

การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราด

นางสาวนันทพร สงวนหงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2551

**The Development of a Science Process Skills Test For Mattayom Suksa III
Students in Trat Educational Service Area**

Miss Nantaporn Sa-nguanhong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Educational Evaluation

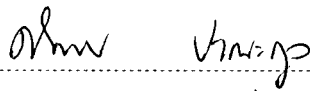
School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2008

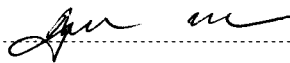
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต
ชื่อและนามสกุล นางสาวนันทพร สงวนหงษ์
แขนงวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี พรหมมาพันธุ์
2. อาจารย์ ดร.ลาวัลย์ รักสัตย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี ปาณะกุล)



กรรมการ

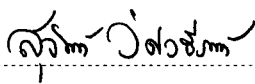
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี พรหมมาพันธุ์)



กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ลาวัลย์ รักสัตย์)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชา
การวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสวธีรานนท์)

วันที่ 8 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต

ผู้วิจัย นางสาวนันทพร สงวนหงษ์ **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การประเมินการศึกษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร. บุญศรี พรหมมาพันธุ์ (2) อาจารย์ ดร.ลาวัลย์ รักสัตย์
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต และ (2) ตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จำนวน 591 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ความตรง ความเที่ยง ความยากและอำนาจจำแนก

ผลการวิจัยพบว่า (1) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีจำนวน 45 ข้อ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และ (2) แบบวัดมีค่าความตรงระหว่าง .60 – 1.00 ค่าความเที่ยงเท่ากับ .84 ค่าความยากระหว่าง .21 – .78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .21 – .79

คำสำคัญ การพัฒนาแบบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา

Thesis title: The Development of a Science Process Skills Test For Mattayom Suksa III Students in Trat Educational Service Area

Researcher: Miss Nantaporn Sa-nguanhong; **Degree:** Master of Education (Educational Evaluation); **Thesis advisors:** (1) Dr. Boonsri Prommapun, Associate Professor; (2) Dr. Lawan Ruksat; **Academic year :** 2008

Abstract

The objectives of this study were (1) to develop a science process skills test for Mattayom Suksa III students in Trat Educational Service Area; and (2) to verify the quality of the science process skills test for Mattayom Suksa III students in Trat Educational Service Area.

The sample consisted of 591 Mathayom Suksa III students in schools under the office of Trat Educational Service Area and obtained by multi-stage sampling. The instruments used in this research was a science process skill test. The data analysis were validity, reliability, difficulty index and discrimination index.

Research findings were as follows: (1) The developed science process skills test form 45 items for assessment of thirteen factors. The thirteen skills under assessment were observing skills, measuring skills, classifying skills, using space/time relationships skills, using number skills, communicating skills, inferring skills, predicting skills, formulating hypothesis skills, identifying and controlling variable skills, experimenting skills, defining variable operationally skills and interpreting data and making conclusion skills. (2) The validity of the test were in the range of .60 to 1.00. Its reliability was .84. The difficulty index were in the range of .21 to .78 and discrimination index were in the range of .21 to .79.

Keywords: Test development, Science Process Skills Test, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากระองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี พรหมมาพันธุ์ แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อาจารย์ ดร.ลาวัลย์ รักสัตย์ สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิด ตลอดจน นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทั้งสองท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูและบุคลากรทางการศึกษา และนักเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ตราดทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบให้คำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

นันทพร สวงหงษ์

กรกฎาคม 2552

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	11
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544	12
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	22
ลักษณะของแบบวัด	45
การสร้างและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	51
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	56
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	61
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	61
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	63
การเก็บรวบรวมข้อมูล	69
การวิเคราะห์ข้อมูล	70
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (item objective congruency : IOC)	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก อำนาจจำแนกรายชื่อ ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	76
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	88
สรุปการวิจัย	88
อภิปรายผล	91
ข้อเสนอแนะ	94
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	102
ก ราชานามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	103
ข หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความร่วมมือทดลองเครื่องมือ	106
ค คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	109
ง แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	120
ประวัติผู้วิจัย	140

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 3.1	จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนมัธยมศึกษา จำแนกตามขนาดโรงเรียน.....	62
ตารางที่ 3.2	แสดงรายชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดตราด ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง	63
ตารางที่ 3.3	ผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	65
ตารางที่ 4.1	ผลการวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง	73
ตารางที่ 4.2	ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายชื่อ ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ครั้งที่ 1	76
ตารางที่ 4.3	ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายชื่อ ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ครั้งที่ 2	80
ตารางที่ 4.4	ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายชื่อ ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ครั้งที่ 3	84
ตารางที่ 4.5	สรุปจำนวนข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	87
ตารางที่ 4.6	สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ	87

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	6
ภาพที่ 2.1 แผนภาพการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	36
ภาพที่ 2.2 แผนภาพการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	37
ภาพที่ 2.3 แผนภาพทักษะการพยากรณ์	38
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	67
ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	68

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้คนพัฒนาวิธีคิด ความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) เพื่อจะมีความรู้ความเข้าใจในโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น นำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล และไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาประเทศ ให้แข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันได้อย่างมีความสุข การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: ก)

รัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากนโยบายสำคัญในการพัฒนาประเทศไทย ตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ได้กล่าวไว้ส่วนหนึ่งว่า “รัฐต้องเร่งรัดและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ” นับได้ว่าเป็นครั้งแรกที่ประเทศไทยได้กล่าวถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในรัฐธรรมนูญ และการที่จะไปสู่เป้าหมายดังกล่าวได้นั้นจำเป็นต้องพัฒนาการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องและจริงจัง (กรมวิชาการ 2544: 4)

จากการรายงานการตรวจราชการประจำปีงบประมาณ 2542 ของผู้ตรวจราชการ 12 เขตการศึกษา สรุปว่าคุณภาพการศึกษาอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ อยู่ในระดับเกณฑ์ต่ำ โดยเฉพาะกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษและภาษาไทย พบว่าการเรียนการสอนส่วนใหญ่ผู้สอนยังคงมุ่งเน้นสอนตามตำราไม่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จากปัญหาดังกล่าวเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าการศึกษาของไทยยังเผชิญกับวิกฤตอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่สามารถใช้เป็นพลังขับเคลื่อนและเป็นเครื่องมือให้เกิดการพัฒนาจึงได้มีความพยายามที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการปฏิรูปการศึกษา แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบการศึกษา

ศาสนาและศิลปวัฒนธรรมระยะที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) มุ่งเน้นให้สังคมไทยเป็นสังคมแห่ง
ภูมิปัญญาและการเรียนรู้ที่สร้างโอกาสให้คนไทยทุกคนคิดเป็น ทำเป็น มีเหตุผล สามารถเรียนรู้
ได้ตลอดชีวิต รู้จักใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างหลากหลายเพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาตนเอง
(กระทรวงศึกษาธิการ 2545: 1-3)

การปฏิรูปการศึกษามุ่งการจัดการศึกษาที่ต้องการเน้นให้คนไทยเป็นบุคคลแห่งการ
เรียนรู้ โดยส่งเสริมให้มีการจัดการศึกษาทั้ง 3 รูปแบบ ให้จัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็น
ศูนย์กลางและเน้นกระบวนการในการเรียนรู้ หรือทักษะที่ใช้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
กำหนดไว้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้นั้นให้ครูผู้สอนสอดแทรกกระบวนการคิด และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในการเรียนการสอนทุกกลุ่มสาระ (กระทรวงศึกษาธิการ 2544:
21) การจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา
พุทธศักราช 2542 ตามมาตรา 22 ได้นั้น ต้องทำให้ผู้เรียนเกิดทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ
จิตวิทยาศาสตร์ และเป้าหมายสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ที่ระบุไว้ใน
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น
กระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ได้ปฏิบัติกิจกรรมที่
หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองเกิดการเรียนรู้เต็มตามศักยภาพ การจัดการเรียนการสอนที่
เหมาะสมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ควรเป็นวิธีการที่มีพื้นฐานมาจากกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อเป็นการตอบสนอง
ความต้องการและความสนใจของผู้เรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการค้นหาความจริงที่นักวิทยาศาสตร์
ใช้ โดยประกอบด้วยทักษะย่อย 13 ทักษะ และเป็นทักษะที่จำเป็นที่ครูควรฝึกให้นักเรียนได้ฝึก
ปฏิบัติจนเป็นนิสัย แต่การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังมีการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย การสร้างประสิทธิภาพในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์นั้น ต้องเกิดจากการฝึก
ให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่ง
ออกเป็น 2 ระดับคือ 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 8
ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์
ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและ
สื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ 2) ทักษะ
ขั้นสูง หรือทักษะขั้นบูรณาการ ซึ่งประกอบด้วยทักษะ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง

และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (สมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science (AAAS): 1974) วิชากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบและการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบ หลักการแนวคิด ทฤษฎี ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือ ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ดังนั้นกิจกรรมที่จัดให้มีการเรียนการสอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ จึงได้จัดขึ้นเพื่อสร้างความสนใจให้เกิดแก่ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนก็จะเกิดความตระหนักในคุณค่า ความสำคัญ และประโยชน์ ก็จะสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 6)

การวัดและประเมินผลเป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบการศึกษา บทบาทของการวัดและประเมินผลที่แท้จริงนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นสำคัญ เพราะในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมตามเป้าหมายได้อย่างตรงจุดต้องอาศัยผลจากการวัดและประเมินเป็นรากฐานข้อมูลในการกำกับแนวทางการพัฒนาให้มุ่งตรงเป้าหมายได้ตรงจุดเสมอ (สมบุญ ชิตพงษ์ 2545: 6) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริงในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายมากนัก โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกลุ่มสาระที่สามารถนำเครื่องมือการประเมินผลได้หลากหลายวิธีมาใช้ เช่น การสังเกตทักษะการทดลอง การทดสอบปฏิบัติ การทดสอบความรู้ (มลิวัลย์ อุดมเดช 2539: 28-33) แต่การวัดผลส่วนมากยังคงเน้นแต่ความรู้ความจำ การวัดผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะต่าง ๆ มีน้อย และด้านการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์เกือบไม่มีหรือไม่มีเลย ส่งอิทธิพลให้กับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการเรียนการสอนเพื่อจดจำเนื้อหา มากกว่าเพื่อการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และคุณลักษณะอื่น ๆ โดยทั่วไปนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีความสนใจใฝ่รู้อยู่รวมทั้งทักษะในการเรียนวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำกว่าร้อยละ 50 (พิศาล สร้อยสุหรั 2545: 3-4) ปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่ได้มุ่งเน้นจะส่งเสริมแต่ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในการเรียนการสอนก็เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการยิ่งกว่าการจดจำเนื้อหาให้ได้มาก ๆ ดังนั้นวิธีการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แบบใหม่ จึงต้องสามารถทำการวัดหรือประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เพื่อจะได้ทราบสิ่งที่จะต้องพัฒนาหรือแก้ไขให้กับผู้เรียนเมื่อพบสิ่งบกพร่องที่เกิดขึ้น การสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2544 มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้รับความรู้ในด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ไป

พร้อม ๆ กัน วิทยาศาสตร์ไม่เพียงเป็นเนื้อหาวิชาหรือทักษะ แต่เป็นประสบการณ์ซึ่งเพิ่มพูนความสามารถในการใช้ความคิด และเสาะแสวงหาเหตุผลอย่างเป็นระบบ

สภาพปัญหาอีกประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ ความไม่สอดคล้องกับวิวัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเรียนการสอนตามคู่มือครุภัณฑ์นั้นต้องการให้นักเรียนได้รับเพียงข้อสรุปที่ถูกต้อง ครูผู้สอนยังเน้นเฉพาะความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหา เป็นการท่องจำเพื่อสอบไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนพัฒนาด้านความคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสดงความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เด็กไทยจำนวนมาก คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ไม่เป็น ไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่รู้วิธีเรียนรู้ (จิราภรณ์ ศิริทวี 2541: 37) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่เป็นที่น่าพอใจ จากผลการประเมินของกรมวิชาการ (รุ่ง แก้วแดง 2542: 9-10) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2540 มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 45.10 และจากการรายงานการจัดอันดับความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแข่งขันของประเทศต่าง ๆ ในปี 2543 จำนวน 47 ประเทศ โดย International Institute for Management Development (IMD) ปรากฏว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 33 และอันดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยอยู่ อันดับที่ 47 ซึ่งถดถอยมาจากปี 2540, 2541 และ 2542 ที่อยู่ที่อันดับ 32, 43 และ 46 ตามลำดับ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 2544: 7-8) และจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในปีการศึกษา 2546 และ 2547 ภายในระดับเขตพื้นที่การศึกษาดรค พบว่าในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ต่ำกว่า 50 และต่ำกว่าทุกวิชา โดยที่มีค่าร้อยละลดลงจาก 48.03 เป็น ร้อยละ 43.00 เขตพื้นที่การศึกษาดรคจึงได้มีการดำเนินการแก้ไขปัญหาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขึ้นด้วยการเสริมสร้างความสามารถในการสร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 , ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และในระดับช่วงชั้นที่ 3 และ 4 (รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการ โครงการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2548: 1-2) นอกจากนี้เขตพื้นที่การศึกษาดรคยังได้ร่วมกับสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จัดส่งเสริมให้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานการเรียนรู้โดยเน้นทักษะการคิดระดับสูง ในกลุ่มสาระภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม และภาษาต่างประเทศ โดยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้จัดสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหา (รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการสร้างและ

พัฒนาคลังเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานการเรียนรู้โดยเน้นทักษะการคิดระดับสูง 2549: 1-7)

ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนตามหลักสูตรดังกล่าว จึงต้องเน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน เพราะทักษะนี้จะส่งเสริมวิธีการสืบเสาะหาความรู้และพิสูจน์กฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การทดลองเป็นหลักสำคัญ ซึ่งทำให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ความคิด และมีการพัฒนาการทางสติปัญญาในระดับสูงขึ้นได้ ซึ่งในการวัดและประเมินผลนั้นจะต้องกระทำให้เหมาะสมและตรงตามสภาพจริงของผู้เรียน การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้นำมาใช้ในการวัดและประเมินผลว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร เพื่อจะได้นำผลมาวิเคราะห์แล้วใช้ปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนนักเรียนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เป็นไปตามความมุ่งหวังของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 อีกทั้งยังเป็นการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพนำมาวัดและประเมินผลควบคู่กับการประเมินตามสภาพจริง เพื่อพัฒนานักเรียนให้สามารถนำความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยซึ่งได้ทำการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์จึงมีความสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวัดประเมินผลทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำผลการทดสอบมาใช้พัฒนานักเรียนในด้านวิทยาศาสตร์ต่อไป

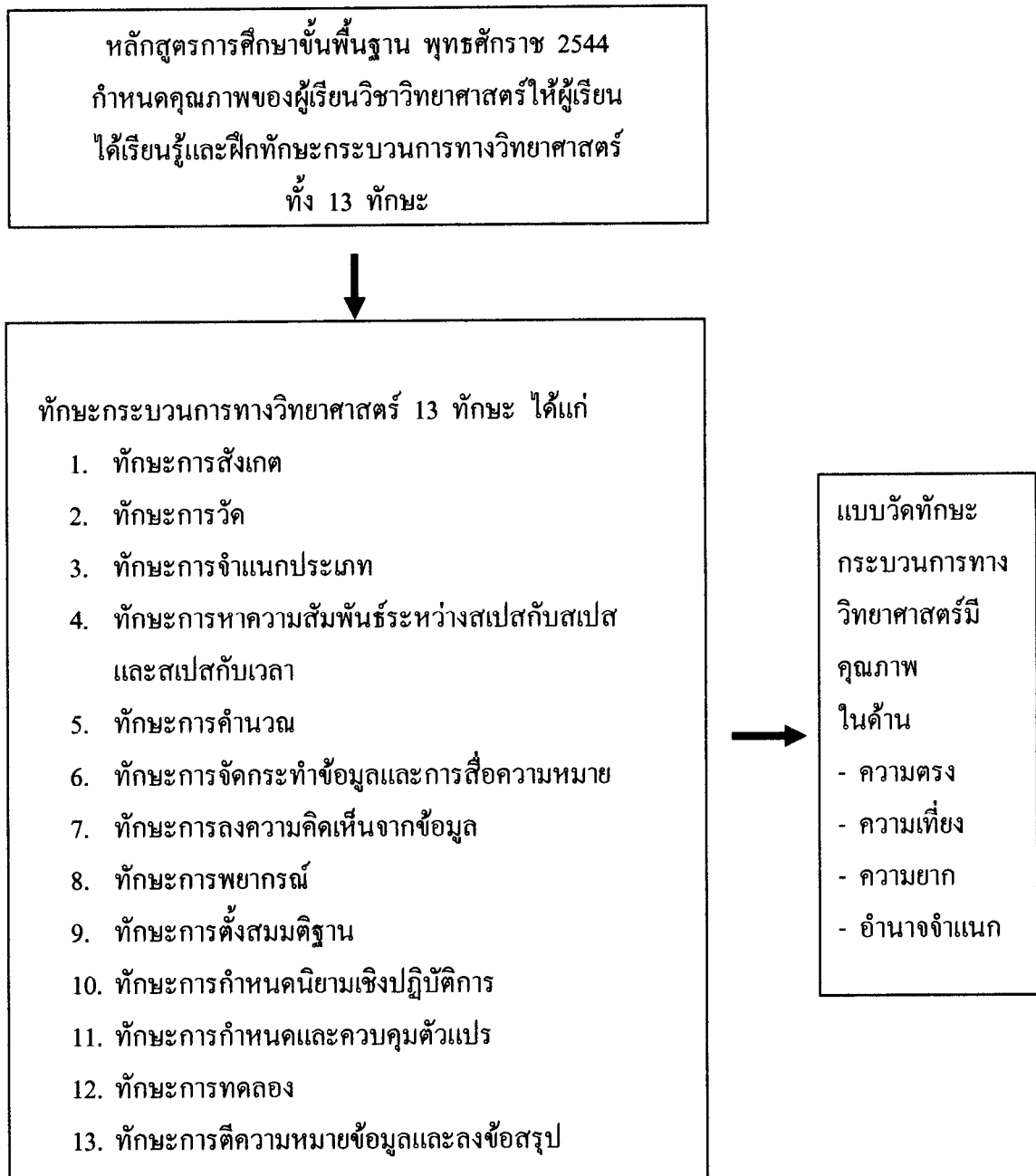
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช
- 2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด มีกรอบแนวคิดตามภาพที่ 1.1 ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดรช ในจังหวัดตราด ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

4.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 45 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดรช จังหวัดตราด ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2551 จำนวน 2,955 คน

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะกระบวนการทั้ง 13 ทักษะ ซึ่งได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณ 6) ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ 9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) ทักษะการทดลอง 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 เนื้อหาในแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ เนื้อหา และ/หรือ สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถวัดความรู้ความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและเป็นระบบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวของสถาบันส่งเสริมและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ทั้งสิ้น จำนวน 13 ทักษะ ดังนี้

5.1.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการบ่งบอกสิ่งที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า คือ ตา หู จมูก ลิ้น และ กาย การสังเกตจะนำไปใช้เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรืออธิบายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกต จากการดู การฟัง การดม การชิมและการสัมผัส

5.1.2 ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ การเลือกและใช้เครื่องมือในการวัด การอ่านผลและการใช้หน่วยในการวัด ได้แก่ การวัดความยาว การวัดปริมาตร การวัดน้ำหนัก การวัดอุณหภูมิและการวัดเวลา

5.1.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดสิ่งของ ออกเป็นพวก เป็นกลุ่ม หรือประเภทตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.1.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งว่าสิ่งใดมี 2 มิติ สิ่งใดมี 3 มิติ หรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ ส่วนทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่และการบอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณสารกับเวลา

5.1.5 ทักษะการคำนวณ หมายถึงความสามารถในการนับจำนวนของวัตถุและนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย

5.1.6 ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรืออื่น ๆ มาจัดกระทำใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายขึ้น โดยเสนอในรูปตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง หรือกราฟ

5.1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมายลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการจัดกระทำข้อมูลโดยอาศัยประสบการณ์เดิมเข้ามาช่วย

5.1.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึงความสามารถในการสรุปคำตอบหรือบ่งบอกปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้น โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ เป็นพื้นฐานในการสรุป

5.1.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเป็นจริงถูกต้องต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นข้อสรุปของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบด้วยการสังเกตได้โดยตรง หรือเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามข้อความของสมมติฐานกำหนดขึ้น โดยอาศัยการสังเกตประกอบกับความรู้ประสบการณ์เดิม กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

5.1.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

5.1.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

5.1.12 ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ ซึ่งรวมถึงการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง เพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งจะนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษา หรืออาจแยกเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

1) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

2) การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

5.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบวัดที่สามารถวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบถูกผิด 0-1 คะแนน คือ ตอบผิดได้คะแนน 0 คะแนน และตอบถูกได้คะแนน 1 คะแนน

5.3 การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 13 ทักษะ โดยมีการตรวจสอบความตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่ายและอำนาจจำแนก

5.4 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 ปี ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษา หรือผู้มีประสบการณ์ทางด้านการศึกษาการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปทดสอบเพื่อตรวจความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต จังหวัดดุสิต และเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

6.2 ครูผู้สอนได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่อไป

6.3 ศึกษาเทคนิคในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาที่สามารถนำไปประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 1.2 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 1.3 วิสัยทัศน์สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.4 จุดมุ่งหมายกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.5 คุณภาพผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.6 คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3
 - 1.7 สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.8 การวัดผลและประเมินผล
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ลักษณะของแบบวัด
 - 3.1 ลักษณะของแบบวัดที่คุณภาพ
 - 3.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การสร้างและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ
 - 4.2 การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.1.1 หลักการหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 4-13) ได้กำหนดหลักการเพื่อให้เกิดการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามแนวนโยบายการจัดการศึกษา ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 จึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ดังนี้

- 1) เสริมสร้างความเป็นเอกภาพของชาติไทย มุ่งเน้นความเป็นไทย ควบคู่กับความเป็นสากล
- 2) เป็นการศึกษาเพื่อมวลชน ที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกัน โดยสังคมทุกส่วนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา
- 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้พัฒนา และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ
- 4) มีการกำหนดให้มีมาตรฐานการเรียนรู้ เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ระหว่างช่วงชั้นการศึกษา มีระบบการประกันคุณภาพการศึกษาภายในของสถานศึกษา และมีการทดสอบตามมาตรฐาน
- 5) การจัดการเรียนรู้เน้นการบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา โดยให้มีความยืดหยุ่นในเรื่องการจัดสรรเวลาและยึดมาตรฐาน การเรียนรู้เป็นหลัก
- 6) กำหนดให้สถานศึกษาขั้นพื้นฐานจัดทำหลักสูตรของสถานศึกษา ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ชุมชน สังคม และประเทศชาติ
- 7) เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

1.1.2 จุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มี

ความสุขบนพื้นฐานความเป็นไทย โดยมุ่งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงงามในการดำเนินชีวิต ปฏิบัติตามหลักธรรมของศาสนา มุ่งมั่นพัฒนาตนเองและสังคม ประกอบอาชีพสุจริต และ พึ่งตนเองได้
2. มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักคิด ตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างรอบคอบมีเหตุผล มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่างๆ มีความสามารถในการสื่อสาร การจัดการ และใช้เทคโนโลยีที่จำเป็น
3. มีทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิต มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี มีสุนทรียภาพ มีความมั่นคงทางอารมณ์ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข
4. มีความภูมิใจในความเป็นไทยและประวัติศาสตร์ความเป็นมาของชาติไทย ยึดมั่น ในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข ส่งเสริมศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรมของชาติ การกีฬา และภูมิปัญญาไทย
5. มีความรักท้องถิ่น ประเทศชาติ เห็นคุณค่าของประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ศิลปะ วัฒนธรรม ทรัพยากรธรรมชาติ พลังงาน และ สิ่งแวดล้อม

1.1.3 การจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่กำหนดให้ใช้ในการจัดการศึกษา ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับผู้เรียนทุกคน ทุกกลุ่มเป้าหมาย และทุกรูปแบบการศึกษา สำหรับการจัดการศึกษาปฐมวัย ได้จัดให้มีหลักสูตรไว้ โดยเฉพาะ เพื่อเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมในการเข้าเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน และสาระของหลักสูตรที่สถานศึกษาจัดทำขึ้นในส่วนที่เกี่ยวกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคมแต่ละท้องถิ่น และในการจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานให้จัดสัดส่วนเวลาการจัดสาระการเรียนรู้ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เพื่อให้การใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นไปตามหลักการ และบรรลุผลตามจุดหมายของหลักสูตร จึงกำหนดสัดส่วนเวลาของสาระการเรียนรู้ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนไว้ดังต่อไปนี้

- 1) ช่วงชั้นที่ 1 – 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีเวลาประมาณ ปีละ 1,000 ชั่วโมง ให้สถานศึกษาจัดการเรียนรู้ในเชิงบูรณาการ ตามความเหมาะสม เช่น การทำโครงการ และพิจารณามุ่งเน้นสาระที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ และการคิดวิเคราะห์

การจัดสาระการเรียนรู้ของช่วงชั้นที่ 1 และช่วงชั้นที่ 2 ซึ่งใช้เวลาโดยประมาณ ในการจัดสาระการเรียนรู้บังคับ 80 % และเวลาในการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 20 %

สถานศึกษาสามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละกลุ่มสาระได้ตามที่เห็นสมควร โดยสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของสถานศึกษา และจัดการเรียนรู้ในลักษณะ โครงการ สหวิทยาการ บูรณาการข้ามกลุ่มสาระ โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

(1) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ เน้นทักษะพื้นฐานในการติดต่อสื่อสาร

(2) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เน้นทักษะพื้นฐานการคิด วิเคราะห์ วิวิจารณ์ (มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม)

(3) กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปศึกษา สุขศึกษาและพลศึกษา การงานและอาชีพ เน้นการพัฒนาทักษะนิสัย

2) ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ให้สถานศึกษาจัดสาระการเรียนรู้เชิงบูรณาการ หรือเป็นรายวิชาหรือเป็นโครงการ ตามความเหมาะสม โดยมีเวลาเรียนรวมประมาณปีละ 1,200 ชั่วโมง และมีสัดส่วนของสาระการเรียนรู้บังคับ 50% สาระการเรียนรู้เลือก 35% และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 15% ของเวลาทั้งหมด สถานศึกษาสามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละกลุ่มสาระได้ตามที่เห็นสมควร โดยสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของสถานศึกษา และจัดการเรียนรู้ในลักษณะ โครงการ สหวิทยาการ บูรณาการข้ามกลุ่มสาระ

3) ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ให้สถานศึกษาจัดสาระ การเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มเป็นหน่วยกิต มีเวลาเรียนปีละ ไม่น้อยกว่า 1,200 ชั่วโมง โดยมีสัดส่วนของสาระการเรียนรู้บังคับจำนวน 30 หน่วยกิต สาระการเรียนรู้เลือกจำนวน ไม่น้อยกว่า 55 หน่วยกิต และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ประมาณ 400 ชั่วโมง ของเวลาเรียนทั้งหมด สถานศึกษาสามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละกลุ่มสาระได้ตามที่เห็นสมควร โดยสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของสถานศึกษา และจัดการเรียนรู้ในลักษณะ โครงการ สหวิทยาการ บูรณาการข้ามกลุ่มสาระ

1.1.4 หลักการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 2-29) กำหนดสิ่งที่ต้องการ เป้าหมาย วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนคุณภาพผู้เรียนไว้หลายด้าน แต่สิ่งหนึ่งที่เป็นหัวใจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือ “ ต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด เป็นเหตุ เป็นผล สร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิวิจารณ์ นำไปสู่ความรู้ความเข้าใจ โลก ธรรมชาติและเทคโนโลยี ตลอดจนใช้สิ่งเหล่านี้พัฒนาการเปลี่ยนแปลงสังคมด้วยสันติสุขและ ยุติธรรม ” สำหรับหลักสูตรการศึกษา มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ ไปสู่การสร้างองค์ความรู้ จากการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่เกิดกับผู้เรียนอาจแยกได้ เป็น 3 ส่วน คือ

1) เนื้อหา ได้แก่ องค์ความรู้ที่เป็นความจริงในธรรมชาติ เช่น สมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร สิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อวกาศ เป็นต้น

2) กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะการคิดหรือการทำงานก็เป็นไปตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ เริ่มจาก ปัญหา สมมติฐาน ทดลอง รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ อภิปรายสรุปนำไปใช้ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ด้วยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความสุขในการสืบเสาะตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตระหนักในความสำคัญของกระบวนการ และเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ ผู้การนำไปใช้งานอย่างมีคุณธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มวิชาใน 8 กลุ่มสาระ เมื่อพิจารณาจุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการจัดการ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต สืบค้นตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุน หรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

1.2 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์นับว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งต่อโลก ตั้งแต่อดีต ปัจจุบันและสังคมมนุษย์ในโลก เพราะวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้มนุษย์มีความสะดวกสบาย มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นทั้งในเรื่องปัจจัย 4 ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่มและยารักษาโรค ตลอดจนเครื่องมืออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานนอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับชีวิตสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

ด้านการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ทำให้คนมีทักษะสำคัญ ในการแสวงหาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนางานอย่างเป็นระบบ และเป็น กระบวนการที่สามารถพิสูจน์ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็น สังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society) ทุกคนจึงต้องได้รับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์และมีจิตวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม

1.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดไว้ว่า ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการและ เจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่ คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถามคำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็น เรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการ เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้น ให้เกิดความตื่นตัวทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิดลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิตทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็น แรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สืบเสาะหาความรู้ที่มีคุณค่า เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งการเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น

1.4 จุดมุ่งหมายกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ได้กำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนดังนี้

- 1.4.1 ความรู้ความเข้าใจในสาระวิทยาศาสตร์
- 1.4.2 สามารถใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย
- 1.4.3 สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาในการเรียนรู้

1.4.4 ทำการค้นคว้า ทดลอง รักการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.4.5 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

1.4.6 จิตวิทยาศาสตร์และรับผิดชอบต่อตัวเอง

1.5 คุณภาพผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 2 - 29) มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลในการสังเกตสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ตั้งคำถาม หรือปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง มีการคิดวางแผน และลงมือปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการที่หลากหลายจากแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น คิดและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปใช้ในการตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาซึ่งจะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์แล้วสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้หรือองค์ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และเกิดการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้ กระตุ้น และนำช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

1.6 คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3

1.6.1 เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

1.6.2 ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้

1.6.3 เชื่อมโยงความรู้ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิตและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือสร้างชิ้นงาน

1.6.4 มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผลและทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

1.6.5 มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

1.7 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้ หมายถึง องค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียน เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนประกอบด้วย เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างมากขึ้น หรือฝึกในเรื่องทักษะกระบวนการให้มากขึ้นโดยพิจารณาจากเนื้อหาสาระหลักที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจากความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนและความต้องการของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 4-13)

มาตรฐานการเรียนรู้ หมายถึง ข้อกำหนดคุณภาพผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม เพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งกำหนดเป็น 2 ลักษณะคือ

1. มาตรฐานการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน (performance standard) เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น (benchmark) เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนจบในแต่ละช่วงชั้น คือชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน สำหรับการเรียนรัฐวิธานศาสตร์มี ดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะ ของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้

ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศและลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: คาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแลกซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

โดยสรุปสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 8 สาระ สาระที่ 1 ถึง 7 มุ่งให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ สามารถสังเกต จำแนก เปรียบเทียบ ทดลอง สำรวจตรวจสอบ และสืบค้นข้อมูล มีจิตวิทยาศาสตร์ สนใจใฝ่รู้ ซื่อสัตย์ อดทน มุ่งมั่น ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ สามารถตั้งคำถาม อธิบาย อภิปราย ทำนาย นำเสนอ สร้างสถานการณ์จำลอง เลือกใช้วางแผน และปฏิบัติ ส่วนสาระที่ 8 เป็นการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องเน้นกระบวนการ

ที่ผู้เรียนเป็นผู้คิดและลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การปฏิบัติการทดลอง การอภิปราย การวิเคราะห์ข้อมูล การสืบค้นข้อมูล การนำเสนอผลงาน ซึ่งในเขตพื้นที่การศึกษาตราดได้ดำเนินการจัดการจัดทำหลักสูตรการศึกษาประจำสถานศึกษาโดยใช้หลักการการบูรณาการในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 4-13)

1.8 การวัดและประเมินผล

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบที่ประกอบด้วย การกำหนดจุดมุ่งหมายและวิธีการวัดผลประเมินผล การสร้างเครื่องมือและดำเนินการตามที่วางแผนไว้ การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนเริ่มจากการกำหนดจุดมุ่งหมายด้านต่าง ๆ ซึ่งอาจประกอบด้วย ความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติและโอกาสในการเรียนรู้ ต่อจากนั้นจึงกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผลที่หลากหลายทั้งการประเมินจากการทดสอบด้วยข้อสอบ และการประเมินตามสภาพจริงจากการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียน ทั้งนี้จะต้องกำหนดเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประเมินได้อย่างเที่ยงตรง การวัดผลจากการทดสอบด้วยข้อสอบ เนื่องจากการประเมินตามสภาพจริงช่วยสะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียนได้ครอบคลุมทุกด้าน

การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินจากการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียน และเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตและสังคม ซึ่งผู้เรียนได้แสดงถึงความรู้ ความสามารถกระบวนการคิด และความรู้สึก การประเมินตามสภาพจริงจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม ประเมินผลงานของตนเอง และใช้วิธีการประเมินอย่างหลากหลายตามสถานการณ์ที่เป็นจริง โดยกระทำอย่างต่อเนื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2545 : 7-10)

การประเมินตามสภาพจริงมีลักษณะดังนี้

1. เน้นการพัฒนาและการประเมินตนเอง
2. ให้ความสำคัญกับการพัฒนาจุดเด่นของผู้เรียน
3. เน้นการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกเป็นสำคัญ
4. เน้นคุณภาพของผลงานที่ได้จากการบูรณาการความรู้และทักษะ
5. มีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องตามบริบทของผู้เรียนทั้งที่บ้าน สถานศึกษาและชุมชน

6. สนับสนุนการมีส่วนร่วมและมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีการชื่นชมต่อการปฏิบัติงานและผลงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข

7. กระทำไปพร้อมกับการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อสร้างความเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง

8. เน้นการวัดความสามารถในการคิดระดับสูง โดยใช้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ใน

9. การสังเคราะห์ อธิบาย ตั้งสมมติฐาน สรุปและแปลผล

การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนเป็นการประเมินที่จะต้องกระทำอย่างหลากหลายวิธีการ เพื่อให้ได้ผลการประเมินครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติและโอกาสการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้และแสดงออกตามความสนใจ ความถนัดและความชอบ การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนจะมีการทดสอบด้วยข้อสอบอยู่เป็นส่วนหนึ่ง โดยส่วนใหญ่เป็นการประเมินจากพฤติกรรมทุกด้านของผู้เรียน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้มีคุณธรรมกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตโดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยมีหลักการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรา 26 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 กล่าวคือ เน้นการปฏิบัติ ประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ รูปแบบการประเมินผลตามสภาพจริงในชั้นเรียน (authentic assessment) ซึ่งเป็นการประเมินที่ดำเนินการ ควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถกำหนดวิธีการและเครื่องมือสำหรับ วัดและประเมินผลภายใต้กรอบของจุดประสงค์การเรียนรู้วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญได้แก่ การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ และการประเมินคุณภาพชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบ การเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ โดยประเมินผู้เรียนให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านคือ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณธรรม จริยธรรมและ ค่านิยมอันพึงประสงค์

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างเรียน การปลูกฝังให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นเสมือนการปลูกฝังการใช้เครื่องมือในการแสวงหาความรู้ให้กับนักเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องมีการคิดค้นหาวิธีการ นำเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นของความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์” ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

ไสว พักขาว (2537: 150) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกปฏิบัติฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบของคน และความสามารถในการเลือกใช้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออก เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือใช้ในการแก้ปัญหาอีกทั้งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้ให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง หลักการ และกฎ ก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

รุจิระ สุภรณ์ไพบูลย์ (2538: 54-59) กล่าวว่า ถ้าแยกคำก็จะได้ว่า ทักษะ กับ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Skill แปลว่า ความชำนาญ ความเคยชิน ส่วนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แปลว่า วิธีการหรือกิจกรรมที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหา ดังนั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้และการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง จนเกิดความคล่องแคล่ว

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540: 3) ได้ให้ความหมายของ “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์” ไว้ว่า คือ ความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมาย การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 6) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นวิธีการที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำ

การทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาด้านความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง เป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual skills)

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์ันท์ เดชะคุปต์ (2542: 3) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) หรือทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

พิมพ์ันท์ เดชะคุปต์ (2544: 13) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้กระบวนการคิด ซึ่งเป็นทักษะทางปัญญาเพื่อค้นหาคำรู้ รวมทั้งแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 2) ได้อธิบายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความพยายามในการใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) การแก้ปัญหา โดยแก้ปัญหา ผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการมีการถ่ายทอดอย่างต่อเนื่อง

คัสเลนและสโตน (Kuslan & Stone, 1968: 229) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า “ความจริงก็คือการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การสังเกต การวัด การทดลองและการออกแบบทดลอง การอธิบาย การสรุปหลักเกณฑ์ การพิจารณาเหตุผลเชิงปรนัย”

กิกกา (Gega, 1970: 551-552) กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทักษะกระบวนการที่พบได้ในวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะแบ่งอยู่ในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ การเริ่มต้นที่ดี ควรเริ่มในระดับมัธยมศึกษา การแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการขั้นสูง ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่ 6 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ/เวลา การใช้ตัวเลข การวัด การจำแนก การรวบรวมข้อมูล การพยากรณ์ ทักษะกระบวนการขั้นสูง 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การตีความหมายของข้อมูล การกำหนดขั้นตอนและการทดลอง

คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971: 568-573) ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

โอเคน เจมส์ อาร์ และโรเนล (Oken, Jame R. and Ronald L. Fiel. 1973: 10) มีความเห็นว่าทักษะกระบวนการ ประกอบด้วย การกำหนดตัวแปร การสร้างตารางข้อมูล การเขียนกราฟ การอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร การรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล การวิเคราะห์กระบวนการทำการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบการทดลอง และการกำหนดการทดลอง

เคนเนต (Kennet. 1978: 153) ให้นิยามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นทักษะที่ประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปอ้างอิง การสื่อความหมาย และการกำหนดการทดลอง

โทรแจ็ค (Trojack. 1979: 4) นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ กล่าวว่า ปัญหาที่ตกลงกันได้เกี่ยวกับคำจำกัดความของวิทยาศาสตร์ คือ การมองวิทยาศาสตร์ในลักษณะ ที่มีธรรมชาติเป็นสอง คือ ทั้งผลของการค้นพบ (Product) และเป็นทั้งกระบวนการ (Process) ที่ใช้ ผลของการค้นพบ คือ องค์ความรู้ของธรรมชาติ ที่ได้ผ่านการทดสอบมาแล้ว และได้จัดเข้าไว้อย่างเป็นทางการระบบแบบแผนกระบวนการที่ใช้คือวิธีการหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กาล์ด (Gauld. 1982: 109) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็น การปฏิบัติการสืบสวนความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เคนและอีวานส์ (Cain and Evans. 1984: 8 อ้างถึงใน นุพผาชาติ ทัททิกรณ์ , 2533: 8) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ผู้เรียนควรมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และต้องพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความชำนาญหรือความ مهارที่ ทำให้ได้มาซึ่งเนื้อหาหรือผลิตผลทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาความรู้ การคิด ค้นคว้าและการแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบแบบแผน มีขั้นตอน ทั้งนี้ต้องเกิดจากการฝึกฝน การปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ ความคล่องแคล่ว และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันประกอบด้วย กระบวนการและทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการเพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา

2.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ศึกษาและเสนอแนวคิด รูปแบบต่าง ๆ กันไว้ดังนี้

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science – AAAS) (American Association for the Advancement of Science. 1974 : 33 – 176 ; อ้างอิงมาจากภพ เลหาไพบุลย์. 2537: 14) ได้กำหนดทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน (basic science process skills)

8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (integrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะขั้นพื้นฐานหรือเบื้องต้น ประกอบด้วย 8 ทักษะ

- 1.1 ทักษะการสังเกต
- 1.2 ทักษะการวัด
- 1.3 ทักษะการคำนวณ
- 1.4 ทักษะการจำแนกประเภท
- 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
- 1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- 1.8 ทักษะการพยากรณ์

2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ

- 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.4 ทักษะการทดลอง
- 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ซึ่งทักษะในด้านต่าง ๆ มีความหมายและประเภทดังนี้

1. ทักษะขั้นพื้นฐานหรือเบื้องต้น ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกต (observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภทคือ

1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเห็นเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง กายสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้

1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับ

ปริมาณ เช่น ขนาด มวล อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการกะประมาณและบอกหน่วยมาตรฐานเอาไว้

1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งอื่น ๆ เช่น เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งอื่นดังกล่าว จะช่วยให้การสังเกตครอบคลุม ข้อมูลได้กว้างขวางขึ้น

2. ทักษะการวัด

การวัด (measurement) เป็นทักษะสำคัญอย่างหนึ่งในการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบลักษณะ รูปร่าง และสมบัติทั่วไปของวัตถุแต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดที่แน่นอนลงไปได้

ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดและความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความเป็นจริงพร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ (using numbers) หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ บวกลบ คูณ หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง เป็นต้น

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาค่าเฉลี่ย หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภท (classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา

สเปส (space) ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ (dimensions) ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความหนาของวัตถุ

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (space/space relationship and space/time relationship) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุ ที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา หมายถึงความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาจะเป็นซ้ายขวาของกันและกัน อย่างไรก็ตามตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา การกระทำที่แสดงว่าบุคคลใดมีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา ได้แก่ ความสามารถในการกระทำดังนี้

5.1 ความสามารถในการวาดรูป 3 มิติของวัตถุจริงทั่วไปได้ เช่น วาดรูป 3 มิติ ของสมุด ดินสอ โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น

5.2 ความสามารถในการบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 3 มิติ และระนาบสมมาตรของรูป 3 มิติได้ เช่น บอกว่ารูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีเส้นสมมาตร 3 เส้น รูปแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีระนาบสมมาตร 3 ระนาบ เป็นต้น

5.3 ความสามารถในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้

5.4 ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงา กับภาพที่ปรากฏ ในกระจกเงาได้ เช่น บอกได้ว่าคนที่ผูกนาฬิกาที่ข้อมือซ้ายและหิ้วกระเป๋าด้วยมือขวาเมื่อไปยืนอยู่หน้ากระจกเงาบานใหญ่ จะปรากฏภาพของคนนั้นผู้นาฬิกาที่ข้อมือขวาและหิ้วกระเป๋าด้วยมือซ้าย

5.5 ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง กล่าวคือ บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่ง หรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง เช่น ต้นไม้อยู่ทางด้านขวามือของนาย ก และนาย ก ยืนอยู่ทางด้านหน้าของอาคารเรียน

5.6 ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา เช่น เรือลำหนึ่งแล่นด้วยความเร็ว 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมงไปทางทิศเหนือ หรือในการหาความสัมพันธ์ของขนาดวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา เช่น ในการหาความสูงของต้นไม้ที่มีความสูงเปลี่ยนไปเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ กราฟ แผนภาพ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้มาจาก การสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

8. ทักษะการพยากรณ์

ทักษะการพยากรณ์ (prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (extrapolating)

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นต่อไป

สมมติฐาน เป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้

คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษา
ง่าย ๆ ชัดเจนไม่กำกวม ระบุถึงที่จะสังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด การทดสอบ
การทดลองไว้ด้วย

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง
การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลอง
คลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมเหมือนกัน

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (independent variable) เป็นตัวแปรที่มี
อิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (dependent variable) เป็นตัวแปรที่มีผลเนื่องมาจากตัว
แปรต้นเมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย

ตัวแปรควบคุม (controlled variable) เป็นตัวแปรตัวอื่น ๆ ที่ยังไม่
สนใจศึกษาที่อาจมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะ
บ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม
ในการหาความสัมพันธ์ ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่ง ๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่ง

12. ทักษะการทดลอง

การทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหา
คำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง
ก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองและควบคุมตัวแปร และวัสดุที่ใช้ในการ
ทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลอง
จริง ๆ

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้
จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัดและอื่นๆ

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการ
ตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง

ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เคชะคุปต์ (2542: 31) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS) ทักษะ 13 ทักษะ มีดังต่อไปนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต (observing)
2. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)
3. การจำแนกประเภท (classifying)
4. การวัด (measuring)
5. การใช้ตัวเลข (using number)
6. การสื่อความหมาย (communicating)
7. การพยากรณ์ (predicting)
8. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปตกับเวลา (using space/time

relationships)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable)

10. การตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)
11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติของตัวแปร (defining variable operationally)
12. การทดลอง (experimenting)
13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 13-20) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า การทดลอง เพื่อหาข้อมูลจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่างและใช้เกณฑ์ของสมาคมการศึกษาขั้นสูงของสหรัฐอเมริกา AAAS (American Association for the Advancement of Science) โดยแบ่งทักษะกระบวนการและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 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 (communicating)
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)
8. ทักษะการพยากรณ์ (predicting)

ทักษะกระบวนการขั้นสูงหรือขั้นผสม ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)
10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable)
11. ทักษะการทดลอง (experimenting)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติของตัวแปร (defining variable operationally)

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

ความหมายของทักษะทั้ง 13 ทักษะมีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความชำนาญในการใช้อวัยวะรับความรู้สึกลักษณะใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ค้นหาเกี่ยวกับเหตุการณ์และสมบัติต่าง ๆ ของวัตถุ เช่น สี ขนาด และรูปร่าง ในการใช้ทักษะการสังเกตนั้นเราควรได้เรียนรู้ว่าอวัยวะรับความรู้สึกลักษณะใดช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ทำให้เกิดข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการกะปริมาณ

การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตาช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง และสีของวัตถุ และสังเกตว่าวัตถุเหล่านั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวหนังช่วยในการสังเกตถึงความหมาย หรือความละเอียดของเนื้อวัตถุรวมถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่า มีรสขม เค็ม เปรี้ยว และหวานอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้พบนั้น แต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นมะนาว กลิ่นชา และกลิ่นกาแฟ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถ

1.1 ชีบ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (measuring)

ทักษะการวัด หมายถึง ความชำนาญในการแสดงจำนวนของวัตถุหรือสารในรูปเชิงปริมาณที่มีหน่วยแสดง เช่น เมตร ลิตร กรัมและนิวตัน และความชำนาญในการเลือกใช้

เครื่องมือมาตรฐานที่เหมาะสม เช่น ไม้เมตร ไม้บรรทัด นาฬิกา เครื่องชั่ง ไม้โปรแทรกเตอร์ หรือใช้วัตถุที่คุ้นเคยเป็นหน่วยเทียบในการวัดปริมาณ หรือใช้สเกลในการวาดรูปวัตถุ หรือใช้การสุ่มอย่างง่ายและการประมาณ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะ การวัด จะต้องมีความสามารถ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ได้

ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความชำนาญในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ความเหมือน ความแตกต่างและความสัมพันธ์ร่วมของสถานที่ ความคิด หรือเหตุการณ์ และสมบัติบางประการของวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์

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

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทจะต้องมีความสามารถ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/time relationships)

ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหววัตถุ โดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและสภาวะการณ์นั้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส

และสเปกกับเวลา 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 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณ

ของวัตถุกับเวลาได้

5. ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)

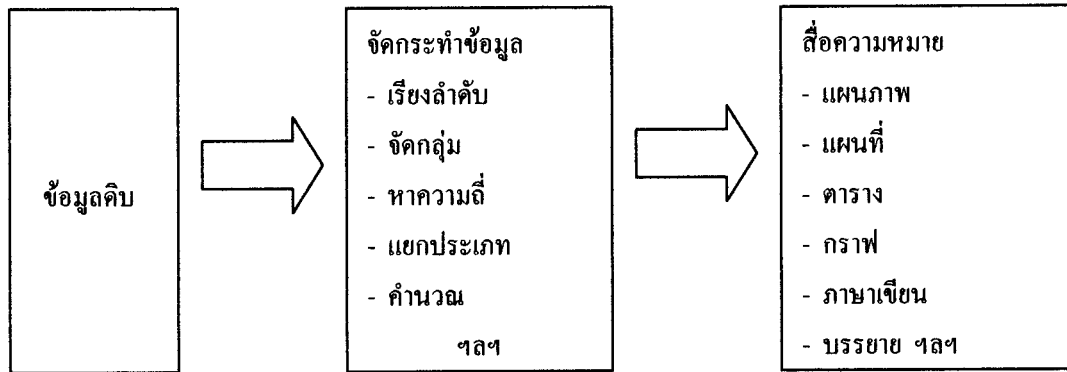
ทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง ความชำนาญในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ นับตั้งแต่การนับการคำนวณ การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ตัวเลข จะต้องมีความสามารถ

- 5.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- 5.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 5.3 บอกวิธีคำนวณได้
- 5.4 คิดคำนวณได้ถูกต้อง
- 5.5 แสดงวิธีคิดคำนวณได้

6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย (communicating)

ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความชำนาญในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาเสนอในรูปแบบที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การสื่อความหมายข้อมูลอาจอยู่ในรูปของการวาดรูป การแสดงแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟหรือใช้ภาษาเขียน หรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากวัตถุ หรือเหตุการณ์นั้น ตามภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนภาพการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

การสื่อความหมายข้อมูล สิ่งที่จะต้องคำนึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้แก่

- 1) ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์
- 2) ความถูกต้องแม่นยำ
- 3) ความไม่กำกวม
- 4) ความกะทัดรัด

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย

จะต้องมีความสามารถ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อ

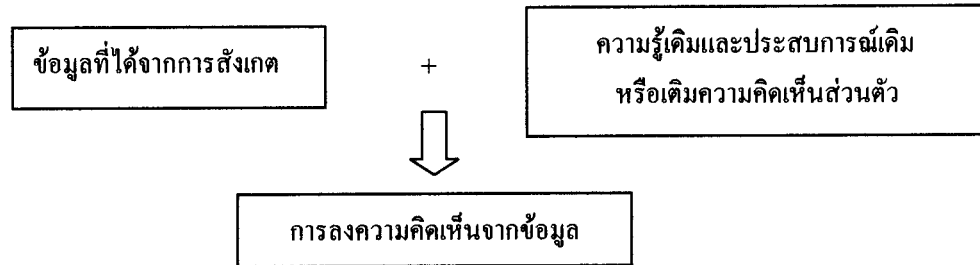
ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความชำนาญในการอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกตเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์เฉพาะอย่าง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกต และการแสดงความคิดเห็น แปลความหมายข้อมูลที่บันทึกไว้ หรือได้มาทางอ้อม แล้ว

นำมาทำนายเหตุการณ์จากข้อมูล ตั้งสมมติฐานจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูล ทักษะการลง
 ความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการอธิบายเกินขอบเขตของข้อมูลจากการสังเกตโดยใช้ความรู้
 ประสบการณ์เดิม และเหตุผลหรือเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผนภาพการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะต้องมี
 ความสามารถ

7.1 อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดย
 ใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.2 การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้
 หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของ
 ข้อมูล ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต

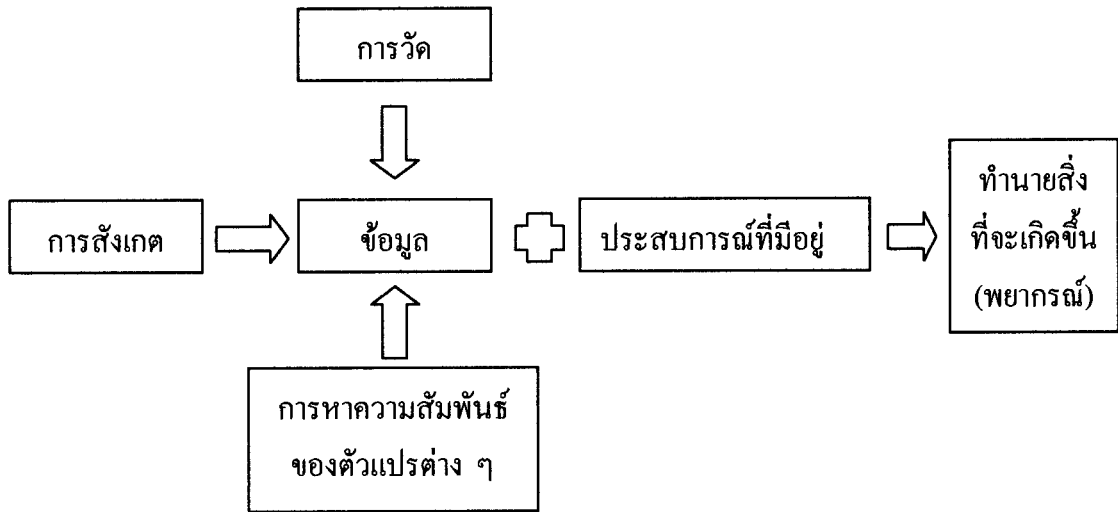
8. ทักษะการพยากรณ์ (predicting)

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความชำนาญในการคาดการณ์เหตุการณ์ หรือ
 สถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการลงความคิดเห็น โดยใช้
 หลักการ กฎ หรือทฤษฎีประกอบ และอาจคาดการณ์ล่วงหน้าภายในขอบเขตหรือนอกขอบเขต
 ของข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางหรือในรูปของกราฟ

การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น
 ภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
 ภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

ทักษะการพยากรณ์มีวิธีการใกล้เคียงกับกระบวนการสื่อความหมายมาก เพราะ
 จะต้องนำข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำให้เป็นระบบ เช่น ทำเป็นตาราง กราฟ แสดงความสัมพันธ์
 ระหว่างตัวแปร ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แผนภาพทักษะการพยากรณ์

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถ

- 8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- 8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความชำนาญในการคาดเดาอย่างมีเหตุผล โดยการกำหนดข้อความที่มาจาก การสังเกต หรือลงข้อสรุป เพื่อให้อธิบายเหตุการณ์และสามารถทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ได้

สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นที่ยอมรับ หรือไม่ยอมรับ สมมติฐานที่ตั้งขึ้น อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบแล้ว ในสถานการณ์ทดลองหนึ่งอาจมี 1 สมมติฐาน หรือหลายสมมติฐานก็ได้

การตั้งสมมติฐานมักนิยมเขียนในรูป ถ้า..... ดังนั้น.....

ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

- 1) ถ้าฮอร์โมนมีผลต่อสีของปลาสวยงาม ดังนั้นปลาที่เลี้ยงโดยไม่ให้ฮอร์โมนจะมีสีเร็วกว่าปลาที่เลี้ยงโดยไม่ให้ฮอร์โมนในช่วงอายุเท่ากัน
- 2) ถ้าความร้อนมีผลต่อการสุกของผลไม้ ดังนั้นผลไม้ที่ผ่านการอบไอน้ำจะมีอายุการสุกนานกว่าผลไม้ที่ไม่ได้ผ่านการอบไอน้ำ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน จะต้องมีความสามารถ

9.1 หากคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

9.2 หากคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องการให้แตกต่างกัน (ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลที่เกิดจากการทดลอง (ตัวแปรตาม)

การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทดลอง เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องแน่นอนกว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากตัวแปรที่เราต้องการศึกษาหรือไม่ในสถานการณ์การทดลองหนึ่ง ๆ ผลที่เกิดขึ้นอาจจะมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่เราไม่ต้องการศึกษา (ตัวแปรควบคุม) ให้เหลือเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการจะทราบ (ตัวแปรอิสระ) เพื่อสะดวกในการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เช่น เราต้องการศึกษาชนิดของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่การเจริญเติบโตของพืชมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีกนอกจากดิน เช่น แสงแดด ปุ๋ย น้ำ การดูแล สิ่งเหล่านี้ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เรายังไม่ต้องการศึกษา จึงต้องมีการควบคุมเพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อนเพื่อจะสรุปผลจากการทดลองได้ตรงตามสาเหตุที่แท้จริง (ตัวแปรอิสระ)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จะต้องมี
ความสามารถ

10.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

10.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

10.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

11. ทักษะการทดลอง (experimenting)

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง การจัดการกระทำกับตัวแปรต่าง ๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองนั้น

การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอนคือ

1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติจริง การออกแบบการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และครอบคลุมถึงวิธีการควบคุมตัวแปรถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ที่เหมาะสม โดยสรุปแล้วการออกแบบการทดลองจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ประการคือ

ประการที่ 1 วิธีการทดลอง เป็นการกำหนดขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนครบตามขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้อง ซึ่งจะเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ประการที่ 2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ ซึ่งจะต้องดำเนินการไปตามขั้นตอนการใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง เช่น การบันทึกข้อมูลในรูปแบบของตาราง หรือมาจัดกระทำในรูปของกราฟ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถ

11.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร

11.2 ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

11.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

11.4 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและเหมาะสม

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining variable operationally)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความชำนาญในการสร้างนิยามโดยบอกว่าจะทำและสังเกตอะไร หรือการให้ความหมายของคำหรือข้อความอย่างกว้าง ๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้น ๆ เช่น การให้นิยามของก๊าซออกซิเจน

นิยามทั่ว ๆ ไป

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 8 และมวลอะตอมเท่ากับ 16 (ทุกคนเข้าใจตรงกันแต่สังเกตและวัดไม่ได้)

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยในการติดไฟ เมื่อนำก้อนถ่านที่คุ้แคงหย่อนลงไปใ้ก๊าซนั้นแล้วก้อนถ่านนั้นจะลุกเป็นเปลวไฟ (ทุกคนเข้าใจตรงกัน สังเกตและวัดได้)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะต้องสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความชำนาญในการหา รูปแบบจากชุดของข้อมูลเพื่ออธิบายนำไปสู่การสร้างข้ออ้างอิง การทำนาย และการตั้งสมมติฐาน พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จะต้องมีความสามารถ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

ซันด์และโทรบริดจ์ (Sund & Trobridge. 1967: 93) กล่าวว่า ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ควรจะนำไปสอนให้นักเรียน ซึ่งมี 5 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ทักษะการหาความรู้ (Acquisivity Skills) ได้แก่ ทักษะการสังเกต การค้นคว้า การสอบถาม การสืบสวน การรวบรวมข้อมูล และการวิจัย
2. ทักษะการจัดระบบ (Organizational Skills) ได้แก่ การบันทึกข้อมูล การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง การจัดจำแนก การเรียงอย่างมีระเบียบ การเขียนโครงการ การประเมินผลและการวิเคราะห์ผล
3. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creativity Skills) ได้แก่ การวางแผน การออกแบบการทดลอง การประดิษฐ์ การสังเคราะห์
4. ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (Manipulative Skills) ได้แก่ ทักษะการใช้ เครื่องมือการระวังรักษาเครื่องมือ การซ่อมแซมเครื่องมือ การสาธิต การทดลอง
5. ทักษะการสื่อความหมาย Communicative Skills) ได้แก่ ทักษะการ บรรยาย การอภิปราย การเขียนรายงาน การวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนความสามารถในการสื่อสาร กับผู้อื่นได้ด้วยความเข้าใจ

คัสเลนและสโตน (Kluslan & Stone. 1968: 229) ได้กล่าวว่าทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation)
2. ทักษะการวัด (Measurement)
3. ทักษะการทดลอง (Experimentation)
4. ทักษะการบรรยาย (Description)
5. ทักษะการลงข้อสรุปทั่วไป (Generalization)

6. ทักษะการคิดเหตุผลเชิงอนุมาน (Deduction)

คลอเฟเฟอร์ (Klopfer. 1971: 568 – 573) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการประกอบไปด้วยทักษะที่สำคัญ 4 ทักษะคือ

1. การสังเกตและการวัด เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อมูลที่รวบรวมได้ส่วนใหญ่มักจะเป็นความจริง
2. การมองเห็นปัญหาและวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งได้แก่การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง และการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานว่าเป็นความจริงหรือไม่
3. การแปลความหมายและการลงสรุป ซึ่งได้แก่ การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง และการสรุปข้อมูลนั้น ๆ เป็นหลักการ (principle) กฎ (law) และแนวคิด (concept)
4. การสร้างทฤษฎี การตรวจสอบ และการปรับปรุงแก้ไขทฤษฎีที่สร้างขึ้น เพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์ของปัญหาที่พบ การสร้างทฤษฎีนี้ได้จัดว่าเป็นจุดหมายสูงสุดของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

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

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการนำข้อมูลที่ได้รับมาเสนอ
2. การจัดกระทำข้อมูล (Data Treatment) หมายถึง การรายงานการบันทึกผล การวิเคราะห์ และการนำเสนอข้อมูลที่ได้มาด้วยตนเองหรือกลุ่มหรือชั้น
3. การพยากรณ์และการตั้งสมมติฐาน (Prediction and Hypothesis) หมายถึง แนวคิดที่จะนำไปสู่สมมติฐานและวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานนั้น
4. การจัดจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การจัดกลุ่มโดยดูความแตกต่างและความคล้ายคลึง ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาคุณสมบัติที่สิ่งนั้นมีอยู่ด้วย
5. การบ่งชี้ (Identification) หมายถึง ความสามารถในการบอกสมาชิกในกลุ่มได้ โดยดูจากคุณสมบัติและลักษณะที่ผิดไปจากกลุ่ม
6. การวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการบอกปริมาณที่แน่นอนและถูกต้องโดยใช้ระบบวัดที่เป็นมาตรฐาน สามารถบอกค่าอะไรที่มากกว่า หรือ น้อย

กว่า นอกจากนี้ยังรวมถึงการเลือกหน่วยที่เหมาะสมในการวัด และปริมาณที่พอเหมาะที่จะใช้ในการทดลอง

7. การพัฒนาเทคนิควิธีการปฏิบัติในห้องทดลอง (*Development of Acceptable Laboratory Technique*) หมายถึง ความสามารถในการสร้างและใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ และรู้จักเก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

8. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ (*Analysis and Synthesis*) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบพิจารณารายละเอียดของปัญหา หรือแนวคิด หรือมโนคติและรวมถึงการนำข้อมูลย่อยมาพิจารณาร่วมกันเพื่อนำไปสู่หลักเกณฑ์ต่าง ๆ

9. การสื่อความหมาย (*Communication*) หมายถึง ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น เพื่อที่จะแสดงออกถึงความรู้ที่นึกคิดทั้งทางด้านนามธรรมและรูปธรรม เนลสันและอับราฮัม (Nelson and Abraham. 1973: 291) ได้สร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยให้เด็กนักเรียนปฏิบัติการจริงกับเครื่องมือที่สร้างขึ้น และให้เขียนตอบเป็นข้อเขียน นิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดมี 4 ประการ คือ

1. การสังเกต คือ ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า
2. การสรุปความเห็น คือ ความสามารถในการขยายความคิดใหม่ออกไป โดยอาศัยความรู้เดิมในลักษณะที่ต่อเนื่องกัน
3. การพิสูจน์ทดลอง คือ ความสามารถในการทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปลงความเห็น
4. การจำแนกประเภท คือ ความสามารถในการจัดกลุ่มโดยพิจารณาลักษณะที่เหมือน ๆ กันจากการสังเกต

โดรอน (Doron. 1978: 19 – 30) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นสำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 10 ทักษะดังนี้

1. สามารถระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
2. สามารถเสนอแนะหรือรู้สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ได้
3. สามารถเสนอหรือเลือกวิธีการที่เหมาะสมในด้านเหตุผลและการปฏิบัติได้
4. สามารถหาข้อมูลที่ต้องการได้
5. สามารถตีความหมายข้อมูลได้
6. สามารถตรวจสอบความถูกต้องอย่างมีเหตุผลของสมมติฐานกับ

กฎข้อเท็จจริงได้

7. สามารถให้เหตุผลทั้งด้านปริมาณและสัญลักษณ์ได้
8. สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง สมมติฐาน และการลงความคิดเห็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องได้และรูปแบบของสิ่งที่สังเกตพบได้
9. สามารถที่จะอ่านและวิเคราะห์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ได้
10. สามารถใช้กฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบโดยรวมพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ยึดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบไปด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยผู้วิจัยจะเน้นทักษะการสังเกตมากกว่าทักษะอื่น ๆ

2.3 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะเป็นกระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นจึงเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ 2536: 3) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์เพราะต้องมีการศึกษาค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง วิธีการศึกษาจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าเพื่อให้ได้ข้อสรุป รวมถึงการแก้ปัญหา ซึ่งโรเบิร์ต เอ็มแกน (Robert M. Gange, 1970: 1) มีความเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบร่วมในการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จัดกระทำข้อมูลและสามารถนำไปใช้ได้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยการค้นคว้าหาความจริงจากธรรมชาติ (บันลือ พฤษะวัน 2534: 147) โดยอาศัยกระบวนการต่าง ๆ นับตั้งแต่การสังเกต การวัด การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล การบันทึกและลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ที่เป็นกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Process) และทักษะ

กระบวนการขั้นผสมผสาน (Integrated Process) อันได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายและลงข้อสรุป ทั้งนี้เพื่อจะนำไปใช้ประโยชน์จากความจริงที่ไปแก้ปัญหาและวางแผน หรือหาวิธีป้องกันไม่ให้ปัญหานั้น ๆ เกิดขึ้น อาจสรุปได้ว่าจุดมุ่งหมายที่สำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพของชีวิตของตนเองและสังคมได้

3. ลักษณะของแบบวัด

3.1 ลักษณะของแบบวัดที่มีคุณภาพ

ในการพิจารณาคุณภาพของแบบวัดที่มีคุณภาพ มีนักการศึกษาได้กำหนดลักษณะไว้ดังนี้

รังสรรค์ มณีเล็ก (2545: 29-31) ได้กำหนดลักษณะของแบบวัดที่มีคุณภาพไว้ดังนี้

1. มีความตรง (Validity)
2. มีความเที่ยง (Reliability)
3. มีอำนาจจำแนก (Discrimination)
4. ความเป็นปรนัย (Objectivity)
5. มีความยากพอเหมาะ (Difficulty)
6. มีความยั่วยุ (Exemplary)
7. มีความลึก (Searching)
8. มีความยุติธรรม (Fairness)
9. มีประสิทธิภาพ (Efficiency)

ซึ่งแต่ละลักษณะอธิบายได้โดยสังเขป ดังนี้

1. มีความตรง เครื่องมือวัดที่มีความตรง หมายถึง เครื่องมือที่สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึงความสอดคล้องกันระหว่างเนื้อหาที่ใช้ถามในชุดของเครื่องมือเก็บข้อมูลกับประชากรหรือโดเมนของเนื้อหาการวัด เช่น ถ้าจะประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การชั่ง ตวง วัด ข้อคำถามก็ควรจะเป็นเรื่องการ

ซึ่ง ดวง วัด จึงจะถือว่าเครื่องมือมีความตรงตามเนื้อหา ถ้าข้อคำถามไปถามเกี่ยวกับเรื่องเวลา ก็ถือว่าไม่ตรงตามเนื้อหา

1.2 ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามในชุดของเครื่องมือเก็บข้อมูลกับ โครงสร้างทางทฤษฎีที่ใช้วัด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น โครงสร้างทางทฤษฎีที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น ความถนัด ความสนใจ สติปัญญา และบุคลิกภาพ เป็นต้น

1.3 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) เป็นการแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างข้อคำถามในชุดของเครื่องมือเก็บข้อมูลกับเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งที่กำหนดขึ้นมา ซึ่งแสดงได้ 2 ชนิด คือ ความตรงเชิงสภาพและความตรงเชิงพยากรณ์

1.3.1 ความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้มา กับสภาพที่เป็นจริงของผู้ให้ข้อมูลในขณะนั้น เช่น ผลการตอบข้อคำถามกับสภาพของผู้สอบในขณะที่สอบ ถ้านักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ได้คะแนนสูงจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ ก็จะได้คะแนนต่ำจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ต่ำด้วย ถ้าเป็นเช่นนี้แสดงว่าแบบทดสอบคณิตศาสตร์มีความตรงเชิงสภาพสูง

1.3.2 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบข้อคำถามกับสภาพการณ์บางอย่างที่ใช้เป็นเกณฑ์ในอนาคต เช่น ถ้าเครื่องมือวัดบุคลิกภาพระบุว่าผู้ถูกวัดมีบุคลิกภาพเป็นประชาธิปไตย เมื่อเขาออกจากโรงเรียนไปอยู่ในสังคมและได้ปฏิบัติตัวเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม มีวิถีชีวิตเป็นประชาธิปไตย กับนักเรียนคนหนึ่งซึ่งถูกวัดด้วยแบบวัดบุคลิกภาพชุดเดียวกัน แต่ผลการวัดและพฤติกรรมหลังจากจบการศึกษาไปแล้วมีลักษณะตรงกันข้ามกับคนแรก แสดงว่า เครื่องมือชุดนี้มีความตรงเชิงพยากรณ์

2. มีความเที่ยง เป็นดัชนีแสดงความคงเส้นคงวาของคะแนนหรือข้อมูล เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลไม่ว่าจะกี่ครั้งก็ตามแล้ว ได้ผลเหมือนเดิม แสดงว่าเครื่องมือนี้มีความเที่ยงสูง เครื่องมือที่มีความตรงมักมีความเที่ยง แต่เครื่องมือที่มีความเที่ยงอาจไม่มีความตรงก็ได้

3. มีอำนาจจำแนก เครื่องมือที่ดีต้องสามารถจำแนกสิ่งที่ถูกวัดออกจากกันได้ตามสภาพ เช่น สามารถแยกคนเก่งออกจากคนที่ไม่เก่ง แยกผู้ที่มีความสนใจออกจากผู้ที่ไม่มีความสนใจ หรือแยกผู้ที่มีความถนัดออกจากผู้ที่ไม่มีความถนัด เป็นต้น เครื่องมือที่ไม่สามารถจำแนกสิ่งที่ถูกวัดที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันออกจากกันได้ แสดงว่าเครื่องมือดังกล่าวมีอำนาจจำแนกต่ำ

4. มีความเป็นปรนัย คือเครื่องมือที่มีความชัดเจนในเรื่องของคำชี้แจงว่าจะตอบอย่างไร ชัดเจนในการตรวจให้คะแนน ชัดเจนในเรื่องของการแปลผลของคะแนนซึ่งถ้าเครื่องมือมี

ความเป็นปรนัยสูงแล้ว ไม่ว่าใครก็ตามที่มาอ่านคำชี้แจงก็จะเข้าใจตรงกัน มาตรวจให้คะแนนก็ให้คะแนนเท่ากันหรือมาแปลผลของคะแนนก็จะแปลผลได้เหมือนกัน

5. มีความยากพอเหมาะ เครื่องมือที่มีความยากมาก คือเครื่องมือที่ผู้ตอบส่วนใหญ่ตอบไม่ค่อยได้ ส่วนเครื่องมือที่ผู้ตอบส่วนใหญ่ตอบถูกจะเป็นเครื่องมือที่ง่าย เครื่องมือที่ยากหรือง่ายเกินไปจะไม่สามารถจำแนกผู้ตอบออกจากกันได้ เครื่องมือที่ดีต้องมีความยากปานกลาง

6. มีความขั้ว คือ ต้องมีความขั้ว ระวัง น่าตอบ หากเป็นแบบสอบจะต้องมีการเรียงข้อที่ง่ายไปหายาก ตัวอักษรไม่เล็กเกินไป ข้อความกะทัดรัดได้ใจความและมีข้อคำถามไม่มากจนเกินไปจนน่าเบื่อ หากมีเครื่องมือหลายชุดก็ต้องแยกออกจากกันให้ชัดเจน

7. มีความลึก คือ การค้นหาเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของมนุษย์ดังนั้นเครื่องมือที่ดีต้องสามารถค้นหาสิ่งที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของการวัด เช่น เครื่องมือวัดความสนใจ เครื่องมือวัดเจตคติ ต้องสามารถตอบได้ว่าผู้ที่ถูกวัดนั้นมีความสนใจมากน้อย หรือมีเจตคติดีหรือไม่ดีเพียงไร

8. มีความยุติธรรม เครื่องมือที่ดีต้องไม่ลำเอียง ผู้ตอบแบบสอบหรือผู้ให้ข้อมูลต้องไม่ได้เปรียบเสียเปรียบกันอันเนื่องมาจากสภาพหรือบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เพศ วัย สภาพสังคมและวัฒนธรรม เป็นต้น เครื่องมือที่ดีต้องไม่ลำเอียงให้ผู้ชายหรือผู้หญิง วัยรุ่นหรือผู้ใหญ่ อยู่ในเมืองหรือนอกเมือง ได้คะแนนดีกว่ากันอันเนื่องมาจาก เพศ วัย สภาพสังคมและวัฒนธรรมดังกล่าว

9. มีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ดีต้องสามารถใช้เก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ มีความเที่ยงสูง สามารถนำไปใช้ได้สะดวก ไม่ยุ่งยากเป็นภาระมากต่อผู้นำไปใช้ และผู้ที่ให้ข้อมูลหรือผู้ตอบ โดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำ ใช้แรงงานและเวลาน้อยที่สุด

บุญเชิด ภิญ โญอนันตพงษ์ (2545: 69-71) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบวัดที่มีคุณภาพ ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ความตรง
 2. ความเที่ยง
 3. ความเป็นปรนัย
 4. อำนาจจำแนก
 5. ความยากง่าย
 6. ความยุติธรรม
 7. ความสามารถในการนำไปใช้ได้
- ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ความตรง หมายถึง ระดับของหลักฐานที่สามารถสนับสนุน การลงความเห็น จากข้อมูลที่วัดจากเครื่องมือหนึ่ง ซึ่งเป็นการลงความเห็นจากข้อมูลที่วัดจากเครื่องมือหนึ่ง ซึ่งเป็นการลงความเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดเฉพาะครั้งนั้น ความตรงจึงมีความหมายเดียว แต่การลงความเห็นและการตรวจสอบความตรงอาจมีได้หลายชนิด ซึ่งแบ่งตามหลักฐานพยานอาจแบ่งได้เป็นสามชนิดคือ หลักฐานความตรงตามเนื้อหา หลักฐานความตรงตามเกณฑ์ และหลักฐานความตรงตามโครงสร้าง ค่าความตรงเชิงเนื้อหาที่มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไปแสดงว่า ข้อสอบวัดหรือแบบวัดเป็นตัวแทนของจุดประสงค์ของวิชาหรือแบบวัดนั้น

2. ความเที่ยง ความเที่ยงของเครื่องมือวัด หมายถึง เครื่องมือวัดที่ให้ผลการวัดในแต่ละครั้งคงที่แน่นอน คงเส้นคงวา ไม่เปลี่ยนแปลง ในการวัดแต่ละครั้งผลที่ได้จะสอดคล้องตรงกันเสมอ ดังนั้นเครื่องมือวัดที่มีคุณภาพนอกจากจะมีความตรงแล้ว ยังต้องมีลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือความเที่ยงหรือเชื่อถือได้ ซึ่งค่าความเที่ยงของเครื่องมือวัดที่คำนวณจากค่าความสอดคล้องภายในแบบทดสอบจะมีค่าขอบเขตตั้งแต่ 0 ถึง +1 การแปลความหมายค่าความเที่ยงจะแปลผลดังนี้คือค่าความเที่ยงที่มีค่าใกล้ +1 แสดงว่าคะแนนผลการสอบแต่ละข้อหรือแต่ละตอนภายในฉบับให้ผลสอดคล้องกันมาก ถือว่ามีค่าความเที่ยงสูงมาก แต่ถ้ามีค่าความเที่ยงเป็นศูนย์หรือเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าคะแนนผลการสอบแต่ละข้อหรือแต่ละตอนภายในฉบับให้ผลไม่สอดคล้องกันถือว่าไม่มีค่าความเที่ยงหรือมีค่าความเที่ยงต่ำ

3. ความเป็นปรนัย ความเป็นปรนัยของเครื่องมือวัดจะนำไปสู่ความเที่ยงและความตรงของการวัด ดังนั้น ความเป็นปรนัยจึงเป็นลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งของเครื่องมือวัดที่มีคุณภาพ เครื่องมือวัดที่เป็นปรนัยคือเครื่องมือวัดนั้นจะต้องมีคำถามชัดเจน ผู้ตอบอ่านแล้วเข้าใจตรงกันว่าคำถามนั้นถามอะไร ต้องมีวิธีการตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน ผู้ตรวจสามารถให้คะแนนได้ตรงกัน และมีการแปลความหมายของคะแนนอย่างชัดเจน ผู้วัดสามารถแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกันและตรงตามสภาพที่เป็นจริง ข้อสอบถูกผิด จับคู่ เติมคำ หรือเลือกตอบเป็นข้อสอบที่นำไปสู่ความเป็นปรนัยได้มากกว่าเครื่องมือชนิดอื่น เครื่องมือวัดเหล่านี้จึงมักเรียกว่าข้อสอบปรนัย

4. อำนาจจำแนก อำนาจจำแนกของเครื่องมือวัดเป็นลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งเป็นการพิจารณาว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้ตรงตามความเป็นจริง อำนาจจำแนกจึงเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ของความสามารถกับการตอบถูก คนที่มีความสามารถสูงควรตอบถูก คนที่มีความสามารถต่ำควรตอบผิด ค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมสามารถจำแนกลักษณะต่าง ๆ และความสามารถของผู้ตอบได้ดีนั้นต้องมีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

5. ความยากง่าย เป็นลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ กับแบบทดสอบความถนัด เครื่องมือเหล่านี้ต้องมีความยากง่ายพอเหมาะ ข้อสอบที่มีผู้ตอบถูก มากกว่าครึ่งหนึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ข้อสอบที่ง่ายมากเกินไปจึงไม่มีประโยชน์เพราะทั้งคนไม่ เก่งและคนเก่งตอบถูกเหมือนกันหมด แต่ถ้ามีผู้ตอบข้อสอบถูกน้อยกว่าครึ่งหนึ่งแสดงว่าเป็น ข้อสอบที่ยาก ข้อสอบที่ยากมากเกินไปถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่มีประโยชน์เช่นกันเพราะมีผู้ตอบถูกเพียงไม่กี่คน แสดงว่าข้อสอบไม่สามารถเร้าให้ผู้ตอบแสดงคุณลักษณะที่ต้องการวัดออกมาได้

6. ความยุติธรรม ความยุติธรรมของเครื่องมือวัด หมายถึง การให้โอกาสแก่ผู้เข้า สอบตอบถูกได้เท่าเทียมกัน ไม่ทำให้ผู้เข้าสอบเกิดการได้เปรียบเสียเปรียบในการแก้ข้อสอบถูก ไม่เปิดโอกาสให้บางคนเก่งข้อคำถามได้ถูก หรือไม่ลำเอียงสำหรับกลุ่มผู้สอบกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเฉพาะ ดังนั้นเครื่องมือวัดที่ยุติธรรมจึงต้องมีข้อความจำนวนมากให้สามารถครอบคลุมเนื้อหาและ พฤติกรรมที่ต้องการวัดได้

7. ความสามารถในการนำไปใช้ได้ ลักษณะของเครื่องมือวัดที่สำคัญมากอีกอย่าง หนึ่งคือ ความสามารถในการนำไปใช้ได้สะดวก ซึ่งมีลักษณะดังนี้

7.1 ควรง่ายและสะดวกต่อการดำเนินการสอบ มีกระบวนการที่จะให้การสอบ ดำเนินการไปอย่างถูกต้อง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายข้อนี้ เครื่องมือวัดทุกฉบับต้องมีคำชี้แจงสำหรับ ดำเนินการสอบและกำหนดการสอบให้แน่นอน เพื่อให้ผู้ดำเนินการสอบสามารถดำเนินการ ได้ ตามนั้น การดำเนินการสอบที่ผิดพลาดมีผลโดยตรงต่อคะแนนที่ได้จากการทดสอบซึ่งอาจทำให้ ความเที่ยงและความตรงของเครื่องมือวัดเปลี่ยนไป

7.2 ควรใช้เวลาพอเหมาะในการสอบ การกำหนดเวลาให้มากหรือน้อยเกินไป จะมีผลต่อความเที่ยงของเครื่องมือซึ่งเปลี่ยนไปในทางที่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่นถ้าให้เวลามาก เกินไป ทำให้มีเวลาในการพิจารณามากยิ่งขึ้นทำให้จำแนกคนได้ดีน้อยลง ถ้าให้เวลาน้อยเกินไป คะแนนจากการเดาก็จะเข้ามาปะปนมาก ล้วนแล้วทำให้ความเที่ยงของเครื่องมือวัดต่ำลงทั้งสิ้น

7.3 ควรง่ายและสะดวกต่อการตรวจให้คะแนน หมายถึงมีวิธีการตรวจให้ คะแนนที่สะดวกรวดเร็ว และถูกต้อง การให้คะแนนไม่ซับซ้อน ไม่ต้องใช้เวลาในการตรวจมาก ซึ่งมีลักษณะดังนี้ เป็นปรนัย มีวิธีการตรวจให้คะแนนที่ชัดเจนโดยจัดทำคำตอบสำหรับคำตอบถูก และแนวทางคำตอบที่เป็นไปได้ ใช้กระดาษคำตอบแยกต่างหากจากตัวข้อสอบ ใช้ตรวจด้วยเครื่อง

7.4 ควรง่ายต่อการแปลและการนำไปใช้ ในการวิเคราะห์ครั้งสุดท้ายนั้น โปรแกรมการทดสอบจะดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับผลของเครื่องมือวัด ถ้าผู้ใช้สามารถแปลผลได้ถูกต้อง และนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วก็จะเป็นการเพิ่มคุณภาพการศึกษาได้อีกทางหนึ่ง แต่ถ้า

การแปลผลผิดพลาดและไม่สามารถนำผลจากการสอบไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้หรือได้แต่มีคุณค่าเล็กน้อยก็จะก่อให้เกิดอันตรายแก่กลุ่มหรือบุคคลที่ใช้เครื่องมือนั้น

จากที่กล่าวมาแล้วสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของแบบวัดที่มีคุณภาพนั้นต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความตรง (Validity) สามารถแบ่งออกเป็น ความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้างและความตรงเชิงพยากรณ์ ในการทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ที่ต้องมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไปจึงจะแสดงว่า ข้อสอบวัดหรือแบบวัดเป็นตัวแทนของจุดประสงค์ของวิชาหรือแบบวัดนั้น (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2545: 95)

2. มีความเที่ยง (Reliability) ความเที่ยงของแบบวัดที่มีคุณภาพดี ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง +1 โดยความเที่ยงที่มีค่าใกล้ +1 มากจัดเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพสูง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคำนวณจากการหาค่าสัมประสิทธิ์ความคงเส้นคงวภายใน (coefficient of internal consistency) ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน KR-20 (Kuder - Richardson) ที่ความเที่ยงหรือความเชื่อมั่นตั้งแต่ .80 ขึ้นไป (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2545: 129)

3. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ที่สามารถบอกถึงความแตกต่างของความสามารถของผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้อย่างชัดเจน โดยผู้ที่มีความสามารถในระดับสูงควรทำข้อสอบถูกและผู้ที่มีความสามารถในระดับต่ำควรทำข้อสอบผิด ซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2545: 81-82)

4. ความเป็นปรนัย (Objectivity)

5. มีความยากพอเหมาะ (Difficulty) ความยากของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ที่ได้จากสัดส่วนของผู้ที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูกต้อง ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 -.80 ขึ้นไป (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2545: 77)

6. มีความขั้วยู (Exemplary)

7. มีความลึก (Searching)

8. มีความยุติธรรม (Fairness)

9. มีประสิทธิภาพ (Efficiency)

10. มีความสามารถในการนำไปใช้ได้ (Ability)

3.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือแบบทดสอบ ซึ่ง ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2536: 80) ได้ให้ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่เรียนไปแล้ว จึงมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วย กระดาษและดินสอ (Paper and pencil test) กับให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง (Performance) ซึ่ง แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็น ข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน
2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละ สาขาวิชา หรือจากที่ครูสอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดสอบหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพ ดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมิน ค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอก วิธีการสอบ และยังมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในสังกัดเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต จังหวัดตราด ซึ่งเป็นแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 13 ทักษะ

4. การสร้างและพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

ได้มีนักการศึกษาได้ศึกษาและให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างและพัฒนา เครื่องมือไว้ดังนี้

บุญศรี พรหมมาพันธุ์และคณะ (2545: 32-33) ได้อธิบายไว้ว่า เครื่องมือที่จะ นำไปใช้เก็บข้อมูลนั้น หากต้องการให้เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพแล้วผู้สร้างและพัฒนาเครื่องมือ จะต้องพิถีพิถันตั้งแต่ขั้นตอนการสร้าง ซึ่งขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูล มีดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวัด ผู้สร้างเครื่องมือต้องระบุนิยามวัตถุประสงค์ในการสร้าง เครื่องมือว่าต้องการข้อมูลอะไรบ้าง มีขอบเขตกว้างเพียงไร อยู่ในสเกลการวัดระดับใด สิ่งที่ต้องการจะไปเก็บข้อมูลหรือสิ่งที่ต้องการวัดว่า คือ อะไร เป็นข้อมูลทางกายภาพหรือข้อมูลที่เป็น

พฤติกรรมของมนุษย์ หากเป็นพฤติกรรม จัดเป็นพฤติกรรมภายนอกหรือภายใน เป็นพฤติกรรมด้านพุทธิศาสตร์หรือพฤติกรรมด้านจิตพิสัย หรือด้านการปฏิบัติ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จำเป็นว่าเป็นประโยชน์อย่างมากในการวางแผนสร้างเครื่องมือเก็บข้อมูล

2. นิยามสิ่งที่ต้องการวัด เมื่อกำหนดสิ่งที่ต้องการวัดได้แล้วว่าคืออะไร จะต้องให้ความหมายหรือนิยามสิ่งนั้นให้ชัดเจนว่าคืออะไร มีขอบเขตกว้างแคบมากน้อยเพียงไร หากนิยามหรือให้รายละเอียดสิ่งที่ต้องการวัดได้มากและชัดเจนเพียงไรแล้ว ก็จะช่วยให้สร้างเครื่องมือได้ตรงและครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัดได้มากขึ้นเพียงนั้น เคยมีผู้กล่าวว่า “ในโลกนี้ไม่ว่าสิ่งใดก็ตาม หากนิยามแล้วก็สามารถวัดได้”

3. เลือกชนิดของเครื่องมือ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลนั้นมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดมีลักษณะและจุดเด่นแตกต่างกันออกไป ดังนั้น จึงต้องมีการเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เพราะหากเลือกเครื่องมือที่ไม่เหมาะสมแล้วก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนหรือไม่ตรงกับความต้องการได้

4. การสร้างเครื่องมือ เมื่อเลือกเครื่องมือได้แล้ว ก็ทำการสร้างเครื่องมือดังกล่าวตามวิธีการและขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ นั้น ๆ เพราะเครื่องมือแต่ละชนิดมีรูปแบบและวิธีการสร้างที่แตกต่างกันไป

5. การทดลองใช้เครื่องมือ เมื่อได้ร่างเครื่องมือเก็บข้อมูลแล้ว ผู้สร้างเครื่องมือต้องนำร่างเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะไปเก็บข้อมูลจริง ทั้งนี้เพื่อที่จะได้เทียบเคียงได้ว่าเมื่อนำเครื่องมือไปใช้เก็บข้อมูลในสภาพจริงแล้วเกิดปัญหาใดบ้าง นอกจากนี้การทดลองใช้เครื่องเป็นการหาหลักฐานมายืนยันว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณภาพดีจริง เหมาะที่จะนำไปใช้จริงต่อไป

6. การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ เป็นการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น โดยใช้สถิติที่แตกต่างกันออกไปตามธรรมชาติของข้อมูล เช่น ถ้าเป็นแบบทดสอบ จะต้องตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดังนี้คือ วิเคราะห์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าดัชนีความตรง ค่าความเที่ยง แบบสอบถาม วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ค่าดัชนีความตรงและค่าความเชื่อมั่นเท่านั้น

7. การปรับปรุงเครื่องมือ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือเก็บข้อมูลนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการที่จะนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือหรือปรับปรุงเครื่องมือดังกล่าวในส่วนที่ยังบกพร่อง หรือมีคุณภาพไม่ดี

8. การจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ เพื่อให้การใช้เครื่องมือเป็นไปอย่างถูกต้อง จึงควรมีคู่มือการใช้ที่ระบุอย่างชัดเจนเกี่ยวกับขอบเขตการวัด ลักษณะของเครื่องมือ วิธีการใช้

เครื่องมือ วิธีการให้คะแนน การแปลผลคะแนน ซึ่งในการจัดทำคู่มือนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของเครื่องมือ และมีความละเอียด หรือรูปแบบเฉพาะ แต่ถ้าเป็นเครื่องมือที่นักประเมินสร้างขึ้นเพื่อใช้เอง อาจระบุสิ่งต่าง ๆ ไว้ในคำชี้แจง

อุทุมพร จามรมาน (2535: 53-69) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างเครื่องมือและพัฒนาเครื่องมือดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การกำหนดขอบเขต ในขั้นนี้ผู้สร้างจะต้องตอบคำถามให้ได้ว่าสร้างเครื่องมือไปทำไม ใครเป็นผู้ตอบ จะใช้เครื่องมือเมื่อใด ใครจะเป็นผู้ใช้เครื่องมือนี้ ใช้เวลานานเท่าใดในการใช้เครื่องมือ มีแรงงาน เวลา และงบประมาณมากน้อยเพียงใด และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ผู้สร้างต้องการให้เป็นเครื่องมือระดับมาตรฐานหรือไม่
2. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการวัด ซึ่งการกำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดจะต้องชัดเจนและควรเขียนเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
3. การระบุเนื้อหาที่จะวัด ผู้สร้างต้องมีความรู้ในสิ่งที่จะวัดเป็นอย่างดี จะต้องสามารถจำแนกเนื้อหาที่จะวัดออกเป็นหมวดหมู่ และเป็นเรื่องย่อย ๆ ได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์ และถูกต้อง ในกรณีที่ต้องการผู้ทรงคุณวุฒิผู้สร้างต้องพิจารณาว่า ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญนั้นเป็นผู้รู้จริงในเนื้อหา สามารถพิจารณาว่าเนื้อหาจำแนกออกได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วน
4. การจัดตารางโครงสร้าง ประกอบด้วยจุดมุ่งหมายและเนื้อหาที่ต้องการจะวัด
5. การให้น้ำหนักตารางโครงสร้าง การให้น้ำหนักส่วนใหญ่จะระบุด้วยคำร้อยละ โดยผลรวมทั้งหมดเป็นร้อยละ 100 การกำหนดน้ำหนักนี้ผู้สร้างจะต้องกำหนดเอาไว้ว่า จะใช้เนื้อหา หมวด หน่วย เรื่องใด เป็นค่าเท่าใดและจุดมุ่งหมายใดเป็นค่าเท่าใด
6. การกำหนดประเภทของข้อ ประเภทเครื่องมือ คะแนนรายข้อและจำนวนข้อ ในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเภทของเครื่องมือ ประเภทของข้อว่าจะมีกี่ประเภท ผู้สร้างจะต้องตอบให้ได้ว่าการสร้างเครื่องมือนี้จะใช้เวลาในการตอบนานเท่าใด จะให้ตอบโดยการทำเครื่องหมายหรือเติมคำหรือเขียนข้อความ เพราะว่ถึงเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดจำนวนข้อที่ควรจะมี นอกจากนี้การให้คะแนนรายข้อก็เช่นกัน ผู้สร้างต้องกำหนดให้ได้ว่า จะให้คะแนนแต่ละข้อเท่ากันหรือต่างกันและจะให้คะแนนแต่ละข้อเป็นเท่าใด
7. การเขียนข้อความ จะต้องเขียนให้สอดคล้องกันระหว่างเนื้อหา จุดมุ่งหมายที่วัดและประเภทของข้อความ
8. การจัดทำเครื่องมือ เมื่อเขียนข้อความได้ครบถ้วนแล้วจัดเรียงข้อความประเภท เขียนคำชี้แจง คำนำหรือวิธีการตอบให้ชัดเจน จัดพิมพ์เป็นเครื่องมือให้สวยงาม น่าสนใจและน่าตอบ

9. การทดลองใช้เครื่องมือ เมื่อจัดพิมพ์เรียบร้อยแล้วผู้สร้างตรวจสอบเครื่องมือในด้านภาษาเป็นรายข้อความ ทิ้งไว้ระยะหนึ่ง แล้วนำมาทดลองตอบเองเพื่อทดสอบว่าตนเองอ่านแล้วเข้าใจหรือไม่ ใช้เวลานานเท่าใด หลังจากนั้นจึงดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและจัดพิมพ์ตามจำนวนที่คาดการณ์ไว้

4.2 การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (กรมวิชาการ 2535: 78-79)

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วนำมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวังและภาคเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึงการเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาในบทหนึ่ง ๆ ควรกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใด เป็นสิ่งที่ขาดมิได้ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตาราง เพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะหรือพฤติกรรมได้อย่างไร อย่างละเอียดถี่ถ้วนเพื่อไม่เกิดข้อบกพร่องนอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางในการออกข้อทดสอบ ควรถือหลักว่า ควรใช้การสอบแบบใดจึงสามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้นได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดจนทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2544: 11-16) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัด โดยภาพรวมมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยศึกษาพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบนั้นหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร นักเรียนแสดงออกอย่างไร จึงจะสรุปได้ว่าเขามีพฤติกรรมที่ต้องการวัดแล้ว

2. เลือกใช้สถานการณ์หรือเนื้อหาในการตรวจสอบ ในขั้นตอนนี้เป็นการเลือกสถานการณ์หรือเนื้อหาที่สามารถแสดงให้เห็นนักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจนมากที่สุดเพื่อนำมาใช้ในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

3. กำหนดความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหา เป็นการนำสถานการณ์หรือเนื้อหาที่เลือกมาทำความเข้าใจและเขียนความคิดรวบยอดของเนื้อหาเพื่อเป็นกรอบความคิดในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

4. เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ การเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะปฏิบัติจะต้องคำนึงถึงสิ่งที่ต่อไปนี่เพื่อให้ข้อคำถามมีคุณภาพ

4.1 ถามให้ตรงจุดและถามให้ชัดเจน

4.2 คำถามกะทัดรัดไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย

4.3 ช่วยให้ได้ความคิดในการตอบ

4.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับ/วัยของนักเรียน

4.5 เขียนตัวเลือกหรือเกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นแบบทดสอบชนิด

เลือกตอบจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดตามหลักวิชาเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวลวงทุกตัวจะต้องเป็นตัวลวงที่มีความเป็นไปได้

4.6 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด เพื่อเป็นการยืนยันว่าเครื่องมือวัดที่ใช้นั้นมีคุณภาพอย่างน้อย 3 ประการ คือ ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย และความเที่ยงตรง

จากที่ได้กล่าวมาแล้วผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม หรือ ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่

ต้องการวัด

2. เลือกเนื้อหาที่จะวัด

3. สร้างตารางนำหน้าของเนื้อหาที่ต้องการวัด

4. เลือกแนวทางในการออกข้อทดสอบหรือเลือกใช้สถานการณ์หรือเนื้อหา

ในการตรวจสอบ

5. กำหนดความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหา

6. เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ถามให้ตรงจุดและถามให้ชัดเจน

6.2 คำถามกะทัดรัดไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย

6.3 ช่วยให้ได้ความคิดในการตอบ

6.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับ/วัยของนักเรียน

6.5 เขียนตัวเลือกหรือเกณฑ์การให้คะแนน

6.6 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัด

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

จรัญ ไชยศักดิ์ (2540: 58-61) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยได้มีการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง การสร้างเกณฑ์ปกติ และการจัดทำคู่มือการใช้ และมีการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 13 ทักษะ จำนวน 73 ข้อ มีค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ .51 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ .35 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8031 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป

กิตติ กาญจนภานุ (2544: 55-59) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดกรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 308 คน โดยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ทักษะละ 5 ข้อ โดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานระหว่าง .66-1.00 ค่าความยากง่ายข้อและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีค่าระหว่าง .20- .78 และ .10- .44 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้งฉบับมีค่าเป็น .71

สุนนา คามดิษฐ์ (2546: 44-48) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ชุด แผนการสอนวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101) จำนวน 5 แผน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ใช้วัดทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและ

การลงข้อสรุป ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .23- .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง .20- .60 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .65

ปณริสา บ้านพวน (2546: 66-70) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี โดยใช้เครื่องมือคือแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ คือ การนิยามปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล การจัดการกระทำกับข้อมูล และการสรุปและนำเสนอผล ที่มีลักษณะเป็นปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ .60 - 1.0 ค่าความยากรายข้อ .31- .77 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ .31- .92 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเป็น .89 เกณฑ์ปกติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนำมาหาค่าคะแนนที่ปกติอยู่ระหว่าง T_{14} ถึง T_{80}

ชบา ประยูรพัฒน์ (2547: 50-53) ได้ศึกษาเพื่อสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น และเพื่อหาเกณฑ์ปกติ (norm) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมวิทย์-คณิต ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง และสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 201 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ จำนวน 29 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .52 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 ถึง .64 ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง .33 ถึง .78 และมีช่วงคะแนนที่ปกติ ตั้งแต่ T_{22} ถึง T_{75}

วรพงษ์ กาแก้ว (2548: บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 13 ทักษะ มีข้อสอบทั้งหมด 66 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าว มีค่าความยากง่ายเฉลี่ยเท่ากับ .54 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบเท่ากับ .47 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .92 และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ .60 ขึ้นไปและเมื่อนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อจำแนกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกันสามารถจำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ 13 องค์ประกอบ สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 3.09

เสาวภา สุวรรณวงศ์ (2549: 179) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ

โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในจังหวัดสงขลา โดยการหาคุณภาพสร้างเกณฑ์ปกติและคู่มือการใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .72 - .81 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .27 - .60 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23 - .48 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายทักษะกับคะแนนรวมทั้งฉบับ ตั้งแต่ .90 - .93 ซึ่งมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือเท่ากับ .94 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานการวัด เท่ากับ .06 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน โดยครูผู้สอนสาระวิทยาศาสตร์ตรวจให้คะแนน 2 คน มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ .99 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เกณฑ์ปกติมีคะแนนคิอยู่ระหว่าง 5 ถึง 100 และมีคะแนนที่ปกติอยู่ระหว่าง $T_{.55}$ ถึง $T_{.94}$

วิชัย พะวงษ์ (2549: 70-72) ได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 โดยพบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาแล้ว มีจำนวน 60 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .21 - .60 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 - .61 ถือได้ว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งฉบับอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมทุกข้อ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าความตรงเหมาะสมและมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .89

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

วิดเดน (Widdon. 1972: 2538-A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science -A Process Approach: SAPA) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 พวก คือ กลุ่มทดลองครูสอนตามหลักสูตร SAPA ครูที่จะสอนได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูสอนตามหลักสูตรและครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากผลการวิจัย ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมพบว่า หลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการดีกว่าแต่ไม่มีผลต่อความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่อย่างใด จะพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการดีขึ้น

พาดิลาและดิลลาซอ (Padilla and Dillashaw. 1983: 239-246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการคิดค้นนวัตกรรมเพื่อที่จะทดสอบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับการคิดค้น

ด้านนามธรรมเพียงใด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7-12 จำนวน 500 คน ใช้แบบเขียนตอบ พบว่า ความสามารถในการคิดค้นของนักเรียนในด้านการปฏิบัติแบบนามธรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แสดงให้เห็นว่า การสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดค้นนามธรรมเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลทางตรรกศาสตร์

แจคนิค (Jaknicke. : 1975) ได้ศึกษาผลการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 2 จำนวน 240 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

พาดิลาและคณะ (Padilla and other. 1984: 277-287) ได้ทำการสร้างแบบเรียนจำลองทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้กับนักเรียนเกรด 6 และเกรด 8 ผลปรากฏว่าใช้ได้ดีในทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

สตราวิทซ์ (Strawetz. 1989: 659-664) ได้ศึกษาผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยตนเอง โดยใช้อุปกรณ์การเรียน ผลปรากฏว่าการทดสอบย่อยไม่เกิดความแตกต่างต่อผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาหรือใช้ในการค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 นั้น ต้องมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ในการวัดผลการเรียนการสอนนั้นยังมีวิธีการวัดที่ไม่หลากหลายและในเขตพื้นที่การศึกษาตราดได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ประกอบด้วยจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคุณภาพของแบบวัด การคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในการวัดทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาและใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์
ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดตราด ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาแบบวัด
และหาคุณภาพของแบบวัด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียน
มัธยมศึกษา จำนวน 45 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดตราด ซึ่งกำลัง
ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2551 จำนวน 2,955 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดตราด
ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2551 จำนวน 591 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบ
หลายขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 จำแนกขนาดโรงเรียน ตามเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก	มีนักเรียนต่ำกว่า 120 คน
โรงเรียนขนาดกลาง	มีนักเรียนตั้งแต่ 121 ถึง 500 คน
โรงเรียนขนาดใหญ่	มีนักเรียนตั้งแต่ 501 ถึง 1,000 คน
โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ	มีนักเรียนตั้งแต่ 1,001 คนขึ้นไป

ขั้นที่ 2 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 20 จากประชากรแต่ละกลุ่มย่อย โดย
เทียบอัตราส่วนระหว่างประชากรแต่ละขนาดโรงเรียนกับขนาดกลุ่มตัวอย่าง รายละเอียดดังตาราง
ที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนมัธยมศึกษา จำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	จำนวนโรงเรียน	ประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
เล็ก	-	-	-
กลาง	31	828	166
ใหญ่	13	1,704	341
ใหญ่พิเศษ	1	423	84
รวม	45	2,955	591

* สำหรับโรงเรียนขนาดเล็กไม่มีในระดับมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 สุ่มโรงเรียนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) สำหรับโรงเรียนขนาดกลางและโรงเรียนขนาดใหญ่ ใช้การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Specific Random Sampling) สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ได้จำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ รายละเอียดดังตาราง ที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงรายชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดตราด
ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ขนาด	โรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	รวม
กลาง	1. โรงเรียนมารดานุสรณ์	37	
	2. โรงเรียนเกาะกูดวิทยาคม	-	
	3. โรงเรียนประณีตวิทยาคม	-	
	4. โรงเรียนเขาน้อยวิทยาคม	32	
	5. โรงเรียนคีรีเวสต์อนุปถัมภ์	-	
	6. โรงเรียนเนนทรายวิทยาคม	43	166
	7. โรงเรียนอ่าวใหญ่พิทยาคาร	-	
	8. โรงเรียนหนองบอนวิทยาคม	54	
	9. โรงเรียนสะตอวิทยาคม	-	
	รัชม้งคลาภิเษก	-	
10. โรงเรียนเทศบาลชุมชนวิมลวิทยา	-		
ใหญ่	1. โรงเรียนบ่อไร่วิทยาคม	-	
	2. โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์	141	
	3. โรงเรียนแหลมงอบวิทยาคม	-	341
	4. โรงเรียนคลองใหญ่วิทยาคม	-	
	5. โรงเรียนตราดสรรเสริญวิทยาคม	100	
	6. โรงเรียนเขาสมิง (จงจินต์รุจิรวงศ์)	100	
ใหญ่พิเศษ	1. โรงเรียนตราษตระการคุณ	353	84
รวมทั้งสิ้น			591

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยเป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด มี 1 ฉบับ จำนวน 45 ข้อ โดยมีวิธีการพัฒนา ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.1 เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม

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

3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการและกำหนดตัวบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยใช้นิยามและตัวบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. กำหนดลักษณะแบบวัดที่สร้างขึ้นใช้ในการเก็บเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ รายละเอียดดังนี้

4.1 ลักษณะแบบวัดเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่วัดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

4.2 วิธีการตอบให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

4.3 วิธีการตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบถูกผิด 0-1 คะแนน คือ ตอบผิดได้คะแนน 0 คะแนน และตอบถูกได้คะแนน 1 คะแนน

5. สร้างตารางโครงสร้างของแบบวัด ซึ่งจะประกอบด้วยจุดมุ่งหมายและเนื้อหาที่ต้องการวัด รวมทั้งให้ค่าน้ำหนักความสำคัญเป็นร้อยละและระบุจำนวนข้อสอบที่ต้องการสร้างดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบ ที่สร้างจริง
1. ทักษะการสังเกต	10	8
2. ทักษะการวัด	7.5	6
3. ทักษะการจำแนก	7.5	6
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา	7.5	6
5. ทักษะการคำนวณ	7.5	6
6. ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	7.5	6
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	7.5	6
8. ทักษะการพยากรณ์	7.5	6
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	7.5	6
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	7.5	6
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	7.5	6
12. ทักษะการทดลอง	7.5	6
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	7.5	6
รวม	100	80

จากตารางที่ 3.3 แสดงผังข้อสอบสำหรับการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ในแต่ละทักษะมีน้ำหนักความสำคัญด้านละ 10% และ 7.5% ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนข้อสอบเป็น 80 ข้อ ตามสัดส่วนที่กำหนดไว้การกำหนดความยาวของแบบวัดได้พิจารณาให้สอดคล้องกับระยะเวลาและลักษณะผู้สอบ เวลาที่ต้องการใช้ในการทดสอบคือ 1 ชั่วโมง

6. เขียนข้อคำถามตามแผนผังการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามนิยามและตัวบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 80 ข้อ โดยให้ความสำคัญกับทักษะการสังเกตมี 8 ข้อ และทักษะอื่น ๆ ทักษะละ 6 ข้อ

7. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) คัดเลือกข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ได้ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาขั้นต้นทั้งสิ้น จำนวน 59 ข้อ นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 59 ข้อ ไปทดสอบหาความเที่ยง ความยากอำนาจจำแนก กับนักเรียน 60 คน กับโรงเรียนศิริเวสร์ตานุบาลัมภ์และโรงเรียนอ่าวใหญ่พิทยาคาร จำนวน 30 คน ตามลำดับโดยนำไปทดสอบในวันที่ 27 สิงหาคม 2551 ในภาคการศึกษาที่ 2/2551 พิจารณาค่าความเที่ยงที่อยู่ในเกณฑ์ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 52 ข้อ

8. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีขั้นตอนในการเก็บข้อมูลดังนี้

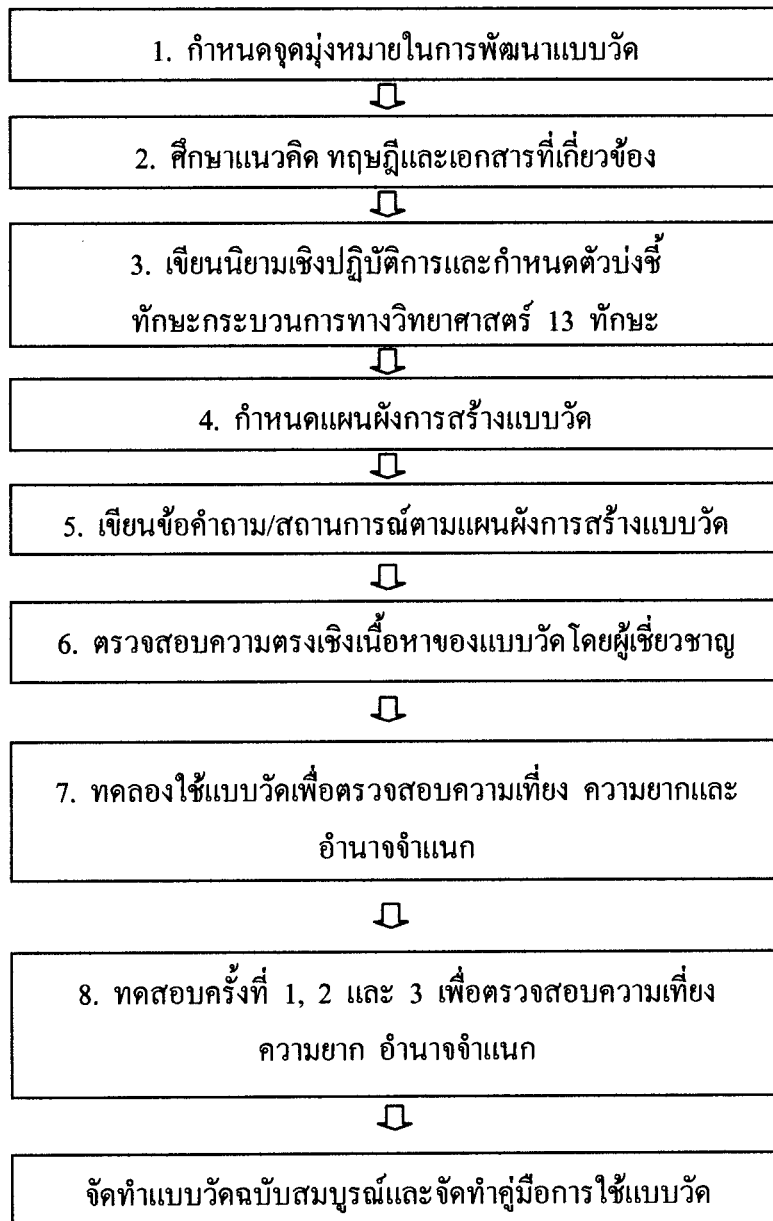
8.1 การทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปทดลองสอบ (try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าความยากตั้งแต่ .20 - .80 ที่ได้แก้ไขและปรับปรุงแล้ว จำนวน 52 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ในโรงเรียนขนาดกลาง ซึ่งได้แก่โรงเรียนมารดานุสรณ์ โรงเรียนเขาน้อยวิทยาคม โรงเรียนเนินทรายวิทยาคมและโรงเรียนหนองบอนวิทยาคม รวมทั้งสิ้น จำนวน 166 คน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2543: 98) ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าความยากตั้งแต่ .20 - .80 จำนวน 50 ข้อ ได้ค่าความเที่ยง .82

8.2 การทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขและปรับปรุงจำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ ซึ่งได้แก่โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ โรงเรียนตราดสรรเสริญวิทยาคมและโรงเรียนเขาสมิงวิทยาคม รวมทั้งสิ้น จำนวน 341 คน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2543: 98) ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าความยากตั้งแต่ .20 - .80 จำนวน 47 ข้อ ได้ค่าความเที่ยง .85

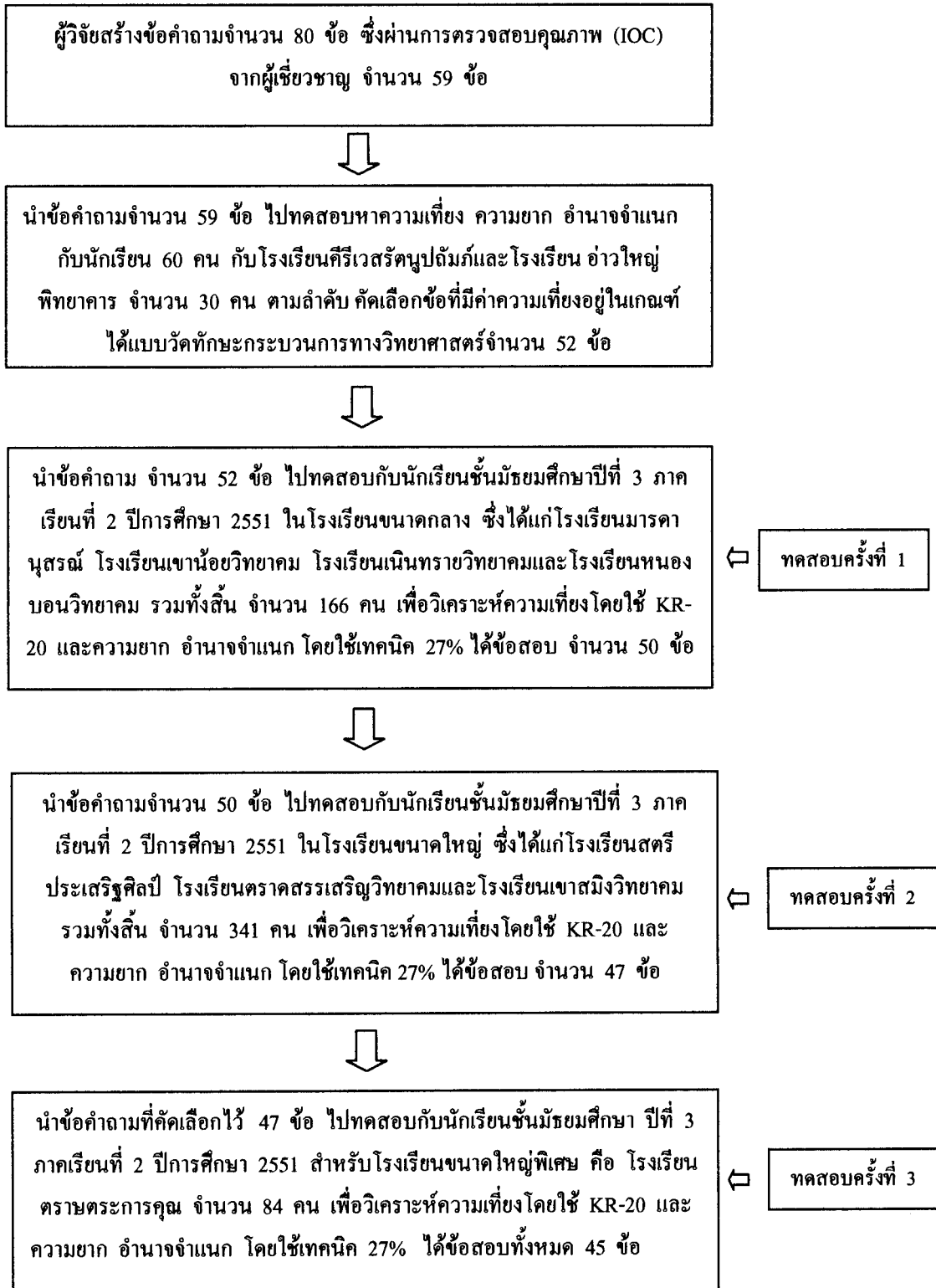
8.3 การทดสอบครั้งที่ 3 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขและปรับปรุงจำนวน 47 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 สำหรับโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งได้แก่โรงเรียนตราดระการคุณ จำนวน 84 คน ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ค่าความยากตั้งแต่ .20 - .80 จำนวน 45 ข้อ

9. ตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยคำนวณความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Reliability) ตามวิธีการของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-20) ได้แบบทดสอบทั้งฉบับที่มีค่าความเที่ยง .84

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการเก็บข้อมูล ดังภาพที่ 3.1 และ 3.2



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

10. จัดทำแบบวัดฉบับสมบูรณ์และจัดทำคู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด จำนวน 45 ชื่อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือจากสาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พร้อมกับแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น และ โครงร่างวิทยานิพนธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ขออนุญาตทำวิจัยจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยติดต่อกับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด ขอความร่วมมือในการแจ้งขออนุญาตโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทำการสอบวัด

3.2.2 เตรียมแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนในแต่ละครั้ง วางแผนในการดำเนินการสอบและผู้วิจัยดำเนินการสอบวัดร่วมกับอาจารย์ประจำชั้น

3.2.3 อธิบายให้นักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งวิธีการทำและวิธีการตอบก่อนที่จะลงมือทำ

3.2.4 นำผลการสอบวัดมาตรวจให้คะแนนก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพ

ผู้วิจัยทำการศึกษากับตัวอย่างจำนวน 591 คน แต่ได้รับข้อสอบคืน จำนวน 553 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 94

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 การหาความตรง ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Item Objective Congruency: IOC) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ = คะแนนความคิดเห็นรวมของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การพิจารณาความตรง ใช้ค่าความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .50 ถือว่าข้อความมีความตรง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2545: 95)

4.2 การหาความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับด้วยการหาความเที่ยง แบบความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Reliability) โดยคำนวณค่าคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน 20 (Kuder Richardson formula 20: KR-20) ใช้สูตรดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2545: 129)

$$r_{ii} = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ r_{ii} = ความเที่ยงของเครื่องมือวัด

K = จำนวนข้อคำถามของเครื่องมือวัด

p = สัดส่วนของผู้ตอบถูกหรือความยากในแต่ละข้อ

q = สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ ซึ่งเท่ากับ $1 - p$

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับของเครื่องมือวัด

4.3 การหาความยากง่าย ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% ใช้สูตรดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2545: 76-77)

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

- เมื่อ P = ความยากง่ายของข้อคำถาม
 H = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 L = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 N = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

4.4 การหาอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% ใช้สูตรดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2545: 81-82)

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

- เมื่อ r = อำนาจจำแนกของข้อคำถาม
 H = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 L = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 N_H = จำนวนคนในกลุ่มสูง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1. การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

(item objective congruency: IOC)

ตอนที่ 2. การวิเคราะห์ความยาก อำนาจจำแนกรายข้อ และความเที่ยงของ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ

ตอนที่ 1. การวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

(item objective congruency: IOC)

การตรวจสอบความตรงของแบบวัด ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามในแต่ละทักษะ ผลการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง พบว่า มีข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ จำนวน 52 ข้อ สามารถแสดงสรุปจำนวนข้อคำถามที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะ แบบวัดมีค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อระหว่าง .20 – 1.00 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ความตรงโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
1. ทักษะการสังเกต (จำนวน 8 ข้อ)	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	0.80	คัดเลือกไว้
	3	0.80	คัดเลือกไว้
	4	0.40	คัดออก
	5	0.60	คัดเลือกไว้
	6	0.80	คัดเลือกไว้
	7	0.40	คัดออก
	8	0.80	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
2. ทักษะการวัด (จำนวน 6 ข้อ)	9	0.80	คัดเลือกไว้
	10	0.80	คัดเลือกไว้
	11	1.00	คัดเลือกไว้
	12	0.20	คัดออก
	13	0.40	คัดออก
	14	1.00	คัดเลือกไว้
3. ทักษะการจำแนกประเภท (จำนวน 6 ข้อ)	15	0.80	คัดเลือกไว้
	16	0.60	คัดเลือกไว้
	17	0.80	คัดเลือกไว้
	18	0.60	คัดเลือกไว้
	19	0.40	คัดออก
	20	0.60	คัดเลือกไว้
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (จำนวน 6 ข้อ)	21	0.80	คัดเลือกไว้
	22	1.00	คัดเลือกไว้
	23	0.80	คัดเลือกไว้
	24	0.80	คัดเลือกไว้
	25	0.40	คัดออก
	26	0.80	คัดเลือกไว้
5. ทักษะการคำนวณ (จำนวน 6 ข้อ)	27	0.60	คัดเลือกไว้
	28	0.20	คัดออก
	29	0.60	คัดเลือกไว้
	30	0.60	คัดเลือกไว้
	31	0.80	คัดเลือกไว้
	32	1.00	คัดเลือกไว้
6. ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและ สื่อความหมายข้อมูล (จำนวน 6 ข้อ)	33	0.60	คัดเลือกไว้
	34	0.80	คัดเลือกไว้
	35	0.80	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
6. ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและ สื่อความหมายข้อมูล (จำนวน 6 ข้อ) (ต่อ)	36	1.00	คัดเลือกไว้
	37	0.20	คัดออก
	38	0.60	คัดเลือกไว้
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (จำนวน 6 ข้อ)	39	0.20	คัดออก
	40	0.80	คัดเลือกไว้
	41	0.60	คัดเลือกไว้
	42	0.60	คัดเลือกไว้
	43	0.60	คัดเลือกไว้
	44	0.40	คัดออก
8. ทักษะการพยากรณ์ (จำนวน 6 ข้อ)	45	0.80	คัดเลือกไว้
	46	0.80	คัดเลือกไว้
	47	0.80	คัดเลือกไว้
	48	0.80	คัดเลือกไว้
	49	0.80	คัดเลือกไว้
	50	0.40	คัดออก
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (จำนวน 6 ข้อ)	51	0.60	คัดเลือกไว้
	52	0.20	คัดออก
	53	0.20	คัดออก
	54	0.80	คัดเลือกไว้
	55	0.60	คัดเลือกไว้
	56	0.60	คัดเลือกไว้
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (จำนวน 6 ข้อ)	57	0.60	คัดเลือกไว้
	58	0.40	คัดออก
	59	0.40	คัดออก
	60	1.00	คัดเลือกไว้
	61	0.60	คัดเลือกไว้
	62	0.80	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (จำนวน 6 ข้อ)	63	0.60	คัดเลือกไว้
	64	0.80	คัดเลือกไว้
	65	0.80	คัดเลือกไว้
	66	0.40	คัดออก
	67	0.40	คัดออก
	68	0.60	คัดเลือกไว้
12. ทักษะการทดลอง (จำนวน 6 ข้อ)	69	0.60	คัดเลือกไว้
	70	0.80	คัดเลือกไว้
	71	0.80	คัดเลือกไว้
	72	0.40	คัดออก
	73	0.40	คัดออก
	74	0.80	คัดเลือกไว้
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (จำนวน 6 ข้อ)	75	0.80	คัดเลือกไว้
	76	0.20	คัดออก
	77	0.20	คัดออก
	78	0.60	คัดเลือกไว้
	79	0.60	คัดเลือกไว้
	80	1.00	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ 4.1 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 80 ข้อ มีความตรงตามเกณฑ์ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง .60 - 1.00 จำนวน 59 ข้อ ข้อที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ มีจำนวน 21 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 4, 7, 12, 13, 19, 25, 28, 37, 39, 44, 50, 52, 53, 58, 59, 66, 67, 72, 73, 76 และ 77

ตอนที่ 2. การวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อ
ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อ
ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ครั้งที่ 1

ทักษะ	ข้อที่	P	ความหมาย	B	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1.ทักษะการสังเกต	1	.59	ปานกลาง	.27	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	2	.28	ค่อนข้างยาก	.24	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	3	.40	ปานกลาง	.58	ดี	คัดเลือกไว้
	4	.74	ค่อนข้างง่าย	.35	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	5	.34	ปานกลาง	.41	ดี	คัดเลือกไว้
	6	.27	ค่อนข้างยาก	.23	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
2.ทักษะการวัด	7	.25	ค่อนข้างยาก	.36	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	8	.57	ปานกลาง	.72	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	9	.64	ปานกลาง	.26	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
3.ทักษะการจำแนก	10	.37	ปานกลาง	.33	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	11	.58	ปานกลาง	.60	ดี	คัดเลือกไว้
	12	.42	ปานกลาง	.51	ดี	คัดเลือกไว้
4.ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	13	.58	ปานกลาง	.69	ดี	คัดเลือกไว้
	14	.51	ปานกลาง	.41	ดี	คัดเลือกไว้
	15	.62	ปานกลาง	.24	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	16	.62	ปานกลาง	.43	ดี	คัดเลือกไว้
	17	.31	ปานกลาง	.25	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
5.ทักษะการคำนวณ	18	.48	ปานกลาง	.51	ดี	คัดเลือกไว้
	19	.27	ค่อนข้างยาก	.42	ดี	คัดเลือกไว้
	20	.53	ปานกลาง	.42	ดี	คัดเลือกไว้
	21	.22	ค่อนข้างยาก	.28	ใช้ได้	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	P	ความหมาย	B	ความหมาย	ผลการพิจารณา
6.ทักษะการจัดทำ	22	.41	ปานกลาง	.49	ดี	คัดเลือกไว้
และสื่อความหมาย	23	.32	ปานกลาง	.56	ดี	คัดเลือกไว้
ข้อมูล	24	.17	ยากมาก	.17	ต่ำ	คัดออก
	25	.46	ปานกลาง	.58	ดี	คัดเลือกไว้
7.ทักษะการลง	26	.55	ปานกลาง	.42	ดี	คัดเลือกไว้
ความคิดเห็นจาก	27	.42	ปานกลาง	.61	ดี	คัดเลือกไว้
ข้อมูล	28	.18	ยากมาก	.19	ต่ำ	คัดออก
	29	.51	ปานกลาง	.53	ดี	คัดเลือกไว้
8.ทักษะการ	30	.62	ปานกลาง	.73	ดีมาก	คัดเลือกไว้
พยากรณ์	31	.47	ปานกลาง	.68	ดี	คัดเลือกไว้
	32	.44	ปานกลาง	.45	ดี	คัดเลือกไว้
	33	.33	ปานกลาง	.32	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	34	.65	ปานกลาง	.56	ดี	คัดเลือกไว้
9.ทักษะการ	35	.21	ยากมาก	.22	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
ตั้งสมมติฐาน	36	.45	ปานกลาง	.53	ดี	คัดเลือกไว้
	37	.44	ปานกลาง	.61	ดี	คัดเลือกไว้
	38	.40	ปานกลาง	.53	ดี	คัดเลือกไว้
10.ทักษะการ	39	.34	ปานกลาง	.55	ดี	คัดเลือกไว้
กำหนดนิยาม	40	.35	ปานกลาง	.24	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
เชิงปฏิบัติกร	41	.33	ปานกลาง	.36	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	42	.22	ยากมาก	.51	ดี	คัดเลือกไว้
11.ทักษะการ	43	.38	ปานกลาง	.41	ดี	คัดเลือกไว้
กำหนดและ	44	.39	ปานกลาง	.56	ดี	คัดเลือกไว้
ควบคุมตัวแปร	45	.30	ปานกลาง	.48	ดี	คัดเลือกไว้
	46	.35	ปานกลาง	.50	ดี	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	P	ความหมาย	B	ความหมาย	ผลการพิจารณา
12.ทักษะการ	47	.38	ปานกลาง	.71	ดี	คัดเลือกไว้
ทดลอง	48	.38	ปานกลาง	.45	ดี	คัดเลือกไว้
	49	.22	ยากมาก	.30	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
13.ทักษะการ	50	.30	ค่อนข้างยาก	.65	ดี	คัดเลือกไว้
ตีความหมายข้อมูล	51	.43	ปานกลาง	.68	ดี	คัดเลือกไว้
และลงข้อสรุป	52	.33	ปานกลาง	.75	ดีมาก	คัดเลือกไว้
ความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ = .82						

จากตารางที่ 4.2 พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ จำนวน 13 ทักษะ ข้อสอบทั้งหมดจำนวน 52 ข้อ ซึ่งนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ข้อสอบมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .82 มีข้อสอบที่มีคุณภาพ จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง .21 - .74 จำนวน 50 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .22 - .75 จำนวน 50 ข้อ โดยมีข้อที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์ 2 ข้อ คือ ข้อที่ 24 และ ข้อที่ 28 ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละทักษะดังนี้

ทักษะการสังเกต จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .27 - .74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23 - .58 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 6 ข้อ

ทักษะการวัด จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .25 - .64 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .26 - .72 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการจำแนก จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .37 - .58 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .33 - .60 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .31 - .62 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .24 - .69 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

ทักษะการคำนวณ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .22 - .53 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .28 - .51 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .17 - .46 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .17 - .58 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คัดออก 1 ข้อ คือข้อที่ 24 มีค่าความยาก .17 ค่าอำนาจจำแนก .17

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .18 - .55 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .19 - .61 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คัดออก 1 ข้อ คือข้อที่ 28 มีค่าความยาก .18 ค่าอำนาจจำแนก .19

ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .33 - .65 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .32 - .73 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21-.45 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .22 - .61 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .22- .56 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .24 - .55 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .30- .39 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .41 - .56 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .22- .38 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .30 - .71 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .30 - .43 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .65 - .75 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อ
ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ครั้งที่ 2

ทักษะ	ข้อที่	P	ความหมาย	B	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1.ทักษะการสังเกต	1	.67	ปานกลาง	.31	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	2	.44	ปานกลาง	.48	ดี	คัดเลือกไว้
	3	.58	ปานกลาง	.28	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	4	.16	ยากมาก	.17	ต่ำ	คัดออก
	5	.62	ปานกลาง	.49	ดี	คัดเลือกไว้
	6	.70	ค่อนข้างง่าย	.51	ดี	คัดเลือกไว้
2.ทักษะการวัด	7	.21	ยากมาก	.29	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	8	.52	ปานกลาง	.74	ดี	คัดเลือกไว้
	9	.76	ค่อนข้างง่าย	.37	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
3.ทักษะการจำแนก	10	.37	ปานกลาง	.40	ดี	คัดเลือกไว้
	11	.78	ค่อนข้างง่าย	.40	ดี	คัดเลือกไว้
	12	.49	ปานกลาง	.71	ดี	คัดเลือกไว้
4.ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปตกับสเปตและสเปตกับเวลา	13	.71	ค่อนข้างง่าย	.44	ดี	คัดเลือกไว้
	14	.65	ปานกลาง	.45	ดี	คัดเลือกไว้
	15	.56	ปานกลาง	.36	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	16	.70	ค่อนข้างง่าย	.62	ดี	คัดเลือกไว้
	17	.40	ปานกลาง	.37	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
5.ทักษะการคำนวณ	18	.37	ปานกลาง	.56	ดี	คัดเลือกไว้
	19	.35	ปานกลาง	.62	ดี	คัดเลือกไว้
	20	.76	ปานกลาง	.31	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	21	.09	ยากมาก	.04	ต่ำ	คัดออก
6.ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	22	.67	ปานกลาง	.74	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	23	.57	ปานกลาง	.69	ดี	คัดเลือกไว้
	24	.45	ปานกลาง	.44	ดี	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	P	ความหมาย	B	ความหมาย	ผลการพิจารณา
7.ทักษะการลง	25	.77	ค่อนข้างง่าย	.43	ดี	คัดเลือกไว้
ความคิดเห็นจาก	26	.47	ปานกลาง	.57	ดี	คัดเลือกไว้
ข้อมูล	27	.70	ค่อนข้างง่าย	.66	ดี	คัดเลือกไว้
8.ทักษะการ	28	.75	ค่อนข้างง่าย	.71	ดีมาก	คัดเลือกไว้
พยากรณ์	29	.76	ค่อนข้างง่าย	.74	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	30	.77	ค่อนข้างง่าย	.58	ดี	คัดเลือกไว้
	31	.57	ปานกลาง	.61	ดี	คัดเลือกไว้
	32	.18	ยากมาก	.09	ต่ำ	คัดออก
9.ทักษะการ	33	.24	ค่อนข้างยาก	.23	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
ตั้งสมมติฐาน	34	.72	ค่อนข้างง่าย	.78	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	35	.62	ปานกลาง	.56	ดี	คัดเลือกไว้
	36	.69	ปานกลาง	.62	ดี	คัดเลือกไว้
10.ทักษะการ	37	.42	ปานกลาง	.49	ดี	คัดเลือกไว้
กำหนดนิยาม	38	.45	ปานกลาง	.27	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
เชิงปฏิบัติการ	39	.32	ปานกลาง	.52	ดี	คัดเลือกไว้
	40	.44	ปานกลาง	.55	ดี	คัดเลือกไว้
11.ทักษะการ	41	.48	ปานกลาง	.42	ดี	คัดเลือกไว้
กำหนดและ	42	.42	ปานกลาง	.61	ดี	คัดเลือกไว้
ควบคุมตัวแปร	43	.46	ปานกลาง	.55	ดี	คัดเลือกไว้
	44	.36	ปานกลาง	.38	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
12.ทักษะการ	45	.44	ปานกลาง	.71	ดีมาก	คัดเลือกไว้
ทดลอง	46	.48	ปานกลาง	.60	ดี	คัดเลือกไว้
	47	.39	ปานกลาง	.33	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
13.ทักษะการ	48	.52	ปานกลาง	.62	ดี	คัดเลือกไว้
ตีความหมายข้อมูล	49	.66	ปานกลาง	.49	ดี	คัดเลือกไว้
และลงข้อสรุป	50	.45	ปานกลาง	.65	ดี	คัดเลือกไว้
ความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ = .85						

จากตารางที่ 4.3 พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด จำนวน 13 ทักษะ ข้อสอบ
ทั้งหมดจำนวน 50 ข้อ ซึ่งนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ข้อสอบมีค่าความเที่ยงทั้งหมดเท่ากับ .85
มีข้อสอบที่มีคุณภาพ จำนวน 47 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง .21 – .78 จำนวน 47 ข้อ
ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .23 – .74 จำนวน 47 ข้อ โดยมีข้อที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก
ไม่ผ่านเกณฑ์ 3 ข้อ คือ ข้อที่ 4, 21 และ ข้อที่ 32 ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละทักษะดังนี้

ทักษะการสังเกต จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .16 - .70 ค่าอำนาจจำแนก
อยู่ระหว่าง .17-.51 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ ข้อที่
ไม่ผ่านเกณฑ์ คัดออก 1 ข้อ คือข้อที่ 4 มีค่าความยาก .16 ค่าอำนาจจำแนก .17

ทักษะการวัด จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21 - .76 ค่าอำนาจจำแนกอยู่
ระหว่าง .29 - .74 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการจำแนก จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .37 - .78 ค่าอำนาจจำแนก
อยู่ระหว่าง .40 - .71 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 5 ข้อ
มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .40 - .71 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .36 - .62 เป็นข้อสอบที่มีค่าความ
ยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

ทักษะการคำนวณ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .09 - .76 ค่าอำนาจ
จำแนกอยู่ระหว่าง .04 - .63 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน
3 ข้อ ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คัดออก 1 ข้อ คือข้อที่ 21 มีค่าความยาก .09 ค่าอำนาจจำแนก .04

ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง
.45 - .67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .44 - .74 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก
อยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .47 -
.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .43 - .66 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ใน
เกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .18 - .77 ค่าอำนาจ
จำแนกอยู่ระหว่าง .09 - .74 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน
4 ข้อ ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คัดออก 1 ข้อ คือข้อที่ 32 มีค่าความยาก .18 ค่าอำนาจจำแนก .09

ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .24-.72 ค่าอำนาจ
จำแนกอยู่ระหว่าง .23 - .78 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน
4 ข้อ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง
.32- .45 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27 - .55 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก
อยู่ในเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง
.36- .48 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .38 - .61 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก
อยู่ในเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .39- .48 ค่าอำนาจจำแนก
อยู่ระหว่าง .33 - .71 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง
.45 - .66 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .49 - .65 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก
อยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกรายข้อ
ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 3

ทักษะ	ข้อที่	P	ความหมาย	B	ความหมาย	ผลการพิจารณา
1.ทักษะการสังเกต	1	.68	ปานกลาง	.40	ดี	คัดเลือกไว้
	2	.41	ปานกลาง	.35	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	3	.64	ปานกลาง	.33	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	4	.60	ปานกลาง	.43	ดี	คัดเลือกไว้
	5	.63	ปานกลาง	.50	ดี	คัดเลือกไว้
2.ทักษะการวัด	6	.21	ยาก	.29	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	7	.57	ปานกลาง	.66	ดี	คัดเลือกไว้
	8	.67	ปานกลาง	.50	ดี	คัดเลือกไว้
3.ทักษะการจำแนก	9	.41	ปานกลาง	.41	ดี	คัดเลือกไว้
	10	.78	ค่อนข้างง่าย	.53	ดี	คัดเลือกไว้
	11	.64	ปานกลาง	.68	ดี	คัดเลือกไว้
4.ทักษะการหาความสัมพันธ์	12	.75	ค่อนข้างง่าย	.39	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	13	.63	ปานกลาง	.55	ดี	คัดเลือกไว้
ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	14	.69	ปานกลาง	.50	ดี	คัดเลือกไว้
	15	.78	ค่อนข้างง่าย	.21	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
5.ทักษะการคำนวณ	16	.51	ปานกลาง	.56	ดี	คัดเลือกไว้
	17	.49	ปานกลาง	.50	ดี	คัดเลือกไว้
	18	.49	ปานกลาง	.64	ดี	คัดเลือกไว้
6.ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	19	.76	ค่อนข้างง่าย	.45	ดี	คัดเลือกไว้
	20	.66	ปานกลาง	.60	ดี	คัดเลือกไว้
	21	.51	ปานกลาง	.61	ดี	คัดเลือกไว้
	22	.64	ปานกลาง	.59	ดี	คัดเลือกไว้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ทักษะ	ข้อที่	P	ความหมาย	B	ความหมาย	ผลการพิจารณา
7.ทักษะการลง	23	.68	ปานกลาง	.46	ดี	คัดเลือกไว้
ความคิดเห็นจาก	24	.45	ปานกลาง	.45	ดี	คัดเลือกไว้
ข้อมูล	25	.67	ปานกลาง	.77	ดี	คัดเลือกไว้
8.ทักษะการ	26	.17	ยากมาก	.13	ต่ำ	คัดออก
พยากรณ์	27	.76	ค่อนข้างง่าย	.86	ดีมาก	คัดเลือกไว้
	28	.65	ปานกลาง	.58	ดี	คัดเลือกไว้
	29	.52	ปานกลาง	.50	ดี	คัดเลือกไว้
9.ทักษะการ	30	.40	ปานกลาง	.43	ดี	คัดเลือกไว้
ตั้งสมมติฐาน	31	.78	ค่อนข้างง่าย	.63	ดี	คัดเลือกไว้
	32	.67	ปานกลาง	.69	ดี	คัดเลือกไว้
	33	.72	ค่อนข้างง่าย	.70	ดี	คัดเลือกไว้
10.ทักษะการ	34	.54	ปานกลาง	.44	ดี	คัดเลือกไว้
กำหนดนิยาม	35	.56	ปานกลาง	.51	ดี	คัดเลือกไว้
เชิงปฏิบัติการ	36	.41	ปานกลาง	.38	ใช้ได้	คัดเลือกไว้
	37	.44	ปานกลาง	.56	ดี	คัดเลือกไว้
11.ทักษะการ	38	.49	ปานกลาง	.46	ดี	คัดเลือกไว้
กำหนดและ	39	.53	ปานกลาง	.60	ดี	คัดเลือกไว้
ควบคุมตัวแปร	40	.47	ปานกลาง	.51	ดี	คัดเลือกไว้
	41	.42	ปานกลาง	.53	ดี	คัดเลือกไว้
12.ทักษะการ	42	.34	ปานกลาง	.79	ดีมาก	คัดเลือกไว้
ทดลอง	43	.48	ปานกลาง	.50	ดี	คัดเลือกไว้
	44	.10	ยากมาก	.10	ต่ำ	คัดออก
13.ทักษะการ	45	.45	ปานกลาง	.61	ดี	คัดเลือกไว้
ตีความหมายข้อมูล	46	.67	ปานกลาง	.62	ดี	คัดเลือกไว้
และลงข้อสรุป	47	.59	ปานกลาง	.51	ดี	คัดเลือกไว้
ความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ						= .84

จากตารางที่ 4.4 พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด จำนวน 13 ทักษะ ข้อสอบ
ทั้งหมดจำนวน 47 ข้อ ซึ่งนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ข้อสอบมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .84
มีข้อสอบที่มีคุณภาพ จำนวน 45 ข้อ มีค่าความยากระหว่าง .21 - .78 จำนวน 45 ข้อ
ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .21 - .79 จำนวน 45 ข้อ โดยมีข้อที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก
ไม่ผ่านเกณฑ์ 2 ข้อ คือ ข้อที่ 26 และ ข้อที่ 44 ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละทักษะดังนี้

ทักษะการสังเกต จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .41 - .68 ค่าอำนาจจำแนก
อยู่ระหว่าง .33 - .50 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

ทักษะการวัด จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21 - .67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่
ระหว่าง .29 - .66 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการจำแนก จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .41 - .78 ค่าอำนาจจำแนก
อยู่ระหว่าง .41 - .68 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จำนวน 5 ข้อ
มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .49 - .76 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .45 - .64 เป็นข้อสอบที่มี
ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

ทักษะการคำนวณ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .51 - .66 ค่าอำนาจ
จำแนกอยู่ระหว่าง .59 - .61 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์
จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง
.45 - .68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .45 - .77 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก
อยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .45 -
.68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .45 - .77 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่
ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

ทักษะการพยากรณ์ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .52 - .76 ค่าอำนาจ
จำแนกอยู่ระหว่าง .58 - .86 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน
3 ข้อ คัดออก จำนวน 1 ข้อ คือ ข้อที่ 26 มีค่าความยากง่าย .17 ค่าอำนาจจำแนก .13

ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .40 - .78 ค่าอำนาจ
จำแนกอยู่ระหว่าง .43 - .70 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน
4 ข้อ

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .41 - .56 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .38 - .56 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .42 - .53 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .46 - .60 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ

ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .10 - .78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .10 - .79 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 2 ข้อ คัดออก จำนวน 1 ข้อ คือ ข้อที่ 44 มีค่าความยาก .10 และค่าอำนาจจำแนก .10

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .45 - .67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .51 - .62 เป็นข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลตารางที่ 4.2 - 4.4 สรุปภาพรวมได้ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 สรุปจำนวนข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลการทดสอบ	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	จำนวนข้อสอบที่นำไปใช้	จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพ	จำนวนข้อสอบที่นำไปใช้	จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพ	จำนวนข้อสอบที่นำไปใช้	จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพ
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	52 ข้อ	50 ข้อ ตัดข้อที่ 24 และ 28	50 ข้อ	47 ข้อ ตัดข้อที่ 4, 21 และ 32	47 ข้อ	45 ข้อ ตัดข้อที่ 26 และ 44

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จำนวน 45 ข้อ

การวิเคราะห์คุณภาพ	ความตรง	ความเที่ยง	ความยาก	อำนาจจำแนก
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	.60 - 1.00	.84	.21 - .78	.21 - .79

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต

1.1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต

1.2 วิธีดำเนินการพัฒนาแบบวัด

1.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 45 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต จังหวัดดุสิต ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2551 จำนวน 2,955 คน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดดุสิต ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2551 จำนวน 591 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน

1.2.3 เครื่องมือที่สร้างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมดจำนวน 45 ข้อ จำแนกเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต จำนวน 5 ข้อ ทักษะการวัด 3 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภท 3 ข้อ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปกตรัมและสเปกตรัมเวลา 5 ข้อ ทักษะการคำนวณ 3 ข้อ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล 3 ข้อ ทักษะการ

ลงความคิดเห็นจากข้อมูล 3 ข้อ ทักษะการพยากรณ์ 3 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐาน 4 ข้อ
 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4 ข้อ
 ทักษะการทดลอง 2 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3 ข้อ

1.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการ ดังนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือจากสาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ

2) ขออนุญาตทำวิจัยจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ขอความร่วมมือในการแจ้งขออนุญาตโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวันและเวลาในการนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทำการสอบวัด

3) การรวบรวมข้อมูลได้แก่การทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 52 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนมารดานุสรณ์ โรงเรียนเจ้าน้อยวิทยาคม โรงเรียนเนินทรายวิทยาคมและโรงเรียนหนองบอนวิทยาคม จำนวน 166 คน ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ จำนวน 50 ข้อ ตัดทิ้งจำนวน 2 ข้อ การทดสอบครั้งที่ 2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 50 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ โรงเรียนตราดสรรเสริญวิทยาคมและโรงเรียนเขาสมิงวิทยาคม จำนวน 341 คน ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 47 ข้อ ตัดทิ้ง จำนวน 3 ข้อ การทดสอบครั้งที่ 3 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 47 ข้อ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนตราดสรรเสริญวิทยาคม จำนวน 84 คน ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ จำนวน 45 ข้อ

1.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruency: IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2) ตรวจสอบความยากและอำนาจจำแนก ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27%

3) ตรวจสอบความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน 20 (Kuder Richardson formula 20 : KR-20)

1.2.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก

1.3 ผลการวิจัย

จากการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1.3.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต จำนวน 1 ฉบับ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต จำนวน 5 ข้อ ทักษะการวัด 3 ข้อ ทักษะการจำแนกประเภท 3 ข้อ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปกตรัมและสเปกตรัมเวลา 5 ข้อ ทักษะการคำนวณ 3 ข้อ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล 3 ข้อ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 3 ข้อ ทักษะการพยากรณ์ 3 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐาน 4 ข้อ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4 ข้อ ทักษะการทดลอง 2 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3 ข้อ

1.3.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ความตรง แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 80 ข้อ มีความตรงตามเกณฑ์ โดยมีค่าความตรงระหว่าง .60 - 1.00 จำนวน 59 ข้อ

2) ความเที่ยง (Reliability) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .84

3) ความยาก แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากระหว่าง .21-.78

4) อำนาจจำแนก แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .21 - .79

2. อภิปรายผล

ผลการศึกษาที่ปรากฏตามผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีประเด็นสำคัญนำมาอภิปรายได้ดังนี้

2.1 ความตรง (Validity)

จากผลการวิเคราะห์ความตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ค่าความตรงระหว่าง .60 – 1.00 แสดงว่าแบบวัดมีความตรง สามารถนำไปใช้ในการสอบวัดนักเรียนได้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้สร้างได้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็น ในการเรียนวิทยาศาสตร์ดังที่ กรมวิชาการ (2536 : 3) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นกระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นจึงเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพราะเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการศึกษาค้นคว้าทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริง พิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง สอดคล้องกับ วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 3) ที่กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกิดจากความสามารถในการใช้กระบวนการต่าง ๆ อันได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมาย การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งค่าความตรงของแบบวัดที่มีค่าระหว่าง .60 – 1.00 นั้นมีผลสอดคล้องกับ จรรย์ ไชยศักดิ์ (2540: 58-61) ทำการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้วยการวิเคราะห์ความตรงโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าความตรงตั้งแต่ .60 ขึ้นไป วรพงษ์ กาแก้ว (2548 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 13 ทักษะ ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดด้วยการวิเคราะห์ความ

ตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะตั้งแต่ .60 ขึ้นไป บุญเจิด ภิญโญ
อนันตพงษ์ (2545 : 95) กล่าวว่าค่าความตรงตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทน
ลักษณะของกลุ่มพฤติกรรมนั้นและ รังสรรค์ มณีเล็ก (2545 : 29-31) ที่กล่าวว่าลักษณะของแบบ
วัดที่ดีนั้นจะต้องมีความตรงตามเนื้อหา

2.2 ความเที่ยง (Reliability)

จากผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษารวด พบว่าค่าความเที่ยง
ของแบบวัดทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ .84 ถือว่าเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ บุญเจิด
ภิญโญอนันตพงษ์ (2545 : 69-82) และรังสรรค์ มณีเล็ก (2545 : 29-31) ที่ได้กล่าวไว้ว่าค่าความ
เที่ยงของเครื่องมือวัดที่คำนวณจากค่าความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบนั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง
0 ถึง +1 ถ้ามีค่าของความเที่ยงเข้าใกล้ +1 มากเท่าใดแสดงว่าคะแนนของผลการสอบแต่ละข้อ
หรือแต่ละตอนภายในฉบับนั้นให้ผลสอดคล้องกันมากและมีค่าความเที่ยงสูงมาก และยังได้กล่าว
อีกว่า ลักษณะของแบบวัดที่มีคุณภาพที่ดีนั้น จะต้องมีความเที่ยงที่มีค่าเข้าใกล้ +1 สอดคล้อง
กับ จริญญา ไชยศักดิ์ (2540: 58-61) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ .8031
ปิ่นริสา บ้านพวน (2546: 66-70) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี โดย
ใช้เครื่องมือเป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มทักษะ มีค่าความเที่ยง
ของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ .89 วรพงษ์ กาแก้ว (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้าง
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอพบพระ
จังหวัดตาก แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 13 ทักษะ
แบบทดสอบดังกล่าวมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .92 เสาวภา สุวรรณวงศ์ (2549 : 179) ทำการ
วิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ .94 และ
สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชัย พะวงษ์ (2549 : 70-72) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพบว่าแบบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาแล้วจำนวน 60 ข้อ มีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .89

2.3 ความยาก

จากผลการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 45 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21-.78 เป็นแบบทดสอบที่มีความยากอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับ บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2545 : 69-82) และรังสรรค์ มณีเล็ก (2545 : 29-31) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะของแบบวัดที่มีคุณภาพจะต้องมีความยากที่เหมาะสมโดยไม่ยากหรือง่ายเกินไป นั่นคือมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .20-.80 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่าผลการวิเคราะห์ในด้านทักษะการวัด ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการทดลอง มีค่าความยากอยู่ในระดับค่อนข้างยากและยากมากทั้งนี้ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้นั้น อาจเป็นผลมาจากการเรียนการสอนของครูในปัจจุบันเน้นให้นักเรียนมีการเรียนรู้เนื้อหาเป็นจำนวนมากเพื่อให้ได้คะแนนสอบในการวัดผลการเรียนมาตรฐานระดับชาติ จึงทำให้ไม่มีการสอนนักเรียนได้มีการทำการทดลองจริง ผลการวิเคราะห์ในทักษะดังกล่าวจึงอยู่ในระดับค่อนข้างยากและยากมาก ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย พะวงษ์ (2549 : 70) ที่ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพต่ำและควรทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานั้น ได้แก่ ทักษะการวัด ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ซึ่งเป็นทักษะที่สามารถเกิดขึ้นได้ดีจากการที่นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติจริง โดยแบบวัดทักษะมีค่าความยากระหว่าง .21 - .60 และสอดคล้องกับ วรพงษ์ กาแก้ว (2548 : ๗) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กล่าวไว้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับมีค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ .54

2.4 อำนาจจำแนก

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าอยู่ระหว่าง .21-.79 เป็นแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นในการวิจัยในครั้งนี้เป็นแบบทดสอบที่มีความสามารถในการจำแนกอยู่ในระดับที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับ บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2545 : 69-82) และรังสรรค์ มณีเล็ก (2545 : 29-31) ที่ได้กล่าวไว้ว่าแบบวัดที่มีคุณภาพที่ดีนั้นต้องสามารถจำแนกความสามารถของผู้ไม่รู้ออกจากผู้รู้และแยกคนเก่งออกจากคนไม่เก่งได้โดยจะมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และสอดคล้องกับ เสาวภา สุวรรณวงศ์ (2549 : 179) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23 - .48 ชบา ประยูรพัฒน์ (2547: 50-53) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นพบว่า มีค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับอยู่ระหว่าง .20 - .64 สอดคล้องกับ สุมนา คามดิษฐ์ (2546: 44-48) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพโดยใช้เครื่องมือเป็นแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วัดทักษะ 13 ทักษะ มีการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่าค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .20 - .60

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ผู้นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ควรนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ได้เรียนจบเนื้อหาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเทอมปลาย

3.1.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต ถ้าต้องการนำแบบวัดฉบับนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างไปจากเดิม ควรปรับปรุงเนื้อหาและข้อคำถามให้เหมาะสมกับความรู้และความสามารถของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้ความเที่ยงของข้อมูลมากที่สุด

3.1.3 ครูผู้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต ควรนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลการวิจัยเป็นข้อมูลในการสอนซ่อมเสริมต่อไป

3.1.4 ครูผู้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการทดลองและการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ นักเรียน ได้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถสร้างเสริมและทำให้เกิดขึ้นได้จริงจากการได้ลงมือปฏิบัติจริง

3.1.5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอื่นที่มีการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนคล้ายกับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราดสามารถนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น เพื่อให้การวัดและประเมินผลการศึกษามีความเป็นมาตรฐานต่อไป

3.2.2 การวิจัยในครั้งต่อไปควรทำการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นรายทักษะ เช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการตั้งสมมติฐาน

3.2.3 ควรทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอื่น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ (2544) *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544* กรุงเทพมหานคร
คุรุสภาลาดพร้าว
- กรมวิชาการ (2544) *แนวทางการวัดและประเมินผลทางการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้น
พื้นฐาน พุทธศักราช 2544* กรุงเทพมหานคร สำนักทดสอบทางการศึกษา
- กระทรวงศึกษาธิการ (2544) *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544* กรุงเทพมหานคร
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
- กิตติ กาญจนภานุ (2544) “การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ที่เป็นมาตรฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษาสังกัด
กรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- จรัญ ไชยศักดิ์ (2540) “การสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- จิราภรณ์ ศิริทวี (2541) “เทคนิคการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ (constructivism)”
1, 9 วารสารวิชาการ (กันยายน) ; 37-52
- ชบา ประยูรพัฒน์. (2547). “การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาการประเมินและการวิจัย
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- นิตยา โกมลมาลย์ และคณะ (2549) “รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการสร้างและพัฒนาคลัง
เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานการเรียนรู้โดยเน้นทักษะทางการคิดระดับสูง”
วันที่ 16 – 21 กรกฎาคม 2549 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดุสิต
- บันลือ พฤกษ์วัน (2534) *ยุทธศาสตร์การสอนตามแนวหลักสูตรใหม่ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก ไทยวัฒนาพานิช*
- บุปผชาติ ทัพทิกธน์ (2533) *การพัฒนาหลักสูตร เอกสารคำสอนวิชา กศ.-วท. 159552
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ (2545) “การพัฒนาแบบทดสอบวัดความพร้อมทางการเรียน” ใน
ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา หน่วยที่ 5
 หน้า 32-33 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์ (2545) “คุณภาพเครื่องมือวัด” ใน *ประมวลสาระวิชาการ*
การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา หน่วยที่ 3 หน้า 69-129 นนทบุรี
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- ปัทมริสา บ้านพวน (2546) “การพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดชลบุรี” วิทยานิพนธ์ปริญญา
 ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544) *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีการและเทคนิค*
การสอน กรุงเทพมหานคร สถาบันคุณภาพวิชาการ
- พิศาล สร้อยสุหรั้า (2545) “การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย” *วารสารการศึกษา*
วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 30,116 (มกราคม-กุมภาพันธ์): 3-4
- ภพ เลหาไพบุลย์ (2537) *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
 _____ (2540) *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
- มลิวัดย์ อุดมเดช (2539) “การปฏิบัติการเรียนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตจริงของ
 ครูผู้สอนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดสกลนคร”
 วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- รังสรรค์ มณีเล็ก (2545) “แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการ
 ประเมินทางการศึกษา” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการ*
การประเมินการศึกษา หน่วยที่ 1 หน้า 29-31 นนทบุรี
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชา
- รุจิระ สุภรณ์ไพบุลย์ (2538) “การส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์” ใน *แรมสมร*
อยู่สถาพร เทคนิคและวิธีการสอนในระดับประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- รุ่ง แก้วแดง (2542) *ปฏิบัติการศึกษาไทย* กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์มติชน
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536) *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* กรุงเทพมหานคร
 ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539) *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* กรุงเทพมหานคร
 ชมรมเด็ก
- _____ (2543) *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาสน์
- วรพงษ์ กาแก้ว (2548) “การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก” วิทยานิพนธ์
 ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์
- วรรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2524) *กิจกรรมทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์สำหรับครู* กรุงเทพมหานคร สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ
- _____ (2532) *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร
 เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์
- _____ (2542) *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*
 กรุงเทพมหานคร เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์
- _____ (2542) *การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*
 กรุงเทพมหานคร เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์
- วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544) *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ* กรุงเทพมหานคร
 สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ
- วิจิตร สัมโย (2548) “รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการ โครงการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กลุ่ม
 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์” วันที่ 27 มิถุนายน - 2 กรกฎาคม สำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษาดรค
- วิชัย พะวงษ์ (2549) “การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2”
 วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
 ภาควิชาการประเมินการศึกษา แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- เสาวภา สุวรรณวงศ์ (2549) “การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงาน
 คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดสงขลา”
 วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
 มหาวิทยาลัยทักษิณ

- สุมนา คามศิษฐ์ (2546) “การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา
อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- สมบูรณ์ จิตพงษ์ (2545) *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน* กรุงเทพมหานคร สำนักทดสอบ
ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535) *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*
กรุงเทพมหานคร กรุงเทพมหานคร คุรุสภาลาดพร้าว
- _____ (2545) *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์* กรุงเทพมหานคร
คุรุสภาลาดพร้าว
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2544) *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับ
คนไทยยุคใหม่ในเศรษฐกิจฐานความรู้* กรุงเทพมหานคร สำนักงานพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ไสว พิภขาว (2537) “การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย
ในวิชาเคมี” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อุทุมพร จามรมาน (2532) *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะผู้เรียน* กรุงเทพมหานคร
พื้นที่พิบูลย์
- American Association for the Advancement of Science. (1974). *Science-a process
approach :commentary for teachers*. Washington D.C.. AAAs/Xerox.
- Doron,R.L (1978) “Measuring the Professor Science Objectives.” *Science
Education*. 62(10): 19-30. July.
- Garland and other (1973) *Elementary Science Learning by Investigating*. 2nd ed.
New York: McGraw-Hill Book.
- Gauld, C .(1982) : *The Scientific Attitude and Science Education, A Critical Reappraised*,
Science Education. 66 (January 1982): 109-121.
- Kennet,D.Peterson. (1978). “Acomparison of Teacher and Student Outcome of
Science-A Process Approach and Automotive in Selection Grade Two
Classroom”. *Dissertation Abstracts International*. (5 November): 2370-A.

- Klopfer,L.E. (1971). "Evaluation of Learning in Science". *Handbook an Formative And Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw Hill Book.
- Kluslan,Louis I. and Harris A.Ston. (1968). *Teaching Children Science Inquiry Approach*. California. Wadsworth Publishing.
- Okey,James R.and Ronald L.Fiel. (1973). *Basic Process Skills Program*. Bloomington. Indiana University.
- Sund,Robert B.and Lcslis W.Trowbridge. (1976). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. 2nd ed. Columbus, ohio. Bell & Howell.
- Trojack,Doris A. (1979). *Science with Children*. New York: McGraw Hill,Inc.
- Widden, Marvin Frank. (1972). "A Product Evaluation of Science-A Process Approach," *Dissertation Abstracts International*. (30 January): 3528-A.
- Padilla, Okey and Dillashaw. (1983). "The Two Meaning of Mathematics," *Science Education*. (5 January): 239-246.
- Padilla, Michael J. and Other. (1984). *The Relationship Between Science Teaching*. (20 March): 277-287.
- Strawwitz, 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*. (1 January): 53-60.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลการศึกษา

1. ชื่อ อาจารย์กฤษณา งามเจือ
สถานที่ทำงาน โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ จังหวัดตราด
วุฒิการศึกษา ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์ 3 ระดับ 8

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1. ชื่อ อาจารย์ประภา สัจจวาที
สถานที่ทำงาน โรงเรียนตราษตระการคุณ จังหวัดตราด
วุฒิการศึกษา กศ.บ. (เคมี)
ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์ 3 ระดับ 8 การสอนวิชาเคมี เป็นเวลา 33 ปี
2. ชื่อ อาจารย์ปิยะวดี คงกำเนิด
สถานที่ทำงาน โรงเรียนตราษตระการคุณ จังหวัดตราด
วุฒิการศึกษา ศษ.ม. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) มหาวิทยาลัยบูรพา
ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์ 3 ระดับ 8 การสอนวิชาเคมี เป็นเวลา 20 ปี
3. ชื่อ อาจารย์จอม จาปาเหลือง
สถานที่ทำงาน โรงเรียนตราษตระการคุณ จังหวัดตราด
วุฒิการศึกษา วท.ม. (ฟิสิกส์ศึกษา) มหาวิทยาลัยบูรพา
ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์ 3 ระดับ 8 การสอนวิชาฟิสิกส์ เป็นเวลา 20 ปี
4. ชื่อ อาจารย์สันทอง อะโง
สถานที่ทำงาน โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ จังหวัดตราด
วุฒิการศึกษา ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยบูรพา
ประสบการณ์หรือความชำนาญ อาจารย์ 3 ระดับ 8 การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 24 ปี

5. ชื่อ อาจารย์วัลลภา สังข์ผาด
สถานที่ทำงาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การประถมศึกษา) หลักสูตรและการสอน
ประสบการณ์หรือความชำนาญ ศึกษานิเทศ กลุ่มงานวัดและประเมินผลการศึกษา
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 26 ปี

6. ชื่อ อาจารย์วิจิตร สัมโย
สถานที่ทำงาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การประถมศึกษา) หลักสูตรและการสอน
ประสบการณ์หรือความชำนาญ ศึกษานิเทศ กลุ่มงานวัดและประเมินผลการศึกษา
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 23 ปี

ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความร่วมมือทดลองเครื่องมือ



ที่ ศธ ๐๕๒๒.....

สาขาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

เมษายน ๒๕๕๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

เนื่องด้วย นางสาวนันทพร สวงหงษ์ นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศราด การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าวนี้ นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบในเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ ครอบคลุมในเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย นักศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยจะ มิให้เป็นการรบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียนและผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือวิจัย ในวันที่ กันยายน ๒๕๕๑ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวรธีรานนท์)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร ๐๒๕๐๓-๒๘๗๐๐

โทรสาร ๐๒๕๐๓ ๓๕๖๖-๗



ที่ ศธ ๐๕๑๒.....

สาขาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

มีนาคม ๒๕๕๑

เรื่อง ขอรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. ร่างเครื่องมือ จำนวน ๑ ฉบับ

เนื่องด้วย นางสาวนันทพร สงวนหงษ์ นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในเขตพื้นที่การศึกษาคราด ตามสิ่งที่ส่งมาด้วยพร้อมนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าวนี้นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบในเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมในเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิดำเนินการวัดและประเมินผลกลุ่มงานวิทยาศาสตร์ โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นั้น นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี
จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสวธีรานนท์)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร ๐๒๕๐๓-๒๘๗๐๐

โทรสาร ๐๒๕๐๓ ๓๕๖๖-๗

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดตราด

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ซึ่งมีความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความชำนาญในการใช้อวัยวะรับความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ค้นหาเกี่ยวกับเหตุการณ์และสมบัติต่าง ๆ ของวัตถุ เช่น สี ขนาด และรูปร่าง ในการใช้ทักษะการสังเกตนั้นเราควรได้เรียนรู้ว่าอวัยวะรับความรู้สึกแต่ละอย่างนั้นช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีผู้ทำให้เกิด ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการกะปริมาณ

การมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตาช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง และสีของวัตถุ และสังเกตว่าวัตถุเหล่านั้นอาจมีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างไร

การได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูช่วยในการสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุ เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง การสัมผัส เป็นการสังเกตที่ใช้ผิวหนังช่วยในการสังเกตถึงความหมาย หรือความละเอียดของเนื้อวัตถุรวมถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุอีกด้วย

การชิม เป็นการสังเกตที่ใช้ลิ้นช่วยในการสังเกตสมบัติของสิ่งนั้นว่า มีรสขม เค็ม เปรี้ยว และหวานอย่างไร

การได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกช่วยในการสังเกตความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้พบนั้น แต่เนื่องจากการบรรยายเกี่ยวกับกลิ่นเป็นเรื่องยาก จึงมักบอกในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับนั้นกับกลิ่นของวัตถุที่คุ้นเคย เช่น กลิ่นกล้วยหอม กลิ่นมะนาว กลิ่นชา และกลิ่นกาแฟ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถ

1.1 ชีบ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ

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 หรือใช้การลุ่มอย่างง่ายและการประมาณ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะ การวัด จะต้องมีความสามารถ

- 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความชำนาญในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ความเหมือน ความแตกต่างและความสัมพันธ์ร่วมของสถานที่ ความคิด หรือเหตุการณ์และสมบัติบางประการของวัตถุนั้นเป็นเกณฑ์

การจำแนกประเภทเป็นสิ่งสำคัญมาในทางวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้สะดวกในการศึกษาค้นคว้า และยังทำให้ได้ความรู้ใหม่ ๆ อีกด้วย โดยทั่วไปการจำแนกประเภทจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา การแบ่งประเภทของสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้มักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิว วัสดุที่ใช้ ราคา ฯลฯ ส่วนพวกสิ่งมีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น อาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทจะต้องมีความสามารถ

- 3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (using space/time relationships)

ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหววัตถุ โดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง เวลา ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและสภาวะการณ์นั้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จะต้องมีความสามารถ

- 4.1 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้
- 4.2 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ไว้ได้
- 4.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
- 4.4 ระบุรูป 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดวัตถุ 3 มิติได้
- 4.5 บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์
- 4.6 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

5. ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)

ทักษะการใช้ตัวเลข หมายถึง ความชำนาญในการหาความสัมพันธ์เชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ นับตั้งแต่การนับการคำนวณ การใช้ตัวเลขกับสูตรและสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการใช้ตัวเลข จะต้องมีความสามารถ

- 5.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง
- 5.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- 5.3 บอกวิธีคำนวณได้
- 5.4 คิดคำนวณได้ถูกต้อง
- 5.5 แสดงวิธีคิดคำนวณได้

6. ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย (communicating)

ทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความชำนาญในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาเสนอในรูปแบบที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การสื่อความหมายข้อมูลอาจอยู่ในรูปของการวาดรูป การแสดงแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟหรือใช้ภาษาเขียน หรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากวัตถุ หรือเหตุการณ์นั้น

การสื่อความหมายข้อมูล สิ่งที่จะต้องคำนึงในการสื่อความหมายข้อมูลให้ผู้อื่น
เข้าใจได้แก่

- 1) ความชัดเจนหรือความสมบูรณ์
- 2) ความถูกต้องแม่นยำ
- 3) ความไม่กำกวม
- 4) ความกะทัดรัด

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย จะต้องมีความสามารถ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อ

ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้
ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring)

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความชำนาญในการอธิบายสิ่งที่ได้
จากการสังเกตเกี่ยวกับวัตถุหรือเหตุการณ์เฉพาะอย่าง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการ
สังเกต และการแสดงความคิดเห็น แปลความหมายข้อมูลที่บันทึกไว้ หรือได้มาทางอ้อม แล้ว
นำมาทำนายเหตุการณ์จากข้อมูล ตั้งสมมติฐานจากข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูล ทักษะการลง
ความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการอธิบายเกินขอบของข้อมูลจากการสังเกตโดยใช้ความรู้
ประสบการณ์เดิม และเหตุผลหรือเพิ่มเติมความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลจะต้องมีความสามารถ

7.1 อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้
ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

7.2 การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้
หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของ
ข้อมูล ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต

8. ทักษะการพยากรณ์ (predicting)

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความชำนาญในการคาดการณ์เหตุการณ์ หรือ สถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการลงความคิดเห็น โดยใช้ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีประกอบ และอาจคาดการณ์ล่วงหน้าภายในขอบเขตหรือนอกขอบเขต ของข้อมูลที่อยู่ในรูปตารางหรือในรูปของกราฟ

การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

ทักษะการพยากรณ์มีวิธีการใกล้เคียงกับกระบวนการสื่อความหมายมาก เพราะ จะต้องนำข้อมูลต่างๆมาจัดกระทำให้เป็นระบบ เช่น ทำเป็นตาราง กราฟ แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปร

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถ

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความชำนาญในการคาดเดาอย่างมีเหตุผล โดยการกำหนดข้อความที่มาจาก การสังเกต หรือลงข้อสรุป เพื่อให้อธิบายเหตุการณ์และสามารถทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ได้

สมมติฐานเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบ ว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นเป็นที่ยอมรับ หรือไม่ยอมรับ สมมติฐานที่ตั้งขึ้น อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบแล้ว ในสถานการณ์ทดลองหนึ่งอาจมี 1 สมมติฐาน หรือหลายสมมติฐานก็ได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน จะต้องมีความสามารถ

9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และ ประสบการณ์เดิม

9.2 หาคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องการให้แตกต่างกัน (ตัวแปรอิสระ) เพื่อดูผลที่เกิดจากการทดลอง (ตัวแปรตาม)

การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทดลอง เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องแน่นอนกว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นจากตัวแปรที่เราต้องการศึกษาหรือไม่ในสถานการณ์การทดลองหนึ่ง ๆ ผลที่เกิดขึ้นอาจจะมาจากหลายสาเหตุ จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมสิ่งที่ไม่ต้องการศึกษา (ตัวแปรควบคุม) ให้เหลือเฉพาะตัวแปรที่เราต้องการจะทราบ (ตัวแปรอิสระ) เพื่อสะดวกในการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อน เช่น เราต้องการศึกษาชนิดของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่การเจริญเติบโตของพืชมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีกนอกจากดิน เช่น แสงแดด ปุ๋ย น้ำ การดูแล สิ่งเหล่านี้ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เรายังไม่ต้องการศึกษา จึงต้องมีการควบคุมเพื่อสะดวกต่อการศึกษาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งก่อนเพื่อจะสรุปผลจากการทดลองได้ตรงตามสาเหตุที่แท้จริง (ตัวแปรอิสระ)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จะต้องสามารถ

10.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่ไม่ต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

10.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย

10.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

11. ทักษะการทดลอง (experimenting)

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความชำนาญในการปฏิบัติการทดลอง การจัดการกระทำกับตัวแปรต่าง ๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองนั้น

การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอนคือ

1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติจริง การออกแบบการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และครอบคลุมถึงวิธีการควบคุมตัวแปรถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ที่เหมาะสม โดยสรุปแล้วการออกแบบการทดลองจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ประการคือ

ประการที่ 1 วิธีการทดลอง เป็นการกำหนดขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนครบตามขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้อง ซึ่งจะเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ประการที่ 2 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ ซึ่งจะต้องดำเนินการไปตามขั้นตอนการใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง เช่น การบันทึกข้อมูลในรูปแบบของตาราง หรือมาจัดกระทำในรูปของกราฟ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถ

11.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร

11.2 ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

11.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

11.4 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและเหมาะสม

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining variable operationally)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความชำนาญในการสร้างนิยาม โดยบอกว่าจะทำและสังเกตอะไร หรือการให้ความหมายของคำหรือข้อความอย่างกว้าง ๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้น ๆ เช่น การให้นิยามของก๊าซออกซิเจน

นิยามทั่ว ๆ ไป

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 8 และมวลอะตอมเท่ากับ 16 (ทุกคนเข้าใจตรงกันแต่สังเกตและวัดไม่ได้)

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ช่วยในการติดไฟ เมื่อนำก้อนถ่านที่คุ้แดงหย่อนลงไปใ้ก๊าซนั้นแล้วก้อนถ่านนั้นจะลุกเป็นเปลวไฟ (ทุกคนเข้าใจตรงกัน สังเกตและวัดได้)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะต้องสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ และวัดได้

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความชำนาญในการหารูปแบบจากชุดของข้อมูลที่อธิบายนำไปสู่การสร้างข้ออ้างอิง การทำนาย และการตั้งสมมติฐาน พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จะต้องสามารถ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

2. จุดมุ่งหมายของการพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ว่ามีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใด เพื่อเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบและพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามความมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 คือ ได้กำหนดให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการจัดการ ให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจต่อไป

3. โครงสร้างของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงสถานการณ์ สมมติ และเรื่องทั่วไปที่สามารถพบได้ในการจัดการเรียนการสอนและการใช้ชีวิตประจำวัน จำนวน 45 ข้อ วัดความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยมีจำนวนข้อสอบ ทักษะการสังเกต 4 ข้อ และทักษะอื่น ๆ ทักษะละ 3 ข้อ ตามลำดับ

4. คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความตรงของแบบวัด

ความตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยวิธีหาค่าดัชนี ความสอดคล้องของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง .60 ถึง 1.00

4.2 ความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัด

ตรวจสอบค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัด โดยใช้เทคนิค 27% ข้อคำถามมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21 – .78 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 – .79

4.3 ความเที่ยงของแบบวัด

ความเที่ยงของแบบวัดหาโดยคำนวณค่าคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ความเที่ยงของแบบวัดรวมทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.84

5. วิธีการนำแบบวัดไปใช้

5.1 การเตรียมก่อนการสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรเตรียมในเรื่องเหล่านี้ คือ

5.1.1 กำหนดวันสอบไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ผู้สอบเตรียมตัวในการสอบ

5.1.2 จัดห้องสอบให้มีสภาพเหมาะสมในการสอบมากที่สุด เช่น แสงสว่างเพียงพอ ไม่ร้อนอบอ้าว ไม่มีเสียงรบกวนที่รบกวนสมาธิของผู้สอบ

5.1.3 จัดเตรียมแบบวัดและกระดาษคำตอบให้เพียงพอ โดยมีแบบวัดและกระดาษคำตอบสำรองไว้ด้วย

5.1.4 ศึกษาคำสั่งชี้แจงวิธีการทำแบบวัดล่วงหน้า เพื่อให้สามารถดำเนินการสอบได้อย่างเหมาะสม

5.2 วิธีปฏิบัติขณะสอบ

ตั้งแต่ผู้สอบเริ่มเข้าห้องสอบจนสอบเสร็จ ถือเป็นระยะที่สำคัญมาก ผู้ดำเนินการสอบควรปฏิบัติดังนี้

5.2.1 พุดโน้มน้าวใจผู้สอบให้มีความกระตือรือร้นที่จะตอบอย่างเต็มความสามารถและตอบตามความเป็นจริงให้มากที่สุด

5.2.2 ชี้แจงรายละเอียดของคำสั่งชี้แจง ซึ่งปรากฏอยู่บนแผ่นหน้าของแบบวัดอธิบายวิธี ตอบแบบวัดให้ผู้เข้าสอบเข้าใจก่อนอนุญาตให้ลงมือทำข้อสอบได้

5.2.3 เดือนเวลาให้ผู้สอบทราบ 2 ครั้ง คือ เมื่อหมดเวลาครึ่งหนึ่งของเวลาที่กำหนด และเมื่อเหลือเวลาอีก 5 นาทีของการทำแบบวัด

5.2.4 เมื่อผู้สอบตอบข้อคำถามเสร็จแล้ว ให้ผู้ดำเนินการสอบตรวจความสมบูรณ์ของกระดาษคำตอบว่าทำได้ถูกต้อง ครบถ้วนหรือไม่ ถ้าไม่สมบูรณ์ให้แก้ไขให้ถูกต้อง

5.3 วิธีปฏิบัติเมื่อเสร็จสิ้นการสอบ

ก่อนที่ผู้สอบจะออกจากห้องสอบ ผู้ดำเนินการสอบควรกล่าวคำขอบคุณที่นักเรียนได้ตั้งใจสอบแบบวัดเป็นอย่างดี

6. การตรวจให้คะแนน

6.1 การตรวจให้คะแนนแบบวัด

6.1.1 การให้คะแนนให้นับแต่เฉพาะข้อที่ตอบถูกเพียงอย่างเดียว ไม่มีการหักคะแนนข้อที่ผิด ไม่หักคะแนนสำหรับการเดา ไม่คิดคะแนนในลักษณะติลลป หรือใช้ปรับคะแนนโดยใช้สูตรแก้การเดา

6.1.2 การตรวจให้คะแนนให้นับตามจำนวนข้อที่นักเรียนตอบถูก โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก สำหรับข้อที่ตอบผิด ตอบมากกว่า 1 คำตอบ หรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน ดังนี้

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

ภาคผนวก ง

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- คำชี้แจง**
1. แบบวัดต่อไปนี้เป็นข้อความหรือสถานการณ์ง่าย ๆ ซึ่งเป็นเรื่องทั่ว ๆ ไป เมื่อนักเรียนอ่านแล้วให้พิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว คำตอบของนักเรียนจะไม่กระทบต่อผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด ขอให้นักเรียนตั้งใจทำให้ดีที่สุด
 2. แบบวัดมี 45 ข้อ ให้เวลา 1 ชั่วโมง กรุณาตอบให้ครบทุกข้อ
 3. วิธีตอบให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ได้ตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ซึ่งตรงกับตัวเลือกที่นักเรียนเลือกตอบในกระดาษคำตอบและ ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบวัด

ตัวอย่าง

0. คำถาม : ดอกไม้ชนิดใดต่อไปนี้ที่มีดอกเป็นสีเหลือง

- ก. ดอกพุด
- ข. ดอกแก้ว
- ค. ดอกมะลิ
- ง. ดอกดาวเรือง

กระดาษคำตอบ

ก	ข	ค	ง
	X		

เมื่อนักเรียนจะเลือกข้อ ข.

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ ก. ให้ทำดังนี้

ก	ข	ค	ง
X	X		

1. ทักษะการสังเกต

1. สมหญิงเลือกซื้อขั้วรถยนต์ ขั้วใด เป็นการ สังเกต อย่างละเอียด
 - ก. ดอกยางมีการเปลี่ยนแปลง
 - ข. ยางเส้นนี้ทำมาจากยางพารา
 - ค. ดอกยางเป็นรูปเส้นหยัก ซิกแซก
 - ง. ยางเส้นนี้ถูกใช้งานมาประมาณ 1 ปี

2. จากภาพที่กำหนดให้

A _____
 B _____
 C _____

ข้อใด เป็นข้อมูลจากการสังเกตที่สรุปได้อย่างถูกต้อง

- ก. เส้นทั้ง 3 เส้น เป็นเส้นตรง
 - ข. เส้น A B C มีความยาวเท่ากัน
 - ค. เส้น A มีความยาวมากกว่าเส้น B
 - ง. ความยาว $C > B > A$ ประมาณ 1 ซม.
3. ข้อใดคือการบันทึกผลการสังเกตเชิงปริมาณ ข้อใดถูกต้อง
 - ก. มดในรังโคนต้นไม้ มีสีแดงและดำ
 - ข. ในห้องเรียนมีพัดลมเปิดอยู่หลายตัว
 - ค. หลอดไฟในห้องมี 6 หลอด เปิดติด 3 หลอด
 - ง. กล้วยไม้ 3 ต้นนี้ ไม่ได้รดน้ำทำให้ดอกหล่น
 4. นักเรียนจุดเทียนไข ข้อใดเป็นสิ่งที่ สังเกตได้ ในขณะที่เทียนไขกำลังลุกไหม้
 - ก. เทียนไขกำลังร้อนมีพลังงานมาก
 - ข. ก๊าซออกซิเจนถูกใช้ในการลุกไหม้
 - ค. ไส้เทียนไขเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีดำ
 - ง. เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลวไฟ

5. จากตัวเลือกต่อไปนี้ ข้อใด ไม่เข้าพวก

- ก. มะม่วงผลนี้มีรสเปรี้ยว
- ข. มะพร้าวต้นนี้มีลำต้นสูง
- ค. มะนาวผลนี้มีสีเขียว ผลเป็น
- ง. มะขมผลนี้มีสีเหลืองแกมส้ม

2. ทักษะการวัด

6. ถ้านักเรียนต้องการน้ำ 5 ลบ.ซม. นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใดมาวัดจึงจะได้น้ำที่มี ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

- ก. บีกเกอร์
- ข. หลอดหยด
- ค. หลอดนิตยา
- ง. กระจกตวง

7. ข้อใดเลือกใช้เครื่องมือการวัดได้ ถูกต้องที่สุด

- ก. ใช้เส้นด้ายวัดความยาวของไข่
- ข. ใช้แอมมิเตอร์ในการวัดกระแสไฟฟ้า
- ค. ใช้ไม้เมตรวัดความยาวของอาคารเรียน
- ง. ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดไข้ วัดอุณหภูมิของน้ำ

8. ข้อใดใช้หน่วยของการวัด ไม่ถูกต้อง

- ก. ด้ายขดนี้หนัก 20 ชิค
- ข. ถนนสายนี้ยาว 8 กิโลเมตร
- ค. นาแปลงนี้มีพื้นที่ 900 ตารางเมตร
- ง. น้ำในแท็งก์นี้มีปริมาตร 5,000 ลบ.ซม.

3. ทักษะการจำแนกประเภท

9. จัดกลุ่มอุปกรณ์การทดลองไว้ดังนี้

กลุ่ม A ที่บังลม ตะแกรงลวด ถ้วยยูเรก้า เครื่องชั่งสาร

กลุ่ม B หลอดทดลอง แท่งแก้วคนสาร บีกเกอร์ หลอดหยด

กลุ่ม C กระจกนึ้ยดา ซ้อนดักสาร ท่อยางพลาสติก ไม้โปรแทคเตอร์

ข้อใดคือ เกณฑ์ ในการจัดกลุ่ม

ก. การนำไปใช้ประโยชน์

ข. ขนาดบรรจุของอุปกรณ์

ค. ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์

ง. คุณสมบัติการทนความร้อนของอุปกรณ์

10. อุปกรณ์ในข้อใดมีลักษณะของรูปทรง เหมือนกัน

ก. หนังสือ สมุด ปากกา

ข. ปากกา กระจกตวง บีกเกอร์

ค. ตลับเมตร ปฎิทิน ตลับสายไฟ

ง. ดินสอเขียนแก้ว บีกเกอร์ ไม้เมตร

11. กำหนดสิ่งของดังต่อไปนี้

น้ำตาลทราย น้ำส้ม นมสด เกลือ แป้ง

แอลกอฮอล์ น้ำปลา ทินเนอร์ ค้างทับทิม ครีมเทียม

จากสิ่งที่กำหนดให้ถ้าจัดเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. น้ำตาลทราย เกลือ แป้ง ค้างทับทิม ครีมเทียม

2. น้ำส้ม นมสด แอลกอฮอล์ น้ำปลา ทินเนอร์

การจัดสิ่งของดังกล่าวใช้ เกณฑ์ใด มาจำแนก

ก. การละลาย

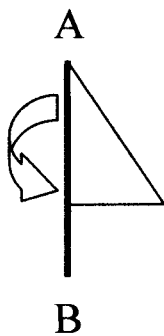
ข. การตกผลึก

ค. สถานะของสาร

ง. ความเป็นกรดเบส

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา

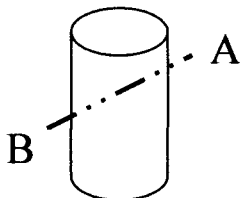
12. จงพิจารณารูป แล้วตอบคำถาม



จากรูปถ้าหมุนรูปตามแนวแกน A และ B จะทำให้ได้รูปทรง 3 มิติเป็นรูปใด

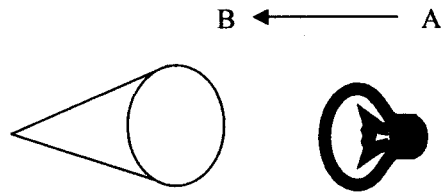
- ก. รูปไข่
- ข. รูปกรวย
- ค. รูปทรงกลม
- ง. รูปทรงกระบอก

13. นักเรียนตัดรูปทรงกระบอกตามแนว A และ B ดังภาพ จะเกิดรอยตัดเป็นรูปใด



- ก. รูปวงรี
- ข. รูปวงกลม
- ค. รูปสามเหลี่ยม
- ง. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

14. นักเรียนนำหลอดไฟวางด้านหน้าวัตถุรูปกรวย แล้วเปิดสวิตซ์ให้แสงเดินทางจากทิศ A ไปทิศ B จะเกิดเงาเป็นภาพใด



- ก. รูปวงรี
ข. รูปวงกลม
ค. รูปสามเหลี่ยม
ง. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
15. นำแผ่นกระดาษที่เขียนคำว่า “erase” ไปวางที่หน้ากระจกเงาจะเห็นเป็นภาพใด

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.

16. นักเรียนหันหน้าไปทางทิศเหนือ แล้วเดินไปทางทิศเหนือ 2 ก้าว จึงหยุด หลังจากนั้นจึงหันไปทางซ้าย แล้วเดินตรงไป 3 ก้าว จึงหยุด จากนั้น เดินไปทางซ้ายอีก 4 ก้าว อยากทราบว่า ด้านขวามือ คือทิศใด
- ก. ทิศใต้
ข. ทิศเหนือ
ค. ทิศตะวันตก
ง. ทิศตะวันออก

5. ทักษะการคำนวณ

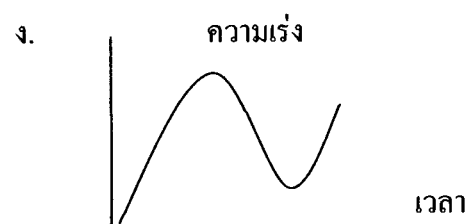
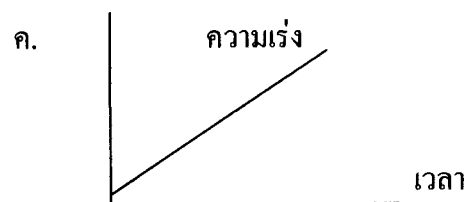
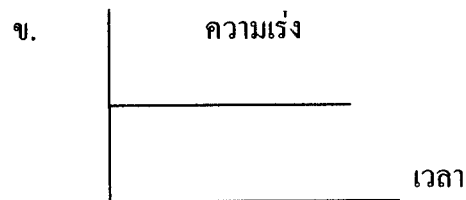
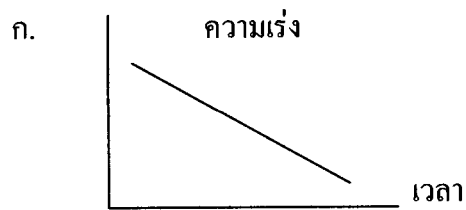
17. การทดลองหาปริมาตรของดินน้ำมันด้วยวิธีการแทนที่น้ำโดยใช้ถ้วยเรก้า วัดปริมาตรน้ำ 5 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 10.5 , 10.4 , 10.2 , 10.3 และ 10.1 ลบ.ซม. ปริมาตรน้ำโดยเฉลี่ยเป็นเท่าใด
- 10.2 ลบ.ซม.
 - 10.3 ลบ.ซม.
 - 10.4 ลบ.ซม.
 - 10.5 ลบ.ซม.
18. นักเรียนมีของเหลวปริมาตร $\frac{3}{4}$ ลิตร ใช้ภาชนะที่สามารถตวงน้ำได้ครั้งละ 250 ลบ.ซม. จะต้องตวงน้ำทั้งหมดกี่ครั้งจึงจะหมด
- 2 ครั้ง
 - 3 ครั้ง
 - 4 ครั้ง
 - 5 ครั้ง
19. ดินน้ำมันรูปลูกบาศก์ก้อนหนึ่ง ขนาด $2 \times 3 \times 4$ ลบ.ซม. ใช้มีดตัดดินน้ำมันให้แต่ละก้อนมีขนาด 1 ลบ.ซม. จะได้ดินน้ำมันทั้งหมดกี่ก้อน
- 15 ก้อน
 - 20 ก้อน
 - 24 ก้อน
 - 30 ก้อน

6. ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล

20. ในการสำรวจอาชีพของผู้ปกครองนักเรียน โรงเรียนแห่งหนึ่ง พบอาชีพดังนี้ เกษตรกร 83% ลูกจ้าง 10% รับราชการ 2% ค้าขาย 3% และอื่น ๆ 2% จากข้อมูลดังกล่าว นักเรียนควรนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดจึงจะเหมาะสมมากที่สุด

- ก. กราฟเส้น
- ข. กราฟแท่ง
- ค. เขียนบรรยาย
- ง. แผนภูมิวงกลม

21. การขับรถขึ้นเขาต้องมีการเพิ่มความเร็วของรถ นักเรียนคิดว่ากราฟในข้อใดอธิบายความสัมพันธ์ของความเร่งและเวลาได้ ถูกต้องที่สุด



22. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประชากรแมลงวัน โดยทำการทดลองเลี้ยงแมลงวัน 1 คู่ ในภาชนะปิด และนับจำนวนแมลงวันทุก ๆ 4 วัน เป็น เวลา 56 วัน พบว่าจำนวนแมลงวันเปลี่ยนแปลงไป ดังนี้ 2, 10, 28, 140, 200, 280, 370, 120, 60 และ 10 ตัว ตามลำดับ ต้องการนำเสนอผลการทดลองนี้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของประชากรแมลงวันในแต่ละช่วงเวลา ควรจัดกระทำข้อมูลรูปแบบใดจึงจะสื่อได้ความหมายเข้าใจง่ายที่สุด

- ก. กราฟ
- ข. รูปภาพ
- ค. วงจรชีวิต
- ง. สัญลักษณ์

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

23. จากการขุดค้นพบซากฟอสซิลหอย ณ จังหวัดอุบลราชธานี นักเรียนจะสันนิษฐานว่าอย่างไร

- ก. พื้นที่นี้เคยเป็นทะเลมาก่อน
- ข. เป็นที่ทิ้งเปลือกหอยของชาวบ้าน
- ค. เกิดจากภูเขาไฟในทะเลระเบิดมา
- ง. เป็นที่ฝังพระศพจึงมีการตกแต่งด้วยเปลือกหอย

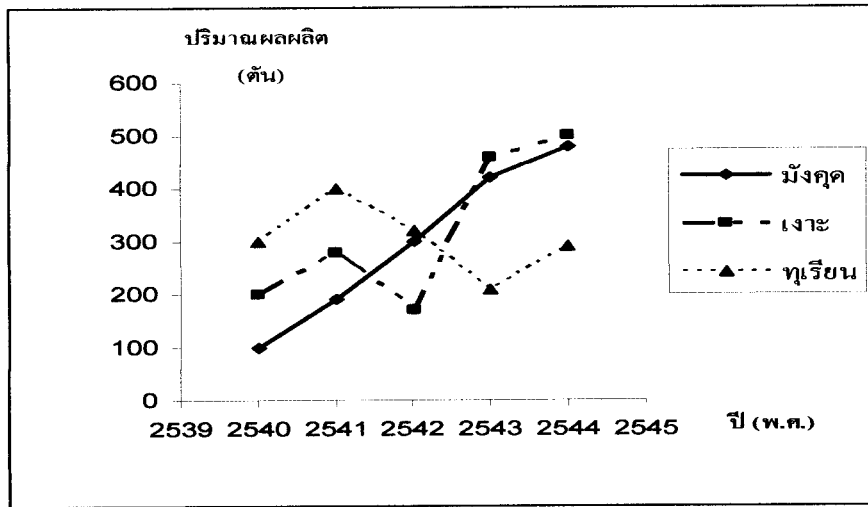
24. พิจารณาการเคลื่อนที่ของรถคันหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาดังตาราง

เวลา (วินาที)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
ความเร็ว (เมตร/วินาที)	0	5	10	15	15	30	35	40	40	40	50	60	60

ข้อความใดสรุปการเคลื่อนที่ของรถได้ **ไม่ถูกต้อง**

- ก. ความเร่งของรถเพิ่มความเร็วเพิ่ม
- ข. รถต้องใช้ความเร่งที่เพิ่มมากขึ้นแล้วจึงลดลงจนกระทั่งคงที่
- ค. ความเร็วของรถในช่วง 0-60 วินาที โดยเฉลี่ยแล้วความเร่งเพิ่มขึ้น
- ง. ความเร็วของรถคงที่ที่วินาทีที่ 70-90 วินาที และวินาทีที่ 110-120 วินาที

25. พิจารณากราฟแสดงปริมาณผลผลิตของผลไม้ในจังหวัดตราดเป็นดังนี้



ข้อใดอธิบายความหมายจากกราฟได้ ถูกต้องที่สุด

- ในปี พ.ศ. 2541 ผลผลิตของผลไม้ทั้ง 3 ชนิดลดลง
- ปริมาณผลผลิตของทั้งสามชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี
- ในปี พ.ศ. 2543 ผลผลิตของมังคุดมากกว่าทุเรียนแต่น้อยกว่าเงาะ
- ปริมาณผลผลิตของเงาะจะเพิ่มขึ้นทุกปี แต่มังคุดมีแนวโน้มผลผลิตลดลง

8. ทักษะการพยากรณ์

26. จากการทดลองเรื่องแรงเสียดทานของวัตถุ ได้ผลการทดลองดังนี้

น้ำหนักตุ้มน้ำหนัก (กรัม)	ระยะสปริง (ซม.)
300	3
600	6
900	9
1200	12

ถ้ากำหนดน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักเป็น 750 กรัม ระยะสปริงจะเป็นเท่าใด

- 4.5 ซม.
- 5.5 ซม.
- 6.5 ซม.
- 7.5 ซม.

27. กำหนดให้ผลการทดลองการปลูกต้นรักเป็นเวลา 30 วัน ดังตาราง

สัปดาห์ที่	ความสูง (ซม.)
2	2
4	3
6	4
8	5

จากข้อมูลในตารางจงพิจารณาว่า ข้อใดถูกที่สุด

- ก. ความสูงแปรผกผันกับเวลา
 ข. ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น
 ค. ในสัปดาห์ที่ 5 ความสูงเท่ากับ 3 เซนติเมตร
 ง. เมื่อเวลาผ่านไปถึงสัปดาห์ที่ 10 ต้นรักจะมีความสูงเพิ่มขึ้น 0.5 เซนติเมตร
28. นำสารละลาย A มาละลายน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิต่าง ๆ จนกระทั่งสารละลายอิ่มตัว
 ปรากฏผลดังตาราง

การทดลองที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	มวลของสาร (กรัม)
1	40	5
2	X	13
3	60	23
4	70	Y

จากข้อมูลดังกล่าว ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. $Y > X$
 ข. $Y > 23$
 ค. $40 < X < 60$
 ง. ค่าของ X คือ 50

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

29. การทดลองเรื่อง การตรวจสอบคุณสมบัติของสารอาหาร ศึกษาข้อมูลแล้วพบว่า ผลปรากฏดังตาราง

สารตัวอย่าง	ผลการทดลองที่สังเกตได้เมื่อทดสอบด้วยสารละลาย			การถูกกับกระดาษ
	ไอโอดีน	ไบยูเรต	เบเนดิกต์	
A	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีม่วง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่โปร่งแสง
B	สีน้ำเงินเข้ม	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่โปร่งแสง
C	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	โปร่งแสง
D	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีส้ม	ไม่โปร่งแสง

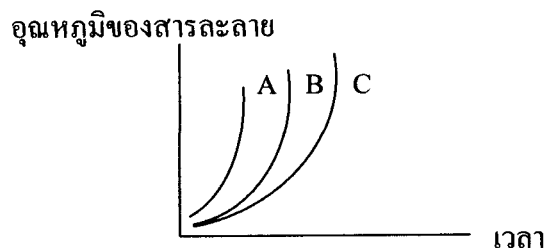
จากข้อมูลสมมติฐานใด ถูกต้อง มากที่สุดตามลำดับ

- สาร A และสาร B เป็นสารอาหารประเภท ไขมันและแป้ง
- สาร B และสาร C เป็นสารอาหารประเภท ไขมันและแป้ง
- สาร C และสาร D เป็นสารอาหารประเภท แป้งและน้ำตาล
- สาร A และสาร D เป็นสารอาหารประเภท โปรตีนและน้ำตาล

30. ปลุกต้นมะลิ 2 ต้น ลงในกระถาง 2 ใบ ควบคุมสิ่งต่าง ๆ ให้เหมือนกัน และนำกระถางใบที่ 1 ไปไว้ในสนามที่มีแสงแดดส่องถึง ใบที่ 2 นำไปเก็บไว้ในตู้มืดเป็นเวลา 7 วัน รดน้ำทั้ง 2 กระถางทุกวัน การทดลองครั้งนี้พบว่าต้นมะลิมีการเจริญเติบโตต่างกัน ควรตั้งสมมติฐาน อย่างไร

- ต้นมะลิที่วางไว้ในตู้มืดตาย
- ต้นมะลิทั้งสองต้นมีการเจริญเติบโต
- น้ำจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิ
- แสงสว่างมีผลต่อการเจริญเติบโตของมะลิ

31. ศึกษากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสารละลายกับเวลาดังภาพ



จากกราฟเป็นข้อมูลที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อใด

- ก. อุณหภูมิของสารละลายเพิ่มเมื่อเวลาเพิ่ม
- ข. อุณหภูมิของสารละลายไม่แปรผันกับเวลา
- ค. อุณหภูมิของสารละลายคงที่เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น
- ง. อุณหภูมิของสารละลายลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

32. ตารางแสดงการรับประทานอาหารกลางวันของนักเรียน 5 คน เป็นดังนี้

ชื่อ	รายการอาหารที่รับประทาน				
	ขนมหวาน	ข้าวราดแกง	ก๋วยเตี๋ยว	ข้าวผัดหมู	ขนมจีนแกงไก่
ดิ่งโหน่ง	/	/			
ดิ่งหน่อง	/			/	
ดิ่งต่าง			/		/
ดิ่งต๋อง	/				/
ดิ่งต๋อง			/	/	

หลังจากรับประทานอาหารกลางวัน พบว่า ดิ่งโหน่ง มีอาการปวดท้องอย่างรุนแรง
จะสันนิษฐานอาการปวดท้องนี้ว่ามีสาเหตุจากการรับประทานอาหารในข้อใด

- ก. ข้าวราดแกง
- ข. ข้าวผัดหมู
- ค. ขนมจีนแกงไก่
- ง. ก๋วยเตี๋ยวและขนมหวาน

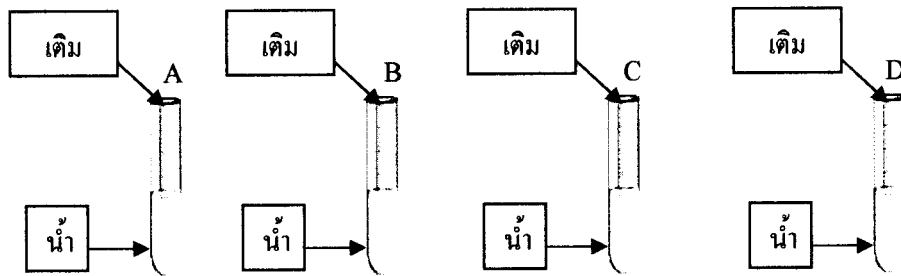
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

33. ข้อใดคือนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ตัวนำยิ่งยวด” ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการทดลองการนำไฟฟ้า
- วัสดุใด ๆ ที่ต้านทานการนำไฟฟ้าได้มาก
 - วัสดุใด ๆ ที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย
 - วัสดุใด ๆ ที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ยาก
 - วัสดุใด ๆ ต่อวงจรแล้วกระแสไฟฟ้าครบวงจร
34. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ก๊าซออกซิเจน” ที่สามารถสังเกตและทดลองได้
- เป็นก๊าซที่มีสีเทาดำ
 - เป็นก๊าซที่ทำให้เทียนไขติดไฟได้
 - เป็นก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นคล้ายไข่เน่า
 - เป็นก๊าซที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์ ออกซิเจน 1 อะตอม
35. ข้อใด ไม่ใช่ ความหมายของ การเจริญเติบโตของพืช
- การเจริญเติบโตคือ มีความสูงเพิ่มขึ้น
 - การเจริญเติบโตของพืชคือ สีของใบพืชเข้มขึ้น
 - การเจริญเติบโตของพืชคือ มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น
 - การเจริญเติบโตของพืชคือ มีเส้นแสดวงปีเพิ่มขึ้น
36. ก่อนการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า “พลาสติกเป็นฉนวนไฟฟ้าหรือไม่” ควรกำหนดความหมายของคำ ๆ ใด ให้ชัดเจน
- ไฟฟ้า
 - ฉนวน
 - พลาสติก
 - พลาสติกเป็นฉนวน

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 37-39

การทดลองเรื่อง การเกิดฟองของน้ำ โดย ใต้น้ำลงในหลอดทดลองจำนวน 4 หลอด ๆ ละ 10 ลบ.ซม. เติมน้ำส้มเค็มหลอดละ 1 ชนิด ปริมาณเท่ากัน เขย่าจนสารละลายหมด เติมน้ำสบู่หลอดละ 1 ลบ.ซม. ปิดจุกเขย่าพร้อม ๆ กัน และสังเกตฟองที่เกิดขึ้น



37. ตัวแปรต้น ของการทดลองนี้คือข้อใด

- ก. การเติมน้ำ
- ข. ชนิดของน้ำที่เติม
- ค. อุณหภูมิของน้ำ
- ง. ปริมาณของน้ำที่เติม

38. ตัวแปรตาม ของการทดลองนี้คือข้อใด

- ก. ปริมาณฟอง
- ข. ชนิดของน้ำที่เติม
- ค. ปริมาณน้ำที่เติม
- ง. วิธีการเขย่าหลอดทดลอง

39. การศึกษา “รูปทรงของภาชนะมีผลต่อปริมาณความร้อนที่ใช้ในการหุงต้ม”

ข้อใดคือตัวแปรตาม

- ก. สถานที่ทดลอง
- ข. ชนิดของเชื้อเพลิง
- ค. รูปทรงของภาชนะ
- ง. ปริมาณความร้อน

40. ตารางแสดงผลการทดลองที่ได้จากการนำวัตถุไปแทนที่น้ำ

วัตถุชิ้นที่	มวล (กรัม)	ปริมาตรน้ำล้น (ลบ.ซม.)
1	250	250
2	350	280
3	250	200
4	350	200

กำหนดตัวเลือกดังนี้

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1. มวลของวัตถุ | 2. ปริมาตรของวัตถุ |
| 3. ชนิดของวัตถุ | 4. ความหนาแน่นของวัตถุ |

จากข้อมูล ตัวเลือกทั้งหมดของการทดลองนี้ ตัวแปรใดที่ไม่ได้ควบคุม

- ก. 1, 2
- ข. 3, 4
- ค. 2, 3
- ง. 1, 2, 3, 4

12. ทักษะการทดลอง

41. การทดลองหาค่า pH ของดินที่เหมาะสมแก่การปลูกผัก จะต้องใช้อุปกรณ์และสารเคมี เพื่อทำการทดลองตามข้อใด

- ก. ดินที่มีค่า pH เท่ากัน น้ำ ปุ๋ย
- ข. ดินที่มีค่า pH ต่างกัน น้ำ ปุ๋ย
- ค. ดินที่มีค่า pH ต่างกัน น้ำ แสงแดด
- ง. ดินที่มีค่า pH เท่ากัน น้ำ แสงแดด

42. การเปรียบเทียบความสามารถในการละลายของสาร X และสาร Y ควรออกแบบการทดลองตามข้อใด เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองเท่ากัน
- เติมสาร X และสาร Y ลงในหลอดทดลองหลอดเดียวกัน ที่มีน้ำแล้วเขย่า
 - เติมสาร X และสาร Y ปริมาณเท่ากันลงในหลอดทดลองที่มีน้ำในปริมาณต่างกัน
 - เติมสาร X และสาร Y ลงในหลอดทดลองที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน ปริมาณเท่ากัน
 - เติมสาร X และสาร Y ลงในหลอดทดลองที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ในปริมาณเท่ากัน

13.ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

43. พิจารณตารางค่าความหนาแน่นของอากาศที่ระดับความสูงต่างๆ กันดังนี้

ความสูง (กิโลเมตร)	ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.)	ความดันของอากาศ (มิลลิเมตรปรอท)
0	1.2	760
2	1.0	600
4	0.8	470
6	0.6	360
8	0.5	280
10	0.4	210

การสรุปข้อมูลต่อไปนี้ข้อใด **ถูกต้องที่สุด**

- ความหนาแน่นของอากาศลดลง ความดันของอากาศเพิ่มขึ้น
- ความดันของอากาศเพิ่มขึ้น ความสูงของระดับน้ำทะเลลดลง
- ความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นและความดันของอากาศลดลงด้วย
- ความหนาแน่นของอากาศลดลง ความสูงจากระดับน้ำทะเลและความดันของอากาศเพิ่มขึ้น

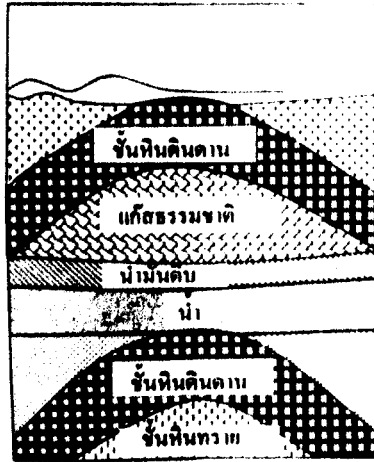
44. การทดลองหาคุณภาพของแหล่งน้ำ 5 แหล่ง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำประปา ผลปรากฏดังตาราง

แหล่งน้ำ	ลักษณะของน้ำที่สังเกตด้วยตาเปล่า	สิ่งที่เหลือในถ้วยกระเบื้องจนระเหยแห้ง	กลิ่นที่ได้ขณะระเหยแห้ง
1	ใส	ไม่มีตะกอน	ไม่มีกลิ่น
2	ใส	ไม่มีตะกอน	ฉุน
3	ใส	ไม่มีตะกอน	ฉุน
4	ใส	ตะกอนขาว	ไม่มีกลิ่น
5	ใส	ตะกอนขาว	ฉุน

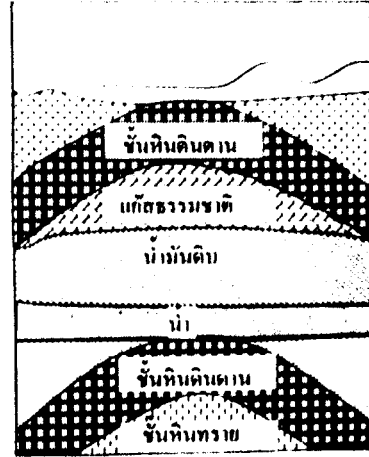
จากข้อมูลในตาราง นักเรียนควรเลือกน้ำจากแหล่งใด

- ก. แหล่งน้ำที่ 1
- ข. แหล่งน้ำที่ 2
- ค. แหล่งน้ำที่ 3
- ง. แหล่งน้ำที่ 1, 4

45. ภาพแสดงการสำรวจแหล่งปิโตรเลียม 2 ตำบล ดังปรากฏดังรูป



ตำบล ก



ตำบล ข

ถ้านักเรียนเป็นผู้รับสัมปทานขุดเจาะปิโตรเลียม จะเลือกลงทุนที่ตำบลใด เพราะเหตุใด

- ก. ตำบล ก และ ข เพราะพบปิโตรเลียมทั้งสองแห่ง
- ข. ตำบล ก เพราะมีปริมาณของแก๊สธรรมชาติมากกว่าตำบล ข
- ค. ไม่น่าลงทุนทั้งสองตำบล เพราะทั้งสองแห่งมีน้ำใต้ดินแทรกอยู่
- ง. ตำบล ข เพราะมีปริมาณของน้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติมากพอ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวนันทพร สวงหงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	10 ธันวาคม 2523
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดตราด
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วท.บ. (เคมี) พ.ศ. 2546
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวัดเกลบบน อำเภอเมือง จังหวัดระยอง
ตำแหน่ง	ครูผู้ช่วย