.84	15.46	0.46	5.33
		57	0.81	13.98	0.43	4.87
10	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	64	0.76	11.82	0.28	2.97
		65	0.77	12.22	0.39	4.23
11	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	60	0.71	10.31	0.48	5.50
		61	0.71	10.31	0.32	3.44
12	การทดลอง	62	0.76	12.03	0.49	5.72
		63	0.75	11.67	0.53	6.37
13	การตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุป	28	0.60	7.68	0.47	5.44
		58	0.74	11.30	0.50	5.80
		59	0.65	8.65	0.12	1.22

ตาราง 24 ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
จากการทดสอบครั้งที่ 1

ทักษะ ที่	ทักษะที่													รวม	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	1	.554**	.438**	.413**	.304**	.563**	.501**	.390**	.268**	.336**	.397**	.504**	.222*	.680**	
2		1	.476**	.465**	.438**	.567**	.591**	.447**	.335**	.300**	.393**	.444**	.343**	.735**	
3			1	.544**	.487**	.528**	.561**	.434**	.359**	.317**	.334**	.428**	.477**	.732**	
4				1	.452**	.440**	.440**	.419**	.180	.263**	.259**	.414**	.387**	.659**	
5					1	.539**	.445**	.430**	.295**	.241*	.290**	.394**	.266**	.682**	
6						1	.558**	.458**	.371**	.271**	.408**	.527**	.280**	.786**	
7							1	.533**	.440**	.257**	.496**	.480**	.488**	.825**	
8								1	.369**	.303**	.293**	.390**	.335**	.692**	
9									1	.256**	.382**	.370**	.447**	.546**	
10										1	.209**	.260**	.168	.437**	
11											1	.416**	.320**	.564**	
12												1	.387**	.665**	
13													1	.559**	
รวม															1

- หมายเหตุ
- 1 หมายถึง ทักษะการสังเกต
 - 2 หมายถึง ทักษะการวัด
 - 3 หมายถึง ทักษะการจำแนกประเภท
 - 4 หมายถึง ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
 - 5 หมายถึง ทักษะการคำนวณ
 - 6 หมายถึง ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย
 - 7 หมายถึง ทักษะการลงความคิดเห็น
 - 8 หมายถึง ทักษะการพยากรณ์
 - 9 หมายถึง ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 10 หมายถึง ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 11 หมายถึง ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 12 หมายถึง ทักษะการทดลอง
 - 13 หมายถึง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
- * หมายถึง มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
- ** หมายถึง มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

การทดสอบ (Try Out) ครั้งที่ 2

ตาราง 25 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อเฉพาะตัวเลือกถูกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบครั้งที่ 2

ข้อที่	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา
	ค่า P	ค่า r		
1	0.64	0.36	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
2	0.62	0.45	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
3	0.64	0.24	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
4	0.45	0.42	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
5	0.47	0.76	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	คัดไว้
6	0.36	0.42	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
7	0.26	0.27	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
8	0.74	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
9	0.73	0.18	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกต่ำ	คัดออก
10	0.55	0.30	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
11	0.36	0.36	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
12	0.41	0.45	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
13	0.77	0.45	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
14	0.58	0.36	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
15	0.55	0.42	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
16	0.35	0.58	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
17	0.36	0.48	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
18	0.53	0.58	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
19	0.53	0.27	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
20	0.38	0.21	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
21	0.41	0.39	ยากพอเหมาะอาจจำแนกพอใช้	คัดไว้

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา
	ค่า P	ค่า r		
22	0.36	0.36	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
23	0.50	0.21	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
24	0.44	0.52	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	ตัดไว้
25	0.47	0.39	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
26	0.52	0.61	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	ตัดไว้
27	0.44	0.58	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	ตัดไว้
28	0.50	0.52	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	ตัดไว้
29	0.26	0.03	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	คัดออก
30	0.29	0.58	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	ตัดไว้
31	0.45	0.36	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
32	0.18	0.12	ยากมาก อำนาจจำแนกต่ำ	คัดออก
33	0.42	0.61	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	ตัดไว้
34	0.35	0.52	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	ตัดไว้
35	0.42	0.42	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	ตัดไว้
36	0.39	0.42	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	ตัดไว้
37	0.23	0.21	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
38	0.18	-0.12	ยากมาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	คัดออก
39	0.35	0.33	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
40	0.32	0.27	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
41	0.55	0.73	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	ตัดไว้
42	0.39	0.61	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก	ตัดไว้
43	0.26	0.27	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
44	0.38	0.39	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
45	0.20	0.21	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้
46	0.20	0.09	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำมาก	คัดออก
47	0.36	0.30	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	ตัดไว้

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา
	ค่า P	ค่า r		
48	0.44	0.52	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
49	0.52	0.67	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	คัดไว้
50	0.39	0.36	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
51	0.36	0.55	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
52	0.58	0.42	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
53	0.33	0.36	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
54	0.27	0.18	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	คัดไว้ปรับปรุง
55	0.53	0.33	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
56	0.50	0.45	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
57	0.30	0.42	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
58	0.36	0.48	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
59	0.32	0.39	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
60	0.47	0.39	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
61	0.42	0.24	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
62	0.48	0.48	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
63	0.36	0.55	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	คัดไว้
64	0.42	0.36	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้
65	0.44	0.39	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกพอใช้	คัดไว้

ตาราง 26 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบเซรียระหว่างข้อความกับรายทักษะและข้อความกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบครั้งที่ 2

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อความกับราย ทักษะ		ข้อความกับทั้ง ฉบับ	
			r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test
1	การสังเกต	1	0.37	4.00	0.32	3.33
		2	0.40	4.27	0.32	3.33
		8	0.57	6.82	0.34	3.55
		9	0.51	5.86	0.14	1.39
		16	0.43	4.71	0.42	4.61
		17	0.52	6.00	0.46	5.11
		2	การวัด	10	0.64	8.27
27	0.67			8.98	0.42	4.63
49	0.65			8.45	0.67	8.87
3	การจำแนกประเภท	11	0.63	7.93	0.30	3.13
		30	0.67	8.96	0.59	7.20
		41	0.78	12.18	0.56	6.63
4	การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับ เวลา	13	0.50	5.73	0.45	4.94
		19	0.53	6.14	0.28	2.91
		42	0.55	6.57	0.53	6.18
		43	0.48	5.45	0.22	2.20
		44	0.43	4.73	0.33	3.46
5	การคำนวณ	3	0.44	4.87	0.23	2.39
		4	0.43	4.77	0.36	3.84
		18	0.47	5.21	0.47	5.22
		25	0.47	5.27	0.34	3.61
		26	0.57	6.78	0.51	5.80
		29	0.24	2.47	0.00	0.02
		31	0.49	5.63	0.33	3.44
		32	0.23	2.33	0.10	1.04
		33	0.63	7.99	0.60	7.45

ตาราง 26 (ต่อ)

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อคำถามกับราย ทักษะ		ข้อคำถามกับทั้ง ฉบับ	
			r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test
			6	การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ ความหมาย	5	0.71
		12	0.56	6.66	0.39	4.23
		14	0.39	4.17	0.38	4.09
		20	0.50	5.69	0.26	2.64
		22	0.34	3.54	0.26	2.71
		34	0.46	5.13	0.45	5.02
		35	0.51	5.85	0.40	4.26
		50	0.52	6.03	0.38	4.10
7	การลงความคิดเห็น	6	0.30	3.15	0.18	1.80
		7	0.50	5.64	0.35	3.69
		15	0.46	5.18	0.40	4.28
		21	0.40	4.35	0.41	4.42
		36	0.43	4.70	0.40	4.32
		37	0.44	4.87	0.32	3.33
		45	0.36	3.84	0.23	2.36
		48	0.59	7.22	0.48	5.44
		51	0.55	6.54	0.51	5.90
		52	0.62	7.75	0.42	4.59
		53	0.32	3.39	0.36	3.81
8	การพยากรณ์	23	0.37	4.00	0.25	2.52
		24	0.42	4.56	0.42	4.54
		38	0.16	1.58	0.07	0.72
		39	0.41	4.42	0.38	4.01
		40	0.22	2.25	0.18	1.84
		46	0.23	2.29	0.04	0.41

ตาราง 26 (ต่อ)

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อคำถามกับราย ทักษะ		ข้อคำถามกับทั้ง ฉบับ	
			r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test
			8	การพยากรณ์	47	0.48
		54	0.49	5.52	0.27	2.79
		55	0.40	4.30	0.29	2.99
9	การตั้งสมมติฐาน	56	0.83	14.85	0.44	4.85
		57	0.79	12.77	0.36	3.82
10	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	64	0.77	11.89	0.32	3.34
		65	0.78	12.19	0.33	3.49
11	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	60	0.68	9.13	0.39	4.18
		61	0.68	9.21	0.26	2.72
12	การทดลอง	62	0.77	12.10	0.44	4.90
		63	0.76	11.44	0.49	5.49
13	การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	28	0.66	8.80	0.46	5.10
		58	0.76	11.45	0.46	5.07
		59	0.75	11.29	0.43	4.66

ตาราง 27 ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
จากการทดสอบครั้งที่ 2

ทักษะ ที่	ทักษะที่													รวม	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	1	.559**	.488**	.540**	.384**	.546**	.514**	.425**	.193	.371**	.347**	.468**	.285**	.712**	
2		1	.411**	.516**	.466**	.499**	.555**	.400**	.291**	.301**	.257**	.336**	.327**	.692**	
3			1	.515**	.479**	.482**	.526**	.381**	.330**	.269**	.276**	.360**	.501**	.694**	
4				1	.523**	.461**	.481**	.498**	.265**	.313**	.294**	.397**	.416**	.721**	
5					1	.599**	.540**	.450**	.288**	.240*	.266**	.408**	.372**	.750**	
6						1	.560**	.411**	.312**	.264**	.320**	.449**	.371**	.774**	
7							1	.513**	.394**	.229*	.394**	.409**	.527**	.820**	
8								1	.306**	.274**	.218*	.368**	.381**	.676**	
9									1	.219*	.316**	.291**	.418**	.495**	
10										1	.212*	.219*	.119	.422**	
11											1	.365**	.288**	.481**	
12												1	.427**	.607**	
13													1	.618**	
รวม															1

- หมายเหตุ
- 1 หมายถึง ทักษะการสังเกต
 - 2 หมายถึง ทักษะการวัด
 - 3 หมายถึง ทักษะการจำแนกประเภท
 - 4 หมายถึง ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
 - 5 หมายถึง ทักษะการคำนวณ
 - 6 หมายถึง ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย
 - 7 หมายถึง ทักษะการลงความคิดเห็น
 - 8 หมายถึง ทักษะการพยากรณ์
 - 9 หมายถึง ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 10 หมายถึง ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 11 หมายถึง ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 12 หมายถึง ทักษะการทดลอง
 - 13 หมายถึง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
- * หมายถึง มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
- ** หมายถึง มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

คุณภาพแบบทดสอบที่ได้จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 28 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและผลการพิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ทักษะ	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา
		ค่า P	ค่า r		
1	การสังเกต	0.46	0.32	ยากพอเหมาะอำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
2	การสังเกต	0.79	0.27	ค่อนข้างง่ายอำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
3	การคำนวณ	0.56	0.29	ยากพอเหมาะอำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
4	การคำนวณ	0.50	0.41	ยากพอเหมาะอำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
5	การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย	0.57	0.48	ยากพอเหมาะอำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
6	การลงความคิดเห็น	0.35	0.21	ค่อนข้างยากอำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
7	การลงความคิดเห็น	0.38	0.51	ค่อนข้างยากอำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
8	การสังเกต	0.45	0.33	ยากพอเหมาะอำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
9	การวัด	0.49	0.55	ยากพอเหมาะอำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
10	การจำแนก	0.38	0.30	ค่อนข้างยากอำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
11	การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย	0.29	0.33	ค่อนข้างยากอำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
12	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	0.54	0.56	ยากพอเหมาะอำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	ทักษะ	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา	
		ค่า P	ค่า r			
13	การจัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมาย	0.43	0.30	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
14	การลงความคิดเห็น	0.53	0.59	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
15	การสังเกต	0.43	0.48	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
16	การสังเกต	0.31	0.41	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
17	การคำนวณ	0.47	0.47	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
18	การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	0.43	0.41	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
19	การจัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมาย	0.43	0.48	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
20	การลงความคิดเห็น	0.30	0.32	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
21	การจัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมาย	0.35	0.42	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
22	การพยากรณ์	0.36	0.32	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
23	การพยากรณ์	0.45	0.45	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
24	การคำนวณ	0.37	0.24	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
25	การคำนวณ	0.46	0.61	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดีมาก	มีคุณภาพ
26	การวัด	0.56	0.56	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
27	การตีความหมายและ ลงข้อสรุป	0.43	0.61	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดีมาก	มีคุณภาพ
28	การจำแนกประเภท	0.37	0.57	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
29	การคำนวณ	0.38	0.42	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
30	การคำนวณ	0.36	0.41	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
31	การจัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมาย	0.45	0.58	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	ทักษะ	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา
		ค่า P	ค่า r		
32	การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ ความหมาย	0.39	0.42	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
33	การลงความคิดเห็น	0.46	0.45	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
34	การลงความคิดเห็น	0.35	0.42	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
35	การพยากรณ์	0.44	0.54	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
36	การพยากรณ์	0.42	0.43	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
37	การจำแนกประเภท	0.58	0.69	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	มีคุณภาพ
38	การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	0.44	0.41	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
39	การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	0.38	0.43	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
40	การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	0.50	0.61	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	มีคุณภาพ
41	การลงความคิดเห็น	0.31	0.24	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
42	การพยากรณ์	0.49	0.43	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
43	การลงความคิดเห็น	0.35	0.23	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
44	การวัด	0.39	0.45	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
45	การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ ความหมาย	0.39	0.65	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก	มีคุณภาพ
46	การลงความคิดเห็น	0.36	0.42	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
47	การลงความคิดเห็น	0.57	0.58	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
48	การลงความคิดเห็น	0.30	0.39	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
49	การพยากรณ์	0.42	0.46	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
50	การพยากรณ์	0.57	0.65	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก	มีคุณภาพ
51	การตั้งสมมติฐาน	0.53	0.52	ยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
52	การตั้งสมมติฐาน	0.36	0.30	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	ทักษะ	คุณภาพรายข้อ		ความหมาย	ผลการพิจารณา	
		ค่า P	ค่า r			
53	การตีความหมายและลงข้อสรุป	0.40	0.58	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
54	การตีความหมายและลงข้อสรุป	0.45	0.54	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
55	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	0.37	0.40	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ
56	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	0.31	0.20	ค่อนข้างยาก	อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
57	การทดลอง	0.52	0.67	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดีมาก	มีคุณภาพ
58	การทดลอง	0.42	0.34	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกพอใช้	มีคุณภาพ
59	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	0.51	0.60	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดีมาก	มีคุณภาพ
60	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	0.47	0.59	ยากพอเหมาะ	อำนาจจำแนกดี	มีคุณภาพ



ตาราง 29 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบเซรียระหว่างข้อคำถามกับรายทักษะและข้อคำถามกับแบบทดสอบทั้งฉบับในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อคำถามกับ รายทักษะ		ข้อคำถามกับ ทั้งฉบับ	
			r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test
1	การสังเกต	1	0.50	15.19	0.31	8.76
		2	0.42	12.08	0.25	6.83
		8	0.59	19.19	0.32	9.05
		15	0.59	19.28	0.40	11.51
		16	0.59	19.32	0.10	2.61
2	การวัด	9	0.69	24.92	0.47	14.12
		26	0.71	26.26	0.43	12.76
		44	0.64	22.14	0.52	16.00
3	การจำแนกประเภท	10	0.65	22.51	0.31	8.70
		28	0.72	27.05	0.58	18.97
		37	-0.68	24.75	0.55	17.52
4	การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	12	0.57	18.22	0.44	13.06
		18	0.58	18.74	0.41	11.92
		38	0.59	19.08	0.40	11.57
		39	0.52	16.30	0.41	12.03
		40	0.64	21.75	0.53	16.55
5	การคำนวณ	3	0.41	11.98	0.25	6.87
		4	0.49	14.84	0.35	9.78
		17	0.58	18.69	0.41	12.02
		24	0.38	10.73	0.30	8.27
		25	0.60	19.58	0.50	15.30
		29	0.52	16.16	0.47	14.05
		30	0.48	14.28	0.39	11.10

ตาราง 29 (ต่อ)

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อคำถามกับราย ทักษะ		ข้อคำถามกับทั้ง ฉบับ	
			r_{pb}	t-test	r_{pb}	t-test
			6	การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ ความหมาย	5	0.41
		11	0.49	14.88	0.43	12.57
		13	0.43	12.76	0.29	8.14
		19	0.58	18.95	0.46	13.73
		21	0.53	16.54	0.48	14.63
		31	0.57	18.44	0.53	16.45
		32	0.55	17.35	0.43	12.76
		45	0.66	23.32	0.64	22.02
7	การลงความคิดเห็น	6	0.36	10.30	0.23	6.12
		7	0.56	17.72	0.52	16.23
		14	0.49	15.00	0.46	13.70
		20	0.50	15.06	0.42	12.11
		33	0.51	15.85	0.42	12.13
		34	0.53	16.40	0.47	13.88
		41	0.43	12.68	0.25	6.90
		43	0.47	13.90	0.37	10.67
		46	0.35	9.71	0.29	7.89
		47	0.49	14.67	0.48	14.58
		48	0.52	16.29	0.48	14.63
8	การพยากรณ์	22	0.50	15.17	0.37	10.55
		23	0.53	16.59	0.41	11.99
		35	0.56	17.84	0.44	12.78
		36	0.56	17.80	0.45	13.43
		42	0.56	17.93	0.46	13.60
		49	0.54	16.94	0.42	12.26

ตาราง 29 (ต่อ)

ทักษะ ที่	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ข้อที่	ข้อคำถามกับ รายทักษะ		ข้อคำถามกับ ทั้งฉบับ	
			r _{pb}	t-test	r _{pb}	t-test
8	การพยากรณ์	50	0.58	19.02	0.53	16.66
9	การตั้งสมมติฐาน	51	0.78	33.03	0.45	13.32
		52	0.75	30.41	0.36	10.32
10	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	59	0.82	38.34	0.51	15.61
		60	0.82	38.41	0.47	13.93
11	การกำหนดและควบคุมตัวแปร	55	0.74	29.07	0.47	13.88
		56	0.74	29.33	0.19	5.22
12	การทดลอง	57	0.77	31.90	0.58	19.05
		58	0.77	31.51	0.37	10.61
13	การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	27	0.76	30.73	0.58	18.72
		53	0.69	25.41	0.56	17.67
		54	0.67	24.07	0.49	14.66

ตาราง 30 ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
จากการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ทักษะ ที่	ทักษะที่													รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	1	.357**	.396**	.446**	.469**	.486**	.493**	.471**	.286**	.345**	.236**	.344**	.445**	.640**
2		1	.513**	.472**	.528**	.588**	.574**	.491**	.359**	.377**	.241**	.404**	.548**	.699**
3			1	.550**	.529**	.624**	.519**	.525**	.325**	.407**	.257**	.386**	.490**	.707**
4				1	.560**	.651**	.563**	.584**	.394**	.409**	.293**	.417**	.509**	.761**
5					1	.618**	.583**	.570**	.336**	.460**	.259**	.397**	.545**	.772**
6						1	.667**	.631**	.433**	.476**	.381**	.539**	.603**	.860**
7							1	.618**	.429**	.456**	.359**	.512**	.633**	.844**
8								1	.392**	.443**	.364**	.492**	.589**	.805**
9									1	.245**	.225**	.312**	.393**	.532**
10										1	.133**	.345**	.449**	.591**
11											1	.289**	.319**	.444**
12												1	.481**	.625**
13													1	.760**
รวม														1

หมายเหตุ	1	หมายถึง	ทักษะการสังเกต
	2	หมายถึง	ทักษะการวัด
	3	หมายถึง	ทักษะการจำแนกประเภท
	4	หมายถึง	ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา
	5	หมายถึง	ทักษะการคำนวณ
	6	หมายถึง	ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย
	7	หมายถึง	ทักษะการลงความคิดเห็น
	8	หมายถึง	ทักษะการพยากรณ์
	9	หมายถึง	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
	10	หมายถึง	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
	11	หมายถึง	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
	12	หมายถึง	ทักษะการทดลอง
	13	หมายถึง	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
	**	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตาราง 31 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่-ปกติ

คะแนนดิบ	f	cf	cf + 0.5f	PR	T
57	1	700	699.5	99.93	82
56	1	699	698.5	99.79	78
55	1	698	697.5	99.64	76
54	2	697	696	99.43	75
53	5	695	692.5	98.93	73
52	6	690	687	98.14	70
51	11	684	678.5	96.93	68
50	6	673	670	95.71	66
49	13	667	660.5	94.36	65
48	5	654	651.5	93.07	64
47	15	649	641.5	91.64	63
46	5	634	631.5	90.21	62
45	2	629	628	89.71	62
44	4	627	625	89.29	62
43	6	623	620	88.57	62
42	12	617	611	87.29	61
41	10	605	600	85.71	60
40	7	595	591.5	84.50	60
39	8	588	584	83.43	59
38	14	580	573	81.86	59
37	9	566	561.5	80.21	58
36	5	557	554.5	79.21	58
35	7	552	548.5	78.36	57
34	14	545	538	76.86	57
33	5	531	528.5	75.50	56
32	13	526	519.5	74.21	56
31	7	513	509.5	72.79	56

ตาราง 31 (ต่อ)

คะแนนดิบ	f	cf	cf + 0.5f	PR	T
30	10	506	501	71.57	55
29	8	496	492	70.29	55
28	16	488	480	68.57	54
27	23	472	460.5	65.79	54
26	19	449	439.5	62.79	53
25	11	430	424.5	60.64	52
24	18	419	410	58.57	52
23	19	401	391.5	55.93	51
22	22	382	371	53.00	50
21	22	360	349	49.86	49
20	26	338	325	46.43	49
19	21	312	301.5	43.07	48
18	22	291	280	40.00	47
17	37	269	250.5	35.79	46
16	35	232	214.5	30.64	44
15	30	197	182	26.00	43
14	33	167	150.5	21.50	42
13	34	134	117	16.71	40
12	36	100	82	11.71	38
11	15	64	56.5	8.07	35
10	16	49	41	5.86	34
9	18	33	24	3.43	31
8	10	15	10	1.43	28
7	3	5	3.5	0.50	24
6	1	2	1.5	0.21	14
5	0	1	1	0.14	13
4	1	1	0.5	0.07	12

ตาราง 32 บัญชีสำหรับแปลงคะแนนที่

คะแนนที่	% ที่อยู่ได้	คะแนนที่	% ที่อยู่ได้	คะแนนที่	% ที่อยู่ได้
10	0.0032	37	9.68	64	91.92
11	0.0048	38	11.51	65	93.32
12	0.007	39	13.57	66	94.52
13	0.011	40	15.87	67	95.54
14	0.016	41	18.41	68	96.41
15	0.023	42	21.19	69	97.13
16	0.034	43	24.20	70	97.72
17	0.048	44	27.43	71	98.21
18	0.069	45	30.85	72	98.61
19	0.097	46	34.46	73	98.93
20	0.13	47	38.21	74	99.18
21	0.19	48	42.07	75	99.38
22	0.26	49	46.02	76	99.53
23	0.35	50	50.00	77	99.65
24	0.47	51	53.98	78	99.74
25	0.62	52	57.93	79	99.81
26	0.82	53	61.79	80	99.865
27	1.07	54	65.54	81	99.903
28	1.39	55	69.15	82	99.931
29	1.79	56	72.57	83	99.952
30	2.28	57	75.80	84	99.966
31	2.87	58	78.81	85	99.977
32	3.59	59	81.59	86	99.984
33	4.46	60	84.13	87	99.989
34	5.48	61	86.43	88	99.9928
35	6.68	62	88.49	89	99.9952
36	8.08	63	90.32	90	99.9968



ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา

คู่มือการใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการดำเนินการสอบให้มีมาตรฐานเดียวกันและมีรายละเอียดของวัตถุประสงค์ ลักษณะแบบทดสอบ คุณภาพแบบทดสอบ การดำเนินการสอบ และเกณฑ์มาตรฐานมีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดสงขลา ซึ่งผลการทดสอบทำให้ทราบระดับความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเปรียบเทียบในระดับชั้นเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนและการคัดเลือกนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการคิดวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า วิจัย สืบเสาะแสวงหาความรู้จนสามารถนำความรู้ไปสู่การศึกษาค้นคว้า และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ และในชีวิตประจำวันได้ มีจำนวนทั้งหมด 13 ทักษะ

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสในการอธิบายหรือคุณภาพประกอบเพื่อหาข้อมูลหรือหารายละเอียดของสิ่งต่างๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกและใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องรวมทั้งสามารถอ่านค่าที่วัดได้อย่างถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรือจัดจำพวกวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน ต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา

มิติของวัตถุ หมายถึงที่ว่างที่บริเวณวัตถุนั้นครอบครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างและลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนับจำนวนของวัตถุและนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยวิธีการบวก ลบ คูณ หารหรือหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งสามารถแสดงวิธีคิดได้

ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากแหล่งอื่น ๆ หรือจากการสังเกต การวัดและทดลองนั้นนำมาจัดทำใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยวิธีการจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่แล้วนำมาเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการเขียนบรรยาย เป็นต้น

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล ข้อมูลนั้นอาจได้มาจากการใช้ประสาทสัมผัสสัมผัสสิ่งของ หรือเหตุการณ์ให้ได้ข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไปให้กับข้อมูลนั้น ความคิดเห็นส่วนตัวอาจได้มาจากความรู้เดิมประสบการณ์เดิมหรือเหตุผลต่าง ๆ ให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่มีอยู่

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการคาดคะเนหรือทำนาย การพยากรณ์ที่แม่นยำเป็นผลมาจากการสังเกตที่ละเอียดรอบคอบ การวัดที่ถูกต้องแม่นยำ การบันทึกและการจัดกระทำกับข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการตีความหมายข้อมูลแล้วสรุปผลจากข้อมูลให้เป็นภาษาที่รัดกุม ถูกต้องเหมาะสม เป็นเหตุเป็นผลและไม่คลุมเครือ

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดเดิม ประสบการณ์เดิมเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ต้องการจะทดลอง หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายหรือขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง) เพื่อให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกต หรือวัดได้

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการกำหนดตัวแปร เป็นการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กันก็จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราต้องจัดให้แตกต่างกันซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดผลซึ่งเราคาดหวังว่าจะแตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดูซึ่งเป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราต้องควบคุมจัดให้เหมือนกันเพื่อให้แน่ใจว่า ผลการทดลอง เกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการระบวนการปฏิบัติการ โดยใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การวัด การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน ฯลฯ มาใช้ร่วมกันเพื่อหาคำตอบหรือทดลองสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

ลักษณะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่

1. การสังเกต	จำนวน	5	ข้อ
2. การวัด	จำนวน	3	ข้อ
3. การจำแนกประเภท	จำนวน	3	ข้อ
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	จำนวน	5	ข้อ
5. การคำนวณ	จำนวน	7	ข้อ
6. การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย	จำนวน	8	ข้อ
7. การลงความคิดเห็น	จำนวน	11	ข้อ
8. การพยากรณ์	จำนวน	7	ข้อ
9. การตั้งสมมติฐาน	จำนวน	2	ข้อ
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	จำนวน	2	ข้อ

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	จำนวน	2	ข้อ
12. การทดลอง	จำนวน	2	ข้อ
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	จำนวน	3	ข้อ
	รวม	60	ข้อ



แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 60 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที
2. ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ ให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากข้อ ก. ถึง จ. แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

(0) ในการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ต้องยึดอะไรเป็นหลัก

- ก. สมมติฐาน
- ข. ทฤษฎี
- ค. การทดลอง
- ง. ข้อเท็จจริง
- จ. ตัวแปรการทดลอง

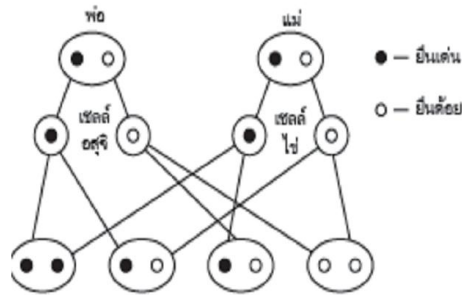
ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
(0)				X	

3. ถ้านักเรียนทำเครื่องหมายผิดหรือต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ เช่นต้องการเปลี่ยนจากข้อ ง ไปเป็น ข้อ จ ให้นักเรียนทำดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
(0)				X	X

4. ขอย้ำได้ขีดเขียนข้อความใดๆ ลงในแบบทดสอบ
5. ให้เขียนชื่อ นามสกุล เลขที่ ชั้น ลงในกระดาษคำตอบ แล้วรอกำสั่ง

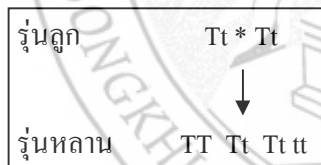
1. จากรูปข้างล่าง ถ้ากำหนดให้ตาสองชั้นเป็นยีนเด่นและตาชั้นเดียวเป็นยีนด้อย พ่อและแม่จะมีลักษณะของหนังตาแบบใด (ทักษะการสังเกต)



- ก. พ่อและแม่มีลักษณะหนังตาสองชั้น
 ข. พ่อและแม่มีลักษณะหนังตาชั้นเดียว
 ค. พ่อมีลักษณะตาชั้นเดียว แม่มีลักษณะตาสองชั้น
 ง. แม่มีลักษณะตาชั้นเดียว พ่อมีลักษณะตาสองชั้น
 จ. ยังสรุปไม่ได้ข้อมูลไม่เพียงพอ
2. ภาพในข้อใดเป็นลักษณะของโครโมโซมที่พบได้ทั่วไป (ทักษะการสังเกต)



3. เมื่อนำต้นถั่วลิ้นเตารุ่นลูก (F_1) ที่เป็นต้นสูงมีจีโนไทป์แบบ Tt มาผสมกันดังนี้



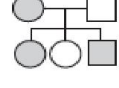
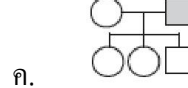
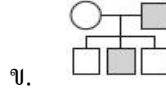
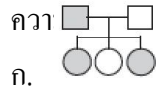
- จงหาอัตราส่วนของลักษณะทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้น (ทักษะการคำนวณ)
- ก. 3:1:0 ข. 1:2:1 ค. 2:1:1 ง. 1:1:2 จ. 1:3:0
4. ถ้าเซลล์ของต้นข้าวบาร์เลย์แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 14 อยากทราบว่าจำนวนโครโมโซมของเกสรเพศผู้แต่ละตัวจะเป็นเท่าไร (ทักษะการคำนวณ)
- ก. 7 ข. 14 ค. 28 ง. 56 จ. 86

5. ชายคนหนึ่งมีลักษณะผิปกติหรือเป็นโรค แต่งงานกับหญิงปกติคนหนึ่ง มีลูก 3 คน เป็นชาย 2 คน หญิง 1 คน โดยลูกชายคนที่ 1 และลูกสาวมีลักษณะผิปกติหรือเป็นโรค ถ้ากำหนดให้

○ ชายปกติ ● ชายที่เป็นโรค

□ หญิงปกติ ■ หญิงที่เป็นโรค

พันธุประวัติของข้อมูลข้างต้นควรเป็นแบบใด (ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ



จ. ไม่มีข้อใดถูก

6. คำกล่าวในข้อใดที่สนับสนุนความหมายของพันธุกรรมมากที่สุด (ทักษะการลงความคิดเห็น)

ก. จะคุณาก็ให้คุณแม่

ข. ลูกไม่ยอมหล่นไม่ไกลต้น

ค. กาก็ต้องเป็นกาจะเป็นหงส์ไม่ได้

ง. พ่อแม่เป็นอย่างไรลูกก็มักเป็นอย่างนั้น

จ. ชื่นกเป็นนกชี้ไม้เป็นไม้

7. ถ้านักเรียนต้องการขยายพันธุ์ให้ได้จำนวนมากที่สุดในระยะเวลาอันสั้นไม่ให้เกิดการกลายพันธุ์ ควรใช้การขยายพันธุ์ตามข้อใด (ทักษะการลงความคิดเห็น)

ก. การตอน

ข. การทาบกิ่ง

ค. การเพาะเมล็ด

ง. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

จ. การติดตา

8. ข้อมูลใดได้จากการสังเกตภาพนี้โดยตรง (ทักษะการสังเกต)



- ก. แมลงในภาพเป็นแมลงสาบ
 ข. แมลงมี 6 ขา
 ค. มีเปลือกห่อหุ้มลำตัวด้วยสาร ไคติน
 ง. มีการลอกคราบสร้างผนังห่อหุ้มลำตัวใหม่
 จ. ไม่มีขนหายใจแบบใช้เหงือกหรือใช้รูหายใจ

9. ถ้าต้องการวัดสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาต่อไปนี้ กิ่งก้อ ไม้เดือน และมดแดงควรเลือกใช้เครื่องมือวัดและหน่วยวัดใดที่เหมาะสมมากที่สุด (ทักษะการวัด)

- ก. ตลับเมตร หน่วยวัดเป็นเมตร
 ข. สายวัด หน่วยวัดเป็นนิ้ว
 ค. ไม้เมตร หน่วยวัดเป็นเมตร
 ง. ไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร
 จ. เชือกด้าย หน่วยวัดเป็นเมตร

10. ข้อใดจัดกลุ่มสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังได้ถูกต้อง (ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. แมงมุม แมว กบ นก
 ข. หมึก งู ปลาทอง นก
 ค. กบ ปลากระดี่ จระเข้ เต่า
 ง. กิ้งก่า แมงกะพรุน หอยทาก คน
 จ. เม่นทะเล งู นก สุนัข

11. นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้ลงพื้นที่สำรวจประชากรในสนามหญ้าบริเวณโรงเรียนแห่งหนึ่งโดยมีขนาดพื้นที่ศึกษา $50 * 50$ ซม. พบสิ่งมีชีวิตดังนี้ มดดำ 20 ตัว มดแดง 5 ตัว แมงมุม 2 ตัว และกิ้งก้อ 1 ตัว นักเรียนควรเลือกใช้วิธีการใดในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมมากที่สุด (ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย)

- ก. ตารางภาพ
 ข. กราฟเส้น
 ค. แผนภูมิแท่ง
 ง. แผนภูมิรูปร่างกลม
 จ. วาดภาพและบรรยาย

12. ข้อใดเรียงลำดับห่วงโซ่อาหารดังภาพได้ถูกต้องที่สุด
(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)



1



2



3



4



5

ก. 2, 1, 4, 5, 3

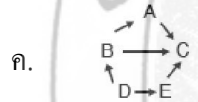
ข. 2, 1, 5, 4, 3

ค. 2, 4, 1, 5, 3

ง. 2, 4, 1, 3, 5

จ. 1, 2, 4, 5, 3

13. ให้ A เป็นงู B เป็นหนู C เป็นนกเค้าแมว D เป็นต้นข้าว E เป็นกระต่าย แผนภาพใดแสดงสายใยอาหารได้ถูกต้อง (ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย)



จ. ไม่มีข้อใดถูก



14. ผีเสื้อวางไข่บนใบผักกาด ไข่ฟักเป็นหนอนกินใบผักกาด นกกระจอกมาจิกกินหนอน แมว
 ตะครุบนกกระจอกเป็นอาหาร จากข้อความดังกล่าวนักเรียนมีความคิดเห็นตรงกับ
 ความสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารตามข้อใด (ทักษะการลงความคิดเห็น)

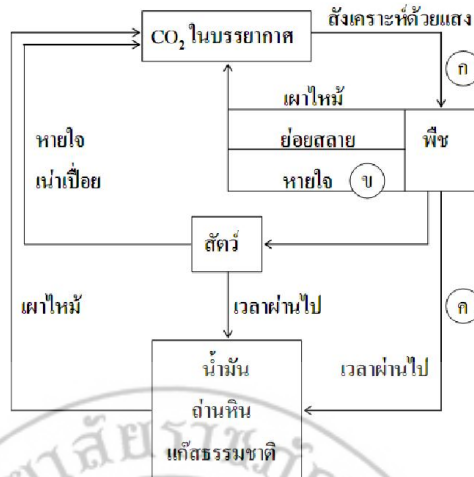
- ก. ผักกาด → หนอน → นกกระจอก → แมว
 ข. ผีเสื้อ → ผักกาด → หนอน → นกกระจอก
 ค. ผักกาด → ผีเสื้อ → หนอน → แมว
 ง. ผีเสื้อ → หนอน → ผักกาด → นกกระจอก
 จ. ผักกาด → หนอน → ผีเสื้อ → นกกระจอก → แมว

15. ข้อมูลใดได้จากการสังเกตภาพนี้โดยตรง (ทักษะการสังเกต)



- ก. ชอบทำรังตามใต้หลังคาบ้าน
 ข. เป็นนกขนาดเล็ก ยาวประมาณ 13 เซนติเมตร
 ค. นกในภาพเป็นนกกระจอก
 ง. ใช้เวลาฟักประมาณ 13 วัน
 จ. นกกำลังกินอาหาร

16. แผนภาพวัฏจักรคาร์บอน (ทักษะการสังเกต)



พิจารณาขั้นตอนต่อไปนี้

- การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- การหายใจของพืช
- การเปลี่ยนแปลงจากพืชเป็นถ่านหิน

ขั้นตอนใดที่เกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก เท่านั้น
- ก และ ข
- ข เท่านั้น
- ข และ ค
- ก ข และ ค

17. ข้อใดเป็นความหนาแน่นของมดจากการสำรวจมดในบริเวณพื้นที่ 50 x 30 ซม. พบว่ามีมด 15 ตัว
เมื่อความหนาแน่นของประชากร = $\frac{\text{จำนวนประชากร}}{\text{พื้นที่}}$ (ทักษะการคำนวณ)

- 0.01
- 0.02
- 0.03
- 0.04
- 0.05

18. ข้อใดเรียงลำดับเหตุการณ์ในวัฏจักรไนโตรเจนได้ถูกต้อง (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)

1. เกลือแอมโมเนีย 2. ไนเตรต 3. สารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจน
4. ไนไตรต์ 5. แก๊สไนโตรเจน

ก. 2, 4, 3, 5, 1

ข. 3, 1, 4, 2, 5

ค. 2, 3, 4, 1, 5

ง. 3, 4, 1, 5, 2

จ. 2, 4, 1, 3, 5

19. จากการศึกษาสิ่งมีชีวิตบนต้นจามจุรี พบนกกาเหว่า 4 ตัว และหนอนจำนวนมากเกาะอยู่ตามใบของต้นจามจุรี สามารถเขียนพีระมิดพลังงานของสิ่งมีชีวิตบนต้นจามจุรีได้ตามข้อใด (ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย)

ก.



ข.



ค.



ง.



จ. ไม่มีข้อใดถูก

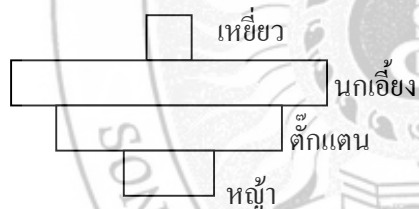
20. ถ้าโลกปราศจากการสังเคราะห์ด้วยแสง วัฏจักรของสารใดจะเกิดการหมุนเวียนน้อยที่สุด (ทักษะการลงความคิดเห็น)

- ก. น้ำ
- ข. คาร์บอน
- ค. ไนโตรเจน
- ง. ฟอสฟอรัส
- จ. ออกซิเจน

21. จากการศึกษาปริมาณก๊าซออกซิเจน ในแหล่งน้ำต่างๆ ดังนี้ แหล่งน้ำ A = 4.3, B = 2.8, C = 3.0, D = 1.5 และ E = 6.7 (หน่วย mg/l) ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นควรเลือกใช้วิธีการใดในการนำเสนอข้อมูลข้างต้น (ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย)

- ก. ตาราง
- ข. แผนภูมิแท่ง
- ค. ตารางภาพ
- ง. แผนภูมิวงกลม
- จ. แผนภูมิรูปภาพ

22. จากพีระมิดแสดงจำนวนสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้นของโซ่อาหาร



ในอนาคตจะมีผลอย่างไรต่อห่วงโซ่อาหาร (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. ตั๊กแตนมีจำนวนลดลง
- ข. เหยี่ยวมีจำนวนเพิ่มขึ้น
- ค. เกิดความสมดุลในระบบนิเวศ
- ง. นกเอี้ยงมีจำนวนเพิ่มขึ้น
- จ. จำนวนของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น

23. ถ้าผู้ผลิตหมดไปจากโลกทันทีจะเกิดสิ่งใดขึ้น (ทักษะการพยากรณ์)
- ไอน้ำและออกซิเจนลดลง
 - คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น แต่ออกซิเจนลดลง
 - ออกซิเจนลดลง แต่คาร์บอนไดออกไซด์ไม่เปลี่ยนแปลง
 - คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น แต่ออกซิเจนไม่เปลี่ยนแปลง
 - คาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำลดลง

24. ด.ช สมชาย วัดปริมาตรก้อนหินจากการแทนที่น้ำได้ผลดังนี้

ครั้งที่	ปริมาตร (cm ³)
1	65.3
2	65.1
3	65.1
4	65.2

ปริมาตรวัตถุก้อนนี้มีค่าเฉลี่ยเท่าไร (ทักษะการคำนวณ)

- 65.1 cm³
 - 65.2 cm³
 - 65.3 cm³
 - 65.175 cm³
 - 65.287 cm³
25. จากตารางแสดงการยืดของสปริงของเครื่องชั่งกับน้ำหนักที่แขวนปรากฏดังนี้

น้ำหนักของวัตถุที่แขวน (กรัม)	ความยาวของสปริงที่ยืด (เซนติเมตร)
20	1
40	2
60	3
80	4
100	5

ถ้าแขวนตุ้มน้ำหนักขนาด 50 กรัม สปริงจะยืดออกเท่าไร (ทักษะการคำนวณ)

- ก. 1 เซนติเมตร
- ข. 2 เซนติเมตร
- ค. มากกว่า 1 เซนติเมตร แต่น้อยกว่า 2 เซนติเมตร
- ง. มากกว่า 2 เซนติเมตร แต่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร
- จ. มากกว่า 4 เซนติเมตร แต่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร

26. จากรูปถ้าต้องการวัดระยะทางการเคลื่อนที่ควรเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใด (ทักษะการวัด)



- ก. ไม้
- ข. ไม้เมตร
- ค. ตลับเมตร
- ง. สายวัด
- จ. เชือกค้าย

27. ในการผลักวัตถุชนิดหนึ่งบนพื้นต่างชนิดกันซึ่งต้องใช้แรงต่างกัน ดังตาราง

ชนิดของผิวสัมผัส	แรงผลักวัตถุ
A	0.5
B	2.8
C	5.2

จากข้อมูลในตารางจะสรุปว่าอย่างไร (ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)

- ก. พื้น A ได้รับแรงกดจากวัตถุน้อยกว่าพื้น B
- ข. พื้น A มีขนาดของพื้นที่มากที่สุด
- ค. พื้น C มีลักษณะผิวเรียบที่สุด
- ง. พื้น B ขรุขระมากกว่าพื้น A แต่ขรุขระน้อยกว่าพื้น C
- จ. พื้น A มีลักษณะผิวขรุขระที่สุด

28. ข้อใดไม่เข้าพวก (ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. ตู้เย็น
- ข. พัดลม
- ค. ไดร์เป่าผม
- ง. เครื่องซักผ้า
- จ. เตารีด

29. ตารางแสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ดังนี้ที่เปิดใช้วันละ 4 ชม.

ชนิดที่	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)
หลอดไฟ	0.030
โทรทัศน์	0.150
พัดลม	0.080
ตู้เย็น	0.100
หม้อหุงข้าว	0.300

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่น้อยที่สุดคือเท่าใดและตรงกับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด (ทักษะการคำนวณ)

จากสูตร $W = Pt$

- ก. 0.12 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หลอดไฟ
- ข. 0.14 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง โทรทัศน์
- ค. 0.32 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง พัดลม
- ง. 0.10 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หลอดไฟ
- จ. 0.13 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง พัดลม

30. บ้านหลังหนึ่งมีหลอดไฟฟ้า 40 วัตต์ 10 หลอด เปิดใช้งาน 15 ชั่วโมง เครื่องซักผ้า 800 วัตต์ เปิดใช้งาน 4 ชั่วโมง หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 600 วัตต์ เปิดใช้งาน 6 ชั่วโมง เครื่องสูบน้ำ 3,000 วัตต์ เปิดใช้งาน 10 ชั่วโมง ถ้าค่าไฟฟ้ายูนิตละ 2 บาท บ้านหลังนี้เสียค่าไฟฟ้าเท่าใด (ทักษะการคำนวณ)
- ก. 6.40 บาท ข. 7.20 บาท
 ค. 60.00 บาท ง. 85.60 บาท
 จ. 90.10 บาท

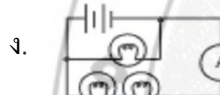
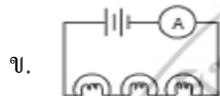
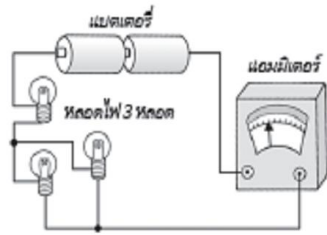
31. จากตารางค่าไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเดือน

เดือน	ค่าไฟฟ้าที่ใช้ (บาท)
ม.ค.	202
ก.พ.	300
มี.ค.	940
เม.ย.	750
พ.ค.	1600

นักเรียนจะเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลแบบใดที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุด (ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย)

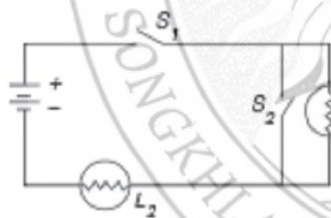
- ก. ตารางภาพ ข. แผนภูมิรูปวงกลม
 ค. กราฟเส้น ง. เขียนภาพและบรรยาย
 จ. แผนภูมิแท่ง

32. การต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าดังรูปต่อไปนี้ ถ้านักเรียนจะเขียนเป็นวงจรไฟฟ้าจะเขียนได้ดังวงจรใด (ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย)



จ. ไม่มีข้อใดถูก

33. ถ้าต้องการให้หลอดไฟฟ้า L_1 สว่าง ต้องกดสวิตช์ใด (ทักษะการลงความคิดเห็น)



ก. S_1 เท่านั้น

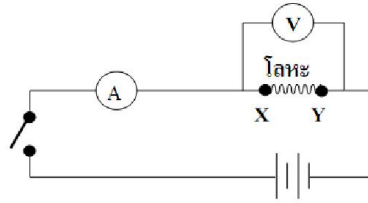
ข. S_2 เท่านั้น

ค. S_1 และ S_2

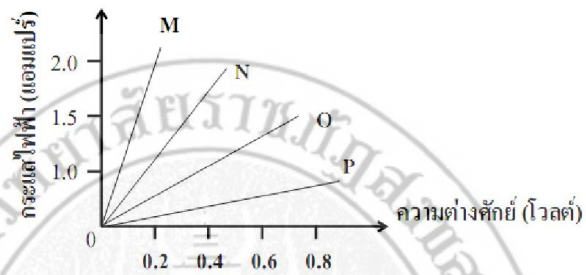
ง. กด S_1 แล้วจึงกด S_2

จ. กด S_2 แล้วจึงกด S_1

34. ภาพวงจรไฟฟ้าที่เชื่อมต่อด้วยโลหะชนิด M หรือ N หรือ O หรือ P ระหว่างจุด X และ Y



เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าของโลหะชนิด M N O และ P



จากกราฟถ้าโลหะแต่ละชนิดมีความยาวและพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน โลหะชนิดใดมีความต้านทานสูงที่สุด

(ทักษะการลงความคิดเห็น)

ก. M

ข. N

ค. O

ง. P

จ. O และ P

35. ตารางแสดงจำนวนคนที่อาศัยในบ้านและค่าไฟฟ้า

จำนวนคน (คน)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
2	150
4	200
6	250
8	300
10	350

ถ้าจำนวนคนที่อาศัยในบ้านเพิ่มขึ้นเป็น 15 คน ค่าไฟฟ้าจะเป็นเท่าใด (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. 400 บาท ข. 420 บาท
ค. 450 บาท ง. 475 บาท
จ. 500 บาท

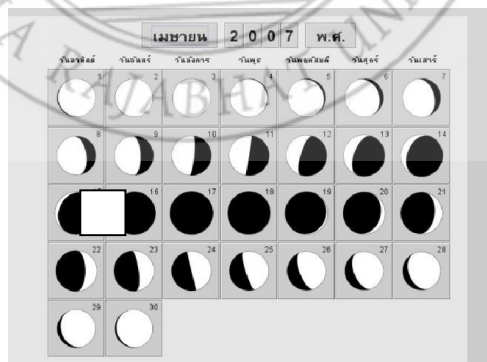
36. ถ้านักเรียนนำหลอดไฟฟ้าขนาด 80 W 110 V ไปใช้กับไฟฟ้าในบ้านที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 V แล้ว ผลที่เกิดขึ้นคืออะไร (ทักษะการพยากรณ์)

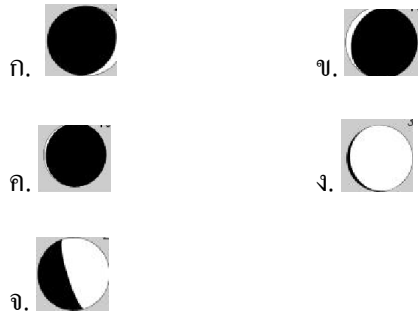
- ก. ฟิวส์ขาด
ข. เปลืองไฟฟ้ามมาก
ค. ไส้หลอดไฟฟ้าขาด
ง. ให้ความสว่างน้อยลง
จ. ประหยัดไฟฟ้า

37. ชื่อใด ไม่ เข้าพวกเดียวกัน (ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. ข้างขึ้นข้างแรม
ข. จันทรุปราคา
ค. รุ่งกินน้ำ
ง. น้ำขึ้นน้ำลง
จ. กลางวันกลางคืน

38. ชื่อใดคือลักษณะของดวงจันทร์ที่หายไปจากภาพข้างล่าง (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา)




















39. ข้อใดคือลักษณะของดวงจันทร์ที่มองเห็นจากโลกในตำแหน่งที่ 1 3 และ 6 ตามลำดับ (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปคกับสเปสและสเปคกับเวลา)

Diagram showing the Moon's orbit around Earth. The Earth is at the center, and the Moon orbits in a circle. Eight positions are marked with numbers 1 through 8. An arrow labeled 'แสงอาทิตย์' (Sunlight) points from the left. The Moon is shown in various phases at each position. The Earth is labeled 'โลกที่เรามองเห็น' (The Earth we see).

Options for moon phases:

- ก.   
- ข.   
- ค.   
- ง.   
- จ.   

40. ข้อใดเรียงลำดับการเกิดจันทรุปราคาได้ถูกต้อง (ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา)



1



2



3



4



5



6



7

- ก. 7, 6, 5, 1, 2, 3, 4
 ข. 1, 2, 3, 5, 6, 4, 7
 ค. 7, 5, 4, 6, 3, 2, 1
 ง. 1, 4, 5, 3, 2, 6, 7
 จ. 3, 1, 4, 5, 7, 6, 2

41. เมื่อดาวศุกร์โคจรมาอยู่ในแนวเดียวกันกับโลกและดวงอาทิตย์ ซึ่งขณะนั้นดาวศุกร์จะอยู่ใกล้โลกมากที่สุด ผู้สังเกตบนโลกจะมองเห็นดาวศุกร์หรือไม่ เพราะอะไร (ทักษะการลงความคิดเห็น)
- ก. เห็นสว่างที่สุด เพราะอยู่ใกล้โลกมากที่สุด
 ข. เห็นสว่างที่สุด เพราะสะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์มากที่สุด
 ค. ไม่เห็น เพราะดวงอาทิตย์จะบังดาวศุกร์พอดี
 ง. ไม่เห็น เพราะหันด้านมืดเข้าหาโลกพอดี
 จ. ไม่มีข้อใดถูก

42. ข้อมูลต่อไปนี้แสดงเวลาที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ

ดาวเคราะห์	เวลา (เวลาโลก)
พุธ	88 วัน
ศุกร์	225 วัน
โลก	365.24 วัน
อังคาร	687 วัน

ถ้ามีปรากฏการณ์จันทรุปราคาที่ทำให้โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ช้ากว่าเดิม คือ 1 รอบ ใช้เวลาประมาณ 450 วัน และโลกยังคงอยู่ในระบบสุริยะ ตำแหน่งของโลกในระบบสุริยะน่าจะเป็นอย่างไร

(ทักษะการพยากรณ์)

- ก. จะขยับใกล้ดาวศุกร์มากขึ้น
- ข. จะขยับใกล้ดาวอังคารมากขึ้น
- ค. จะไปอยู่ระหว่างดาวพุธและศุกร์
- ง. จะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากกว่าดาวอังคาร
- จ. จะขยับใกล้ดวงอาทิตย์มากขึ้น

43. จากคำกล่าวที่ว่า “สิ่งที่เรามองเห็นบนท้องฟ้าเวลากลางคืน เช่น ดาวฤกษ์และดาราจักรนั้นความจริงเป็นอดีต คือเหตุการณ์ที่ผ่านมาแล้วทั้งสิ้น” นักเรียนคิดว่าเป็นความจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

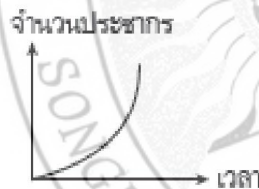
(ทักษะการลงความคิดเห็น)

- ก. ไม่จริง สิ่งที่เห็นก็คือปัจจุบันเวลาตรงกับโลก
- ข. ไม่จริง เหตุการณ์บนดวงดาวต่างๆ เกิดขึ้นทันทีที่เราเห็น
- ค. จริง เพราะเราสามารถถ่ายภาพดาวต่าง ๆ ได้ทันที
- ง. จริง เพราะกว่าแสงจะเดินทางมาถึงโลกต้องใช้เวลานาน
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

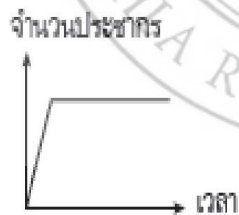
44. ข้อใดใช้เครื่องมือวัด หน่วยวัด สิ่งที่จะวัด ได้เหมาะสมมากที่สุด (ทักษะการวัด)
- เชือกค้าย หน่วยวัดเป็นเมตร วัดเส้นรอบวงของขอบถ้ำน้ำ
 - เทอร์มอมิเตอร์ หน่วยวัดเป็นองศาฟาเรนไฮต์ วัดอุณหภูมิของน้ำในบ่อปลา
 - ไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร วัดความกว้างของสนามตะกร้อ
 - ตาชั่งสปริง หน่วยวัดเป็นกิโลกรัม ชั่งกระป๋องโค้ก
 - ไม้เมตร หน่วยวัดเป็นเมตร วัดรอบลำต้นของต้นहुกวาง
45. จากการสำรวจประชากรหนูนาในจังหวัดอุดรธานี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543–2552 กราฟที่แสดงอัตราการเพิ่มของประชากรหนูนาควรเป็นแบบใด (ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย)

ปี (พ.ศ.)	จำนวน (ล้านตัว)	ปี (พ.ศ.)	จำนวน (ล้านตัว)
2543	200	2548	780
2544	360	2549	810
2545	570	2550	815
2546	620	2551	817
2547	700	2552	818

ก.



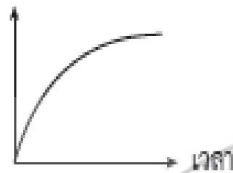
ข.



ค. จำนวนประชากร



ง. จำนวนประชากร



จ. ไม่มีข้อใดถูก

46. นักเรียนเห็นด้วยกับการกระทำของใคร ในการเพิ่มรายได้ให้แก่ตนเองโดยยึดหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (ทักษะการลงความคิดเห็น)
- นิคจับม้าน้ำมาตากแห้งขายให้กับร้านขายยาโบราณ
 - หน้อยเก็บกล้วยไม้และเฟิร์นจากป่ามาขายให้คนเมือง
 - น้อยเก็บเปลือกหอยและเศษปะการังตามชายหาดมาประดิษฐ์เป็นของที่ระลึกขายนักท่องเที่ยว
 - น้ำเก็บของพลาสติกที่มีคนทิ้งไว้ข้างทางมาสะสมไว้ขาย
 - นุ่นเก็บหินสวยงามจากน้ำตกกลับมาจัดสวนหย่อมที่บ้าน
47. “ถ้าเกษตรกรใช้ยาปราบศัตรูพืชในเรือสวนไร่นาแล้ว แหล่งน้ำบริเวณนั้นย่อมได้รับพิษจากยาดังกล่าว” นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด (ทักษะการลงความคิดเห็น)
- เห็นด้วย เพราะสารพิษไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้
 - เห็นด้วย เพราะยาปราบศัตรูพืชจะละลายไปกับน้ำ ทำให้น้ำมีสารพิษปะปนอยู่
 - ไม่เห็นด้วย เพราะธรรมชาติมีกลไกในการสลายและกำจัดสารพิษ
 - ไม่เห็นด้วย เพราะยาปราบศัตรูพืชส่วนใหญ่ย่อยสลายได้ง่าย ไม่มีพิษตกค้าง
 - ไม่เห็นด้วย เพราะยาปราบศัตรูพืชราคาถูกและสลายได้

48. การใช้สารซีเอฟซีในทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศข้อใดต่อไปนี้ เป็นผลกระทบจากการลดลงของโอโซน (ทักษะการลงความคิดเห็น)

1 มะเร็งผิวหนังเพิ่มขึ้น	2 ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง
3 แพลงก์ตอนในทะเลลดลง	4 รังสียูวีแผ่มายังพื้นโลกเพิ่มขึ้น

- ก. 1 และ 4
 ข. 1, 2 และ 3
 ค. 1, 2 และ 4
 ง. 1 และ 3
 จ. 1, 2, 3 และ 4
49. ถ้าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น จะเกิดผลในลักษณะใด (ทักษะการพยากรณ์)
- ก. ฝนไม่ตกตามฤดูกาล
 ข. อุณหภูมิของโลกจะต่ำลง
 ค. อุณหภูมิของโลกจะสูงขึ้น
 ง. พืชไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
 จ. มีฝนตกมากขึ้น
50. จากรูปนักเรียนคิดว่า จะส่งผลอย่างไรมากที่สุดในระยะยาว (ทักษะการพยากรณ์)



- ก. ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น
 ข. ราคาขายแม่แมลงเพิ่มขึ้น
 ค. สารพิษตกค้างส่งผลต่อสัตว์และผู้บริโภค
 ง. ผู้บริโภคได้ซื้อผักที่ไม่มีแมลงกัดกิน
 จ. แมลงศัตรูพืชตายเป็นจำนวนมาก

51. การศึกษาอุณหภูมิกับช่วงเวลาการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชชนิดหนึ่ง เป็นดังนี้

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	จำนวนเมล็ดที่งอก
10	1
15	5
20	8
25	20
30	30
40	10
45	6

การทดลองข้างต้นใช้ทดสอบสมมติฐานข้อใด (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. พืชแต่ละชนิดมีการงอกที่ต่างกัน
- ข. อุณหภูมิที่ต่างกันทำให้การงอกของเมล็ดพืชต่างกัน
- ค. อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา
- ง. พืชและอุณหภูมิที่ต่างกันมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา
- จ. ชนิดของพืชมีผลต่อช่วงเวลาในการงอก

52. ปัจจุบันพืชที่เพาะปลูกในชุมชนมักจะเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งเกิดจากพื้นดินประกอบด้วยดินเสียเป็นส่วนใหญ่ สมมติฐานใดตรงกับปัญหาดังกล่าว (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. การเผาซากพืชที่ปลูกในบริเวณนั้นหลังฤดูเก็บเกี่ยว
- ข. เกษตรกรไม่ได้ปุ๋ยเคมีบำรุงพืชที่ปลูกในบริเวณนั้น
- ค. เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่เกินความจำเป็น
- ง. พื้นดินบริเวณนั้นใช้เพาะปลูกมากเกินไปทำให้ขาดสารอาหารและแร่ธาตุที่พืชต้องการ
- จ. เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีราคาถูกเกินไป

53. จากการทดสอบใช้สมุนไพรในการไล่ยุงได้ผลดังนี้

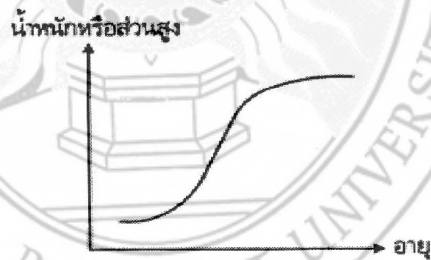
สมุนไพรที่ใช้	ยุงที่ตาย (ตัว)
กระเทียม	7
มะกรูด	3
ตะไคร้หอม	9
ขิง	4

*ยุงที่ใช้ทั้งหมด 40 ตัวแบ่งทดสอบสมุนไพรละ 10 ตัว

ข้อใดสรุปได้ถูกต้องที่สุด (ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)

- ก. ยุงตายเพราะขาดอากาศหายใจ
- ข. มะกรูดและขิงมีประสิทธิภาพกำจัดยุงใกล้เคียงกัน
- ค. สมุนไพรแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพกำจัดยุงที่ต่างกัน
- ง. กระเทียมและตะไคร้หอมมีประสิทธิภาพกำจัดยุงใกล้เคียงกัน
- จ. ตะไคร้หอมมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงได้ดีที่สุด

54. พิจารณากราฟแสดงการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต จากกราฟข้อใดสรุปได้ถูกต้อง (ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)



- ก. สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโตต่อเนื่องตั้งแต่เกิดจนตาย
- ข. สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอในระยะแรกและคงที่ในระยะหลัง
- ค. สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโตรวดเร็วในระยะแรกและลดลงในระยะหลัง
- ง. สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยในระยะแรกและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะต่อมา ส่วนระยะสุดท้ายเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ
- จ. ไม่มีข้อใดถูก

55. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า ดินบริเวณ ก เหมาะ ในการปลูกมะเขือเทศมากกว่าดินบริเวณ ข ในการทดลองมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

- (1.) พันธุ์มะเขือเทศ (2.) ชนิดของดิน
(3.) ความสูงของต้นมะเขือเทศ (4.) การใส่ปุ๋ย (5.) ปริมาณน้ำ

ตัวแปรที่ต้องกำหนดให้เหมือนกันคือข้อใด (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

ก. 1, 3, 4

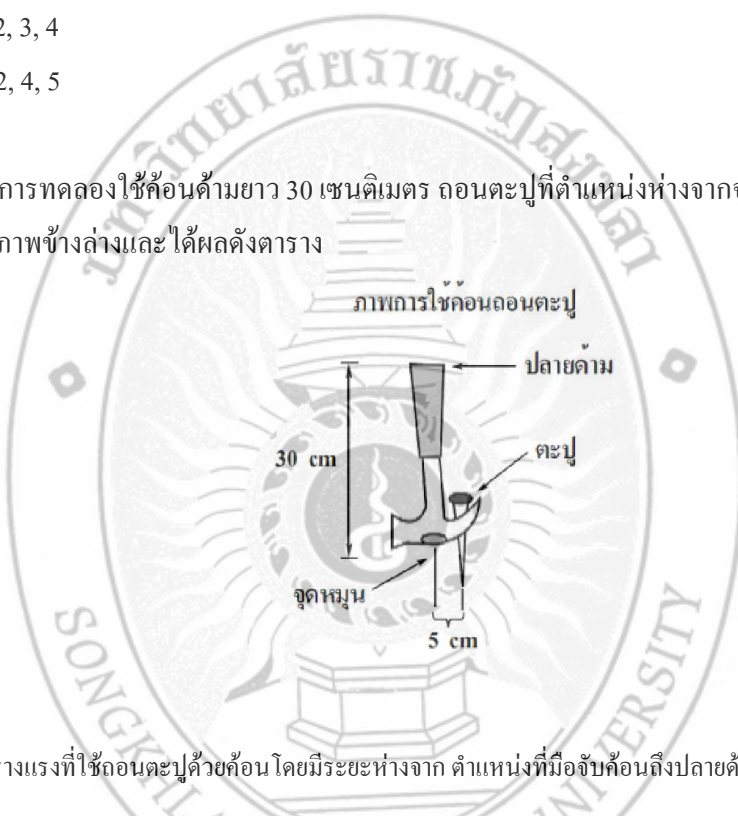
ข. 1, 2, 3

ค. 1, 2, 4

ง. 2, 3, 4

จ. 2, 4, 5

56. ในการทดลองใช้ก้อนด้ามยาว 30 เซนติเมตร ถอนตะปูที่ตำแหน่งห่างจากจุดหมุน 5 เซนติเมตร ดังภาพข้างล่างและได้ผลดังตาราง



ตารางแรงที่ใช้ถอนตะปูด้วยก้อน ด้ามมีระยะห่างจาก ตำแหน่งที่มือจับก้อนถึงปลายด้ามระยะต่าง ๆ

ระยะห่างที่มือจับก้อนถึงปลายด้าม (เซนติเมตร)	แรงที่ใช้ถอนตะปู (นิวตัน)
0	10
5	20
10	30

จากตาราง ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คืออะไร (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. ความยาวของค้ำค้อน
- ข. แรงที่ใช้ถอนตะปู
- ค. ตำแหน่งที่มือจับค้ำค้อน
- ง. ระยะห่างของตะปูถึงจุดหมุน
- จ. แรงที่ใช้และความยาวของค้ำค้อน

57. ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่า แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วหรือไม่ จะต้องออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง)

- ก. ปลูกเมล็ดถั่วแยกเป็น 2 ภาชนะ ชุดหนึ่งให้ได้รับแสงอีกชุดหนึ่งวางในที่มืดนอกนั้นให้ปัจจัยอื่น ๆ เหมือนกันหมด
- ข. ปลูกเมล็ดถั่วเขียวและถั่วแดงแยกเป็น 2 ภาชนะไม่ให้แสงเหมือนกันแล้วเปรียบเทียบการเจริญเติบโต
- ค. ปลูกเมล็ดถั่วแยกเป็น 2 ภาชนะ ภาชนะหนึ่งให้แสงและน้ำ อีกภาชนะหนึ่งไม่ให้ทั้งแสงและน้ำ แล้วเปรียบเทียบการเจริญเติบโต
- ง. ปลูกเมล็ดถั่วเขียวและถั่วฝักยาวแยกเป็น 2 ภาชนะ ภาชนะหนึ่งให้แสง อีกภาชนะหนึ่งไม่ให้แสง แล้วเปรียบเทียบการเจริญเติบโต
- จ. ปลูกเมล็ดถั่วแยกเป็น 2 ภาชนะ ภาชนะหนึ่งให้รับแสงและปุ๋ย อีกภาชนะหนึ่งให้ขาดแสงและปุ๋ย แล้วเปรียบเทียบการเจริญเติบโต

58. ถ้าต้องการศึกษาเรื่องอุณหภูมิของอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละวันมีผลต่อการฟักไข่ของแม่ไก่ นักเรียนจะออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง)

ก.

วันที่	จำนวนไข่ที่ฟัก (ใบ)

ข.

วันที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

ก.

วันที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	จำนวนไข่ที่ฟัก (ใบ)

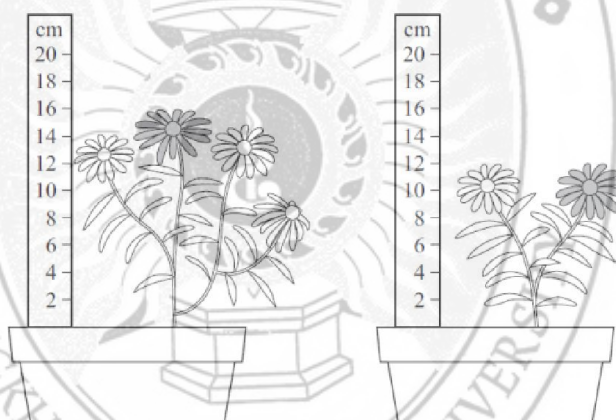
ง.

วันที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ในการฟัก (นาท)	จำนวนไข่ที่ฟัก (ใบ)

จ.

วันที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ในการฟัก (นาท)

59. ข้อใดเป็นการวัดความเจริญเติบโตของพืชดังภาพข้างต้น
(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)



- ก. วัดความสูงของต้นและนับจำนวนดอก
 ข. ชั่งน้ำหนักต้นและนับจำนวนดอก
 ค. วัดความสูงของต้นและนับจำนวนราก
 ง. ชั่งน้ำหนักต้นและนับจำนวนใบ
 จ. วัดความยาวของใบและนับจำนวนดอก

60. จากการทดลองศึกษาผลของแสงต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักนึ่งสามารถวัดผลการเจริญเติบโตได้ตามข้อใด (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)
- ก. วัดความยาวของยอด
 - ข. ชั่งน้ำหนักของต้น
 - ค. นับจำนวนราก
 - ง. ชั่งน้ำหนักของใบ
 - จ. วัดความสูงของต้น



ตาราง 33 จำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สาระการเรียนรู้						รวม (ข้อ)
	1	2	4	5	7	8	
1. การสังเกต	1,2	8,15,16	-	-	-	-	5
2. การวัด	-	9	26	-	-	44	3
3. การจำแนกประเภท	-	10	-	28	37	-	3
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับ เวลา	-	12,18	-	-	38,39,40	-	5
5. การคำนวณ	3,4	17	24,25,29	30	-	-	7
6. การจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อ ความหมาย	5	11,13,19,21	-	31,32	-	45	8
7. การลงความคิดเห็น	6,7	14,20	-	33,34	41,43	46,47,48	11
8. การพยากรณ์	-	22,23	-	35,36	42	49,50	7
9. การตั้งสมมติฐาน	-	-	-	-	-	51,52	2
10. การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	-	-	-	-	-	59,60	2
11. การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	-	-	-	-	-	55,56	2
12. การทดลอง	-	-	-	-	-	57,58	2
13. การตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	-	-	27	-	-	53,54	3
รวม (ข้อ)	7	16	4	9	7	17	60

หมายเหตุ	1	หมายถึง	สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
	2	หมายถึง	สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
	4	หมายถึง	สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
	5	หมายถึง	สาระที่ 5 พลังงาน
	7	หมายถึง	สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ
	8	หมายถึง	สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจงการดำเนินการสอบ

การนำแบบทดสอบฉบับนี้ไปใช้ผู้ใช้จะต้องมีการเตรียมก่อนสอบและดำเนินการสอบพร้อมนำผลคะแนนเทียบกับเกณฑ์มาเพื่อสรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีรายละเอียดดังนี้

1. การเตรียมการก่อนสอบ

1.1 การเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ผู้ดำเนินการสอบจะต้องจัดเตรียมสิ่งต่อไปนี้

1.1.1 ศึกษารายละเอียดการดำเนินการจากคู่มือการดำเนินการสอบ

1.1.2 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ พร้อมกระดาษคำตอบ ซึ่งควรเผื่อไว้ประมาณ 5% ของผู้เข้าสอบ

1.1.3 นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน

1.2 สถานที่สอบ การจัดที่นั่งสอบ โต๊ะ เก้าอี้ ควรมีขนาดเหมาะสมกับผู้เข้าสอบ แต่ละโต๊ะควรห่างกันพอสมควร เว้นระยะให้ผู้คุมสอบเดินผ่านและตรวจดูได้โดยสะดวกและทั่วถึง โดยผู้คุมสอบ 1 คน จะสามารถคุมสอบผู้เข้าสอบได้ ประมาณ 30 คน

1.3 การเตรียมตัวของผู้คุมสอบ ผู้คุมสอบต้องอ่านคำชี้แจงของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ละเอียด

1.4 บรรยากาศในห้องสอบ ควรปราศจากเสียงรบกวนจากภายนอก และผู้คุมสอบควรสร้างความเป็นกันเองกับผู้สอบเพื่อไม่ให้ผู้สอบเครียด

2. วิธีดำเนินการสอบ

2.1 การแจกแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แจกกระดาษคำตอบก่อน เพื่อให้ผู้เข้าสอบกรอรายละเอียดก่อนในหัวกระดาษคำตอบ และแจกแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในภายหลัง

2.2 อธิบายคำชี้แจงให้กับผู้เข้าสอบทราบ มีรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะแบบทดสอบ วิธีการตอบ และเวลาที่ใช้ในการสอบ มีรายละเอียดการอธิบายดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

2.2.2 ให้เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก 5 ตัวเลือก

2.2.3 เวลาที่ใช้ในการสอบ 90 นาที

2.3 ในการสอบผู้คุมสอบจะต้องคอยสังเกตการณ์เป็นอย่างดี เพื่อมิให้ผู้เข้าสอบทุจริตในการสอบ

2.4 ผู้คุมสอบจะต้องเตือนผู้เข้าสอบล่วงหน้า 10 นาที ก่อนหมดเวลาสอบ

3. วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลาสอบ

เมื่อเสร็จสิ้นการสอบ ให้ผู้ดำเนินการสอบเก็บและตรวจนับจำนวนของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ครบจำนวน เพื่อป้องกันการสูญหาย

การตรวจให้คะแนน ให้ตรวจตามเฉลย ถ้าถูกให้ 1 คะแนน ผิดให้ 0 คะแนน โดยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเต็ม 60 คะแนน นำคะแนนดิบที่ได้ไปเทียบกับคะแนนเกณฑ์มาตรฐานปกติเพื่อแปลความหมาย

เฉลยแบบทดสอบ					
1.ก	2.ก	3.ข	4.ก	5.ง	6.ข
7.ง	8.ข	9.ง	10.ก	11.ง	12.ก
13.ค	14.ก	15.จ	16.จ	17.ก	18.ข
19.ก	20.ข	21.ก	22.ก	23.ข	24.ข
25.ง	26.ค	27.ง	28.จ	29.ก	30.ง
31.จ	32.ก	33.ก	34.ง	35.ง	36.ข
37.ค	38.ข	39.ก	40.ง	41.ง	42.ข
43.ค	44.ง	45.ง	46.ง	47.ข	48.จ
49.ค	50.ค	51.ข	52.ค	53.จ	54.ง
55.ก	56.ค	57.ก	58.ง	59.ก	60.จ

4. การแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การแปลความหมายของคะแนนแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการทดสอบรวมทั้ง 13 ทักษะ ซึ่งสามารถนำคะแนนดิบมาเทียบตารางเกณฑ์ปกติคะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 34 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนที่-ปกติมาตรฐาน

คะแนนดิบ	PR	T	คะแนนดิบ	PR	T
30	71.57	55	57	99.93	82
29	70.29	55	56	99.79	78
28	68.57	54	55	99.64	76
27	65.79	54	54	99.43	75
26	62.79	53	53	98.93	73
25	60.64	52	52	98.14	70
24	58.57	52	51	96.93	68
23	55.93	51	50	95.71	66
22	53.00	50	49	94.36	65
21	49.86	49	48	93.07	64
20	46.43	49	47	91.64	63
19	43.07	48	46	90.21	62
18	40.00	47	45	89.71	62
17	35.79	46	44	89.29	62
16	30.64	44	43	88.57	62
15	26.00	43	42	87.29	61
14	21.50	42	41	85.71	60
13	16.71	40	40	84.50	60
12	11.71	38	39	83.43	59
11	8.07	35	38	81.86	59
10	5.86	34	37	80.21	58
9	3.43	31	36	79.21	58
8	1.43	28	35	78.36	57
7	0.50	24	34	76.86	57
6	0.21	14	33	75.50	56
5	0.14	13	32	74.21	56
4	0.07	12	31	72.79	56

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายเกณฑ์ปกติไว้ดังนี้

ตั้งแต่ T_{68} และสูงกว่า แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก
 ตั้งแต่ $T_{54} - T_{67}$ แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
 ตั้งแต่ $T_{40} - T_{53}$ แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
 ตั้งแต่ $T_{26} - T_{39}$ แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ
 ตั้งแต่ T_{25} และต่ำกว่า แปลว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก

