การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 10

นางสาวอรวรรณ แสงเทพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2559

Development of a Science Process Skills Test for Mathayom Suksa I Students in Schools under the Secondary Education Service Area Office 10

Miss Orawan Sangtep

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for

the Degree of Master of Education in Educational Evaluation

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2016

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

ชื่อและนามสกุล นางสาวอรวรรณ แสงเทพ

แขนงวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร. บุญศรี พรหมมาพันธุ์

2. อาจารย์ ดร. ลาวัลย์ รักสัตย์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2560

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญศรี พรหมมาพันธุ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ลาวัลย์ รักสัตย์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์รสลิน ศิริยะพันธุ์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

ผู้วิจัย นางสาวอรวรรณ แสงเทพ **รหัสนักศึกษา** 2562500773

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การประเมินการศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร. บุญศรี พรหมมาพันธุ์ (2) อาจารย์ ดร. ลาวัลย์ รักสัตย์

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 และ (2) ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 375 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความตรง ความเที่ยง ความยากและค่าอำนาจจำแนก

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีจำนวน 45 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และ (2) แบบวัดทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์มีความตรงเท่ากับ 1.00 ความเที่ยงเท่ากับ .81 ความยากระหว่าง .20 -.78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .20-.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

คำสำคัญ การพัฒนาแบบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา

Thesis title: Development of a Science Process Skills Test for Mathayom Suksa I Students in Schools under the Secondary Education Service Area Office 10
Researcher: Miss Orawan Sangtep; **ID:** 2562500773;
Degree: Master of Education (Educational Evaluation);
Thesis advisors: (1) Dr. Boonsri Prommapun, Associate Professor;
(2) Dr. Lawan Ruksat; **Academic year:** 2016

Abstract

The objectives of this research were (1) to develop a science process skills test for Mathayom Suksa I students in schools under the Secondary Education Service Area Office 10; and (2) to investigate quality of the developed science process skills test for Mathayom Suksa I students in schools under the Secondary Education Service Area Office 10.

The research sample consisted of 375 Mathayom Suksa I students in schools under the Secondary Education Service Area Office 10, obtained by stratified random sampling. The instrument used in this research was a science process skills test which was an objective test with 4-choice test items. Data on test try-out were statistically analyzed to determine indicators of the test quality which included the validity, reliability, difficulty index, and discrimination index.

Research findings were as follows: (1) the developed science process skills test contained 45 test items for assessment of 13 science process skills, namely, observing, classifying, finding space/space and space/time relationships, calculating, data processing and communicating, inferring, predicting, formulating hypothesis, formulating operational definition, identifying and controlling variables, experimenting, interpreting data, and making conclusion; and (2) the IOC index for validity of the test was 1.00; the reliability was .81; the difficulty indices were in the range of .20 to .78; and the discrimination indices were in the range of .20 to .60, all of which met the predetermined criteria.

Keywords: Test development, Science process skills test, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี พรหมมาพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ อาจารย์ ดร. ลาวัลย์ รักสัตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาแนะนำและให้ความอนุเคราะห์แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ ครั้งนี้ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สงวนสิริ รุ่งเกียรติ์สกุล อาจารย์ทรงเกียรติ อิงคามระธร ศน.ประภัสสร์ อินทร คุณครูเยาวลักษณ์ อิ่มสุทธิ์ และคุณครูประวิทย์ อ้อยเธียรชัย ที่กรุณาให้คำแนะนำและเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 10 ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ น้อง ที่ได้ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ที่ให้กำลังใจและให้คำแนะนำช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นการตอบแทนพระคุณบิดา มารดา บูรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม ตลอดจนประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

อรวรรณ แสงเทพ

กุมภาพันธ์ 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 4
กรอบแนวคิดการวิจัย 5
ขอบเขตของการวิจัย 6
นิยามศัพท์เฉพาะ 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 10
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 10
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 17
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 57
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 57
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 59
การเก็บรวบรวมข้อมูล 64
การวิเคราะห์ข้อมูล 64
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 65
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา โดยหาการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง 65
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความยาก อำนาจจำแนกรายข้อ และความเที่ยง ของแบบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับ 3 ฉบับ 68

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 73
สรุปการวิจัย 73
อภิปรายผล 75
ข้อเสนอแนะ 78
บรรณานุกรม 80
ภาคผนวก 85
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 86
ข ผลการวิเคราะห์ความตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 90
ค คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 95
ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 106
ประวัติผู้วิจัย 121

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 57

ตารางที่ 3.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น 58

ตารางที่ 3.3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนที่ใช้ในการวิจัย 59

ตารางที่ 3.4 แสดงผังข้อสอบสำหรับการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 60

ตารางที่ 3.5 สรุปจำนวนข้อสอบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 62

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง 65

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ครั้งที่ 3 68

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ 71

ตารางที่ 4.4 สรุปคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกรายทักษะ จำนวน 45 ข้อ 72

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 5
ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 59

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาคือการเตรียมกำลังคนเพื่อเป็นกำลังของชาติในอนาคต ในทางเศรษฐกิจ เนื่องจากในสังคมโลกสมัยใหม่การเปลี่ยนแปลงลักษณะของกำลังคนที่ตลาดแรงงานต้องการ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เยาวชนต้องได้รับการเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการแข่งขันในตลาดแรงงาน การเตรียมตัวไม่จำกัดเพียงแต่ให้มีความรู้ที่ได้เรียนในโรงเรียนเท่านั้น หากแต่ยังต้องให้สามารถใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์และบริบทต่างๆ อย่างกว้างขวางในชีวิตจริงในอนาคต นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่า เศรษฐกิจที่มั่นคงมีพื้นฐานอยู่บนคุณภาพของการศึกษาที่เยาวชนได้รับ การแข่งขันทางเศรษฐกิจจึงผลักดันให้มีการตื่นตัวทางการศึกษามีการแข่งขันความเป็นเลิศในทางการศึกษา ในทุกประเทศที่ต้องการรักษาระดับความสามารถในการแข่งขัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ประเทศชาติจึงให้ความสำคัญกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐานโดยมีวัตถุประสงค์หลัก นอกจากเพื่อเตรียมสร้างทรัพยากรบุคคลที่มีคุณภาพสำหรับสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มสมมรรถนะของชาติทางเศรษฐกิจและการแข่งขันในประชาคมโลกแล้วยังเป็นการเตรียมตัวประชาชนให้สามารถอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพที่ดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น.1) วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มุ่งพัฒนาคน ผ่านการเรียนรู้การค้นหาความจริงเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ โดยมีกระบวนการและวิธีค้นคว้าหาความรู้ที่มีขั้นตอนมีระเบียบแบบแผน วิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจใน

ธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม มุ่งหวังให้มีการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพิ่มเติม มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ , 2552, น. 92)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจัดการเรียนวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 7 สาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการจัดการเรียนรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องหลากหลาย กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโลกศตวรรษที่ 21 ควรต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติจริง สัมผัสจริง มีกระบวนการสำรวจทดลอง ตรวจสอบด้วยเครื่องมือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบ กล้าคิดกล้าแสดงออกโดยใช้วิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 กระบวน คือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ, 2547, น. 38-41)

การเรียนวิทยาศาสตร์ผู้เรียนให้สัมฤทธิ์ผลนั้นจำเป็นต้องมีทักษะกระบวนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งพื้นฐาน และเป็นสิ่งเริ่มต้นในการที่จะเรียนรู้ในสิ่งอื่นๆ เสมอ หากผู้เรียนมีทักษะกระบวนการย่อมต้องส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีหลายแบบ เช่น การสอนแบบสืบเสาะ การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนแบบบูรณาการ การสอนแบบโครงงาน ฯลฯ ซึ่งการจะสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนใดนั้นขึ้นกับความเหมาะสมของเนื้อหาและบทเรียนว่าเหมาะสมจะใช้รูปแบบใดในการสอน นอกเหนือจากการจัดการเรียนการสอนที่ดีและเหมาะสมนั้น สิ่งที่สำคัญอีกสิ่งหนึ่งคือการวัดและประเมินผล การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผล การวัดผลและประเมินผลเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการวัดผลและประเมินผลเป็นการตรวจสอบหรือยืนยันว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามที่หลักสูตรต้องการหรือไม่ การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น

ผู้สอนจำเป็นต้องพัฒนาและวัดประเมินผลผู้เรียนตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นเป้าหมายของหลักสูตร และเป็นเป้าหมายหลักของการวัดประเมินผลการเรียนรู้ ทุกระดับชั้นเรียน จึงต้องดำเนินการวัดและประเมินผลทั้งก่อนพัฒนา ระหว่างการพัฒนา และภายหลังการพัฒนา เพื่อความมั่นใจในระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนแต่ละคน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดเกณฑ์แกนกลางเป็นข้อกำหนดขั้นของการจบหลักสูตร การวัดผลและประเมินผลทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่นิยมวัดผลด้วยแบบทดสอบเลือกตอบเนื่องจากสามารถครอบคลุมวัตถุประสงค์รายละเอียดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 กระบวน อีกทั้งสามารถหาคุณภาพของแบบทดสอบและสร้างความเชื่อมั่นให้กับผลการทดสอบที่ออกมาได้ ซึ่งผลการทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบ จะสามารถนำมาแก้ไขความบกพร่องเพื่อนำมาจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น การวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ การได้ประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เป็นการช่วยพัฒนาปรับปรุงผู้เรียน และปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนของผู้สอนด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 28)

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลผู้เรียน ว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในเกณฑ์ระดับใด แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะแบ่งเป็นช่วงข้อสอบตามจำนวนทักษะตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ซึ่งเมื่อผลคะแนนของแต่ละทักษะออกมาจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนบกพร่องในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านใดบ้างเป็นการนำข้อมูลไปใช้ให้ประโยชน์ในพัฒนาการจัดกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนในระดับชั้นที่สูงขึ้น เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงผู้เรียน และซ่อมเสริมในทักษะที่ผู้เรียนขาดตกบกพร่อง อีกทั้งผู้สอนในระดับชั้นเดิมก็นำไปพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในทักษะที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์

ปัญหาในปัจจุบันพบว่าจำนวนผู้เรียนทางด้านสายวิทยาศาสตร์ลดจำนวนลง และนักเรียนที่จะศึกษาต่อระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและต่อระดับชั้นอุดมศึกษา ให้ความสำคัญที่ที่จะศึกษาต่อสาขาทางวิทยาศาสตร์น้อยลง อีกทั้งในการประเมินผลทางการเรียนของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ภาพรวมทั้งระดับประเทศ ได้แก่ การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในภาพรวมของโรงเรียนมีคุณภาพต่ำกว่าคะแนนภาพรวมระดับประเทศ และการประเมินผลทางการเรียนระดับนานาชาติ ได้แก่ การทดสอบ Programme for International Student Assessment (PISA) ซึ่งเป็นการทดสอบนักเรียนอายุ 15 ปี โดยวิชาวิทยาศาสตร์หนึ่งในสามด้าน ที่ผู้เรียนต้องสอบโดยเป็นการประเมินต่อเนื่องทุก 3 ปี แบบทดสอบที่นำมาทดสอบเป็นการเน้น

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการเรียนรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการได้ใช้คะแนนการสอบ PISA มาเป็นตัวบ่งชี้ข้อหนึ่งของความสำเร็จของการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลการทดสอบที่เกิดขึ้นบ่งชี้ว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำ (สสวท, 2558) ปัญหาผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ไม่ใช่เพียงปัญหาภาพรวมระดับประเทศเท่านั้น ในระดับเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 ซึ่งมีโรงเรียนในสังกัด 60 โรงเรียน ใน 4 จังหวัด ซึ่งประกอบไปด้วยจังหวัดเพชรบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดสมุทรสงคราม ปีการศึกษา 2557 ในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศถึง 46 โรงเรียน จากโรงเรียนทั้งหมด 60 โรงเรียน หรือคิดเป็นร้อยละ 76.67 ของโรงเรียนในสังกัดทั้งหมด ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

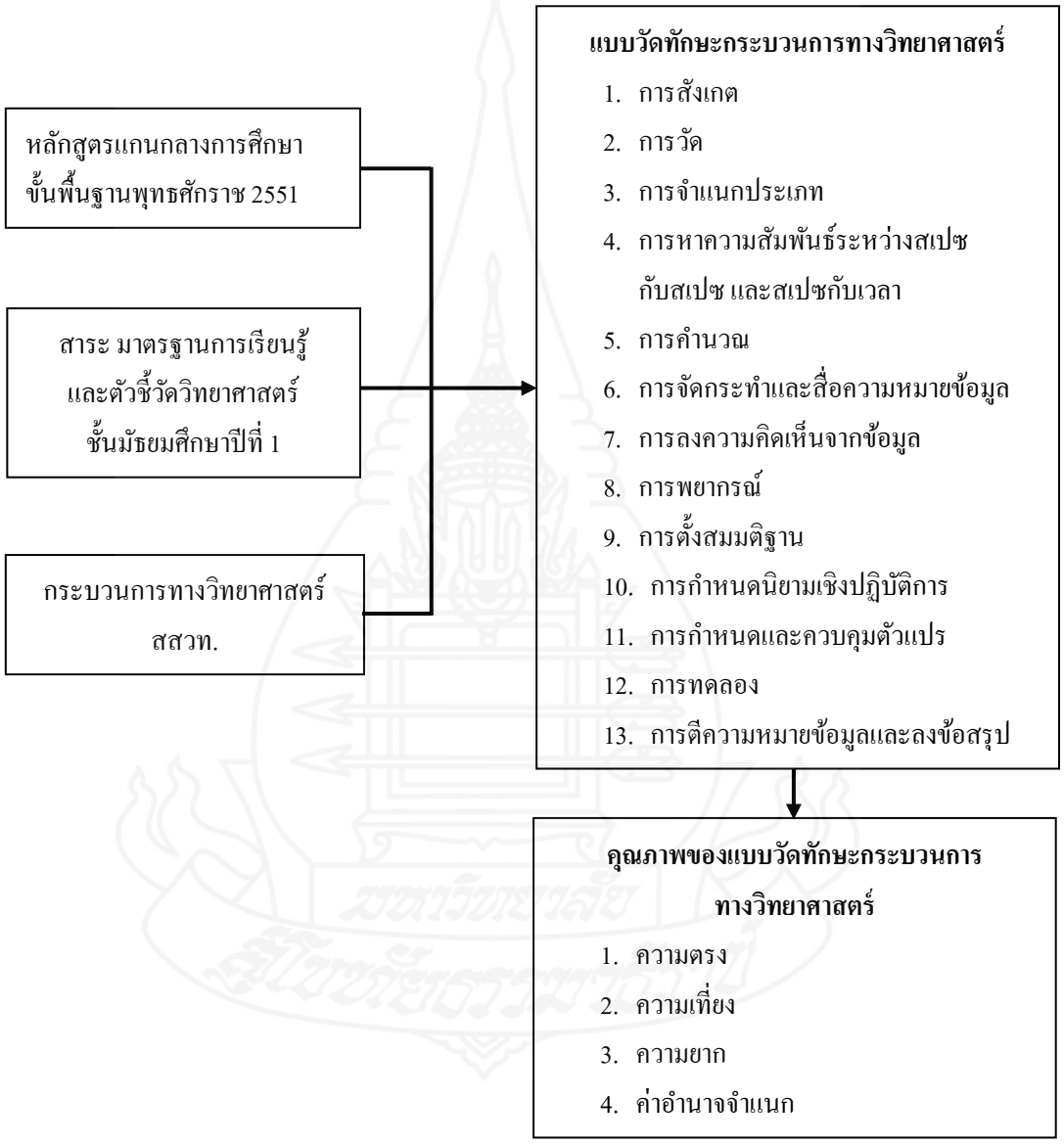
การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นได้เลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพราะเป็นปีเริ่มต้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จัดทำขึ้นครูผู้สอนจะได้นำมาประเมินปรับปรุงแก้ไขผู้เรียน และพัฒนาการจัดการการสอนเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน อีกทั้งเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จะต้องเข้าสู่การทดสอบระดับนานาชาติ TIMSS วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และการทดสอบระดับนานาชาติ Programme for International Student Assessment (PISA) และการทดสอบระดับประเทศ (O-NET) ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวัดประเมินผลทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำผลการทดสอบมาใช้แก้ไขความบกพร่องของผู้เรียนและผู้สอน เพื่อพัฒนาการจัดการการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางวิชาระดับวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 10,303 คน จาก 60 โรงเรียน ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะกระบวนการทั้ง 13 ทักษะ ซึ่งได้แก่

4.2.1 ทักษะการสังเกต

4.2.2 ทักษะการวัด

4.2.3 ทักษะการจำแนกประเภท

4.2.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

4.2.5 ทักษะการคำนวณ

4.2.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล

4.2.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

4.2.8 ทักษะการพยากรณ์

4.2.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

4.2.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

4.2.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

4.2.12 ทักษะการทดลอง

4.2.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 เนื้อหาในแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ เนื้อหา หรือสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถวัดความรู้ความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิดและการปฏิบัติเพื่อให้กระบวนการหาความรู้ดำเนินไปจนได้ความรู้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ทั้งสิ้น จำนวน 13 ทักษะดังนี้

5.1.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความชำนาญของนักเรียนในการใช้ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการมองเห็น ได้ยิน ดมกลิ่น รับรส และสัมผัส วัตถุหรือเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่เอาความรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณเดิมของผู้สังเกตลงไปข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

5.1.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความชำนาญในการเลือกและใช้เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

5.1.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความชำนาญในการแบ่งพวกหรือการเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยการหาเกณฑ์หรือสร้างเกณฑ์ในการจำแนกประเภท ซึ่งอาจใช้เกณฑ์ความเหมือนกัน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5.1.4 ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ เวลา ฯลฯ เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส คือ การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่างๆกัน ฯลฯ การหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกากับจังหวะการเต้นของชีพจร ฯลฯ การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่ไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

5.1.5 ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความชำนาญในการนำจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกต และการทดลองมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การหาค่าต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้จากการคำนวณ

5.1.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความชำนาญในการนำเอาข้อมูล ซึ่งได้มาจากการสังเกต การทดลอง มาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายขึ้นโดยนำเสนอในรูปแบบใหม่ เช่น กราฟ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร ฯลฯ การนำข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายๆ อย่างเช่นนี้เรียกว่า การสื่อความหมายข้อมูล

5.1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความชำนาญในการเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลอาจจะได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูลเดียวกันอาจลงความเห็นได้หลายอย่าง

5.1.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความชำนาญในการคาดคะเนหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว หรืออาศัยประสบการณ์ที่เกิดซ้ำ

5.1.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความชำนาญในการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้ มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

5.1.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความชำนาญในการกำหนดความหมาย และขอบเขตของค่าต่างๆ ที่มีอยู่ในสมมุติฐานที่จะทดลองให้มีความรัดกุม เป็นที่เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้ เช่น “การเจริญเติบโต” หมายความว่าอย่างไร ต้องกำหนดนิยามให้ชัดเจน เช่น การเจริญเติบโตหมายถึง มีความสูงเพิ่มขึ้น เป็นต้น

5.1.11 ทักษะการกำหนดควบคุมตัวแปร หมายถึง ความชำนาญในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

5.1.12 ทักษะการทดลอง หมายถึง ความชำนาญในกระบวนการที่ใช้ทักษะต่างๆ เช่น การสังเกตการวัด การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน มาใช้ร่วมกันเพื่อหาคำตอบ หรือทดลองสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1. การออกแบบการทดลอง 2. การปฏิบัติการทดลอง และ 3. การบันทึกผลการทดลอง

5.1.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความชำนาญในการบรรยายความหมายของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว การนำข้อมูลไปใช้จึงจำเป็นต้องตีความให้สะดวกที่จะสื่อความหมายได้ถูกต้องและเข้าใจตรงกัน หรืออาจแยกเป็นส่วนดังนี้คือ

1) การตีความหมายข้อมูล คือ การบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

2) การลงข้อสรุป คือ การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด

5.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

5.3 คุณภาพแบบวัด หมายถึง แบบวัดทักษะมีความตรง ความเที่ยง ความยาก และค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.4 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้มีวุฒิทางการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป ด้านการวิจัย ด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ หรือด้านอื่นๆ และเป็นผู้ปฏิบัติหน้าที่ด้านการวัดผลประเมินผล หรือมีประสบการณ์ด้านการสอนไม่ต่ำกว่า 10 ปี

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

6.2 เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนแก่ครูผู้สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

6.3 สถานศึกษาและสื่อ นักงานเขตพื้นที่การศึกษา สามารถนำไปประเมินทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 10 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
   1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์
   1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
   1.4 การวัดผลและการประเมินผล
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
   2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
   2.3 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
   3.1 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ
   3.3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยในประเทศ
   4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรการศึกษาพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน

เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องศึกษาเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 6 สาระการเรียนรู้และ 7 มาตรฐานการเรียนรู้ มีดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารการเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนาความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่

แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆเ ข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.3 ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องศึกษาเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 6 สาระการเรียนรู้และ 7 มาตรฐานการเรียนรู้ รวมตัวชี้วัดเป็นจำนวนทั้งสิ้น 42 ตัวชี้วัด ดังนี้

ว 1.1 ม.1/1 สังเกตและอธิบายรูปร่าง ลักษณะของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ว 1.1 ม.1/2 สังเกตและเปรียบเทียบส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ว 1.1 ม.1/3 ทดลองและอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ว 1.1 ม.1/4 ทดลองและอธิบายกระบวนการสารผ่านเซลล์ โดยการแพร่และออสโมซิส

ว 1.1 ม.1/5 ทดลองหาปัจจัยบางประการที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และอธิบายว่าแสง คลอโรฟิลล์ แก๊ส คาร์บอนได- ออกไซด์ น้ำ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ว 1.1 ม.1/6 ทดลองและอธิบายผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ว 1.1 ม.1/7 อธิบายความสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว 1.1 ม.1/8 ทดลองและอธิบายกลุ่มเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำของพืช

ว 1.1 ม.1/9 สังเกตและอธิบายโครงสร้างที่เกี่ยวกับระบบลำเลียงน้ำและอาหารของพืช

ว 1.1 ม.1/10 ทดลองและอธิบายโครงสร้างของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืช

ว 1.1 ม.1/11 อธิบายกระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอกและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืช โดยใช้ส่วนต่างๆ ของพืชเพื่อช่วยในการขยายพันธุ์

ว 1.1 ม.1/12 ทดลองและอธิบายการตอบสนองของพืชต่อแสง น้ำ และการสัมผัส

ว 1.1 ม.1/13 อธิบายหลักการและผลของการใช้เทคโนโลยี ชีวภาพในการขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ เพิ่มผลผลิตของพืชและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 3.1 ม.1/1 ทดลองและจำแนกสารเป็นกลุ่มโดยใช้เนื้อสารหรือขนาดอนุภาคเป็นเกณฑ์ และอธิบายสมบัติของสารในแต่ละกลุ่ม

ว 3.1 ม.1/2 อธิบายสมบัติและการเปลี่ยนสถานะของสาร โดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสาร

ว 3.1 ม.1/3 ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลาย

ว 3.1 ม.1/4 ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 3.2 ม.1/1 ทดลองและอธิบายวิธีเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นเป็นร้อยละ และอภิปรายการนำความรู้เกี่ยวกับสารละลายไปใช้ประโยชน์

ว 3.2 ม.1/2 ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวลและพลังงานของสารเมื่อสารเปลี่ยนสถานะและเกิดการละลาย

ว 3.2 ม.1/3 ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะ และการละลายของสาร

ว 4.1 ม.1/1 สืบค้นข้อมูล และอธิบายปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์

ว 4.1 ม.1/2 ทดลองและอธิบายระยะทาง การกระจัด อัตราเร็วและความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ว 5.1 ม.1/1 ทดลองและอธิบายอุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ

ว 5.1 ม.1/2 สังเกตและอธิบายการถ่ายโอนความร้อน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 5.1 ม.1/3 อธิบายการดูดกลืน การคายความร้อน โดยการแผ่รังสี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 5.1 ม.1/4 อธิบายสมดุลความร้อนและผลของความร้อนต่อการขยายตัวของสารและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ว 6.1 ม.1/1 สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบและการ แบ่งชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมผิวโลก

ว 6.1 ม.1/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

ว 6.1 ม.1/3 สังเกต วิเคราะห์และ อภิปรายการเกิดปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศที่มีผลต่อมนุษย์

ว 6.1 ม.1/4 สืบค้น วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลจากการพยากรณ์อากาศ

ว 6.1 ม.1/5 สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

ว 6.1 ม.1/6 สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก รูโหว่โอโซน และฝนกรด

ว 6.1 ม.1/7 สืบค้น วิเคราะห์และอธิบายผลของภาวะโลกร้อน รูโหว่โอโซน และฝนกรด ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว 8.1 ม.1/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.1/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆ วิธี

ว 8.1 ม.1/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

ว 8.1 ม.1/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1 ม.1/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุปทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.1/6 สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบ ที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.1/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ว 8.1 ม.1/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการ เปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

ว 8.1 ม.1/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

1.3 การวัดผลและการประเมินผล

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่ใช้ติดตาม ตรวจสอบผลการจัดการเรียนรู้ว่าบรรลุผลตามเป้าหมายเพียงใด และเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนที่ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ไปแล้ว มีผลการประเมินที่ตรงตามความรู้ ความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งสามารถรองรับการประเมิน

ภายในและการประเมินภายนอก ตามระบบประกันคุณภาพการศึกษาได้ หรือมีคุณภาพเป็นไปตามที่หลักสูตรกำหนดหรือไม่

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ช่วยให้ได้ซึ่งข้อมูลสารสนเทศที่แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ข้อมูลสารสนเทศที่ได้จะส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนและผู้เรียนทราบจุดเด่นและจุดด้อยด้านการสอนและการเรียนรู้ และเกิดแรงจูงใจที่จะพัฒนาตน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ยึดหลักสำคัญ ดังนี้

1. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ควรกระทำอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง โดยควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน

2. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ควรสอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้

3. การวัดและประเมินการเรียนรู้ผลของผู้เรียน ควรประเมินให้ครอบคลุมในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านเนื้อหาคุณลักษณะที่พึงประสงค์และทักษะกระบวนการต่างๆ ของผู้เรียน

4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ต้องนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับนักเรียนทุกๆ ด้าน

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ควรเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและปรับปรุงความสามารถของตนให้เพิ่มมากขึ้น

การใช้ผลการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้สอนได้สารสนเทศสำหรับนำไปพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน และตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน การวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถทำได้ทั้งก่อนจัดกิจกรรม ระหว่างจัดกิจกรรม และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งสามารถนำสารสนเทศไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

1. การประเมินก่อนเริ่มต้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อประเมินผลด้านความรู้และทักษะของผู้เรียนก่อนเริ่มกิจกรรม อันจะได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน และเตรียมการการจัดการเรียนการสอนสำหรับการปูพื้นฐานความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องมีมาก่อน

2. การประเมินในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถ ทักษะผู้เรียน ในระหว่างที่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยังคงดำเนินอยู่ อันจะได้ข้อมูลที่สามารถนำไปตรวจสอบย้อนหลังได้และเป็นประโยชน์ต่อการติดตาม ความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้สอนได้นำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและซ่อมเสริมในด้านการจัดการเรียนรู้ต่างๆ

3. การประเมินหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินพัฒนาการของผู้เรียน และทำให้ทราบระดับผลการการเรียนรู้ของผู้เรียน

การวัดและประเมินการเรียนรู้มีหลากหลายวิธี ผู้สอนควรเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้ของผู้เรียน วิธีการวัดและประเมินด้านการเรียนการสอน ที่นิยมใช้ เช่น การใช้แบบทดสอบ การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การสังเกต การตรวจชิ้นงาน เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีสามารถนำเครื่องมือมาใช้ได้แตกต่างกันตามความเหมาะสม

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ประภาพร เทพไพฑูรย์ (2549, น.20) กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การชำนาญที่เกิดจากการฝึกฝนปฏิบัติ อีกทั้งฝึกฝนในด้านทางความคิดให้มีระบบจนสามารถหาความรู้และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบตามหลักของวิทยาศาสตร์

วิชัย พะวงษ์ (2549, น.8-9) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้ การคิด การค้นคว้า และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตามหลักการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะทางการสังเกต ทักษะทางการวัด ทักษะทางการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการสื่อความหมาย ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ทักษะการควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551, น. 28-29) ได้กล่าวว่า ทักษะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) คือ ความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ การคิดลักษณะนี้เป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skill) ซึ่งเป็นการทำงานของสมอง และไม่ใช่ทักษะที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิบัติการต่างๆ (psychomotor หรือ hands-on skill)

สำนักวิชาการและมาตราฐานการศึกษา (2551, น. 105) ได้ให้ความหมายของคำว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า เป็นกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนหลักคือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมุติฐานหรือการ

คาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปและการสื่อสาร

นันทพร สงวนหงษ์ (2552, น. 25) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ การคิด ค้นคว้าและการแก้ปัญหา อย่างเป็นระเบียบแบบแผน มีขั้นตอน ทั้งนี้ต้องเกิดจากการฝึกฝน การปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ ความคล่องแคล่วและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันประกอบด้วยกระบวนการและทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการเพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา

รำพัน ลีหล้าน้อย (2555, น. 23) ได้กล่าวว่า ทักษะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้ การคิด การค้นคว้าและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์จนเกิดชำนาญและคล่องแคล่ ในการให้เกิดการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งสามารถหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

กาล์ด (Gauld, 1982, p. 109) ได้กล่าวถึง ทักษะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการปฏิบัติการสืบสวนความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เคนและอีวานส์ (Cain and Evans, 1982, p. 8, อ้างถึงใน บุปผาชาติ ทัฬหิกรณ์ 2533, น. 8) ได้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ผู้เรียนควรมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และต้องพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความชำนาญหรือความสามารถที่ทำให้ได้มาซึ่งเนื้อหาหรือผลิตผลทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญความคล่องแคล่วที่เกิดจากการฝึกฝนปฏิบัติในการแสวงหาความรู้ การคิด ค้นคว้าและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระเบียบแบบแผนมีขั้นตอน สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยทักษะสำคัญๆได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ ทักษะการควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น. 13-20) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า การทดลอง เพื่อหาข้อมูลจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์ บางอย่างและใช้กฎเกณฑ์ของสมาคมการศึกษาชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา AAAS

(American Association for the Advancement of Science) โดยแบ่งกระบวนการและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็น 13 ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observing)
2. ทักษะการวัด (measuring)
3. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (using space/time relationships)
5. ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย (communication)
7. ทักษะการลงความคิดเห็น (inferring)
8. ทักษะการพยากรณ์ (predicting)

ทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นผสม ประกอบด้วย 5 ทักษะดังนี้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)
10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable)
11. ทักษะการทดลอง (experimenting)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining variable operationally)
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

ความหมายของทักษะทั้ง 13 ทักษะมีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความชำนาญในการใช้อวัยวะรับความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ค้นหาเกี่ยวกับเหตุการณ์และสมบัติต่างๆ ของวัตถุเช่น สี ขนาดและรูปร่าง ในการใช้ทักษะการสังเกตนั้นเราควรได้เรียนรู้ว่าอวัยวะรับความรู้สึกแต่ละอย่างนั้นช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ทาให้เกิดข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการกะปริมาณ การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตาช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง และสีของวัตถุ และสังเกตว่าวัตถุเหล่านั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวกายช่วยในการสังเกตถึงความหมาย หรือความละเอียดของเนื้อวัตถุรวมถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่า มีรสขม เค็ม เปรี้ยว และหวานอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้พบนั้นแต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นมะนาว กลิ่นชา และกลิ่นกาแฟ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาดอุณหภูมิ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (measuring)

ทักษะการวัด หมายถึง ความชำนาญในการแสดงจำนวนของวัตถุหรือสารในรูปเชิงปริมาณที่มีหน่วยแสดง เช่น เมตร ลิตร กรัมและนิวตัน และความชำนาญในการเลือกใช้เครื่องมือมาตรฐานที่เหมาะสม เช่น ไม้เมตร ไม้บรรทัด นาฬิกา เครื่องชั่ง ไม้โปรแทรกเตอร์ หรือใช้วัตถุที่คุ้นเคยเป็นหน่วยเทียบในการวัดปริมาณ หรือใช้สเกลในการวาดรูปวัตถุ หรือใช้การสุ่มอย่างง่ายและการประมาณ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะ การวัด จะต้องมีความสามารถ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความชำนาญในการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยใช้ความเหมือน ความแตกต่างและความสัมพันธ์ร่วมของสถานที่ ความคิด หรือเหตุการณ์และสมบัติบางประการของวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์

การจำแนกประเภทเป็นสิ่งสำคัญมากในทางวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้สะดวกในการศึกษาค้นคว้า และยังทำให้ได้ความรู้ใหม่ๆ อีกด้วย โดยทั่วไปการจำแนกประเภทจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา การแบ่งประเภทของสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้มักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิว วัสดุที่ใช้ ราคา ฯลฯ ส่วนพวกสิ่งมีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น อาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทจะต้องมีความสามารถ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (using space/time relationships) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหววัตถุ โดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและสภาวการณ์นั้น พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จะต้องมีความสามารถ

4.1 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้

4.2 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

4.4 ระบุรูป 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดวัตถุ 3 มิติได้

4.5 บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์

4.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

5. ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)

ทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง ความชำนาญในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่างๆ นับตั้งแต่การนับการคำนวณ การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ตัวเลข จะต้องมีความสามารถ

5.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.2 ใช้ตัวเลขแสดงจานวนที่รับได้

5.3 บอกวิธีคำนวณได้

5.4 คิดคำนวณได้ถูกต้อง

5.5 แสดงวิธีคำนวณได้

6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย (communication)

ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความชำนาญในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาเสนอในรูปที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การสื่อความหมายข้อมูลอาจอยู่ในรูปของการวาดรูป การแสดงแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟหรือใช้ภาษาเขียน หรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากวัตถุ หรือเหตุการณ์ การสื่อความหมายข้อมูล สิ่งที่จะต้องคำนึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้แก่

1. ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์แบบ
2. ความถูกต้องแม่นยำ
3. ความไม่กำกวม
4. ความกะทัดรัด

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดการกระทำข้อมูลและสื่อความหมายจะต้อง

มีความสามารถ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความชำนาญในการอธิบายสิ่งได้จากการสังเกตเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์เฉพาะอย่าง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกต และการแสดงความคิดเห็น แปลความหมายข้อมูลที่บันทึกไว้ หรือได้มาทางอ้อม แล้วนามาทานายเหตุการณ์จากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการอธิบายเกิดขอบเขตของข้อมูลจากการสังเกตโดยใช้ความรู้ประสบการณ์เดิม และเหตุผลหรือเพิ่มเติมความเห็นส่วนตัวเองไปด้วย พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลจะต้องมีความสามารถ

7.1 อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.2 การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต

8. ทักษะการพยากรณ์ (predicting)

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความชำนาญในการคาดการณ์เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการลงความเห็น โดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีประกอบ และอาจคาดการณ์ล่วงหน้าภายในขอบเขตหรือนอกขอบเขตของข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางหรือในรูปของกราฟ

การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

ทักษะการพยากรณ์มีวิธีการใกล้เคียงกับกระบวนการสื่อความหมายมาก เพราะจะต้องนำข้อมูลต่างๆ มาจัดกระทำให้เป็นระบบ เช่น ทำเป็นตาราง กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถ

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความชำนาญในการคาดเดาอย่างมีเหตุผลโดยการกำหนดข้อความที่มาจากการสังเกต หรือลงข้อสรุป เพื่อให้อธิบายเหตุการณ์และสามารถทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ได้ สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นที่ยอมรับ หรือไม่ยอมรับ สมมติฐานที่ตั้งขึ้น อาจจะถูกหรือ

ผิดได้ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบแล้ว ในสถานการณ์ทดลองหนึ่งอาจมี 1 สมมติฐาน หรือหลายสมมติฐานก็ได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน จะต้องมีความสามารถ

9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

9.2 หาคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องการควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องการให้แตกต่างกัน (ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลจากการทดลอง (ตัวแปรตาม) การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทดลอง เพื่อจะให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องแน่นอนกว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากตัวแปรที่เราต้องการศึกษาหรือไม่ในสถานการณ์การทดลองหนึ่งๆ ผลที่เกิดขึ้นอาจจะมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่เราไม่ต้องการศึกษา (ตัวแปรควบคุม) ให้เลือกเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการจะทราบ (ตัวแปรอิสระ) เพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เช่น เราต้องการศึกษาชนิดของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่การเจริญเติบโตของพืชมีองค์ประกอบอื่นๆ อีกนอกจาก ดิน เช่น แสงแดด ปุ๋ย น้ำ การดูแล สิ่งเหล่านี้ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่เรายังไม่ต้องการศึกษา จึงต้องมีการควบคุมเพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อนเพื่อจะสรุปผลจากการทดลองได้ตรงตามสาเหตุที่แท้จริง (ตัวแปรอิสระ) พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจะต้องมีความ ดังนี้

10.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

10.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนตามไป

10.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกันๆ มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

11. ทักษะการทดลอง (experimenting)

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง การจัดกระทำตัวแปรต่างๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองนั้น

การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอนคือ

1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติจริงการออกแบบการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และครอบคลุมถึงวิธีการควบคุมตัวแปรถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม โดยสรุปแล้วการออกแบบการทดลองจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ประการ คือ

ประการที่ 1 วิธีการทดลอง เป็นการกำหนดขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนครบตามขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้อง ซึ่งจะเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ประการที่ 2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ ซึ่งจะต้องดำเนินการไปตามขั้นตอนการใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถ

11.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร

11.2 ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

11.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

11.4 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและเหมาะสม

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining variable operationally)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ หมายถึง ความชำนาญในการสร้างนิยามโดยบอกว่าสังเกตอะไร หรือการให้ความหมายของคำหรือข้อความอย่างกว้างๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้นๆ เช่น การให้นิยามของก๊าซออกซิเจน

นิยามทั่วๆ ไป

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 8 และมวลอะตอมเท่ากับ 16 (ทุกคนเข้าใจตรงกันแต่สังเกตและวัดไม่ได้)

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยในการติดไฟ เมื่อนาก้อนถ่านที่คุแดงหย่อนลงไปในก๊าซนั้นแล้วก้อนถ่านนั้นจะลุกเป็นเปลวไฟ(ทุกคนเข้าใจตรงกัน สังเกตและวัตถุได้) พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะต้องสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคาหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความชำนาญในการหารูปแบบจากชุดของข้อมูลที่อธิบายนำไปสู่การสร้างข้ออ้างอิง การทำนาย และการตั้งสมมติฐานพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จะต้องมีความสามารถ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, น.38-41) ได้แบ่ง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนจำเป็นจะต้องให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานให้เกิดกับผู้เรียน 13 ทักษะ มีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะขั้นมูลฐาน 8 ทักษะ ได้แก่
   1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
   1.2 ทักษะการวัด (Measuring)
   1.3 ทักษะการจำแนกหรือทักษะการจัดประเภทสิ่งของ (Classifying)
   1.4 ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (Using Space/Relationship)
   1.5 ทักษะการคำนวณและการใช้จำนวน (Using Numbers)
   1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication)
   1.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
   1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
2. ทักษะขั้นสูงหรือทักษะขั้นผสม 5 ทักษะ ได้แก่
   2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
   2.2 ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
   2.3 ทักษะการตีความและลงข้อสรุป (Interpreting data)
   2.4 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
   2.5 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ทักษะรายละเอียดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการสังเกต ได้แก่ ใช้ตาดูรูปร่าง ใช้หูฟังเสียง ใช้ลิ้นชิมรส ใช้จมูกดมกลิ่น และใช้ผิวกายสัมผัสความร้อนเย็น หรือใช้มือจับต้องความอ่อนแข็ง เป็นต้น การใช้ประสาทสัมผัสเหล่านี้จะใช้ทีละอย่างหรือหลายอย่างพร้อมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลก็ได้โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งของออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องโดยมีหน่วยกากับเสมอในการวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งที่วัดต้องฝึกให้ผู้เรียนหาคำตอบ 4 ค่า คือ จะวัดอะไร วัดทำไม ใช้เครื่องมืออะไรวัดและจะวัดได้อย่างไร

3. ทักษะการจำแนกหรือทักษะการจัดประเภทสิ่งของ (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือการเรียงลาดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยการหาเกณฑ์หรือสร้างเกณฑ์ในการจำแนกประเภท ซึ่งอาจใช้เกณฑ์ความเหมือนกัน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ซึ่งแล้วแต่ผู้เรียนจะเลือกใช้เกณฑ์ใด นอกจากนี้ควรสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นด้วยว่าของกลุ่มเดียวกันนั้น อาจแบ่งออกได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่เลือกใช้และวัตถุชิ้นหนึ่งในเวลาเดียวกันจะต้องอยู่เพียงประเภทเดียวเท่านั้น

4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (Using Space/Relationship) หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ เวลา ฯลฯ เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปส คือ การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่างๆ กัน ฯลฯ การหาความสัมพันธ์ระหว่าง เวลากับเวลา เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกากับจังหวะการเต้นของชีพจร ฯลฯ การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่ไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

5. ทักษะการคำนวณและการใช้จำนวน (Using Numbers) หมายถึง การนำเอาจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกต และการทดลองมาจัดกระทาให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การหาค่าต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้จากการคำนวณ ไปใช้ประโยชน์ในการแปลความหมาย และการลงข้อสรุป ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เราต้องใช้ตัวเลขอยู่ตลอดเวลา เช่น การอ่าน เทอร์โมมิเตอร์ การตวงสารต่างๆ เป็นต้น

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) หมายถึง การนำเอาข้อมูล ซึ่งได้มาจากการสังเกต การทดลอง ฯลฯ มาจัดกระทำเสียใหม่ เช่น นำมาจัดเรียงลาดับหาค่าความถี่ แยกประเภท คำนวณหาค่าใหม่ นำมาจัดเสนอในรูปแบบใหม่ ตัวอย่างเช่น กราฟ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร ฯลฯ การนำข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายๆ อย่างเช่นนี้ เรียกว่า การสื่อความหมายข้อมูล

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลอาจจะได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูลเดียวกันอาจลงความเห็นได้หลายอย่าง

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว หรืออาศัยประสบการณ์ที่เกิดซ้ำ

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาค่าคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้ มักกล่าวไว้ เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามเช่นถ้าแมลงวันไปไข่บนก้อนเนื้อ หรือขยะเปียกแล้วจะทำให้เกิดตัวหนอน

10. ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) หมายถึงการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระ ที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนๆ กัน และเป็นการป้องกันเพื่อมิให้มีข้อโต้แย้ง ข้อผิดพลาดหรือตัดความไม่น่าเชื่อถือออกไป ตัวแปรแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

10.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

10.2 ตัวแปรตาม

10.3 ตัวแปรที่แปรตาม

10.4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม

11. ทักษะการตีความและลงข้อสรุป (Interpreting data)

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของลักษณะตาราง รูปภาพ กราฟ ฯลฯ การนำข้อมูลไปใช้จึงจำเป็นต้องตีความให้สะดวกที่จะสื่อความหมายได้ถูกต้องและเข้าใจตรงกัน การตีความหมายข้อมูล คือ การบรรยายลักษณะและคุณสมบัติ

การลงข้อสรุป คือ การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ถ้า ความดันน้อย น้ำจะเดือด ที่อุณหภูมิต่ำหรือน้ำจะเดือดเร็ว ถ้าความดันมากน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิสูงหรือน้ำจะเดือดช้าลง

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของค่าต่าง ๆที่มีอยู่ในสมมติฐานที่จะทดลองให้มีความรัดกุม เป็นที่เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้ เช่น “การเจริญเติบโต” หมายความว่าอย่างไร ต้องกำหนดนิยามให้ชัดเจน เช่น การเจริญเติบโต หมายถึง มีความสูงเพิ่มขึ้น เป็นต้น

13. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการโดยใช้ทักษะต่างๆ เช่น การสังเกต การวัด การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน ฯลฯ มาใช้ร่วมกันเพื่อหาคำตอบหรือทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน

13.1 การออกแบบการทดลอง

13.2 การปฏิบัติการทดลอง

13.3 การบันทึกผลการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น. 13-20) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า การทดลอง เพื่อหาข้อมูลจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์ บางอย่างและใช้กฎเกณฑ์ของสมาคมการศึกษาชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา AAAS (American Association for the Advancement of Science) โดยแบ่งกระบวนการและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็น 13 ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observing)
2. ทักษะการวัด (measuring)
3. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (using space/time relationships)
5. ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย (communication)
7. ทักษะการลงความคิดเห็น(inferring)
8. ทักษะการพยากรณ์(predicting)

ทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นผสม ประกอบด้วย 5 ทักษะดังนี้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable)

11. ทักษะการทดลอง (experimenting)

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining variable operationally)

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

ความหมายของทักษะทั้ง 13 ทักษะมีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความชำนาญในการใช้อวัยวะรับความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ค้นหาเกี่ยวกับเหตุการณ์และสมบัติต่างๆ ของวัตถุเช่น สี ขนาดและรูปร่าง ในการใช้ทักษะการสังเกตนั้นเราควรได้เรียนรู้ว่าอวัยวะรับความรู้สึกแต่ละอย่างนั้นช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ทาให้เกิดข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการกะปริมาณ การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตาช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง และสีของวัตถุ และสังเกตว่าวัตถุเหล่านั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวกายช่วยในการสังเกตถึงความหมาย หรือความละเอียดของเนื้อวัตถุรวมถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่า มีรสขม เค็ม เปรี้ยว และหวานอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้พบนั้นแต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นมะนาว กลิ่นชา และกลิ่นกาแฟ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาดอุณหภูมิ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (measuring)

ทักษะการวัด หมายถึง ความชำนาญในการแสดงจำนวนของวัตถุหรือสารในรูปเชิงปริมาณที่มีหน่วยแสดง เช่น เมตร ลิตร กรัมและนิวตัน และความชำนาญในการเลือกใช้เครื่องมือมาตรฐานที่เหมาะสม เช่น ไม้เมตร ไม้บรรทัด นาฬิกา เครื่องชั่ง ไม้โปรแทรกเตอร์ หรือใช้วัตถุที่คุ้นเคยเป็นหน่วยเทียบในการวัดปริมาณ หรือใช้สเกลในการวาดรูปวัตถุ หรือใช้การสุ่มอย่างง่ายและการประมาณ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะ การวัด จะต้องมีความสามารถ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความชำนาญในการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยใช้ความเหมือน ความแตกต่างและความสัมพันธ์ร่วมของสถานที่ ความคิด หรือเหตุการณ์และสมบัติบางประการของวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์

การจำแนกประเภทเป็นสิ่งสำคัญมากในทางวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้สะดวกในการศึกษาค้นคว้า และยังทำให้ได้ความรู้ใหม่ๆ อีกด้วย โดยทั่วไปการจำแนกประเภทจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา การแบ่งประเภทของสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้มักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิว วัสดุที่ใช้ ราคา ฯลฯ ส่วนพวกสิ่งมีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น อาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทจะต้องมีความสามารถ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (using space/time relationships) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหววัตถุ โดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และ

เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและสภาวการณ์นั้น พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จะต้องมีความสามารถ

4.1 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้

4.2 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

การ์แลนด์และคณะ(Garland & Other, 1973, น. 7) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 ทักษะ คือ

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการนำข้อมูลที่ได้รับมาเสนอ

2. การจัดกระทำข้อมูล (Data Treatment) หมายถึง การรายงานการบันทึกผลการวิเคราะห์ และการนำเสนอข้อมูลที่ได้มาด้วยตนเองหรือกลุ่มหรือชั้น

3. การพยากรณ์และการตั้งสมมติฐาน (Prediction and Hypothesis) หมายถึง แนวคิดที่จะนำไปสู่สมมติฐานและวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานนั้น

4. การจัดจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การจัดกลุ่มโดยดูความแตกต่างและความคล้ายคลึง ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาคุณสมบัติที่สิ่งนั้นมีอยู่ด้วย

5. การบ่งชี้ (Identification) หมายถึง ความสามารถในการบอกสมาชิกในกลุ่มได้โดยดูจากคุณสมบัติและลักษณะที่ผิดไปจากกลุ่ม

6. การวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการบอกปริมาณที่แน่นอนและถูกต้องโดยใช้ระบบวัดที่เป็นมาตรฐาน สามารถบอกค่าอะไรที่มากกว่า หรือ น้อยกว่า นอกจากนี้ยังรวมถึงการเลือกหน่วยที่เหมาะสมในการวัด และปริมาณที่พอเหมาะที่จะใช้ในการทดลอง

7. การพัฒนาเทคนิควิธีการปฏิบัติในห้องทดลอง (Development of Acceptable Laboratory Technique) หมายถึง ความสามารถในการสร้างและใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่ายๆ และรู้จักเก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

8. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ (Analysis and Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบพิจารณารายละเอียดของปัญหา หรือแนวคิด หรือมโนคติและรวมถึงการนำข้อมูลย่อยมาพิจารณาร่วมกันเพื่อนำไปสู่หลักเกณฑ์ต่างๆ

เนสันและอับราฮัม (Nelson and Abraham, 1973, น. 291) ได้สร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยให้เด็กนักเรียนปฏิบัติการจริงกับเครื่องมือที่สร้างขึ้นและให้เขียนตอบเป็นข้อเขียน นิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดมี 4 ประการ คือ

1. การสังเกต คือ ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า

2. การสรุปความคิดเห็น คือ ความสามารถในการขยายความคิดใหม่ออกไป โดยอาศัยความรู้เดิมในลักษณะที่ต่อเนื่องกัน

3. การพิสูจน์ทดลอง คือ ความสามารถในการทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปลงความเห็น

4. การจำแนกประเภท คือ ความสามารถในการจัดกลุ่มโดยพิจารณาลักษณะที่เหมือนๆ กันจากการสังเกต

โดรอน (Doron, 1978, น. 19-30) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นสำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 10 ทักษะ ดังนี้

1. สามารถระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
2. สามารถเสนอแนะหรือรู้สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ได้
3. สามารถเสนอหรือเลือกวิธีที่เหมาะสมในด้านเหตุผลและการปฏิบัติได้
4. สามารถหาข้อมูลที่ต้องการได้
5. สามารถตีความหมายข้อมูลได้
6. สามารถตรวจสอบความถูกต้องอย่างมีเหตุผลของสมมติฐานกับกฎข้อเท็จจริง
7. สามารถใช้เหตุผลทั้งด้านปริมาณและสัญลักษณ์ได้
8. สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง สมมติฐาน และการลงความคิดเห็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องได้และรูปแบบของสิ่งที่สังเกตพบได้
9. สามารถที่จะอ่านและวิเคราะห์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ได้
10. สามารถใช้กฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

กล่าวโดยสรุป พบว่า ประเภทของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งประกอบไป

ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.3 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะเป็นกระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้ เพื่อที่ จะมีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.92) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์เพราะต้องการศึกษาค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าเพื่อให้ได้ข้อสรุปรวมถึงการแก้ปัญหา การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เกิดผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่แปลกใหม่ และมีคุณค่าต่อการดารงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น (สุวิทย์และอรทัย มูลคำ, 2547, น. 41) โดยอาศัยกระบวนการต่างๆ ที่เป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Process) และทักษะกระบวนการขั้นผสมผสาน (Integrated Process) ทั้งนี้เพื่อจะนำไปใช้ประโยชน์จากความจริงที่ไปแก้ไขปัญหาและวางแผน หรือหาวิธีป้องกันไม่ให้ปัญหาอื่นๆ เกิดขึ้น อาจสรุปได้ว่าจุดมุ่งหมายที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้และแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพของชีวิตของตนเองและสังคมได้

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ที่ใช้ไปใช้ในอธิบายและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างเครื่องมือวัดผล ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.1 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

3.1.1 หลักการสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมและถูกต้องตามหลักวิชานั้น มีหลักการสร้างแบบทดสอบดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2543, น. 37) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบว่ามีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัด
2. ศึกษา ทฤษฎี วิธีการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัด และวิธีเขียน ข้อสอบแบบเลือกตอบ
3. วิเคราะห์เนื้อหา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
4. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหา พิจารณาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าสอดคล้องกันหรือไม่
6. เขียนข้อสอบวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
7. ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา และทางด้านวัดผล พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ และเลือกข้อที่เหมาะสม
8. ทดลองสอบครั้งที่ 1
9. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และปรับปรุง
10. ทดลองสอบครั้งที่ 2
11. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และปรับปรุง
12. ทดลองสอบครั้งที่ 3
13. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ จุดตัด ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง
14. จัดทำคู่มือการใช้แบบวัด และจัดพิมพ์แบบวัดเป็นรูปเล่ม

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 , น.174-191) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบว่ามีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ศึกษาและทบทวนทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการสร้างเครื่องมือ

2. นำผลที่ได้จากการศึกษามากำหนดนิยามเชิงทฤษฎีและนิยามเชิงปฏิบัติการ

3. พิจารณาลักษณะของประเภทคำถามที่เหมาะสมว่าควรเป็นคำถามปลายเปิด หรือคำถามปลายปิด ถ้าเป็นคำถามปลายปิดควรเป็นคำตอบประเภทใด ได้แก่ ประเภทเลือกตอบ ประเภทมาตรประเมินค่า (Rating Scale) เป็นต้น

4. สร้างข้อคำถามทั้งหมด

5. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้

6. นำผลที่ได้จากการทดลองใช้มาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

7. ปรับปรุงเครื่องมือเพื่อให้มีคุณภาพอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ (2545 , น. 227-234) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบว่ามีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นการกำหนดความมุ่งหมายของการสร้างแบบสอบ ผู้สร้างแบบสอบต้องกำหนดความมุ่งหมายของการสร้างแบบสอบให้ชัดเจนว่าจะนำผลการวัดไปทำอะไร

2. ขั้นการกำหนดวัตถุประสงค์ และเนื้อหาที่ต้องการมุ่งวัด ผู้สร้างแบบสอบต้องวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และคัดเลือกวัตถุประสงค์ที่สำคัญ ซึ่งแสดงถึงผลการเรียนรู้ที่สำคัญมาเป็นเป้าหมายที่จะสร้างข้อสอบเพื่อนำไปวัดผล

3. ขั้นการกำหนดผังการสร้างข้อสอบเป็นแผน หรือกรอบในการสร้างข้อสอบให้มีความครอบคลุม และสอดคล้องกันระหว่างพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ หรือผลการเรียนรู้กับเนื้อหาที่กำหนด

4. ขั้นการเลือกรูปแบบข้อสอบให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในผังการสร้างข้อสอบ ซึ่งรูปแบบของข้อสอบมีหลายแบบ และมีความเหมาะสมในการวัดผลการเรียนรู้ และเนื้อหาต่างๆ แตกต่างกันไป จึงจำเป็นที่ผู้สร้างแบบสอบต้องเลือกให้เหมาะสม

5. ขั้นการเขียนข้อสอบ และใช้เทคนิคการเขียนข้อสอบแบบต่างๆ

6. ขั้นการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบด้วยวิธีเชิงเหตุผล เป็นการตรวจสอบลักษณะของข้อสอบที่สร้างขึ้น

7. ขั้นการจัดข้อสอบเข้าฉบับ ซึ่งต้องจัดเข้าเป็นตอนตามรูปแบบข้อสอบแต่ละตอนจัดเรียงตามเนื้อหา และความยากของข้อสอบ จัดทำคำชี้แจง เกณฑ์การให้คะแนน การทำกระดาษคำตอบ การจัดพิมพ์ข้อสอบ ตรวจสอบความชัดเจน ความถูกต้องของการพิมพ์ และการทำสำเนาข้อสอบ

8. ขั้นการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบทั้งฉบับ เป็นการตรวจสอบด้วยวิธีเชิงเหตุผล เพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบทั้งฉบับในประเด็นของความครอบคลุมในเนื้อหา และพฤติกรรม ว่าเป็นไปตามโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด หรือไม่ การวางรูปแบบ และจัดพิมพ์คำชี้แจงในการสอบเหมาะสมหรือไม่

9. ขั้นทดลองแบบสอบ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาดัชนีความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบสอบ เพื่อนำมาปรับปรุงก่อนนำแบบสอบไปใช้

สมนึก ภัททิยธนี (2549, น. 82-37) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบโดยข้อสอบที่เป็นตัวอย่างต่อไปนี้มี 4 ตัวเลือกแสดงว่าเป็นตัวอย่างในระดับประถมศึกษา ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ อาจจะใส่เครื่องหมายปรัศนี (?) ด้วย แต่ไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะจะทำให้คาถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่หรือข้อความไม่ต่อกัน หรือเกิดความสับสนในการคิดหาคาตอบ

2. เน้นเรื่องที่จะถามให้ชัดเจน ตรงจุด ไม่คลุมเครือ เพื่อไม่ให้นักเรียนไขว้เขวสามารถมุ่งความคิดในการตอบไปถูกทิศทาง (เป็นปรนัย) ไม่ต้องอ่านคาถามคำตอบย้อนขึ้นย้อนลงหลายครั้ง โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ให้มาก ๆ

3. ควรถามในเรื่องที่ดีงามมีคุณค่าต่อการวัด หรือถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์ส่วนการถามในสิ่งดีงามมีประโยชน์ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่ดีงามหรือเป็นแบบอย่างในทางที่ดี หรือเกิดคุณค่าในการปลูกฝังสิ่งที่สังคมยอมรับ ในทางตรงกันข้ามสิ่งที่ไม่ดีก็ควรถามในแง่ไม่ดีหรือก่อให้เกิดโทษ

4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรขีดเส้นใต้ หรือพิมพ์ตัวเอนหรือพิมพ์ด้วยตัวหนักตรงคาปฏิเสธนั้น และคำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง

5. ควรถามให้กะทัดรัดไม่ใช้คาฟุ่มเฟือย สิ่งใดที่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้เป็นเงื่อนไข

6. ในการคิดก็ไม่ต้องนามาเขียนไว้ในคาถาม

7. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพันธ์ หมายถึงเขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน

8. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่างๆ คำตอบที่เป็นตัวเลขนิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง และป้องกันการเดาตัวเลือกที่มีค่ามากแต่ถ้าตัวเลขมีหลายประเภทปนกัน เช่น มาก-น้อย ใกล้-ไกล หรือลดลง-เพิ่มขึ้น ไม่ควรใช้คำเหล่านี้สลับกัน แต่ควรจัดเรียงกันเฉพาะภายในประเภทนั้นๆ

9. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดและปลายปิดให้เหมาะสมตัวเลือกปลายเปิดได้แก่ ตัวเลือกสุดท้ายใช้คาว่า สรุปแน่นอนไม่ได้ หรือผิดหมดทุกข้อ หรือข้อความเป็นอย่างอื่นแต่มีความหมายในทานองเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าอาจมีคำตอบอื่นๆ ได้ นอกเหนือจากตัวเลือกดังกล่าว โอกาสที่จะใช้ตัวเลือกแบบปลายเปิดนี้ ควรเป็นการถามเกี่ยวกับเรื่องราว หรือเหตุการณ์ที่ยังไม่มีผลสรุป หรือยังไม่มีข้อยุติแน่ชัด ความหมายในทำนองเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าตัวเลือกต่างๆ ในข้อเดียวกันถูกหมดทุกข้อจึงต้องตอบ

10. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว บางครั้งผู้ออกข้อสอบเผอเรอ หรืออาจจะเกิดจากเขียนตัวลวงไม่รัดกุม จึงพิจารณาตัวลวงเหล่านั้นได้อีกแง่หนึ่ง ทำให้เกิดปัญหาสองแง่สองมุม

11. เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา คือจะกำหนดตัวถูกหรือตัวผิดเพราะสอดคล้องกับความเชื่อของสังคม หรือตามความรู้สึกของคนบางกลุ่มย่อมไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนเกิดความรู้ เห็นจริงใช้ความคิดตามหลักวิชาเป็นสำคัญจะนำความเชื่อหรือโชคลาง หรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่นมาอ้างไม่ได้

12. เขียนตัวเลือกให้อิสระขาดจากกันคืออย่าให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่นต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง มักจะถามเกี่ยวกับระดับสูง-ต่ำ ขนาดมาก-น้อยหรือเพิ่มขึ้น-ลดลง เป็นต้น

13. ข้อความหรือรูปภาพต้องสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือเหมาะสมกับเหตุผล เชิงคณิตศาสตร์ในบางครั้งการเขียนคำถามหรือการเขียนภาพไม่ถูกหลักการที่ควรจะเป็น ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการหาคำตอบอย่าแนะคำตอบ มีหลายกรณี ดังนี้

13.1 คำถามข้อหลังๆ แนะคำตอบข้อแรกๆ หรือคำถามข้อแรกๆ แนะคำตอบข้อหลัง

13.2 ถามเรื่องที่นักเรียนคล่องปากอยู่แล้ว โดยเฉพาะคำถามประเภทที่ครูผู้สอนฝึกให้นักเรียนจำ หรือเรื่องที่นักเรียนเรียนผ่านมาแล้ว จะจำได้โดยอัตโนมัติแทบไม่ต้องคิด นักเรียนไม่มีความรู้ก็อาจเดาได้ถูก

13.3 ข้อความของตัวถูกบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของทุกตัวเลือก ทำให้ข้อความนั้นไม่มีความหมาย และเป็นการเฉลยคาตอบโดยไม่รู้ตัว

13.4 เขียนตัวถูกหรือตัวลวง ซึ่งถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป จะทำให้นักเรียนสังเกตเห็นได้ชัดเจน จนกลายเป็นการแนะคำตอบ

13.5 คำตอบไม่กระจาย คือ ข้อสอบที่มีตัวถูกซ้ำๆ หรือผลัดเวียนกันไปเป็นช่วงๆ นักเรียนอาจเดาโดยไม่ต้องใช้ความคิด ดังนั้นควรกระจายคำตอบไปทุกๆ ตัวเลือก

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง (2552, น. 105) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างแบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก ไว้ดังนี้

หลักการสร้างแบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก

1. เขียนคำถามให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด
2. คำถามแต่ละข้อควรถามสาระที่สำคัญเพียงประเด็นเดียว
3. คำถามและคำตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ
4. หลีกเลี่ยงการใช้คำถามที่เป็นปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
5. คำถามแต่ละข้อควรมีคำตอบเพียงข้อเดียว
6. ตัวเลือกที่ใช้สอดคล้องกับประเด็นคำถาม
7. ตัวเลือกแต่ละตัวควรเป็นอิสระต่อกัน
8. ถ้าเป็นคำถามเกี่ยวกับการคำนวณ ควรระบุหน่วยการวัดให้ชัดเจน

Hopkins and Antes (1990, p. 153-155) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างแบบทดสอบที่ดีไว้ดังนี้

1. ควรเขียนแบบทดสอบในระหว่าง หรือเพิ่งเสร็จการเรียนการสอนในเรื่องนั้นๆ เพราะจะทำให้ผู้เขียนแบบทดสอบยังจำและเข้าใจเนื้อหานั้นดีอยู่
2. แบบทดสอบนั้นต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การศึกษาและตารางวิเคราะห์หลักสูตร
3. แบบทดสอบต้องถามในเรื่องที่มีความสำคัญ ไม่ถามรายละเอียดปลีกย่อยหรือไม่ใช่แก่นสาระเนื้อหา
4. แบบทดสอบต้องถามให้ผู้สอบ โดยสะท้อนถึงความรู้ที่ได้ศึกษา
5. การเลือกของประเภทแบบทดสอบต้องคำนึงว่า แบบทดสอบจะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ แบบทดสอบที่นำสอบต้องตรงกับสิ่งที่จะวัดให้มากที่สุด
6. ควรมีการศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากแหล่งต่างๆ เช่น จากแบบทดสอบมาตรฐาน คำสั่งกะทัดรัด ชัดเจน ว่าจะให้ผู้สอบทำอะไร ตอบอย่างไร ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายถูกต้อง
7. หลีกเลี่ยงข้อคำถามข้อใดข้อหนึ่งไปแนะนำอีกข้อหนึ่ง
8. ควรมีการตรวจสอบ และวิจารณ์ข้อสอบโดยผู้สอนในรายวิชานั้น เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบให้ดีขึ้น

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบจากนักวิชาการหลายท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษาทำความเข้าใจกำหนดความมุ่งหมายของการสร้างแบบสอบให้ชัดเจนว่าจะนำผลการวัดไปทำอะไร

2. กำหนดวัตถุประสงค์ และเนื้อหาที่ต้องการมุ่งวัด

3. กำหนดผังการสร้างข้อสอบให้มีความครอบคลุมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

4. สร้างข้อคำถามจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม ตามตารางผังที่กำหนดข้อสอบ

5. ตรวจสอบความตรงและความเหมาะสมของข้อสอบ

6. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุง

7. วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบและปรับปรุงเพื่อพัฒนาข้อสอบ

8. จัดพิมพ์แบบวัดและคู่มือดำเนินการสอบ

3.1.2 ลักษณะและข้อดีของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2549, น. 67) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบที่ดีแต่ละข้อมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบ ที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือตรงกับเนื้อหาที่ได้ทำการสอน กล่าวคือ เมื่อทำการสอนเนื้อหาใดก็ทำการออกข้อสอบวัดให้ตรงกับเนื้อหานั้น และที่เน้นเป็นสำคัญอยู่ที่ต้องเขียนคำถามให้สอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหานั้นด้วย

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construction Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบ ที่วัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน กล่าวคือ เมื่อจะสอนเนื้อหาใด ครูต้องกำหนดจุดมุ่งหมายไว้ล่วงหน้าว่าจะให้นักเรียนเกิดสมรรถภาพสมองด้านใด แล้วจึงทำการสอนและเขียนข้อสอบให้ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการ

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามสภาพความจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัจจุบันของ

นักเรียนกล่าวได้ว่าเป็นความสามรถของแบบทดสอบ ที่ช่วยให้ครูประมาณสถานภาพอันแท้จริงของนักเรียนในปัจจุบันได้ถูกต้อง

1.4 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบ ที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียน ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตกล่าวคือ คะแนนผลการสอบที่เกิดจากแบบทดสอบชุดนั้นสอดคล้องกับผลการเรียน หรือความสำเร็จในอนาคตของนักเรียน

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบกี่ครั้งก็ตาม เช่น การสร้างแบบทดสอบชุดหนึ่งแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง โดยให้มีระยะเวลาห่างกันพอประมาณ (1-8 สัปดาห์) ถ้าพบว่า นักเรียนแต่ละคนทำคะแนนได้เท่า ๆ เดิม ทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่าแบบทดสอบชุดนั้นมีความเชื่อมั่นสูง (ไม่ใช่นักเรียนที่เข้าสอบมีความเชื่อมั่นสูง)

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดาไม่ให้นักเรียนขี้เกียจหรือไม่สนใจในการเรียน ทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบควรเป็นนักเรียนที่เก่งและขยันเท่านั้น วิธีการที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมได้แก่ ออกข้อสอบให้คลุมหลักสูตรและมีจำนวนมาก แบบทดสอบที่ใช้สอบกับนักเรียนทุกคนต้องเป็นชุดเดียวกันและเป็นเรื่องที่นักเรียนเรียนแล้ว อนึ่งหากออกข้อสอบยากเกินไปจะทำให้นักเรียนเก่งเสียเปรียบ เพราะทุกคนต้องทำข้อสอบโดยการเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลินไม่ควรใช้คำถามซ้ำซากซึ่งน่าเบื่อหน่าย วิธีการที่จะให้แบบทดสอบมีความยั่วยุอยากตอบก็โดยเรียงจากข้อง่ายไปข้อยากใช้ข้อสอบรูปภาพบ้าง ถามข้อละปัญหาบ้าง รูปแบบของข้อสอบน่าสนใจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบอัตโนมัติก็ให้บรรยายความยาวพอเหมาะ และไม่ถามหลายประเด็นในข้อเดียวกัน

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทาง หรือทิศทางการถามการตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง นักเรียนไม่ได้คะแนนเนื่องจากตอบไม่ถูกดีกว่าไม่ได้คะแนนเนื่องจากไม่เข้าใจคำถาม และความไม่จำเพาะเจาะจงของ

ข้อสอบนี้อาจเกิดขึ้นได้กับข้อสอบทุกชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนข้อสอบว่าสามารถออกข้อสอบได้รัดกุมและชัดเจนเพียงใด

7. ความเป็นปรนัย (Objective) ความเป็นปรนัยของแบบทดสอบไม่ได้หมายถึงข้อสอบแบบกาถูก-ผิด จับคู่ เติมคำตอบสั้น ๆ และเลือกตอบ เพราะแบบทดสอบชนิดต่างๆ เหล่านี้ เป็นเพียงรูปแบบหรือโครงสร้างของคาถามที่จะนำไปสู่ความเป็นปรนัยเท่านั้น และความเป็นปรนัยนั้นเป็นคุณลักษณะของแบบทดสอบไม่ใช่ชนิดของแบบทดสอบ แบบทดสอบจะเป็นปรนัยหรือไม่จะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันแม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

จากที่กล่าวมา จะเห็นว่าข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียงอาจเป็นปรนัยก็ได้ถ้ามีคุณสมบัติครบทั้ง 3 ประการข้างต้น และในทางตรงกันข้าม ข้อสอบแบบเลือกตอบ กาถูก-ผิดหรือจับคู่ อาจจะไม่เป็นปรนัยก็ได้ถ้ามีคุณสมบัติไม่ครบทั้ง 3 ประการ

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดี ได้แก่ สภาพห้องเรียนเรียบร้อยไม่มีสิ่งรบกวนผู้เข้าสอบกรรมการคุมสอบรัดกุม เป็นต้น นอกจากนี้การสร้างแบบทดสอบไว้อย่างดีและสามารถนำไปใช้ได้หลาย ๆ ครั้งอย่างเหมาะสม โดยไม่เกิดความเสียหายใดๆ ถือได้ว่าแบบทดสอบนั้นมีประสิทธิภาพ

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดี จะต้องมีอำนาจจำแนกสูง ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Measurement) อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อนถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูงแสดงว่า คนกลุ่มเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูกคนกลุ่มอ่อนทำไม่ถูก ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement) หมายถึงความสามารถของข้อสอบนั้นในการจำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่า คนกลุ่มรอบรู้ทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่คนกลุ่มไม่รอบรู้ทำไม่ถูก

10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใดหรืออัตราส่วนของจานวนคนตอบถูกกับจานวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบ ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากไม่ง่ายจนเกินไป เรียกว่ามีความยากพอเหมาะ เพราะ

คุณค่าของข้อสอบดังกล่าวจะช่วยจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ข้อสอบข้อใดที่ไม่มีใครทำได้ถูกหรือข้อสอบที่ทุกคนทำถูก ต่างก็ไม่สามารถจำแนกผู้เข้าสอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อน จึงไม่มีคุณค่าในการจำแนก ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ถือว่าข้อสอบที่ดีคือสามารถวัดว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่ การที่ทุกคนทำข้อสอบได้ถูก แสดงว่าเขาได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ต้องการได้จริง หรือไม่ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดี แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

สรุปลักษณะของแบบทดสอบที่ดีการหาค่าคุณภาพ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ คือ ควรมีหาการความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น (Reliability) ความยุติธรรม (Fair) ความลึกของคำถาม (Searching) ความยั่วยุ (Exemplary) ความจำเพาะเจาะจง (Definition) ความเป็นปรนัย (Objective) ประสิทธิภาพ (Efficiency) อำนาจจำแนก (Discrimination) และความยาก (Difficulty) โดยการหาคุณภาพของแบบทดสอบที่ถูกต้องจะต้องมีเกณฑ์คุณภาพของแต่ละค่าการทดสอบที่กำหนดไว้ หากข้อสอบผ่านเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดไว้ ก็ถือน่าแบบทดสอบชุดนั้นมีคุณภาพเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการทดสอบได้

3.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือนั้น บุญศรี พรหมมาพันธุ์และคณะ (2545, น. 34-36) ได้อธิบายไว้ว่าในการสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูลนั้น ผู้สร้างเครื่องมือต้องพยายามหาหลักฐานต่างๆมายืนยันให้ได้ว่าเครื่องดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่คุณภาพ ซึ่งในการหาคุณภาพของเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การหาคุณภาพเครื่องมือเป็นรายข้อ ดัชนีที่นำมาใช้หาคุณภาพของเครื่องมือเป็นรายข้อ ก็คือ ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

2) การหาคุณภาพเครื่องมือทั้งฉบับ ดัชนีที่นำมาใช้หาคุณภาพของเครื่องมือเก็บข้อมูลทั้งฉบับ ก็คือ ค่าความตรง และค่าความเที่ยง

การหาคุณภาพเครื่องมือเป็นรายข้อ มีวิธีการดังนี้

1) ค่าความยาก เป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกกับจำนวนผู้ตอบทั้งหมด ระดับของความยากนั้น มีค่าตั้งแต่ 0.00 -1.00 ถ้าค่าความยากมีค่าใกล้ 0 แสดงว่ายาก เพราะผู้สอบไม่ค่อยได้ แต่ถ้ามีค่าความยาก มีค่าใกล้ 1 แสดงว่าง่ายเพราะผู้สอบส่วนใหญ่ตอบได้ ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะคือ .20 -.80

2) ค่าอำนาจจำแนก เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกคุณภาพของข้อคำถาม หลักการง่ายๆ ก็คือ ข้อคำถามใดที่สามารถแยกคนเก่งกับคนอ่อน คนที่รู้กับคนที่ไม่รู้ออกจากกันได้ดี

กล่าวคือคน/คนที่รู้จะตอบถูกมากกว่าคนอ่อน/คนที่ไม่รู้ และถ้าคนอ่อน/คนที่ไม่รู้ ตอบได้เหมือนกัน ก็แสดงว่าข้อคาถามดังกล่าวไม่สามารถแยกผู้ตอบออกจากกันได้ หรือไม่มีอำนาจจำแนก

การหาคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ มีวิธีการ ดังนี้

1) ความตรง ในการวิเคราะห์ความตรงของเครื่องมือเก็บข้อมูลต้องพิจารณาก่อนว่าเป็นความตรงชนิดใด คือความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามโครงสร้าง ความตรงตามสภาพและความตรงเชิงพยากรณ์ ดังนี้

(1) ความตรงเชิงเนื้อหานั้นส่วนใหญ่ใช้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ 3 ลักษณะ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจและไม่สอดคล้อง โดยกำหนดเป็นดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item objective congruence)

(2) ความตรงตามโครงสร้าง อาจใช้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือใช้วิธีการทางสถิติ คือ วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) เพื่อจะดูว่าข้อคำถามเกาะกลุ่มกันตามองค์ประกอบที่ระบุไว้ตามทฤษฎีหรือไม่

(3) ส่วนความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ ซึ่งจำแนกเป็นความตรงตามสภาพและความตรงเชิงพยากรณ์นั้น ใช้วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือวัดกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นในสภาพปัจจุบันและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในอนาคต ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากการคำนวณจะถูกใช้เป็นค่าความตรงตามสภาพและความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ตามลำดับ

2) ความเที่ยง ความเที่ยงของเครื่องมือเก็บข้อมูลจะแปรผันแบบผกผันกับค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือมีความเที่ยงสูง แสดงว่าในการเก็บข้อมูลโดยใช้

เครื่องมือดังกล่าวจะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำซึ่งแสดงได้ ดังสูตร

จากสูตร $p^2_{XT} = 1 - \sigma^2_E / \sigma^2_X$

เมื่อ p^2_{XT} แทน ค่าความเที่ยง

σ^2_E แทน ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

σ^2_X แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการสอบ

จากสูตร แสดงให้เห็นว่า เมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนลดลงค่าความเที่ยงก็จะสูงขึ้น ซึ่งหากไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดเลย ค่าความเที่ยงจะมีค่าเท่ากับ 1.00 ในการหาค่าความเที่ยงของเครื่องมือเก็บข้อมูลนั้นสามารถดำเนินการได้หลายวิธี ดังนี้

(1) สัมประสิทธิ์ความคงที่ (Coefficient of stability) ซึ่งจำเป็นต้องเก็บข้อมูล 2 ครั้ง โดยการสอบซ้ำการจะเลือกใช้ดัชนีตัวใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูล ถ้าข้อมูลอยู่ในมาตรอันตรภาค ก็จะใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน โปรดักโมเมนต์แต่ถ้าข้อมูลอยู่ในมาตรเรียงอันดับก็จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของสเปียร์แมน

(2) สัมประสิทธิ์ความเท่าเทียมกัน (Coefficient of Equivalent) ค่าความเที่ยงจะได้มาโดยการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบคำถามของเครื่องมือเก็บข้อมูลทั้ง 2 ชุดที่ขนานกัน

(3) สัมประสิทธิ์ความคงเส้นคงวาภายใน (Coefficient of internal consistency) แบ่งเป็น

ก. วิธีการแบ่งครึ่งข้อสอบ(Split half)

ข. วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ด (Kuder-Richadson)

ค. สัมประสิทธิ์แอลฟา(Alpha Coefficient) การหาความเที่ยงด้วยวิธีการแบ่งครึ่งข้อสอบ วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน นั้นใช้ในกรณีที่ผลของการตอบข้อคำถามเป็นระบบ 0-1 อยู่ในมาตรจัดลำดับ อาจตอบเป็น 5 4 3 2 และ1 วิธีประมาณค่าความเที่ยงจะใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา

ง. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอย์ (Hoyt's Analysis of Variance) ที่กล่าวมาข้างต้นเป็น วิธีการประมาณค่าของเครื่องมือแบบอิงกลุ่ม แต่ถ้าเป็นเครื่องมือวัดแบบอิงเกณฑ์นิยามของความเที่ยงจะเปลี่ยนไป กล่าวคือ ความเที่ยงจะหมายถึงความเที่ยงในการตัดสินใจที่จะให้ผู้สอบผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์การวัด วิธีการหาความเที่ยงที่ใช้กันอยู่ ดังนี้

ก) วิธีการของสวามินทาน แฮมเบิลตัน และอัลจิมา (Swaminathan, Hambleton, Algina)

ข) วิธีการของคาร์เวอร์(Carver)

ค) วิธีการของลิฟวิงตัน(Livington)

ง) วิธีการของโลเวอร์(Lovett)

3.2.2 วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ

1) ความตรง

(1) ความตรงตามเนื้อหา (content validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือวัดที่สามารถวัดได้ตรงในขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนดไว้ สามารถวัดได้ครอบคลุมและตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดจริง ความตรงตามเนื้อหาสามารถสร้างขึ้นโดยผ่านการวิเคราะห์เชิงเหตุผลของเนื้อหาที่ต้องการวัดการพิจารณาว่าเครื่องมือที่สร้างมีความตรงเชิงเนื้อหาหรือไม่ สามารถพิจารณาได้จากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ทั้งในประเด็นความเหมาะสมของขอบเขตของเนื้อหาและความสอดคล้องของแบบสอบที่สร้างขึ้นว่าเป็นตัวแทนของเนื้อหาและคุณลักษณะเหมาะสมตรงกับประเด็นที่ต้องการวัดหรือไม่ การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือ จึงจำเป็นต้องตรวจสอบใน 2 ประเด็นหลักโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ก. ข้อสอบทั้งชุดในเครื่องมือนั้นเป็นตัวแทนของขอบเขตเนื้อเรื่องที่ต้องการวัดหรือไม่

ข. ข้อสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่

วิธีในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

วิธีการวิเคราะห์ค่าความตรงเชิงเนื้อหาตามแนวคิดของโรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน(Rovinelli and Hambleton) สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 217-229) ในเชิงปฏิบัติทำได้ดังนี้

ก. นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบที่วัดจุดประสงค์นั้นๆ หรือข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาแต่ละคนพิจารณาว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ด้วยการทำเป็นแบบสำรวจให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งไม่น้อยกว่า 3 คน พิจารณาการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย ควรให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นแล้วผู้วิจัยนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาประมวลเพื่อสรุปผล โดยพิจารณาจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์ , 2554, น. 47)

ให้ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ให้ 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข. การคำนวณผลสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ สามารถคำนวณจาก

สูตร IOC ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ค. พิจารณาคัดเลือกจุดประสงค์ หรือข้อสอบที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งแสดงว่าจุดประสงค์นั้นวัดได้สอดคล้องกับเนื้อหา หรือข้อสอบนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์และถ้าข้อใดได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 0.50 ต้องนำไปปรับปรุงแก้ไข

(2) ความตรงตามโครงสร้าง (construct validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถแสดงได้ว่าวัดคุณลักษณะที่ต้องการและได้นิยามตามแนวคิดเชิงทฤษฎีของคุณลักษณะดังกล่าวนั้น หลักฐานที่แสดงถึงความตรงตามทฤษฎีต้องการทั้งข้อมูลทางการตรวจสอบเชิงเหตุผล เช่นเดียวกับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาว่ามีองค์ประกอบหรือขอบเขตของเรื่องที่วัดว่าสอดคล้องกับทฤษฎีที่อธิบายคุณลักษณะนั้นหรือไม่ รวมทั้งการตรวจสอบเชิงประจักษ์เช่นเดียวกับการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ที่แสดงว่าผู้ตอบเครื่องมือวัดนั้นได้แสดงคุณลักษณะนั้นจริงสอดคล้องกับผลการวัดที่ได้จากเครื่องมือนั้น

วิธีการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

ก. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความเหมาะสมของทฤษฎีและนิยามของลักษณะที่มุ่งวัด ผังข้อสอบ และคุณภาพของข้อสอบ

ข. การหาความสัมพันธ์กับเครื่องมือมาตรฐาน (inter-test method) การหาสหสัมพันธ์ของคะแนนสอบจากเครื่องมือนั้นกับคะแนนสอบจากเครื่องมือต่างชุดที่วัดคุณลักษณะเดียวกันโดยเครื่องมือที่เป็นเกณฑ์ในการนำมาหาค่าสหสัมพันธ์นั้นจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพแล้วว่าสามารถวัดคุณลักษณะนั้นได้จริง

ค. การใช้กลุ่มรู้จัก (known-group method) วิธีนี้จะกำหนดกลุ่มบุคคลที่จะตอบเครื่องมือตามเกณฑ์คุณลักษณะที่วัดไว้ก่อน ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้ระหว่างกลุ่มที่ทราบแน่ชัดแล้ว

ง. การใช้วิธีวิเคราะห์ตัวประกอบ (factor analysis) เป็นวิธีทางสถิติในการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือข้อสอบแต่ละข้อว่าสามารถวัดองค์ประกอบร่วมเดียวกันหรือไม่ และองค์ประกอบร่วมที่ประกอบด้วยข้อสอบที่มีความสัมพันธ์กันสูงบนองค์ประกอบนั้นเป็นไปตามแนวคิดในการสร้างเครื่องมือนั้นหรือไม่

จ. การใช้วิธีลักษณะพหุ-วิธีพหุ (multitrait-multimethod technique) เป็นการตรวจสอบว่าเครื่องมือวัดที่มีความตรงตามทฤษฎีจะแสดงผลการวัดที่มีความสอดคล้องกันในการวัดคุณลักษณะด้วยเครื่องมือที่ต่างกันและในขณะเดียวกันจะแสดงผลการวัดที่ไม่มีความตรงตามทฤษฎี

(3) ความตรงตามสภาพ (concurrent validity) เป็นการพิจารณาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ด้วยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของกลุ่มที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลว่ามีความสัมพันธ์ต่อกันระดับใด ถ้ามีความสัมพันธ์ต่อกันสูง จึงจะถือว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่องนั้นๆ มีความตรงตามสภาพ การหาค่าความตรงตามสภาพ เป็นการศึกษาสภาพปัจจุบันของกลุ่มที่ทำการศึกษาวิจัยว่าเป็นคนลักษณะอย่างไร ในทางการวิจัยนิยมใช้สิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาโดยอาจจะให้ครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาให้ว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ทำการศึกษาวิจัยเป็นคนเก่ง ปานกลาง หรืออ่อน หรืออาจจะให้เกรดเฉลี่ยสะสมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาเกณฑ์ในการพิจารณาก็ได้ แล้วจึงให้คะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ถ้าหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการคำนวณมีค่าสูงๆ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป ถือว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีค่าความตรงตามสภาพ

(4) ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) เป็นความสามารถของแบบทดสอบในการที่จะทำนายสภาพความเป็นจริงของสิ่งที่วัดได้ในอนาคต โดยอาศัยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับคะแนนเกณฑ์ในอนาคตที่เกิดขึ้น เช่น หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (แบบทดสอบที่สร้างขึ้น) กับเกรดเฉลี่ยสะสมในแต่ละปีของผู้เข้าสอบ (เกณฑ์) เป็นต้น ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง ถือว่ามีความตรงเชิงพยากรณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตรงตามเนื้อหา

ความยาก (Difficulty)

ความยาก (Difficulty) มีความหมายตรงตัว หมายถึง ระดับความยากของแบบทดสอบหรือข้อสอบ โดยปกติแบบทดสอบที่ควรหาค่าความยากนั้นจะเป็นแบบทดสอบที่วัดทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ของนักเรียน เช่น แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความถนัด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีคุณภาพทางด้านความยาก (p) พอเหมาะ กล่าวคือ นักเรียนที่เก่งหรือผู้รู้แล้ว หรือผู้ที่สอบผ่านควรตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้องทุกคน และคนที่อ่อนหรือผู้ไม่รอบรู้หรือผู้ที่สอบไม่ผ่านควรตอบข้อนั้นผิดทุกคน หรือคิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 0.50 ในทางปฏิบัติข้อคำถามที่ถือว่ามีความยากใช้ได้มีค่า อยู่ระหว่าง 0.20-0.80

ถ้า p มีค่าต่ำกว่า 0.20 ถือว่าข้อคำถามนั้นยากเกินไป แต่ถ้าค่า p สูงกว่า 0.80 แสดงว่าง่ายเกินไป ดังนั้น แบบทดสอบที่ใช้ในการเรียนการสอนจึงต้องผ่านการหาค่าความยากมาก่อนและคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากพอเหมาะเพื่อนำไปใช้งาน

เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยาก (p) ของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 185)

ค่าความยาก(p)	ความหมาย
0.81 – 1.00	ง่ายมาก
0.60 – 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40 – 0.59	ปานกลาง (ดีมาก)
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก(ดี)
0 – 0.19	ยากมาก

3) อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination)

อำนาจจำแนก (r) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เพื่อที่จะใช้พยากรณ์หรือบ่งชี้ความแตกต่างที่เห็นชัดในด้านความสามารถ เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนจากกันได้ โดยถือว่าคนเก่งควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบ จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 ค่าอำนาจจำแนกที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

คุณสมบัติของค่าอำนาจจำแนกที่ดีมีค่าระหว่าง 0.20-1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 151-152) โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
0.60 – 1.00	อำนาจจำแนกสูง
0.40 – 0.59	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
0.20 – 0.39	อำนาจจำแนกใช้ได้
0.10 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ
-1.00 – 0.09	อำนาจจำแนกต่ำมาก

4) ความเที่ยง

ความเที่ยง (Reliability) เป็นความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยฉบับนั้นเมื่อนำไปวัดหรือทดสอบสิ่งที่ทำการวิจัยกี่ครั้งก็ตาม ยังคงให้ผลลัพธ์หรือค่าคงที่เหมือนเดิม

คงเดิมเสมอ การหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงนี้มีวิธีการหาค่าความเที่ยงได้หลายวิธี การจะเลือกใช้วิธีการหาค่าความเที่ยงวิธีใดก็ตามขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การวิจัย สภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและลักษณะของข้อมูลว่าเป็นอย่างไร วิธีหาค่าความเที่ยงแต่ละวิธีมีหลักการใช้ที่แตกต่างกันไป ในที่นี้จะอธิบายวิธีต่างๆ ในการประมาณค่าความเที่ยง (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 222-225) ดังนี้

(1) วิธีทดสอบซ้ำ (Test – Retest Method) วิธีนี้ทำได้โดยนำแบบทดสอบชุดที่ต้องการหาค่าความเชื่อมั่นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง ในสถานการณ์ที่เหมือนๆ กัน (แบบทดสอบชุดเดียว ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง 2 ครั้ง) ระยะเวลาห่างกันพอสมควร ประมาณ 1-8 สัปดาห์ เมื่อตรวจให้คะแนนเสร็จก็นำคะแนนทั้ง 2 ชุดนั้น ไปหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน(Pearson) ซึ่งบางครั้งเรียกว่า สัมประสิทธิ์ความคงที่ (Coefficient of Stability)

(2) วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Forms Method) วิธีนี้ทำได้โดยการสร้างแบบทดสอบ 2 ชุด ที่มีลักษณะคู่ขนานกัน กล่าวคือจำนวนข้อเท่ากัน วัดในเนื้อหาเดียวกัน เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งเพียงครั้งเดียว (แบบทดสอบ 2 ชุด ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่งเพียงครั้งเดียว) พบว่า ได้ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบ 2 ครั้ง เท่าๆ กัน การหาค่าความเชื่อมั่น ใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เช่นเดียวกับในวิธีในข้อ 1

(3) วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split-Half Method) วิธีนี้ทำได้โดยนำแบบทดสอบชุดที่ต้องการหาค่าความเชื่อมั่น ไปทดสอบกับนักเรียนเพียงครั้งเดียว แต่การตรวจให้คะแนนจะตรวจที่ละครึ่งฉบับ จะให้คะแนน 2 ชุด (แบบทดสอบชุดเดียว สอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง

เพียงครั้งเดียว แต่ตรวจให้คะแนนที่ละครึ่งฉบับ โดยตรวจแบบข้อคี่-ข้อคู่ หรือแบบครึ่งแรก-ครึ่งหลัง หรือใช้วิธีสุ่มมาตรวจก็ได้) นำคะแนน 2 ชุดนี้ไปหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ค่าความเชื่อมั่นที่ได้ จะเป็นค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบเพียงครึ่งฉบับ (ชุดละครึ่งฉบับ) ฉะนั้นจึงต้องนำมาปรับขยายให้เต็มฉบับ โดยใช้หลักของสเปียร์แมน บราว (Spearman Brown)

(4) วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Ricchardson Method) วิธีนี้มีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่าการหาความคงที่ภายใน (Internal Consistency) ซึ่งใช้แบบทดสอบฉบับเดียวดำเนินการสอบเพียงครั้งเดียว และเป็นประเภทตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน มีสูตรหาค่าความเที่ยง 2 สูตร คือ KR-20 และ KR-21 ดังนี้

ก. สูตร KR – 20 การคำนวณโดยสูตรนี้ต้องทราบความยาก (P) ของข้อสอบแต่ละข้อหรืออัตราส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูกและผิดกับจำนวนคนทั้งหมดการคำนวณโดยใช้ สูตรนี้ควรมีข้อสอบอย่างน้อย 20 ข้อ และต้องคำนึงข้อตกลงที่ว่าข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) คือวัดคุณลักษณะเดียวร่วมกัน และมีความยากใกล้เคียงกัน

ข. สูตร KR – 21 การคำนวณโดยใช้สูตรนี้ต้องทราบค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และความแปรปรวน (S2)

ค. ถ้าข้อสอบแต่ละข้อไม่ได้เป็นระบบถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนนคือแต่ละข้อมีคะแนนเต็มเท่าไรก็ได้ ครอนบาร์ค (Cronbach) จึงได้เสนอสูตรสำหรับหาค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบอิงกลุ่ม เรียกว่า สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α)

เกณฑ์การแปลผล ค่าความเที่ยงของเครื่องมืออยู่ระหว่าง 0.00 – 1.00 ยิ่งใกล้ 1.00 ยิ่งมีความเที่ยงสูง

เกณฑ์การแปลผลความเที่ยงมีดังนี้ (เกียรติสุดา ศรีสุข, 2552, น. 34)

0.00 – 0.20 ความเที่ยงต่ำมาก / ไม่มีเลย

0.21 – 0.40 ความเที่ยงต่ำ

0.41 – 0.70 ความเที่ยงปานกลาง

0.71 – 1.00 ความเที่ยงสูง

ในการวิจัยแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้งฉบับด้วยการหาความเที่ยง แบบสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Reliability) โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuden-Richardson: KR-20)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

วิชัย พะวงษ์ (2549, น. 68-70) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 โดยพบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาแล้วมีจานวน 60 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .21-.60 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 - .61 ถือได้ว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งฉบับอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมทุกข้อ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าความตรงเหมาะสมและค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .89

ชมนาด พรมมิจิตร (2550, น.102-108) ได้ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยสารพัดช่างเชียงใหม่ สาขาสารภี ผลการศึกษา ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.143 ถึง 0.871 และ 0.191 ถึง 0.767 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร Kuder-Richardson KR-20 โดยมีค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะและทั้งฉบับอยู่ในช่วง -0.519 ถึง 0.506 และ 0.842 ตามลำดับ และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบอยู่ในช่วง T_{11} ถึง T_{84}

นพวรรณ ศรีเกตุ (2550, น. 78-98) ได้ศึกษาหลักฐานความเที่ยงและความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชิโนรสวิทยาลัย โรงเรียนสตรีวัดระฆัง โรงเรียนสวนอนันต์ และโรงเรียนมหรรณพาราม ผลการศึกษาพบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นมีคุณภาพใช้ได้ โดยมีหลักฐานแสดงความเที่ยงตรงคำนวณด้วยสูตรของ ไอซน์และบอร์นสเตรดต์ มีค่า .70 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์สูง และมีหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างภายในฉบับด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันทั้งอันดับแรกและอันดับสอง โมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทีความเมาะเจาะพอดี ซึ่งแต่ละทักษะมีค่าเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง .83 - .95 ค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง .68-.93 หลักฐานแสดงความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยการใช้ดัชนีความสอดคล้องของผู้ประเมิน 3 คน มีค่า 0.93 และหลักฐานแสดงความเชื่อมั่นด้วยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง มีค่า 0.68

เยาวเรศ ปริวันตา (2554, น. 130-131) ได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีดังนี้ ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ มีค่า 0.60-1.00 ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.48 ถึง 0.68 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.67 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างหาโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ปรากฏว่าแบบวัดทักษะแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทุกทักษะวัดได้ตรงกับโครงสร้างและตรงจุดหมายของการวัดโดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.28 ถึง 0.50 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีสถิติที่ระดับ .05 มีความแปรผันร่วมกันกับองค์ประกอบร้อยละ 30 ถึง 100 เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่ใช้ พบว่า ผลการทดสอบไค-สแควร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 2.21 ซึ่งมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสถิติ GFI มีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าสถิติ RMSEA มีค่าเท่ากับ 0.00 ผลการทดสอบดังกล่าวเป็นหลักฐานแสดงว่า โมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง เกณฑ์ปกติของคะแนนจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ในรูปคะแนน T ปกติ มีค่าตั้งแต่ T18 ถึง T80 นั่นคือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำมากถึงระดับสูงมาก

นันทพร สงวนหงส์ (2552, น. 90) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด โดยพบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีจำนวน 45 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภททักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายของข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปและแบบวัด มีค่าความตรงอยู่ระหว่าง .60 - 1.00 และค่าความเที่ยงเท่ากับ .84 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21 - .78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 - .79

นันทรัตน์ มีล้วน (2555) ได้สร้าง แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านและการเขียนสะกดคำภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาประจวบคีรีขันธ์ เขต 1 พบว่า 1.แบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านและการเขียนสะกดคำภาษาไทยประกอบด้วยการอ่านและการเขียนสะกดคำที่มีที่มีอักษรควบกล้ำ รร (ร หัน) อักษรนำ ประวิสรรชนีย์และไม่ประวิสรรชนีย์ ตัวการันต์ ตัวสะกดตรงและไม่ตรงตามมาตรา คำที่มีพยัญชนะและสระไม่ออกเสียง และผันวรรณยุกต์อักษรกลาง สูง ต่ำ และ 2. แบบทดสอบวินิจฉัยมีคุณภาพด้าน

ความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากระหว่าง 0.51 – 0.79 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.29 -0.86 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.88 ซึ่งมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

รำพัน สีหล้าน้อย (2555, น.87-88) ได้สร้าง แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ดเขต 3 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ดเขต 3 จำนวน 1 ฉบับ มีจำนวน 58 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต จำนวน 3 ข้อ ทักษะการวัด จำนวน 5 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 3 ข้อ ทักษะสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา จำนวน 6 ข้อ ทักษะการคำนวณ จำนวน 4 ข้อ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 5 ข้อ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 6 ข้อ ทักษะการพยากรณ์จำนวน 5 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 4 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 5 ข้อ ทักษะการทดลองจำนวน 5 ข้อ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ให้ผลดังนี้ ความตรงแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 58 ข้อ มีความตรงตามเกณฑ์ โดยมีค่าความตรงระหว่าง .86 -1.00 ความเที่ยง (Reliability) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี ค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .83 ความยาก แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากระหว่าง .21 - .75 อำนาจจำแนกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .23 - .71

สังวาลย์ โพนพุทธ (2556, น. 149-150) ได้สร้างแบบวัดทักษะการอ่านจับใจความสำคัญวิชาภาษาอังกฤษสาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 พบว่า แบบวัดการอ่านจับใจความสำคัญวิชาภาษาอังกฤษ จานวน 1 ฉบับ เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จานวน 50 ข้อ ตามมาตรฐาน ต 1.1 เข้าใจและตีความเรื่องที่ฟังและอ่านจากสื่อประเภทต่างๆและแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ตัวชี้วัดที่ 4 ระบุหัวข้อเรื่อง (topic) ใจความสำคัญ (main idea) และตอบคำถามจากการฟังและอ่านบทสนทนา นิทานและเรื่องสั้น ประกอบด้วย บทสนทนา 7 เรื่อง จานวน 18 ข้อ นิทาน 5 เรื่อง จำนวน 16 ข้อ และเรื่องสั้น 7 เรื่อง จำนวน 16 ข้อ การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการอ่านจับใจความสำคัญวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการตรวจสอบคุณภาพสามารถสรุปผลได้ดังนี้ ความตรง แบบวัดทักษะการอ่านจับใจความสำคัญวิชาภาษาอังกฤษ มีความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ความยาก แบบวัดทักษะการอ่าน

จับใจความสำคัญวิชาภาษาอังกฤษสาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 21 มีความยากอยู่ในเกณฑ์ที่

เหมาะสมซึ่งตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ความยากเป็นรายข้อ มีความยากอยู่ระหว่าง 0.32-0.66 อำนาจจำแนก แบบวัดทักษะการอ่านจับใจความสำคัญวิชาภาษาอังกฤษสาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 21 มีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ ซึ่งตรวจสอบโดยการวิเคราะห์อำนาจจำแนกเป็นรายข้อ มีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 - 0.64 ความเที่ยง แบบวัดทักษะการอ่านจับใจความสำคัญวิชาภาษาอังกฤษสาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 21 มีความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

สุธาสินี เพชรแย้ม (2558, น. 87-88) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2 พบว่าแบบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2 มีจำนวน 3 ฉบับ ได้แก่

แบบวัดความสามารถในการอ่าน แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการเขียน แบบเขียนบรรยาย จำนวน 3 ข้อ และผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2 มีคุณภาพดังนี้ 1. แบบวัดมีความตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมบ่งชี้ทั้ง 3 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 แบบวัดความสามารถในการอ่าน มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ฉบับที่ 2 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีค่าความสอดคล้อง 0.60 - 1.00 ฉบับที่ 3 แบบวัดความสามารถในการเขียนมีค่าความสอดคล้อง 0.80 - 1.00 2. แบบวัดมีความเที่ยงทั้ง 3 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 แบบวัดความสามารถในการอ่าน เท่ากับ 0.792 ฉบับที่ 2 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เท่ากับ 0.891 ฉบับที่ 3 แบบวัดความสามารถในการเขียน เท่ากับ 0.857 3. แบบวัดมีความยากทั้ง 3 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 แบบวัดความสามารถในการอ่าน อยู่ระหว่าง 0.28 - 0.77 ฉบับที่ 2 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ อยู่ระหว่าง 0.27 - 0.78 ฉบับที่ 3 แบบวัดความสามารถในการเขียน อยู่ระหว่าง 0.49 - 0.52 4. แบบวัดมีอำนาจจำแนกทั้ง 3 ฉบับ ดังนี้ ฉบับที่ 1 แบบวัดความสามารถในการอ่าน อยู่ระหว่าง 0.22 - 0.70 ฉบับที่ 2 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ อยู่ระหว่าง 0.26 - 0.72 ฉบับที่ 3 แบบวัดความสามารถในการเขียน อยู่ระหว่าง 0.49 - 0.55

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เบิร์น และคณะ (Burn et. al., 1985, น.169) ได้พัฒนาแบบทดสอบที่ชื่อว่า Development of a Integrated Process Skills Test: TIPS 2 ลักษณะของแบบทดสอบมีจำนวน 36 ข้อ วิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบได้เท่ากับ 19.14 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .86 ความยากเฉลี่ย .53 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย .35

โรส และ เมเนส (Rose and Maynes, 1985, น. 325-326) ได้พัฒนาแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยใช้พื้นฐานการเรียนรู้ตามลำดับขั้นที่แตกต่างกัน 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การบันทึกและการสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูลการสรุปและการตีความหมายข้อมูล โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 1,600 คน คำนวณค่าความเชื่อมั่นแบบ Hoyt มีค่าอยู่ระหว่าง .58 - .69 ค่าความเชื่อมั่นแต่ละทักษะอยู่ระหว่าง .25 - .45

สตอวิทซ์และมาโลน (Strawitz and Malone, 1987, น. 53) ได้ศึกษาความคงทนของจำลองทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักศึกษาฝึกหัดครูประถมศึกษาที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรง (Teacher-Direct Strategy) และการเรียนด้วยตัวเอง (Self-Instructional Strategy) พบว่านักศึกษาฝึกหัดครูที่ได้เรียนด้วยตนเองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมากกว่าที่ได้รับการสอนจากครูโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของทั้ง 2 วิธีนั้น พบว่ามีความคงทนทั้ง 2 วิธี

จากการประมวลแนวคิดหรือทฤษฎีนักการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีความสอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน จึงสรุปได้ว่าในแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนด้านวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และสามารถทำให้เกิดกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการแสวงหาความรู้ สามารถอธิบายและนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 10,303 คน จาก 60 โรงเรียน ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2558 ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

ขนาดโรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	จำนวนประชากร (คน)
เล็ก	24	1,031
กลาง	19	2,513
ใหญ่	8	2,586
ใหญ่พิเศษ	9	4,173
รวม	**60**	**10,303**

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 375 คน โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของเครจซีและมอร์แกน ซึ่งผู้วิจัยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำแนกตามขนาดของโรงเรียน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 จำแนกขนาดโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก	มีนักเรียนตั้งแต่ 1- 499 คน จำนวน 24 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดกลาง	มีนักเรียนตั้งแต่ 500 - 1,499 คน จำนวน 19 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดใหญ่	มีนักเรียนตั้งแต่ 1,500- 2,499 คน จำนวน 8 โรงเรียน
โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ	มีนักเรียนตั้งแต่ 2,500 คน ขึ้นไป จำนวน 9 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 กำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของเครจซีและมอร์แกน ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 375 คน จากจำนวนประชากรทั้งหมด 10,303 คน และผู้วิจัยทำการสุ่มจำนวนคนโดยเทียบบัญญัติไตรยางค์จากจำนวนประชากรทั้งหมด 10,303 คน และกลุ่มตัวอย่าง 375 คน โดยเทียบสัดส่วนคิดเป็นจำนวนคนได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น

ขนาดโรงเรียน	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
เล็ก	1,031	37
กลาง	2,513	91
ใหญ่	2,586	95
ใหญ่พิเศษ	4,173	152
รวม	**10,303**	**375**

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยทำการกำหนดร้อยละ 15 ของจำนวนโรงเรียน ได้โรงเรียนขนาดเล็ก 4 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 3 โรงเรียน ขนาดใหญ่ 2 โรงเรียน และขนาดใหญ่พิเศษ 2 โรงเรียน รวมจำนวนโรงเรียนทั้งหมด 11 โรงเรียน ผู้วิจัยใช้วิธีกำหนดนักเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 375 คน รายละเอียดในตาราง 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนที่ใช้ในการวิจัย

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน (ห้อง)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
เล็ก	หลักสองส่งเสริมวิทยา	1	12
	โรงเรียนเมธีชุณหะวัณวิทยาลัย	1	4
	สกลวิสุทธิ์	1	6
	ห้วยทรายประชาสรรค์	1	15
กลาง	โรงเรียนทับสะแก	1	33
	โรงเรียนท้ายหาด	1	22
	โรงเรียนกุยบุรีวิทยา	1	36
ใหญ่	โรงเรียนบ้านลาด	1	39
	โรงเรียนสามร้อยยอดวิทยา	1	56
ใหญ่พิเศษ	โรงเรียนถาวรานุกูล	1	71
	โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ	1	81
	รวม	**11**	**375**

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่วัดเกี่ยวกับทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 มี 1 ฉบับ จำนวน 52 ข้อ โดยมีวิธีการพัฒนา ดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องจากหนังสือบทความวิชาการรวม ทั้งรายงานวิจัยต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ความหมายในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ

2.2 สร้างผังตารางข้อสอบของแบบวัด ซึ่งจะประกอบด้วยจุดมุ่งหมายและเนื้อหาที่ต้องการวัด รวมทั้งให้ค่าน้ำหนักความสำคัญเป็นร้อยละและระบุจำนวนข้อสอบที่ต้องการสร้างดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงผังข้อสอบสำหรับการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบที่สร้างจริง
1. ทักษะการสังเกต	7.7	4
2. ทักษะการวัด	7.7	4
3. ทักษะการจำแนก	7.7	4
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	7.7	4
5. ทักษะการคำนวณ	7.7	4
6. ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7.7	4
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	7.7	4
8. ทักษะการพยากรณ์	7.7	4
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	7.7	4
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	7.7	4
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	7.7	4
12. ทักษะการทดลอง	7.7	4
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	7.7	4
รวม	**100**	**52**

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ผู้วิจัยให้น้ำหนักความสำคัญแต่ละทักษะเท่ากันคือด้านละ 7.7% ทำให้ผู้วิจัยได้จำนวนข้อสอบเป็น 52 ข้อ ตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ การกำหนดจำนวนข้อของแบบวัดได้พิจารณาให้สอดคล้องกับระยะเวลาลักษณะผู้สอบเวลาที่ต้องการใช้ในการทดสอบคือ 1 ชั่วโมง

2.3 เขียนข้อสอบตามแผนผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามนิยามและตัวบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ

2.4 ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) คัดเลือกข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ได้ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาขั้นต้นทั้งสิ้น จำนวน 52 ข้อ

2.5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 การทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 52 ข้อที่คัดเลือกไว้นำไปทดลองสอบ (try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 โดยนำไปทดลองสอบกับโรงเรียนเล็กและโรงเรียนขนาดกลาง ซึ่งได้แก่ โรงเรียนห้วยทรายประชาสรรค์ จำนวน 15 คน และโรงเรียนท้ายหาดวิทยา จำนวน 22 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 37 คน ได้ข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ ได้ความเที่ยง .82

2.5.2 การทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขและปรับปรุงจำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนใน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ในโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดใหญ่ ซึ่งได้แก่ โรงเรียนหลักสองส่งเสริมวิทยา จำนวน 12 คน โรงเรียนทับสะแก จำนวน 33 คน และโรงเรียนบ้านลาด จำนวน 39 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น จำนวน 84 คน ได้ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และความยากตั้งแต่ .20 - .80 จำนวน 48 ข้อ ได้ค่าความเที่ยง .80

2.5.3 การนำไปใช้จริง นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขและปรับปรุงจำนวน 48 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 โรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนขนาดกลาง โรงเรียนขนาดใหญ่ และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งได้แก่ โรงเรียนเมธีชุณหะวัณวิทยาลัย จำนวน 4 คน โรงเรียนสกลวิสุทธิ์ จำนวน 6 คน โรงเรียนกุยบุรี จำนวน 36 คน โรงเรียนสามร้อยยอดวิทยา จำนวน 56 คน โรงเรียนถาวรานุกูล จำนวน 71 คน และโรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จำนวน 81 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 254 คน ได้ข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ .11 - .60 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 45 ข้อ ได้ค่าความเที่ยง .81

2.6 ตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยคำนวณความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Reliability) ตามวิธีการของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-20) ได้ค่าความเที่ยง .81

2.7 จัดทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์และจัดทำคู่มือการใช้แบบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 45 ข้อ ดังรายละเอียดดังตารางที่ 3.5 และภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.5 สรุปจำนวนข้อสอบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จำนวนข้อสอบทั้งหมด	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	จำนวนข้อสอบที่นำไปใช้	จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพ	จำนวนข้อสอบที่นำไปใช้	จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพ
52 ข้อ	52 ข้อ	50 ข้อ	50 ข้อ	48 ข้อ

จากนั้นนำข้อสอบ จำนวน 48 ข้อ นำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการเก็บข้อมูล ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

3.1 เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ

3.2 เก็บข้อมูลจากโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดสอบการใช้เครื่องมือนำส่งให้โรงเรียน และนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบวัดไปใช้ทดสอบครั้งที่ 1 (try out) กับนักเรียน จำนวน 37 คน ครั้งที่ 2 กับนักเรียน จำนวน 84 คน และใช้ทดสอบจริงกับนักเรียน จำนวน 254 คน

3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ทำการทดสอบทั้งหมดได้ 375 ฉบับ จากแบบทดสอบทั้งหมด 375 ฉบับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100

3.4 นำผลการทดสอบที่ได้แต่ละครั้งมาตรวจให้คะแนน และนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้วิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ความตรง ความเที่ยง ความยาก และค่าอำนาจจำแนก

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 10 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item of Objective Congruency: IOC)

ส่วนที่ 2การวิเคราะห์ความยาก อำนาจจำแนกรายข้อ และความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item of Objective Congruency: IOC)

การตรวจสอบความตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง จำนวน 48 ข้อ สามารถแสดงสรุปจำนวนข้อคำถามที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละทักษะ มีค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อเท่ากับ 1.00 รายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
1. ทักษะการสังเกต (ข้อ 1-4)	1	1	สอดคล้อง
	2	1	สอดคล้อง
	3	1	สอดคล้อง
	4	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
2. ทักษะการวัด (ข้อ 5-8)	5	1	สอดคล้อง
	6	1	สอดคล้อง
	7	1	สอดคล้อง
	8	1	สอดคล้อง
3. ทักษะการจำแนกประเภท (ข้อ 9-12)	9	1	สอดคล้อง
	10	1	สอดคล้อง
	11	1	สอดคล้อง
	12	1	สอดคล้อง
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส	13	1	สอดคล้อง
และสเปสกับเวลา (ข้อ 13-16)	14	1	สอดคล้อง
	15	1	สอดคล้อง
	16	1	สอดคล้อง
5. ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ (ข้อ 17-20)	17	1	สอดคล้อง
	18	1	สอดคล้อง
	19	1	สอดคล้อง
	20	1	สอดคล้อง
6. ทักษะการกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	21	1	สอดคล้อง
(ข้อ 21-24)	22	1	สอดคล้อง
	23	1	สอดคล้อง
	24	1	สอดคล้อง
7. ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล (ข้อ 25-29)	25	1	สอดคล้อง
	26	1	สอดคล้อง
	27	1	สอดคล้อง
	28	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
8. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ (ข้อ 30-33)	29	1	สอดคล้อง
	30	1	สอดคล้อง
	31	1	สอดคล้อง
	32	1	สอดคล้อง
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ข้อ 34-37)	33	1	สอดคล้อง
	34	1	สอดคล้อง
	35	1	สอดคล้อง
	36	1	สอดคล้อง
10. ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ (ข้อ 38-41)	37	1	สอดคล้อง
	38	1	สอดคล้อง
	39	1	สอดคล้อง
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (ข้อ42-45)	40	1	สอดคล้อง
	41	1	สอดคล้อง
	42	1	สอดคล้อง
12. ทักษะการทดลอง (ข้อ 46-50)	43	1	สอดคล้อง
	44	1	สอดคล้อง
	45	1	สอดคล้อง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	46	1	สอดคล้อง
(ข้อ 51-54)	47	1	สอดคล้อง
	48	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 ข้อ มีค่าความตรงตามเนื้อหาเท่ากับ 1.00 ข้อสอบมีคุณภาพเข้าเกณฑ์ทุกข้อ ถือได้ว่ามีความตรงตามเนื้อหา เพราะมีค่าความสอดคล้องมากกว่า 0.50

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ครั้งที่ 3 จำนวน 48 ข้อ รายละเอียด ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ครั้งที่ 3

ทักษะ	ข้อที่	p	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1. ทักษะการสังเกต (ข้อ 1-4)	1	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.42	ดีมาก	ใช้ได้
	2	0.69	ปานกลาง	0.31	ดี	ใช้ได้
	3	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
	4	0.31	ปานกลาง	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
2. ทักษะการวัด (ข้อ 5-8)	5	0.65	ปานกลาง	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
	7	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.25	ใช้ได้	ใช้ได้
	8	0.63	ปานกลาง	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
3. ทักษะการจำแนกประเภท (ข้อ 9-12)	9	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
	10	0.57	ปานกลาง	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
	11	0.62	ปานกลาง	0.25	ใช้ได้	ใช้ได้
	12	0.41	ปานกลาง	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส (ข้อ 13-16)	13	0.43	ปานกลาง	0.42	ดีมาก	ใช้ได้
	14	0.62	ปานกลาง	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
	15	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.25	ใช้ได้	ใช้ได้
	16	0.42	ปานกลาง	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	p	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
5. ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ (ข้อ 17-20)	17	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
	18	0.43	ปานกลาง	0.41	ดีมาก	ใช้ได้
	19	0.58	ปานกลาง	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
	20	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดี	ใช้ได้
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (ข้อ 21-24)	21	0.51	ปานกลาง	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
	22	0.45	ปานกลาง	0.33	ดี	ใช้ได้
	23	0.31	ปานกลาง	0.32	ดี	ใช้ได้
	24	0.32	ปานกลาง	0.37	ดี	ใช้ได้
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (ข้อ 25-28)	25	0.23	ค่อนข้างยาก	0.33	ดี	ใช้ได้
	26	0.42	ปานกลาง	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
	27	0.39	ปานกลาง	0.43	ดีมาก	ใช้ได้
	28	0.83	ง่ายมาก	0.15	ต่ำ	ตัดทิ้ง
8. ทักษะการพยากรณ์ (ข้อ 29-32)	29	0.42	ปานกลาง	0.38	ดี	ใช้ได้
	30	0.60	ปานกลาง	0.36	ดี	ใช้ได้
	31	0.35	ปานกลาง	0.60	ดีมาก	ใช้ได้
	32	0.38	ปานกลาง	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ข้อ 33-36)	33	0.46	ปานกลาง	0.37	ดี	ใช้ได้
	34	0.35	ปานกลาง	0.36	ดี	ใช้ได้
	35	0.33	ปานกลาง	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
	36	0.33	ปานกลาง	0.41	ดีมาก	ใช้ได้
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (ข้อ 37-39)	37	0.26	ค่อนข้างยาก	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
	38	0.38	ปานกลาง	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
	39	0.36	ปานกลาง	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (ข้อ 40-42)	40	0.38	ปานกลาง	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
	41	0.42	ปานกลาง	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
	42	0.21	ค่อนข้างยาก	0.11	ต่ำ	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	p	ความหมาย	r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
12. ทักษะการทดลอง	43	0.22	ค่อนข้างยาก	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้
(ข้อ 43-46)	44	0.22	ค่อนข้างยาก	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
	45	0.29	ค่อนข้างยาก	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
13. ทักษะการตีความหมายของ	46	0.37	ปานกลาง	0.42	ดีมาก	ใช้ได้
ข้อมูลและการลงข้อสรุป	47	0.46	ปานกลาง	0.37	ดี	ใช้ได้
(ข้อ 48-50)	48	0.20	ค่อนข้างยาก	0.11	ต่ำ	ตัดทิ้ง

ความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ = 0.81

จากตารางที่ 4.2 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 13 ทักษะ มีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 48 ข้อ มีข้อสอบที่มีคุณภาพ จำนวน 45 ข้อ มีความยากระหว่าง .17 - .75 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .07 - .71 โดยมีข้อที่มีความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์ 3 ข้อ คือ ข้อที่ 28 ข้อที่ 42 และข้อที่ 48 ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละทักษะดังนี้

ทักษะการสังเกต จำนวน 4 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .31 - .74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .22 - .42 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการวัด จำนวน 4 ข้อ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .63 - .74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23 - .45 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 4 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .41 - .72 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .11 - .27 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา จำนวน 4 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .42 - .74 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 - .42 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการคำนวณ จำนวน 4 ข้อ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .43 - .78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง.24 - .41 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 4 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .31 - .51 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .29 - .37 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 4 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .23 - .83 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .11 - .60 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 3 ข้อ ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์คัดออก 1 ข้อ คือ ข้อที่ 28 มีความยาก .83 ค่าอำนาจจำแนก .15

ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 4 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง . 38 -.60 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .36 - .59 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .33 - .46 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 15 - .41 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .26 - .38 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .24 - .29 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 3 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .21 - .42 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .11 - .40 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 2 ข้อ ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์คัดออก 1 ข้อ คือ ข้อที่ 42 มีค่าความยาก .21 ค่าอำนาจจำแนก .11

ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .22 - .29 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 - .22 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ ความยากอยู่ระหว่าง .20 -.46 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .11 - .42 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่นำไปใช้ได้ จำนวน 1 ข้อ ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์คัดออก 1 ข้อ คือ ข้อที่ 48 มีความยาก .20 ค่าอำนาจจำแนก .11

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองใช้ 2 ครั้ง และทดสอบจริงจากข้อสอบ 48 ข้อ ตัดทิ้งไป 3 ข้อ เหลือข้อสอบที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ 45 ข้อ สรุปภาพรวมได้ดังตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ

การวิเคราะห์คุณภาพ	ความเที่ยง (r_{cc})	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	0.81	.20 - .78	.20 - .60

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ จำนวน 45 ข้อ มีความตรงมีค่า 1.00 ความเที่ยงเท่ากับ .81 ความยากอยู่ระหว่าง .20 - .78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 - .60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.4 สรุปคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกรายทักษะ จำนวน 45 ข้อ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนที่ใช้ครั้งที่สาม (ข้อ)	จำนวนที่มีคุณภาพ (ข้อ)
1. ทักษะการสังเกต	4	4
2. ทักษะการวัด	4	4
3. ทักษะการจำแนก	4	4
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	4	4
5. ทักษะการคำนวณ	4	4
6. ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	4	4
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	4	3
8. ทักษะการพยากรณ์	4	4
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	4	4
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	3
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	2
12. ทักษะการทดลอง	3	3
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	3	2
รวม	**48**	**45**

จากตารางที่ 4.4 สรุปได้ว่า แบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 ข้อ มีข้อสอบที่ตัดทิ้งไปจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 28 ข้อที่ 42 และข้อที่ 48 เหลือจำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพและผ่านเกณฑ์ จำนวนทั้งสิ้น 45 ข้อ

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 ในครั้งนี้ สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

1.1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

1.2 วิธีการดำเนินงาน

1.2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 10,303 คน จาก 60 โรงเรียน ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2558

1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 375 คน โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของเครจซีและมอร์แกน ซึ่งผู้วิจัยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น จำแนกนักเรียนตามขนาดโรงเรียน

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่วัดเกี่ยวกับทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 มี 1 ฉบับ จำนวน 52 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ

1.4.2 เก็บข้อมูลจากโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดสอบการใช้เครื่องมือนำส่งให้โรงเรียน และนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบวัดไปใช้ทดสอบครั้งที่ 1 (try out) กับนักเรียน จำนวน 37 คน ครั้งที่ 2 กับนักเรียน จำนวน 84 คน และใช้ทดสอบจริงกับนักเรียน จำนวน 254 คน

1.4.3 เก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ทำการทดสอบทั้งหมดได้ 375 ฉบับ จากแบบทดสอบทั้งหมด 375 ฉบับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100

1.4.4 นำผลการทดสอบที่ได้แต่ละครั้งมาตรวจให้คะแนน และนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้วิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ความตรง ความเที่ยง ความยาก และค่าอำนาจจำแนก

1.6 ผลการวิจัย สรุปได้ดังนี้

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1.6.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 จำนวน 1 ฉบับ มีจำนวน 45 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต จำนวน 4 ข้อ ทักษะการวัด จำนวน 4 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภท จำนวน 4 ข้อ ทักษะสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา จำนวน 4 ข้อ ทักษะการคำนวณจำนวน 4 ข้อ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 4ข้อ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจำนวน 3 ข้อ ทักษะการพยากรณ์จำนวน 4 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 2 ข้อ ทักษะการทดลองจำนวน 3 ข้อ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปจำนวน 2 ข้อ

1.6.2 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 สามารถสรุปผลคุณภาพได้ดังนี้

1) ความตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ มี ความตรงตามเกณฑ์ โดยมีค่าความตรงเท่ากับ 1.00

2) ความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .81

3) ความยากของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยาก ระหว่าง .20-.78

4) อำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .20-.60

2. อภิปรายผล

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีจำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพ 45 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดมี 13 ทักษะ จำนวนข้อสอบคุณภาพมี 45 ข้อ ทั้งนี้เป็นเพราะสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น. 13-20) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 13 ทักษะ ซึ่งทั้ง 13 ทักษะเป็นทักษะที่จำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า การทดลอง เพื่อหาข้อมูลจริง และพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง โดยได้แบ่งทักษะกระบวนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์

และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงอีก 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป อีกทั้งสอดคล้องกับเนื้อหาสาระของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (2552, น. 92) ที่กล่าวไว้ว่า วิทยาศาสตร์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบ เสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น

2.2 คุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีดังนี้

2.2.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความตรงอยู่เท่ากับ 1.00 อีกทั้งได้ผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภททักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ความตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ระหว่าง .86-1.00 จึงเป็นความตรงที่นำแบบทดสอบไปใช้ได้ซึ่งสอดคล้องกับที่ ไพศาล วรคำ (2552, น. 257-258) กล่าวว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ควรมีค่าตั้งแต่ .60 ขึ้นไป แบบทดสอบจึงสามารถนำไปใช้ได้ สอดคล้องกับ นันทพร สงวนหงษ์ (2552, น. 90) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด โดยพบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีค่าความตรงอยู่ระหว่าง .60-1.00 สอดคล้องกับ เยาวเรศ ปริวันตา (2554, น. 131) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต พบว่าค่าความตรงได้ค่าตั้งแต่ .60-1.00 แสดงว่าแบบวัดมีความตรง สามารถนำไปใช้ทดสอบวัดนักเรียนได้ สอดคล้องกับ สุธาสินี เพชรแย้ม (2558, น. 75) แบบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน มีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84 ค่าความยากระหว่าง 0.27-0.78 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22-0.72 ซึ่งมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 10 พบว่ามีคุณภาพความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .81 ถือเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยเกณฑ์ได้กำหนดไว้ว่าข้อสอบที่มีคุณภาพต้องมีค่าความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยต้องไม่ต่ำกว่า .70 จึงจัดว่าเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณ์ดี แสงประทีปทอง (2555, น. 45) กล่าวถึงความเที่ยง (Reliability) ว่าความเที่ยงมีค่าสูง เข้าใกล้ +1 แสดงว่าเครื่องมือมีความเที่ยงสูงหรือให้ผลคงเดิมในการวัดซ้ำ สอดคล้องกับวนิดา รวมธรรม (2553) ที่ได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีอัตราส่วนของจำนวนข้อสอบต่างกันกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีค่าความเชื่อมั่น(Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 2 มีค่าสูงสุด (0.77) รองลงมาคือฉบับที่ 1 (0.74) ฉบับที่ 3 (0.73) และฉบับที่ 4 (0.72) ถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น พบว่าไม่แตกต่างกัน และยังสอดคล้องกับรำพัน สีหล้าน้อย (2555, น. 89) ที่ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ดเขต 3 พบว่าค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ .83 ถือเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพ

2.2.3 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความยากอยู่ระหว่าง .20-.78 เป็นแบบวัดมีความยากอยู่ในระดับพอเหมาะ ทั้งนี้เป็นเพราะข้อสอบมีความยากอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ อาจเนื่องมาจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพและผ่านการทดลองกับกลุ่มทดลองถึง 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 37 คน และครั้งที่ 2 จำนวน 84 คน และได้นำไปทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 254 คน จึงได้แบบวัดที่มีความยากพอเหมาะและมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ทดสอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณ์ดี แสงประทีปทอง (2555, น. 45) ค่าความยากจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ข้อสอบที่มีค่าความยากใกล้ 1 หมายถึง ข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ส่วนข้อสอบที่มีค่าใกล้ 0 หมายถึง ข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ข้อสอบที่ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ต้องมีความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 สอดคล้องกับ วิชัย พะวงษ์ (2549) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาแล้วมีจำนวน 60 ข้อมีความยากอยู่ระหว่าง .21-.60 ถือได้ว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งฉบับอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมทุกข้อ และสอดคล้องกับ รำพัน สีหล้าน้อย (2555, น. 89) ที่ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 6 เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ดเขต 3 พบว่าค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ .83 ถือเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพ และยังสอดคล้องกับไพศาล วรคำ (2552, น. 288-292) กล่าวไว้ว่า ข้อสอบที่มีความยากง่ายเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง .20-.80 เครื่องมือที่ดีควรสามารถแยกแยะบุคคลออกเป็นกลุ่มๆ ตามปริมาณคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้

2.2.4 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .20-.60 เป็นแบบวัดที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เป็นเพราะได้ผ่านกระบวนการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง และนำไปใช้ทดสอบจริง จึงจัดว่าเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพเหมาะแก่การนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณ์ดี แสงประทีปทอง (2555, น. 54) ได้กล่าวไว้ว่า โดยอาศัยค่าอำนาจการจำแนกจะพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ ได้ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนก 0.40 ขึ้นไป จะจำแนกข้อสอบได้ดีมาก และข้อสอบที่ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ต้องมีค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป สอดคล้องกับวิชัย พะวงษ์ (2549) ที่ทำการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง .21-.61 ถือได้ว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งฉบับอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมทุกข้อ สอดคล้องกับนันทพร สงวนหงษ์ (2552, น. 93) ซึ่งได้พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง .21-.79 และสอดคล้องกับ รำพัน สีหล้าน้อย (2555, น. 91) ที่ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ดเขต 3 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าอยู่ระหว่าง .23-.71 เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการจำแนกอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ เยาวเรศ ปริวันตา (2554, น. 132) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 26 พบว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ .41-.67 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อมีอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ทดสอบเพื่อวางแผนพัฒนา ปรับปรุงและแก้ไข การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยอาจจะเน้นในทักษะที่ผู้สอบได้คะแนนที่น้อยให้มากขึ้น

3.1.2 ผู้นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ ควรศึกษารายละเอียดเนื้อหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้เข้าใจเพื่อจะได้ใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.3 ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่างๆ นำผลวิจัยไปพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนได้ต่อไป

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป

ควรมีการพัฒนาแบบวัดความถนัดทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อคัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาต่อในสายเรียนวิทยาศาสตร์ และควรมีการพัฒนาให้มีการสร้างข้อสอบวัดแววอัจฉริยะภาพทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2553). *จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน เพื่อการขับเคลื่อนหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมิลผล*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2552). *เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ชมนาด พรมมิจิตร.(2550). *การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยสารพัดช่างเชียงใหม่ สาขาสารภี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นพวรรณ ศรีเกตุ. (2550). *การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ

นันทพร สงวนหงษ์. (2552). *การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

นันทรัตน์ มีล้วน. (2555). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยทักษะการอ่านและการเขียนสะกดคำภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาประจวบคีรีขันธ์ เขต 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

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

_____. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญศรี พรหมมาพันธุ์. (2545). แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสาหรับการประเมินการศึกษา.* หน่วยที่ 5. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.

ประภาพร เทพไพฑูรย์. (2549). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับปฐมวัย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

พรทิพย์ ไชยโส และคณะ.(2549). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. (2550). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไพศาล วรคำ. (2552). *การวิจัยการศึกษา.* กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์.* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวเรศ ปริวันตา. (2554). *การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์ . (2554). การสร้างเครื่องมือวัดด้านพุทธิพิสัย. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา.* (หน่วยที่ 6). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.

ราตรี นันทสุคนธ์. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.* กรุงเทพฯ: จุดทอง.

รำพัน ลีหล้าน้อย. (2555). *การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

วนิดา รวมธรรม. (2553). *การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีอัตราส่วนของจานวนข้อสอบต่างกันกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

วรรณ์ดี แสงประทีปทอง. (2555). การพัฒนาเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการประเมิน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาวิธีวิทยาการประเมินทางการศึกษา*. หน่วยที่ 5. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.

_____. (2552). การพัฒนาเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการประเมินหลักสูตร. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการประเมิน*. หน่วยที่ 8. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์.

วิชัย พะวงษ์. (2549). *การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการประเมิน*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2535). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.

_____. (2552). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.

_____. (2559, สิงหาคม 18). *ทำไมต้องสเต็มศึกษา*. สืบค้นจาก http://www.stemedthailand.org

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

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์, 8*(2), 28-38.

สังวาลย์ โพนพุทธ. (2556). *การพัฒนาแบบวัดทักษะการอ่านจับใจความสำคัญวิชาภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สุธาสินี เพชรแย้ม. (2558). *การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2547). *วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

_____. (2551). *วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). *แนวปฏิบัติการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

American Association for Advancement of Science. (1974). *Science-a process approach: commentary for teachers.* Washington D.C.: AAAs/Xerox.

Duren, Redeney, I. (1978). Measuring the Process of Science Objectives. *Science Education*, 62(1).

Doron, R. L. (1978). Measuring the Professor Science Objectives. *Science Education*, 62.

Garland and other. (1973). *Elementary Science Learning by Investigating*. (2nd ed). New York: McGraw Hill Book.

Hopkins, D.C., and Antes., C.R. (1990). *Classroom measurement and evaluation*. Illinois: F.E. Peacock.

Gauld, C. (1982). The scientific Attitude and Science Education, A Critical Reappraised. *Science Education,* 66.

Perez , Carolina V. (1978). *The Development and Evaluation of a Test of Science Process for Use in The Philippines*. Dissertation Abstracts International.

Staweitz, M.Barbara and Mark R. Malone. (1987). Preserve Teacher Acquisition and Retention of integrated Science Skill: A Comparison of Teacher-Directed and Self-Instructional Strategies, *Journal of Research in Science Teaching*, 53-60.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖(บ) /๑๒๖

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๑๒ พฤษภาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน .....

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

เนื่องด้วยนางสาวอรวรรณ แสงเทพ นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษาแขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๐ ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าวนักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่นๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐-๙๘๒๗-๕๖๙๐-๐

1. ชื่อ นายทรงเกียรติ อิงคามระธร

สถานที่ทำงาน	คณะคุรุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
วุฒิการศึกษา	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา
ประสบการณ์หรือความชำนาญ	อาจารย์คณะคุรุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
ความชำนาญ	เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล

2. ชื่อ ผศ.สงวนสิริ รุ่งเกียรติ์สกุล

สถานที่ทำงาน	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิชาเอกฟิสิกส์
ประสบการณ์หรือความชำนาญ	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ความชำนาญ	ทำการสอนด้านวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 30 ปี

3. ชื่อ นายประภัสสร์ อินทรประเสริฐ

สถานที่ทำงาน	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10
วุฒิการศึกษา	การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ประสบการณ์หรือความชำนาญ	ดำรงตำแหน่งศึกษานิเทศก์ ชำนาญการพิเศษ
ความชำนาญ	ทำการสอนด้านวิทยาศาสตร์และนิเทศก์ เป็นเวลา 30 ปี

4. ชื่อ นางเยาวลักษณ์ อิ่มสุทธิ์

สถานที่ทำงาน	โรงเรียนท้ายหาด จังหวัดสมุทสงคราม
วุฒิการศึกษา	การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์หรือความชำนาญ	ดำรงตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ความชำนาญ	เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 25 ปี

5. ชื่อ นายประวิทย์ อ้อยเธียรชัย

สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดราชบุรี
วุฒิการศึกษา	ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน
ประสบการณ์หรือความชำนาญ	ดำรงตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ความชำนาญ	เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 20 ปี

ภาคผนวก ข

ค่า IOC

ผลการวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ในการทดลองครั้งที่ 1

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
1. ทักษะการสังเกต	1	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 1-4)	2	1.00	ใช้ได้
	3	1.00	ใช้ได้
	4	1.00	ใช้ได้
2. ทักษะการวัด	5	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 5-8)	6	1.00	ใช้ได้
	7	1.00	ใช้ได้
	8	1.00	ใช้ได้
3. ทักษะการจำแนกประเภท	9	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 9-12)	10	1.00	ใช้ได้
	11	1.00	ใช้ได้
	12	1.00	ใช้ได้
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง	13	1.00	ใช้ได้
สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	14	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 13-16)	15	1.00	ใช้ได้
	16	1.00	ใช้ได้
5. ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ	17	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 17-20)	18	1.00	ใช้ได้
	19	1.00	ใช้ได้
	20	1.00	ใช้ได้
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย	21	1.00	ใช้ได้
ข้อมูล (ข้อ 21-24)	22	1.00	ใช้ได้
	23	1.00	ใช้ได้
	24	1.00	ใช้ได้
7. ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล	25	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 25-29)	26	1.00	ใช้ได้
	27	1.00	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ในการทดลองครั้งที่ 1 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
7. ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล	28	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 25-29) (ต่อ)	29	0.40	ใช้ไม่ได้
8. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์	30	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 30-33)	31	1.00	ใช้ได้
	32	1.00	ใช้ได้
	33	1.00	ใช้ได้
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ข้อ 34-37)	34	1.00	ใช้ได้
	35	1.00	ใช้ได้
	36	1.00	ใช้ได้
	37	1.00	ใช้ได้
10. ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ (ข้อ 38-41)	38	1.00	ใช้ได้
	39	1.00	ใช้ได้
	40	1.00	ใช้ได้
	41	1.00	ใช้ได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	42	1.00	ใช้ได้
(ข้อ42-45)	43	1.00	ใช้ได้
	44	1.00	ใช้ได้
	45	1.00	ใช้ได้
12. ทักษะการทดลอง(ข้อ 46-50)	46	1.00	ใช้ได้
	47	1.00	ใช้ได้
	48	1.00	ใช้ได้
	49	0.40	ใช้ไม่ได้
	50	1.00	ใช้ได้
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและ	51	1.00	ใช้ได้
ลงข้อสรุป (ข้อ 51-54)	52	1.00	ใช้ได้
	53	1.00	ใช้ได้
	54	1.00	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ในการทดลองครั้งที่ 2

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
1. ทักษะการสังเกต	1	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 1-4)	2	1.00	ใช้ได้
	3	1.00	ใช้ได้
	4	1.00	ใช้ได้
2. ทักษะการวัด	5	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 5-8)	6	1.00	ใช้ได้
	7	1.00	ใช้ได้
	8	1.00	ใช้ได้
3. ทักษะการจำแนกประเภท	9	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 9-12)	10	1.00	ใช้ได้
	11	1.00	ใช้ได้
	12	1.00	ใช้ได้
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง	13	1.00	ใช้ได้
สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	14	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 13-16)	15	1.00	ใช้ได้
	16	1.00	ใช้ได้
5. ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ	17	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 17-20)	18	1.00	ใช้ได้
	19	1.00	ใช้ได้
	20	1.00	ใช้ได้
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย	21	1.00	ใช้ได้
ข้อมูล (ข้อ 21-24)	22	1.00	ใช้ได้
	23	1.00	ใช้ได้
	24	1.00	ใช้ได้
7. ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล	25	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 25-29)	26	1.00	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ในการทดลองครั้งที่ 2 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
7. ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล	27	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 25-29) (ต่อ)	28	1.00	ใช้ได้
8. ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์	29	1.00	ใช้ได้
(ข้อ 30-33)	30	1.00	ใช้ได้
	31	1.00	ใช้ได้
	32	1.00	ใช้ได้
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ข้อ 34-37)	33	1.00	ใช้ได้
	34	1.00	ใช้ได้
	35	1.00	ใช้ได้
	36	1.00	ใช้ได้
10. ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ (ข้อ 38-41)	37	1.00	ใช้ได้
	38	0.40	ใช้ไม่ได้
	39	1.00	ใช้ได้
	40	1.00	ใช้ได้
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	41	1.00	ใช้ได้
(ข้อ42-45)	42	0.40	ใช้ไม่ได้
	43	1.00	ใช้ได้
	44	1.00	ใช้ได้
12. ทักษะการทดลอง(ข้อ 46-50)	45	1.00	ใช้ได้
	46	1.00	ใช้ได้
	47	1.00	ใช้ได้
	48	1.00	ใช้ได้
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและ	49	1.00	ใช้ได้
ลงข้อสรุป (ข้อ 51-54)	50	1.00	ใช้ได้
	51	1.00	ใช้ได้
	52	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

1. วัตถุประสงค์ของการพัฒนาเครื่องมือ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10 ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะของข้อคำถามเขียนเป็นข้อสอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งวัดทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. ลักษณะของเครื่องมือ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีลักษณะคำถามเขียนข้อสอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งวัดทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 45 ข้อ

แบบวัดที่สร้างขึ้นเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

วิธีการตอบให้นักเรียนตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

3. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะทั้ง 13 ทักษะมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความชำนาญในการใช้อวัยวะรับความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ค้นหาเกี่ยวกับเหตุการณ์และสมบัติต่างๆของวัตถุเช่น สี ขนาดและรูปร่าง ในการใช้ทักษะการสังเกตนั้นเราควรได้เรียนรู้ว่าอวัยวะรับความรู้สึกแต่ละอย่างนั้นช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ทาให้เกิดข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการกะปริมาณ การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตาช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง และสีของวัตถุ และสังเกตว่าวัตถุเหล่านั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวกายช่วยในการสังเกตถึงความหมาย หรือความละเอียดของเนื้อวัตถุรวมถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่า มีรสขม เค็ม เปรี้ยว และหวานอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้พบนั้นแต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นมะนาว กลิ่นชา และกลิ่นกาแฟ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนักขนาด อุณหภูมิ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (measuring)

ทักษะการวัด หมายถึง ความชำนาญในการแสดงจำนวนของวัตถุหรือสารในรูปเชิงปริมาณที่มีหน่วยแสดง เช่น เมตร ลิตร กรัมและนิวตัน และความชำนาญในการเลือกใช้เครื่องมือมาตรฐานที่เหมาะสม เช่น ไม้เมตร ไม้บรรทัด นาฬิกา เครื่องชั่ง ไม้โปรแทรกเตอร์ หรือใช้วัตถุที่

คุ้นเคยเป็นหน่วยเทียบในการวัดปริมาณ หรือใช้สเกลในการวาดรูปวัตถุ หรือใช้การสุ่มอย่างง่าย และการประมาณ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะ การวัด จะต้องมีความสามารถ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความชำนาญในการจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ โดยใช้ความเหมือน ความแตกต่างและความสัมพันธ์ร่วมของสถานที่ ความคิด หรือเหตุการณ์และสมบัติบางประการของวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์

การจำแนกประเภทเป็นสิ่งสำคัญมากในทางวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้สะดวกในการศึกษาค้นคว้า และยังทำให้ได้ความรู้ใหม่ๆ อีกด้วย โดยทั่วไปการจำแนกประเภทจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา การแบ่งประเภทของสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้มักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิว วัสดุที่ใช้ ราคา ฯลฯ ส่วนพวกสิ่งมีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น อาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทจะต้องมีความสามารถ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (using space/time relationships) ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหววัตถุ โดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและสภาวการณ์นั้น พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จะต้องมีความสามารถ

4.1 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้

4.2 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้

4.4 ระบุรูป 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดวัตถุ 3 มิติได้

4.5 บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์

4.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลา

5. ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)

ทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง ความชำนาญในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่างๆ นับตั้งแต่การนับการคำนวณ การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ตัวเลข จะต้องมีความสามารถ

5.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.2 ใช้ตัวเลขแสดงจานวนที่รับได้

5.3 บอกวิธีคำนวณได้

5.4 คิดคำนวณได้ถูกต้อง

5.5 แสดงวิธีคำนวณได้

6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย (communication)

ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความชำนาญในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาเสนอในรูปที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การสื่อความหมายข้อมูลอาจอยู่ในรูปของการวาดรูป การแสดงแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟหรือใช้ภาษาเขียน หรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากวัตถุ หรือเหตุการณ์ การสื่อความหมายข้อมูล สิ่งที่จะต้องคำนึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้แก่

1. ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์แบบ

2. ความถูกต้องแม่นยำ

3. ความไม่กำกวม

4. ความกะทัดรัด

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดการกระทำข้อมูลและสื่อความหมายจะต้องมีความสามารถ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความชำนาญในการอธิบายสิ่งได้จากการสังเกตเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์เฉพาะอย่าง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกต และการแสดงความคิดเห็น แปลความหมายข้อมูลที่บันทึกไว้ หรือได้มาทางอ้อม แล้วนามาทานายเหตุการณ์จากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูลทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการอธิบายเกิดขอบเขตของข้อมูลจากการสังเกตโดยใช้ความรู้ประสบการณ์เดิม และเหตุผลหรือเพิ่มเติมความเห็นส่วนตัวเองไปด้วย พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลจะต้องมีความสามารถ

7.1 อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.2 การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต

8. ทักษะการพยากรณ์ (predicting)

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความชำนาญในการคาดการณ์เหตุการณ์ หรือ สถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการลงความเห็น โดยใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีประกอบ และอาจคาดการณ์ล่วงหน้าภายในขอบเขตหรือนอกขอบเขตของข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางหรือในรูปของกราฟ

การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

ทักษะการพยากรณ์มีวิธีการใกล้เคียงกับกระบวนการสื่อความหมายมาก เพราะ จะต้องนำข้อมูลต่างๆ มาจัดกระทำให้เป็นระบบ เช่น ทำเป็นตาราง กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถ

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความชำนาญในการคาดเดาอย่างมีเหตุผลโดยการกำหนดข้อความที่มาจากการสังเกต หรือลงข้อสรุป เพื่อให้อธิบายเหตุการณ์และสามารถทาการทดสอบเพื่อพิสูจน์ได้ สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นที่ยอมรับ หรือไม่ยอมรับ สมมติฐานที่ตั้งขึ้น อาจจะถูกหรือผิดได้ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบแล้ว ในสถานการณ์ทดลองหนึ่งอาจมี 1 สมมติฐาน หรือหลายสมมติฐานก็ได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน จะต้องมีความสามารถ

9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

9.2 หาคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องการควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องการให้แตกต่างกัน (ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลจากการทดลอง (ตัวแปรตาม) การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทดลอง เพื่อจะให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องแน่นอนกว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากตัวแปรที่เราต้องการศึกษาหรือไม่ในสถานการณ์การทดลองหนึ่งๆ ผลที่เกิดขึ้นอาจจะมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่เราไม่ต้องการศึกษา (ตัวแปรควบคุม) ให้เลือกเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการจะทราบ (ตัวแปรอิสระ) เพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เช่น เราต้องการศึกษาชนิดของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่การเจริญเติบโตของพืชมีองค์ประกอบอื่นๆ อีกนอกจาก ดิน เช่น แสงแดด ปุ๋ย น้ำ การดูแล สิ่งเหล่านี้ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่เรายังไม่ต้องการศึกษา จึงต้องมีการควบคุมเพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อนเพื่อจะสรุปผลจากการทดลองได้ตรงตามสาเหตุที่แท้จริง (ตัวแปรอิสระ) พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจะต้องมีความ ดังนี้

10.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

10.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนตามไป

10.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกันๆ มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

11. ทักษะการทดลอง (experimenting)

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง การจัดกระทำตัวแปรต่างๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองนั้น

การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอนคือ

1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติจริงการออกแบบการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และครอบคลุมถึงวิธีการควบคุมตัวแปรถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม โดยสรุปแล้วการออกแบบการทดลองจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ประการ คือ

ประการที่ 1 วิธีการทดลอง เป็นการกำหนดขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนครบตามขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้อง ซึ่งจะเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ประการที่ 2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ ซึ่งจะต้องดำเนินการไปตามขั้นตอนการใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถ

11.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร

11.2 ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

11.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

11.4 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและเหมาะสม

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining variable operationally) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ หมายถึง ความชำนาญในการสร้างนิยามโดยบอกว่าสังเกตอะไร หรือการให้ความหมายของคำหรือข้อความอย่างกว้างๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้นๆ เช่น การให้นิยามของก๊าซออกซิเจน

นิยามทั่วๆ ไป

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 8 และมวลอะตอมเท่ากับ 16 (ทุกคนเข้าใจตรงกันแต่สังเกตและวัดไม่ได้)

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยในการติดไฟ เมื่อนาก้อนถ่านที่คุแดงหย่อนลงไปในก๊าซนั้น แล้วก้อนถ่านนั้นจะลุกเป็นเปลวไฟ(ทุกคนเข้าใจตรงกัน สังเกตและวัตถุได้) พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะต้องสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคาหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความชำนาญในการหารูปแบบจากชุดของข้อมูลที่อธิบายนำไปสู่การสร้างข้ออ้างอิง การทำนาย และการตั้งสมมติฐานพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จะต้องมีความสามารถ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

4. คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความตรงของแบบวัด

ความตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยวิธีหาค่าดัชนี ความสอดคล้องของความคิดเห็นผู้เชี่ยนชาญ ข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80 ถึง 1.00

4.2 ความเที่ยงของแบบวัด

ความเที่ยงของแบบวัดหาโดยคำนวณค่าคูเดอร์ – ริชาร์ตสัน 20 (KR-20) ความเที่ยงของแบบวัดรวมทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ .81

4.3 ความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัด

ตรวจสอบค่าความยากและอำนาจของแบบวัด โดยใช้เทคนิค 27% ข้อ คำถามมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 - .71

5. วิธีดำเนินการสอบ

5.1 การเตรียมตัวก่อนสอบ

5.1.1 เตรียมแบบทดสอบ กระดาษคำตอบ ให้ครบกับจำนวนที่จะทำการสอบแต่ละครั้ง และให้สำรองแบบทดสอบคำตอบไว้ด้วย ในกรณีข้อสอบเกิดการชำรุด หรือไม่ชัดเจน

5.1.2 ผู้ดำเนินการสอบจะต้องอ่านหรือศึกษาคำชี้แจง วิธีทำแบบทดสอบไว้ล่วงหน้าให้เข้าใจ เพื่อที่จะสามารถดำเนินการสอบให้ถูกต้องและยุติธรรม

5.2 วิธีดำเนินการขณะสอบ

5.2.1 ชี้แจงให้ผู้สอบทราบจุดหมายของการทำแบบทดสอบ

5.2.2 แจกกระดาษคำตอบให้ทุกคน ให้เขียนรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับผู้สอบ ได้แก่ ชื่อ – สกุล ชั้นโรงเรียน เป็นต้น

5.2.3 แจกแบบทดสอบให้ผู้สอบทุกคน ผู้ดำเนินการสอบอธิบายวิธีทำแบบทดสอบพร้อมกับให้ผู้สอบอ่านคำชี้แจง ซึ่งอยู่ด้านหน้าแบบทดสอบ เมื่อผู้สอบเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบดีแล้ว ผู้ดำเนินการทดสอบ จึงบอกให้ผู้สอบทำแบบสอบได้ และเริ่มจับเวลาทันที

5.2.4 ในระหว่างดำเนินการสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรพยายามสอดส่องอย่าให้ผู้สอบได้มีโอกาสคัดลอก หรือปรึกษากัน

5.2.5 ผู้ดำเนินการทดสอบควรเตือนผู้สอบ เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งหนึ่งของเวลาในการทดสอบทั้งหมด เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้ทำข้อสอบทำข้อสอบอย่างตั้งใจ และเตือนอีกครั้งหนึ่งก่อนเวลาหมด 5 นาที เพื่อให้ผู้สอบได้ตรวจทานรายละเอียดต่างๆ ในการแบบทดสอบ

5.2.6 เมื่อผู้สอบคนใดทำแบบทดสอบเรียบร้อย ให้นำแบบทดสอบและกระดาษคำตอบส่งยังผู้ดำเนินการทดสอบ แล้วออกไปนอกห้องสอบ เพื่อได้ไม่รบกวนผู้สอบที่ยังทำแบบทดสอบไม่เสร็จ

5.3 วิธีปฏิบัติเมื่อหมดเวลาทดสอบ

ผู้ดำเนินการทดสอบให้ผู้สอบทุกคนหยุดทำแบบทดสอบ และนำกระดาษคำตอบส่งผู้ดำเนินการสอบทันที และผู้ดำเนินการสอบควรกล่าวขอบคุณที่นักเรียนตั้งใจสอบแบบวัดเป็นอย่างดี

6. การตรวจให้คะแนน

6.1 การตรวจให้คะแนนแบบวัด

6.1.1 การให้คะแนบข้อที่ตอบผิด ให้นับแต่เฉพาะข้อที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว ไม่มีหารหักคะแนนข้อที่ผิด ไม่หักคะแนนสำหรับการเดา ไม่คิดคะแนนในลักษณะติดลบ หรือใช้ปรับคะแนนโดยใช้สูตรแก้การเดา

6.1.2 การตรวจให้คะแนนให้นับตามจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูกโดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก สำหรับข้อที่ตอบผิด ตอบมากว่า 1 คำตอบ หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ดังนี้

เฉลยข้อสอบ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ง	15	ข	29	ก	43	ข
2	ก	16	ค	30	ค	44	ค
3	ข	17	ก	31	ข	45	ง
4	ค	18	ง	32	ง		
5	ค	19	ก	33	ค		
6	ค	20	ง	34	ง		
7	ง	21	ค	35	ก		
8	ก	22	ข	36	ค		
9	ก	23	ง	37	ง		
10	ง	24	ง	38	ง		
11	ค	25	ข	39	ข		
12	ง	26	ง	40	ก		
13	ง	27	ข	41	ก		
14	ก	28	ข	42	ง		

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวน 45 ข้อ เวลา 60 นาที

คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะพบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามทั่วๆ ไป ให้นักเรียนอ่านคำถามทุกข้ออย่างละเอียดรอบคอบ เมื่อนักเรียนอ่านแล้วให้พิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
2. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นี้มี 30 ข้อ ให้เวลา 1 ชั่วโมง ขอให้นักเรียนตอบให้ครบทุกข้อ
3. วิธีตอบให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง □ ใต้ตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ซึ่งตรงกับตัวเลือกที่นักเรียนเลือกตอบในกระดาษคำตอบและห้ามนักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบวัด

ตัวอย่างข้อสอบ

0. พืชชนิดใด**ไม่จัด**เป็นไม้ดอก

ก. กุหลาบ

ข. ดาวเรือง

ค. ชบา

ง. โกสน

กระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0				X

กรณีต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ง เป็นข้อ ข ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		X		~~X~~

ทักษะการสังเกต (ข้อ 1-4)

1. ข้อใดเป็นการสังเกตดอกทานตะวันด้วยตา

ก. ดอกทานตะวันปลูกง่ายโตเร็ว

ข. เม็ดดอกทานตะวันนำไปสกัดน้ำมันได้

ค. นักท่องเที่ยวไปชมดอกทานตะวันหน้าหนาว

ง. ดอกทานตะวันมีสีเหลืองดอกใหญ่หันหน้าไปตามดวงอาทิตย์

2. ข้อใดเป็นข้อมูลจากการสังเกตด้วยหู

ก. ดำแว่วได้ยินเสียงสำเนียงคล้ายการดีดพิณ

ข. แดงเปิดโทรทัศน์เสียงดังสนั่น

ค. ขาวเห็นหมาเห่าใบตองแห้ง

ง. เขียวร้องเพลงพร้อมกับดีดกีต้าร์

3. ข้อใดเป็นการสังเกตทางลิ้น

ก. สุนัขใช้ลิ้นเลียน้ำ

ข. สมศักดิ์ชิมอาหารก่อนตักให้พ่อ

ค. สมศรีตักอาหารกินอย่างอร่อย

ง. สมควรดูดน้ำหวานจากขวดแก้ว

4. ข้อใดสอดคล้องกับการสังเกตที่ได้จากทางจมูก

ก. กลิ่นน้ำหอมหอมอยู่ตรงหน้า

ข. ดมดอกไม้แล้วกลิ่นหอมชื่นใจ

ค. ได้กลิ่นเหม็นไหม้จากหลังบ้าน

ง. ไม่มีข้อใดถูก

ทักษะการวัด (ข้อ 5-8)

5. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือวัด

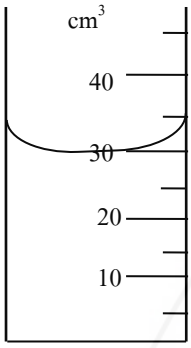
ก. สมหวังใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของดินสอ

ข. สมชายใช้บีกเกอร์วัดปริมาตรของสารที่เป็นของเหลว

ค. สมศรีวัดความดันอากาศด้วยเครื่องไฮโกรมิเตอร์

ง. สมพรวัดอุณหภูมิของอากาศด้วยเทอร์มอมิเตอร์

6. จากรูป ควรอ่านค่าปริมาตรของของเหลวในกระบอกตวงได้เท่าไร



ก. 20 cm^3

ข. 25 cm^3

ค. 30 cm^3

ง. 35 cm^3

7. จากรูปต่อไปนี้แสดงการวัดอะไร

ก. วัดความชื้นของน้ำและอากาศ

ข. วัดปริมาตรของน้ำและอากาศ

ค. วัดความดันของน้ำและอากาศ

ง. วัดอุณหภูมิของน้ำและอากาศ

8. ข้อใดระบุหน่วยที่ใช้ในการวัดได้อย่างถูกต้อง

ก. สนามฟุตบอลมีพื้นที่ 200 ตารางเมตร

ข. สระว่ายน้ำมีปริมาตรน้ำ 300 เมตร

ค. สมเดชมีความสูง 180 กิโลกรัม

ง. สมศักดิ์มีน้ำหนัก 60 ลูกบาศก์เมตร

ทักษะการจำแนก (ข้อ 9-12)

9. ข้อใดต่อไปนี้จัดว่าเป็นสารละลายทั้งหมด

ก. อากาศ น้ำแป้ง น้ำกลั่น นาก

ข. ทอง ทองแดง อลูมิเนียม เงิน

ค. น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำปลา น้ำอัดลม

ง. เหล็กกล้า ทิงเจอร์ไอโอดีน บรอนซ์ แก๊สธรรมชาติ

10. เกณฑ์ใดต่อไปนี้ใช้พิจารณาจำแนกประเภทของสารเป็น 2 กลุ่ม

ประเภท ก : น้ำเชื่อม น้ำตาล ทองคำ

ประเภท ข : น้ำพริก น้ำแป้ง พริกเกลือ

ก. สถานะ

ข. การละลายน้ำ

ค. การนำไฟฟ้า

ง. เนื้อสาร

11. ของเหลว 2 ชนิด คือ ของเหลว A และของเหลว B สังเกตด้วยตาเปล่าจะเป็นสารเนื้อเดียว เมื่อนำของเหลว A ไปต้มในจานโลหะจะมีคราบติดที่จานโลหะ แต่เมื่อนำของเหลว B ไปต้มในจานโลหะจะไม่มีสารใดเหลืออยู่ ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

ก. A เป็นของผสม B เป็นสารบริสุทธิ์

ข. A เป็นสารละลาย B เป็นสารบริสุทธิ์

ค. A เป็นสารละลาย B อาจเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์

ง. A เป็นสารแขวนลอย B เป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์

12. การจำแนกสารโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ อยากทราบว่าข้อที่ระบุถูกต้องคือข้อใด

	เกณฑ์ที่ใช้	กลุ่มสาร
ก	สารบริสุทธิ์	สารส้ม เบเนดิกต์ น้ำมันพืช ทองเหลือง
ข	การนำไฟฟ้า	ปรอท โคบอลต์ นิกเกิล น้ำปูนใส
ค	มี pH น้อยกว่า 7	น้ำส้มสายชู น้ำกะทิ น้ำมันเบนซิน น้ำปูนใส
ง	สารเนื้อเดียวประเภทธาตุ	ตะกั่ว ฟอสฟอรัส ไนโตรเจนเหลว แก๊สมีเทน

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (ข้อ 13-16)

13. แดงเดินทางจากบ้านไปทางทิศเหนือ 500 เมตร เลี้ยวซ้ายไปอีก 300 เมตร เดินลงไปทิศใต้อีก 200 เมตร เลี้ยวขวาไปอีก 700 เมตร ตำแหน่งปัจจุบันของแดงอยู่ในทิศใดจากจุดเริ่มต้น

ก. ทิศเหนือ

ข. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ค. ทิศตะวันออก

ง. ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

14. ถ้าเราสังเกตทรงกระบอกจากด้านบนจะเห็นเป็นรูปสองมิติรูปอะไร

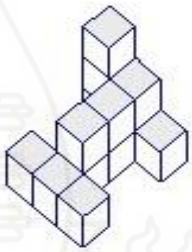
ก. วงกลม

ข. วงรี

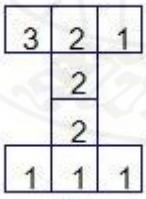
ค. สามเหลี่ยม

ง. สี่เหลี่ยม

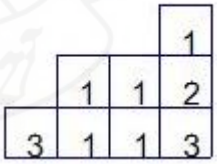
15. จากภาพถ้ามองจากด้านข้างของจะตรงกับรูปในข้อใด



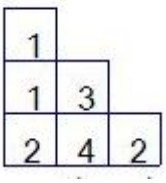
ก.



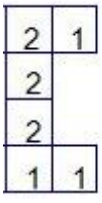
ข.



ค.



ง.



16. เมื่อนักเรียนยืนอยู่หน้ากระจกเงา ภาพของนักเรียนเมื่อมองในกระจกเงาจะมีลักษณะแบบใด

ก. เหมือนเดิมทุกประการ

ข. กลับหน้าเป็นหลัง

ค. กลับซ้ายเป็นขวา

ง. กลับบนลงล่าง

ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ (ข้อ 17-20)

17. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยระยะทาง 5,000 เมตร ในเวลา 25 วินาที จงหาอัตราเร็วของรถยนต์คันนี้

ก. 200 เมตร/วินาที

ข. 400 เมตร/วินาที

ค. 600 เมตร/วินาที

ง. 800 เมตร/วินาที

18. สมชายวิ่งรอบสนามฟุตบอลรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 10 เมตร ยาว 10 เมตร จำนวน 2 รอบ จงหาระยะทางและการกระจัดที่สมชายวิ่งได้ตามลำดับ

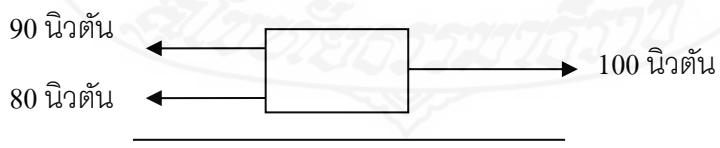
ก. 40 เมตร และ 80 เมตร

ข. 40 เมตร และ 0 เมตร

ค. 80 เมตร และ 80 เมตร

ง. 80 เมตร และ 0 เมตร

19.



จากรูปแรงลัพธ์ที่ได้มีค่าเท่าไร

ก. 70 นิวตัน

ข. 80 นิวตัน

ค. 90 นิวตัน

ง. 100 นิวตัน

20. ลากวัตถุหนัก 1,000 นิวตัน ไปบนพื้นได้ระยะทาง 250 เมตร จงหางานที่เกิดขึ้น

ก. 100,000 นิวตัน

ข. 150,000 นิวตัน

ค. 200,000 นิวตัน

ง. 250,000 นิวตัน

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (ข้อ 21-24)

21. ในอากาศประกอบไปด้วยก๊าซไนโตรเจน 78% ออกซิเจน 21% แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 0.02% แก๊สอาร์กอน 0.93% และแก๊สอื่นๆ 0.01% จากข้อมูลดังกล่าวนำมาเสนอข้อมูลในรูปแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด

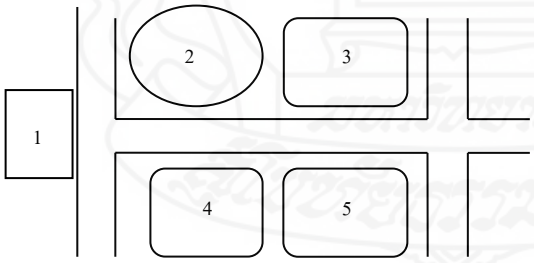
ก. กราฟแท่ง

ข. กราฟเส้น

ค. แผนภูมิวงกลม

ง. แผนภูมิรูปภาพ

22. จากแผนภาพที่กำหนดให้นักเรียนควรบอกตำแหน่งของโรงเรียนอย่างไรจึงสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดีที่สุด



หมายเลข 1 โรงเรียน
หมายเลข 2 สวนสาธารณะ
หมายเลข 3 โรงพยาบาล
หมายเลข 4 ศาลากลางจังหวัด
หมายเลข 5 สถานีตำรวจ

ก. โรงเรียนอยู่ใกล้ศาลากลางจังหวัด

ข. โรงเรียนอยู่ตรงสามแยกใกล้ศาลากลางจังหวัด

ค. โรงเรียนอยู่ตรงกลางระหว่างศาลากลางจังหวัดกับสวนสาธารณะ

ง. โรงเรียนอยู่ตรงสามแยกตรงกันข้ามเป็นศาลากลางกับสวนสาธารณะ

23. ข้อความใดกล่าวถึงเรื่องการกระจัดได้ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

ก. การกระจัดมักจะสั้นกว่าระยะทางเสมอ

ข. การกระจัดคือระยะทางที่เคลื่อนได้ในแนวเส้นตรง

ค. การกระจัดคือเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ง. การกระจัดคือเส้นตรงที่สั้นที่สุดจากจุดเริ่มต้นไปจุดสุดท้าย

24. หากเจอสัญลักษณ์ดังรูปข้างล่างนี้ ควรปฏิบัติเช่นไร

ก. ไม่เอามือถือเข้าไป

ข. ปิดเสียงโทรศัพท์

ค. งดใช้โทรศัพท์

ง. ถูกทั้ง ข้อ ข และ ค

ทักษะการลงความคิดเห็นของข้อมูล (ข้อ 25-27)

25. ดอยแห่งหนึ่งประกอบด้วยภูเขาสลับซับซ้อน สูงจากระดับน้ำทะเล 2,565 เมตร ปลายปีบรรยากาศบนยอดดอยจะมีลักษณะอย่างใด

ก. ร้อนมาก

ข. หนาวมาก

ค. มีฝนตกชุก

ง. มองเห็นดาวมากมาย

26. เมื่อนำกรดไฮโดรคลอริกหยดลงไปบนหินปูน แล้วมีฟองแก๊สเกิดขึ้น แก๊สที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นแก๊สชนิดใด

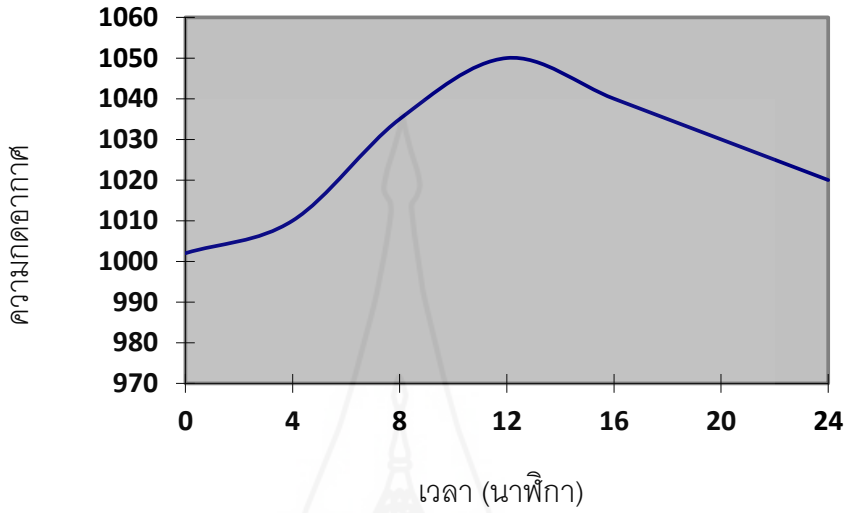
ก. แก๊สไฮโดรเจน

ข. แก๊สออกซิเจน

ค. แก๊สไนโตรเจน

ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

27. จากรูป แสดงผลของเครื่องบอรอกราฟวัดความกดอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ นักเรียนคิดว่า



อากาศจะมีความกดอากาศสูงสุดในช่วงเวลาใด

ก. 8 นาฬิกา

ข. 12 นาฬิกา

ค. 15 นาฬิกา

ง. 16 นาฬิกา

ทักษะการทำนายหรือพยากรณ์ 28-31

28. นักเรียนคิดว่าน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิเท่าไร เมื่อนำน้ำไปต้มที่ยอดภูเขาสูง

ก. น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

ข. น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

ค. น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส

ง. ไม่มีข้อใดถูก

29. เมื่อเราโยนลูกบอลขึ้นไปในอากาศด้วยความเร็วระดับหนึ่ง ถ้า**ไม่คิดว่ามีแรงใดๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง** เหตุการณ์ใดจะเกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

ก. ลูกบอลจะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร่ง

ข. ลูกบอลจะตกลงสู่พื้นเพราะความเร็วหมด

ค. ลูกบอลจะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัว

ง. ลูกบอลจะตกลงสู่พื้นเพราะถูกกระทำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก

30. ถ้ารังสีอัลตราไวโอเลตสามารถผ่านชั้นบรรยากาศโลกได้มากขึ้น จะเกิดผลกระทบใดตามมา

ก. โลกจะปราศจากเชื้อโรคเพราะรังสีจะฆ่าเชื้อโรค

ข. โลกจะมีการติดต่อสื่อสารกันได้สะดวกมากขึ้น

ค. โลกจะมีแสงแดดมากและร้อนมากขึ้น

ง. โลกจะสว่างมากขึ้นกลางคืนจะมืดช้าลง

31. ถ้าวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ค่าเท่ากับ 98% จะทำนายการเกิดฝนได้ว่าอย่างไร

ก. ฝนจะไม่ตก

ข. ฝนมีโอกาสตกน้อย

ค. โอกาสที่ฝนจะตกมาก

ง. ไม่สามารถคาดการณ์ได้

ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ข้อ 32-35)

32. สมมติฐานข้อใดสอดคล้องกับการบีบน้ำมะนาวแล้วหยดลงบนกลีบดอกอัญชัน

ก. น้ำมะนาวเป็นกรด

ข. กรดเปลี่ยนสีดอกอัญชัน

ค. ดอกอัญชันจะเปลี่ยนสีเมื่อถูกน้ำมะนาว

ง. กรดจากน้ำมะนาวอาจจะเปลี่ยนสีดอกอัญชัน

.

33. แดงสังเกตเห็นว่าเมล็ดพืชงอกในเวลากลางคืน แดงเลยคิดว่า "แสงไม่น่าจะมีส่วนสัมพันธ์กับการงอกของเมล็ดพืช" ความคิดของแดงจัดเป็นข้อใด

ก. ทฤษฎี

ข. ข้อสรุป

ค. สมมติฐาน

ง. ข้อเท็จจริง

34. สมหวังอยากทราบว่าอุณหภูมิขณะน้ำแข็งหลอมเหลวเปลี่ยนแปลงตามขนาดของบีกเกอร์ที่ใส่อยู่หรือไม่ สมควรควรจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

ก. อุณหภูมิขณะหลอมเหลวของน้ำแข็ง จะแปรตามขนาดของบีกเกอร์

ข. ถ้าบีกเกอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งจะลดลง

ค. ถ้าบีกเกอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น จุดหลอมเหลวของน้ำแข็งจะเพิ่มขึ้น

ง. เป็นไปได้ทุกข้อที่กล่าวมา

35. จากข้อ 34 ตัวแปรต้นของการทดลองนี้ คืออะไร

ก. ขนาดบีกเกอร์

ข. น้ำแข็ง

ค. อุณหภูมิ

ง. เวลา

ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ (ข้อ 36-38)

36. ข้อใดคือนิยามเชิงปฏิบัติการ

ก. การพาความร้อน มักจะเกิดขึ้นกับวัตถุที่มีสถานะของเหลว

ข. การถ่ายโอนความร้อนมีสามวิธี คือ การนำ การพา และการแผ่รังสี

ค. การแผ่ความร้อน คือ การถ่ายโอนความร้อนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ง. การนำความร้อน จะทำให้โมเลกุลของตัวกลางสั่นไปด้วย

37. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของ “การนำความร้อน”

ก. การนำความร้อน หมายถึง ชนิดของวัตถุที่นำความร้อนได้ดี

ข. การนำความร้อน หมายถึง การที่วัตถุหนึ่งนำความร้อนไปให้อีกวัตถุหนึ่งเกิดในของแข็ง

ค. การนำความร้อน หมายถึง ความร้อนได้ถูกส่งผ่านจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ง. การนำความร้อน หมายถึง การส่งผ่านความร้อนจากจุดทีมีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังจุดทีมีอุณหภูมิต่ำกว่า

38. ข้อใดคือ**ไม่ใช่**นิยามเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ก. น้ำเดือด คือ น้ำที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

ข. กรด คือ สารที่เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นแดง

ค. ฝน คือ ไอน้ำที่ระเหยขึ้นไปในอากาศ กระทบความเย็นควบแน่นตกลงพื้นดิน

ง. เมฆ คือ สิ่งที่อยู่ลอยอยู่บนท้องฟ้า มีหลายขนาด

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (ข้อ 39-40)

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 39-42

ในการทดลองเพาะเมล็ดถั่วในภาชนะ 2 ใบ ซึ่งหุ้มด้วยกระดาษดำมิดชิด แต่ละใบมีสำลีชุบน้ำวางไว้ที่ก้นภาชนะ และใส่เมล็ดถั่วใบละ 30 เมล็ด นำภาชนะใบที่ 1 วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ส่วนใบที่ 2 นำไปใส่ตู้เย็นช่องธรรมดา เก็บไว้เป็นเวลา 5 วัน สังเกตผลพบว่าเมล็ดถั่วในภาชนะที่อยู่ในตู้เย็นไม่งอก ส่วนเมล็ดถั่วในภาชนะที่อยู่ที่อุณหภูมิห้องงอก 20 เมล็ด

39. การทดลองนี้ตัวแปรต้นคืออะไร

ก. อุณหภูมิ

ข. เมล็ดถั่ว 30 เมล็ด

ค. การงอกของเมล็ดถั่ว

ง. จำนวนวัน

40. การทดลองนี้ตัวแปรตามคืออะไร

ก. อุณหภูมิ ข. ภาชนะหุ้มกระดาษดำ

ค. การงอกของเมล็ดถั่ว ง. จำนวนวัน

ทักษะการทดลอง(ข้อ 41-43)

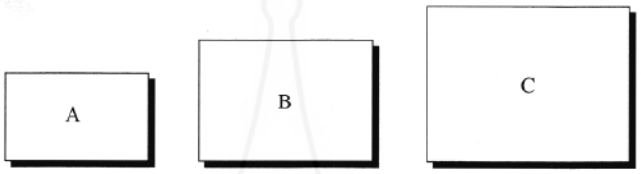
41. นักเรียนคิดว่าจะมีผลกระทบอย่างไร หากแสงสีเขียวเพียงสีเดียวทะลุผ่านชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกมาสู่พื้นโลกได้
    ก. พืชไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
    ข. ลดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ
    ค. เพิ่มระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ
    ง. ผลผลิตจากพืชจะลดลงแต่ยังดำรงชีวิตอยู่ได้

42. จากข้อ 41 พบว่ามีแป้งในบริเวณที่มีสีเขียว ไม่มีแป้งในบริเวณที่เป็นสีขาว จะสรุปผลการทดลองอย่างไร
    ก. ใบไม้ด่างสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้
    ข. ใบคือส่วนที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง
    ค. แสงมีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
    ง. บริเวณใบที่ไม่มีคลอโรฟิลล์พืชสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้

43. การทดลองใช้กระดาษโรเนียวขนาดเท่ากัน 2 แผ่น แผ่นหนึ่งขยำให้เป็นก้อน แล้วทิ้งกระดาษทั้ง 2 จากมือ ที่ระดับความสูงเท่ากันและพร้อมกัน กระดาษที่ถูกขยำจะตกถึงพื้นก่อน" จุดประสงค์การทดลองนี้ คืออะไร
    ก. ระดับความสูงมีผลต่อเวลาในการตกของกระดาษโรเนียว
    ข. พื้นที่ผิวที่สัมผัสอากาศมีผลต่อเวลาในการตกของกระดาษโรเนียว
    ค. น้ำหนักหรือมวลมีผลต่อเวลาในการตกของกระดาษโรเนียว
    ง. แรงโน้มถ่วงมีผลต่อเวลาในการตกของกระดาษโรเนียว

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (ข้อ 44-45)

44. จากรูป A , B และ C เป็นกระดาษที่มีมวลเท่ากัน แต่ขนาดต่างกัน ถ้าเอาด้ายเจาะผูกตรงกลางแผ่นกระดาษซึ่งวางแนบอยู่กับพื้นโต๊ะ แล้วดึงด้าย เพื่อยกกระดาษขึ้นจากพื้นโต๊ะ จะออกแรงดึงกระดาษแผ่นใดมากกว่า เพราะอะไร



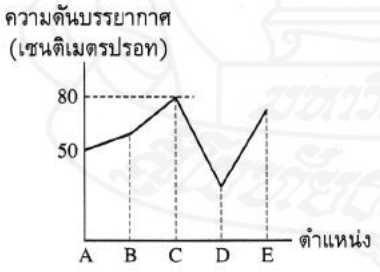
ก. แผ่น A เพราะแรงดันของอากาศแปรผกผันกับพื้นที่

ข. แผ่น B เพราะกระดาษหนากว่า จึงมีน้ำหนักมากกว่า

ค. แผ่น C เพราะแรงดันของอากาศแปรโดยตรงกับพื้นที่

ง. ออกแรงเท่ากัน เพราะแรงดันอากาศที่กระทำต่อวัตถุชนิดเดียวกันย่อมเท่ากัน

45. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศ กับตำแหน่งของสถานที่ A , B, C, D และ E ตำแหน่งใดอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากที่สุด



ก. ตำแหน่ง A

ข. ตำแหน่ง B

ค. ตำแหน่ง C

ง. ตำแหน่ง D

****

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวอรวรรณ แสงเทพ
วัน เดือน ปีเกิด	4 พฤศจิกายน 2517
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิ สิกส์) มหาวิทยาลัยศิลปากร
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเมธีชุณหะวัณวิทยาลัย อ.บางคนที จ.สมุทรสงคราม
ตำแหน่ง	-