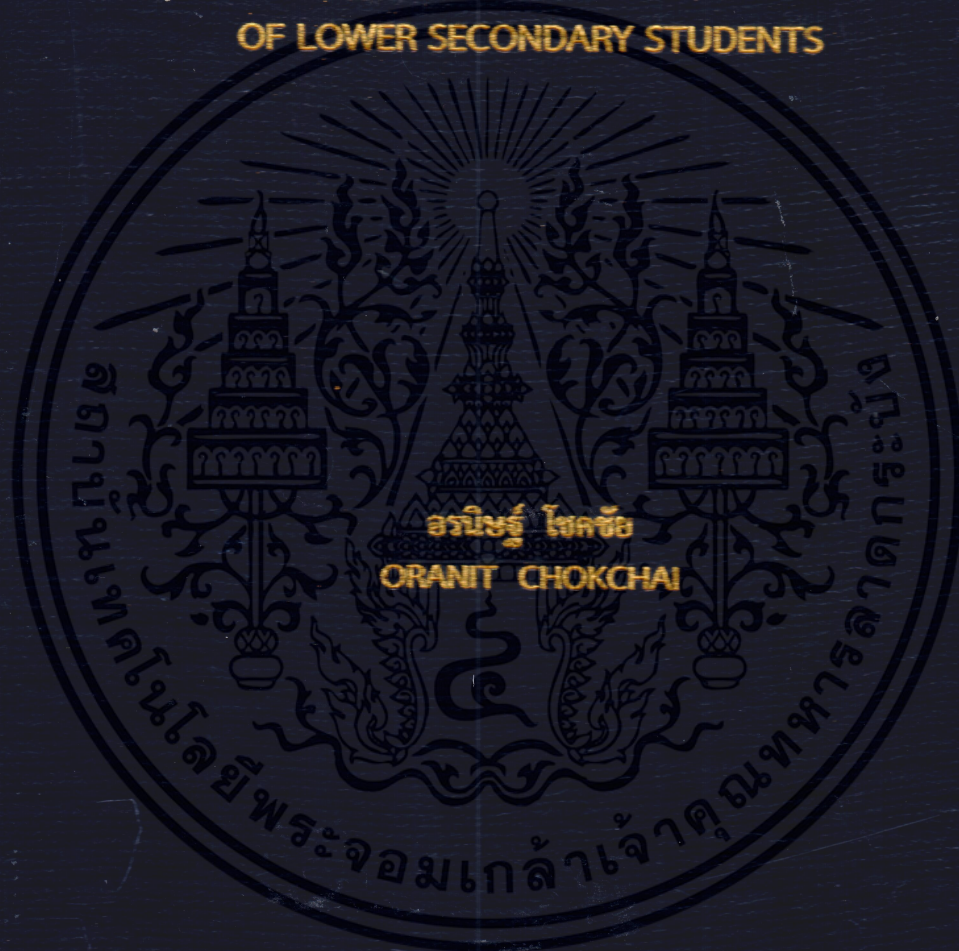


โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน
ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

HIERARCHICAL LINEAR MODEL OF STUDENT AND CLASSROOM
VARIABLES ON INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS
OF LOWER SECONDARY STUDENTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาครุศาสตรบัณฑิต (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)
คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2018-ED-D-228-020

โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน
ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

HIERARCHICAL LINEAR MODEL OF STUDENT AND CLASSROOM
VARIABLES ON INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS
OF LOWER SECONDARY STUDENTS



อรณิชฐ์ โชคชัย
ORANIT CHOKCHAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิตบัณฑิต
สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2018-ED-D-228-020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIERARCHICAL LINEAR MODEL OF STUDENT AND CLASSROOM
VARIABLES ON INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS
OF LOWER SECONDARY STUDENTS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF INDUSTRIAL EDUCATION IN INDUSTRIAL EDUCATION
(RESEARCH AND CURRICULUM DEVELOPMENT)
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2019

KMITL-2018-ED-D-228-020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2019

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
นักศึกษา	นางอรณิชฐ์ โชคชัย
รหัสประจำตัว	57603025
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิต
สาขาวิชา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)
พ.ศ.	2562
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์ พิมพ์ดี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระดับของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และระดับของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 20 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 50 ห้อง และจำนวนนักเรียน 1,000 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีจำนวน 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และค่าความเที่ยง 0.79 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และค่าความเที่ยง 0.76 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และค่าความเที่ยง 0.82 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และค่าความเที่ยง 0.73 แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และค่าความเที่ยง 0.87 และแบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และค่าความเที่ยง 0.86

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที การวิเคราะห์ความแปรปรวน การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการวิเคราะห์พหุระดับ ผลการวิจัยพบว่า

1. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง
2. ตัวแปรระดับนักเรียน คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวแปรระดับห้องเรียน คือ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

4. ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน

5. ตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้น เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Hierarchical Linear Model of Student and Classroom Variables on Integrated Science Process Skills of Lower Secondary Students
Student	Mrs. Oranit Chokchai
Student ID.	57603025
Degree	Doctor of Industrial Education
Program	Industrial Education (Research and Curriculum Development)
Year	2019
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Paitoon Pimdee
Thesis Co-advisor	Dr. Phadungchai Pupat

ABSTRACT

This research aimed to study the level of integrated scientific process skills, the level of the student variables were the student's achievement motivation, their scientific attitude, and their attitudes towards science. Additional classroom variables were also examined. These included the teaching quality of science teachers and the learning atmosphere within each science class. And to study the hierarchical linear model of the student and the classroom variables influence on integrated science process skills of Thai lower secondary school students under the administration of Bangkok's Secondary Educational Service Area Office 1.

Multi-stage random sampling was used to select the research sample of 1,000 Grade 8 students enrolled in the 2016 academic year from the 20 schools and 50 classrooms under Bangkok's Secondary Educational Service Area Office 1. There were six types of research tools used on the students, these included: 1) an integrated science process skills test, which had a content validity ranging from 0.8-1.0, and a reliability determined to be 0.79, 2) the measurement of the attributes related to achievement motivation, which had a content validity ranging from 0.6-1.0, and a reliability determined to be 0.76, 3) the measurement of the attributes of the student's scientific attitude, which had a content validity ranging from 0.6-1.0, and a reliability determined to be 0.82, 4) the measurement on attributes of each student's attitude towards science, which had a content validity ranging from 0.6-1.0, and a reliability determined to be 0.73, 5) a questionnaire on the teaching quality of science teachers, which had a content validity ranging from 0.6-1.0, and a reliability determined to be 0.87, and finally 6) a questionnaire on the learning atmosphere in each science class, which had a content validity ranging from 0.6-1.0, and a reliability determined to be 0.86.

Statistical software was used to analyze the data by mean, standard deviation, t-test, the analysis of variance, Pearson's product moment correlation, confirmatory

factor analysis and multilevel analysis. Findings from the research determined that 1) overall, student's integrated scientific process skills were at a level that needed improvement, 2) student achievement motivations were at a moderate level, but overall the scientific attitude and the attitudes towards science were at a level that were relatively high, and 3) concerning the classroom variables, overall the teaching quality of science teachers and the learning atmosphere in the science class were at a level that were relatively high, 4) the student variables which were evaluated consisted of each student's achievement motivation, their scientific attitudes and attitudes towards science, which was determined to have no influence on each students' integrated science process skills, 5) classroom variables consisted of the teaching quality of science teachers and the learning atmosphere in science class, which was determined to have no influence on students' integrated science process skills.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความสะดวกมาอย่างยิ่งจาก ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ พิมพ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้ความช่วยเหลือด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จึงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์วิรัตน์ ขวัญยืน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่างๆ ในการเข้าไปเก็บข้อมูลงานวิจัยในโรงเรียน ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้ให้ความรู้และข้อเสนอแนะต่างๆ ในการเรียนและการทำวิจัย ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียนครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และนักเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ปีการศึกษา 2559 ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย และให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา สมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

อรณิชฐ์ โชคชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	6
1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	7
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	8
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	12
2.2 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์.....	23
2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	25
2.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	32
2.5 คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์.....	33
2.6 บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	52
2.7 การวิเคราะห์พหุระดับ.....	57
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	66
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พหุระดับ.....	71
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	74
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	74
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	75
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	86
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
4.1 ผลการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ.....	96
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา	
มัธยมศึกษา เขต 1	
4.2 ผลการศึกษาระดับของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์.....	98
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยม	
ศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1	
4.3 ศึกษาของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของ.....	102
ครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่	
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1	
4.4 ผลการศึกษากิจกรรมของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน.....	105
ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่	
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1	
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	116
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	116
5.2 การอภิปรายผล.....	119
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	123
บรรณานุกรม.....	124
ภาคผนวก.....	131
ภาคผนวก ก ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์.....	132
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ.....	134
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	136
ภาคผนวก ง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	152
แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	
ภาคผนวก จ หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย.....	156
ประวัติผู้เขียน.....	162

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความหมาย/คำนิยาม และตัวอย่างคำถาม/คำสั่ง เพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน	18
2.2 แสดงคุณลักษณะและพฤติกรรมที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน	30
2.3 แสดงกระบวนการที่สนใจใหม่ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	34
2.4 แสดงตัวอย่างสถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบ	47
2.5 แสดงตัวอย่างสถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติ	49
2.6 ฝั่งแสดงตัวแปร 2 ระดับ	64
3.1 แสดงแผนผังแบบทดสอบ (Test blueprint) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ จำนวน 32 ข้อ	78
3.2 สรุปเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	86
3.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการยืนยันความตรงของโมเดลการวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	91
4.1 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของนักเรียนจำแนกตามสถานภาพ	96
4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของค่าเฉลี่ย และลำดับที่ของค่าเฉลี่ย ของระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน จำแนกเป็นรายตัวบ่งชี้และโดยรวม	97
4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของค่าเฉลี่ย และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยของ ระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม	98
4.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของค่าเฉลี่ย และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยของ ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม	99
4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของค่าเฉลี่ย และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยของ ระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม	101
4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของค่าเฉลี่ย และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยของ ระดับคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม	102
4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของค่าเฉลี่ย และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยของ ระดับบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม	104
4.8 ค่าสถิติเชิงบรรยายลักษณะตัวแปรในการวิจัย ของตัวแปรต้นระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน และตัวแปรตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	105
4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศ ในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้.....107 ในโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน	
4.11 ค่าสถิติผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทาง.....108 วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน	
4.12 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random effect).....110 ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์หองค์ประกอบ 2 ระดับ ตามโมเดลศูนย์ (Null model)	
4.13 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random effect).....111 ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์หองค์ประกอบ 2 ระดับ ตามโมเดลอย่างง่าย (Simple model)	
4.14 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random effect).....113 ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์หองค์ประกอบ 2 ระดับ ตามโมเดลสมมติฐาน (Hypothetical model)	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แนวโน้มคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยใน PISA 2000 ถึง PISA 2015.....	3
1.2 แนวโน้มคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย..... ใน TIMSS ปี 1999, 2007, 2011 และ 2015	4
1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	8
2.1 แสดงแผนผังการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยหลักการสอน 3S+I.....	36
2.2 แสดงการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน.....	44
2.3 ตัวอย่างโมเดลเชิงบวก 3 ระดับ : การวิเคราะห์สมการถดถอย.....	60
2.4 โมเดลของการวิเคราะห์หุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย : กรณีที่มีสองระดับ.....	63
2.5 โค้งสร้างแหล่งข้อมูลของตัวแปร 2 ระดับ.....	64
3.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการ..... ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	77
3.2 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบวัด.....	81
3.4 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม.....	84
4.1 โมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ.....	109

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในศตวรรษที่ 21 มีความคาดหวังให้พลเมืองในศตวรรษนี้เป็นผู้มีความรอบรู้ เป็นนักคิดและนักแก้ปัญหา วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการคิด ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การใช้และประเมินประจักษ์พยาน ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะและการให้เหตุผลจากข้อมูล (Harlen, 1999 : 130-131; Padilla, 1990 : 1-3) วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552 : 92) การสอนให้นักเรียนรู้จักคิดเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งที่ได้มากกว่าองค์ความรู้ คือ กระบวนการหรือวิธีการในการเรียนรู้ (NRC, 2000 : 14) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) เกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การอาศัยข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical evidence) การรวบรวมและการตีความข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ปรากฏ จากจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ และจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (Scientific investigations) (Schwartz & Lederman, 2008: 728) หลักฐานที่มีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) จะส่งผลเชิงบวกต่อทักษะกระบวนการและทักษะการใช้ความคิด นักเรียนจะเกิดทักษะเมื่อถูกนำเข้าสู่การสืบเสาะหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Engage in science inquiry) การที่จะเข้าใจถึงการสืบเสาะ นักเรียนจะต้องเรียนรู้ถึงคำว่าการตั้งสมมติฐานและการลงข้อสรุป ซึ่งเป็นขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (The scientific method) นักเรียนควรได้ทำการทดลองก่อนที่จะนำเข้าสู่การสร้างคำอธิบายองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Explanation of scientific concepts) การสืบเสาะไม่ใช่แค่การเรียนรู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์แต่หมายถึงชุดของทักษะที่นักเรียนต้องได้รับการเรียนรู้ (NRC, 2000 : 14-15, 39, 125-126)

ทักษะกระบวนการได้มีการนำไปรวมกับความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) นักเรียนในทุกระดับชั้นในทุกๆ สาระของวิทยาศาสตร์ควรที่จะเปิดโอกาสให้มีการใช้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความสามารถในการคิดและวิธีการอื่นๆ เพื่อใช้ในการสืบเสาะ เช่น การถามคำถาม การวางแผน การลงมือสำรวจ การใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและการใช้เทคนิคต่างๆ ในการรวบรวมข้อมูล การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการให้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและการสร้างคำอธิบาย การสื่อสารข้อคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นมาตรฐานของหลักสูตรจึงมีการรวมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processes of science) และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Bybee, 2015 : 6, 8; NRC, 1996 : 14, 105; Padilla, 1990 : 1-3)

นักเรียนที่จะพัฒนาความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ ควรมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และต้องมีการใช้องค์ความรู้และทักษะในการที่จะสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนบางคนยังคงมีความสับสนเกี่ยวกับตัวแปรและการควบคุมการทดลอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่อยครั้งที่นักเรียนจะพบปัญหาเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐานที่ปรากฏที่ดูเหมือนจะผิดแปลกไปจากเดิมและต้องใช้ตรรกะมากกว่าความเชื่อที่มีมาก่อนหน้าการเรียนรู้อื่น (NRC, 1996 : 173) การพัฒนาและการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นสิ่งที่ได้ให้ความสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์มานานแล้ว เพราะเป็นส่วนสำคัญในการนำไปใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และช่วยให้เกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ซึ่งเป็นเป้าหมายและรากฐานที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ (Anderson, 2002 : 1-12; NRC, 1996 : 13, 105)

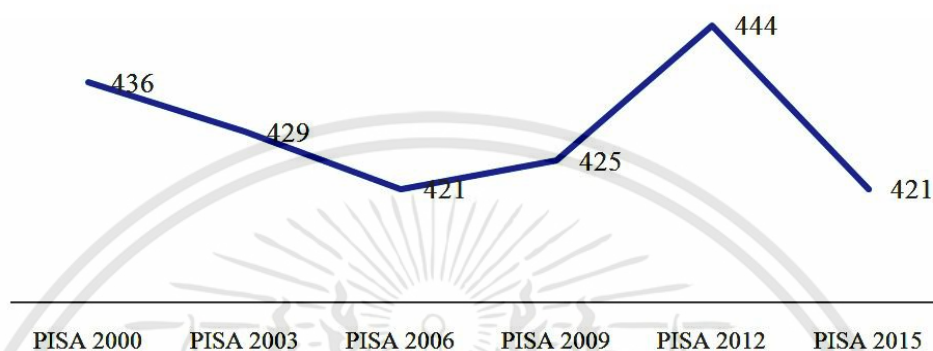
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยความเข้าใจ มีความเกี่ยวข้องกับการทำนาย การตั้งคำถาม และการรวบรวมหลักฐานเพื่อทดสอบการทำนาย ทั้งหมดนี้จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการแสดงถึงประสบการณ์ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้เนื้อหาด้วยความเข้าใจ (Harlen, 1999 : 130-131) การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาที่พบในการดำเนินชีวิต มีความคล้ายคลึงกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทักษะดังกล่าวในการปฏิบัติงาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียนเพื่อใช้ในการเรียนรู้ วิธีการทำวิจัยและเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการใช้ในการแก้ปัญหาในวิทยาศาสตร์ (Bolat, Türk, Turna, & Altinbaş, 2014 : 2660-2663; Gultepe, 2016 : 779-800; Lind, 1999 : 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเกิดขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การได้ใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ผ่านการสัมผัส การเคลื่อนไหว การสังเกต การฟัง การดมกลิ่น การควบคุมสิ่งต่างๆ สิ่งเหล่านี้จะช่วยเพิ่มทักษะการคิดให้แก่เด็กนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง (Bolat, Türk, Turna, and Altinbaş, 2014 : 2660-2661; Gultepe, 2016 : 779-800)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกกำหนดออกเป็นชุดของความสามารถที่มีความเหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์และสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ (Padilla, 1990 : 1-3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) ประกอบด้วยทักษะการสังเกต (Observing) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) ทักษะการวัด (Measuring) ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating) ทักษะการจำแนก (Classifying) และทักษะการพยากรณ์ (Predicting) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated science process skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเป็นพื้นฐานการเรียนรู้สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Padilla, 1990 : 1-3)

จากโครงการ Programme for International Student Assessment (PISA) ซึ่งดำเนินการโดย Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) ใน PISA 2006 และ PISA 2015 ได้เน้นการประเมินความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ กรอบการประเมินประกอบด้วยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีทั้งความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และความรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา จากผลการประเมิน PISA พบว่าช่วง PISA 2009 ถึง PISA 2012 ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ใน PISA 2015 กลับมีคะแนนลดลงจาก PISA 2012 (ลดลง 23 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนลดลงจนเท่ากับการประเมินรอบ PISA 2006 ที่มีการประเมินวิทยาศาสตร์เป็นหลัก จากการประเมิน PISA 2015 คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

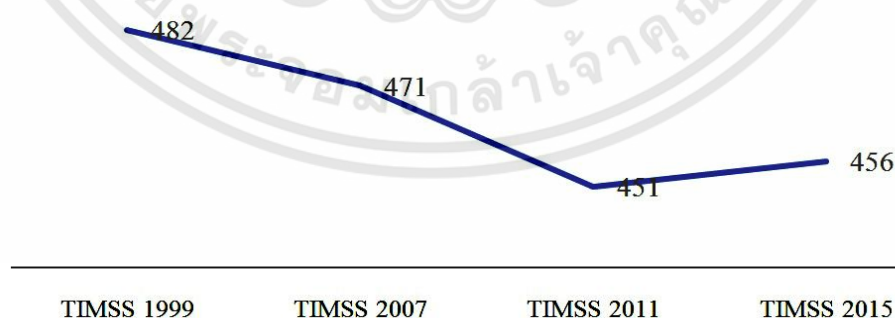
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทยเท่ากับ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับ (คะแนนเฉลี่ย OECD ของวิทยาศาสตร์ ใน PISA 2015 เป็นคะแนนมาตรฐานที่ 493 คะแนน) จากการประเมิน PISA 2015 ประเทศในเอเชียที่ร่วมการประเมินและมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าประเทศไทยมีเพียงประเทศอินโดนีเซีย (สสวท. 2558ก : 4-6) คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยใน PISA 2000 ถึง PISA 2015 แสดงดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 แนวโน้มคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยใน PISA 2000 ถึง PISA 2015

จากผลการประเมิน TIMSS 2015 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 456 คะแนน จัดอยู่ในอันดับที่ 26 ของประเทศที่เข้าร่วมการประเมินจากทั้งหมด 39 ประเทศ จากผลการประเมินนักเรียนไทยส่วนใหญ่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ และนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับก้าวหน้ามีอยู่เพียงเล็กน้อย แนวโน้มคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ในปี 1999, 2007, 2011 และ 2015 พบว่าคะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ในปี 2015 มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (สสวท. 2558ข : 5-7) แสดงดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 แนวโน้มคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยใน TIMSS ปี 1999, 2007, 2011 และ 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลจากการประเมิน PISA และ TIMSS ที่ผ่านมาพบว่านักเรียนไทยยังคงต้องมีการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของการรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์ และเนื่องด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนเพื่อใช้ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นรากฐานของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Anderson, 2002 : 1-12; Gulpepe, 2016 : 779-800) ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ ในการนำทักษะนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ใช้ในการตัดสินใจโดยอยู่บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ เบื้องต้นผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่ามียุทธศาสตร์หลายด้านที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ดังนี้

ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จากงานวิจัยของลัดดาพร จุปะมะตัง (2555 : 251, 258-259) พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นองค์ประกอบการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 งานวิจัยของนันทยา ใจตรง (2548 : 144-145) พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีน้ำหนักความสำคัญทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546 : 87-88) นอกจากนี้ในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หาความรู้ นอกจากต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เรียนต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะสำคัญที่ช่วยเอื้อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. 2549 : 22) และพบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ส่งผลทางบวกต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (บุปผา จุลพันธ์. 2550 : 95) และสอดคล้องกับงานวิจัยของนันทยา ใจตรง (2548 : 144-145) ที่พบว่าปัจจัยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และพบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546 : 87-88)

ด้านคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยของประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล (2546 : 89) พบว่าปัจจัยคุณภาพการสอนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากครูมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน เป็นผู้ออกแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและตัวนักเรียนโดยยึดนักเรียนเป็นสำคัญ และด้านบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าปัจจัยด้านพฤติกรรมการสอนของครูส่งผลทางบวกต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน (บุปผา จุลพันธ์. 2550 : 94-95) และพฤติกรรมการสอนของครูเป็นองค์ประกอบการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 (ลัดดาพร จุปะมะตัง. 2555 : 251)

จากความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น เพราะระดับชั้นนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ทางด้านวิชาการและวิชาชีพที่เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและรู้จักเลือกอาชีพที่เป็นประโยชน์แก่ ตนเองและสังคม นักเรียนในระดับชั้นนี้จะมีอายุระหว่าง 12-17 ปี นักเรียนที่เรียนจบในระดับ มัธยมศึกษาสามารถไปประกอบอาชีพที่เหมาะสมกับวัยและศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีอิทธิพลหรือมีความสัมพันธ์ต่อ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถคัดเลือกตัวแปรเพื่อนำมาศึกษาต่อในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้หลายตัวแปร โดยพบว่าตัวแปรต่างๆ เป็นตัว แปรต่างระดับกัน มีทั้งตัวแปรระดับนักเรียนและตัวแปรระดับห้องเรียน ตัวแปรระดับนักเรียน ประกอบด้วย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และตัวแปร ระดับห้องเรียน ประกอบด้วยคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วยตัวแปรหลายระดับ พบว่าการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel analysis) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสม สำหรับใช้ศึกษาอิทธิพลของตัว แปรทำนายหลายระดับที่มีต่อตัวแปรตามที่สนใจ การวิเคราะห์ที่ได้คำนึงถึงโครงสร้างที่เป็นระดับ ลดหล่นของข้อมูล และความผันแปรของตัวแปรภายในระดับและต่างระดับ เพื่อแก้ปัญหาของการ สรุปลดต่างระดับชั้น (Aggregation bias) ที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์สมการถดถอยระดับเดียว จากการ วิเคราะห์ตัวแปรระดับล่างภายในหน่วยเดียวกันเพื่อสร้างสมการทำนายตัวแปรตามที่สนใจจะทำให้ได้ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (Intercepts) และค่าความชัน (Slopes) ซึ่งแสดงผลของตัวแปรทำนายต่อตัว แปรตาม ทั้งค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามและค่าความชันสามารถใช้เป็นตัวแปรตามสำหรับการวิเคราะห์ ในระดับบนหรือระดับที่สูงขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554 : 111) การวิเคราะห์พหุระดับจึงเป็น วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่นักสถิติและนักวิจัยทางการศึกษาทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ได้ พยายามคิดและสร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติและโครงสร้างของข้อมูล เป็นการแบ่งความแปรปรวน (Variance) และความแปรปรวนร่วม (Covariance) ออกตามระดับของ ข้อมูล (ราชันย์ บุญธิมา. 2542 ก : 40; Raudenbush & Bryk, 2002 : 3-15) การวิเคราะห์พหุระดับ หรือการวิเคราะห์ระดับลดหล่นด้วยโปรแกรม HLM (Hierarchical Linear Model) ใช้ศึกษาความ แปรปรวนของตัวแปรตามเมื่อตัวแปรทำนายมีโครงสร้างข้อมูลหลายระดับ เทคนิค HLM พัฒนามา จากสถิติหลายชนิด ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความเที่ยงตรงสูงและความคลาดเคลื่อนต่ำ (สมถวิล วิจิตร วรธนา. 2553 : 55-56)

ดังนั้นด้วยความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นเครื่องมือ ที่สำคัญสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ สำหรับ นำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิต รวมถึงเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อและการ ประกอบอาชีพ และด้วยความเหมาะสมของหลักการวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วยตัวแปรหลาย ระดับดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหล่นของตัวแปรระดับ นักเรียนและห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 เพื่อนำข้อมูลที่ได้อมา ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้แก่ นักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้นให้ดียิ่งขึ้น การวิจัยในครั้งนี้จะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับด้วยโมเดลเชิง

เส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model: HLM) แบ่งระดับการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของข้อมูลมากที่สุด และถ้าตัวแปรเหล่านี้มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน บุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องควรเห็นความสำคัญของตัวแปรเหล่านี้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้นักเรียนได้อย่างตรงประเด็นมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. ศึกษาาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1
2. ศึกษาาระดับของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1
3. ศึกษาาระดับของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1
4. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1
2. ตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายตัวแปร ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกตัวแปร ดังนี้

1. พิจารณาความหมาย นิยามเชิงปฏิบัติการ และผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ

2. ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลายตัวแปร บางตัวแปรมีชื่อเรียกต่างกัน แต่มีนิยามเชิงปฏิบัติการเหมือนกัน ผู้วิจัยจะจัดให้อยู่ในหมวดชื่อเดียวกัน

3. บางตัวแปรเป็นตัวแปรย่อย ผู้วิจัยได้นำมาเป็นองค์ประกอบของตัวแปรหลักที่จะทำการศึกษา

4. บางตัวแปรเป็นระดับโรงเรียน จะยังไม่นำมาพิจารณาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การให้แรงเสริมของผู้บริหารและพฤติกรรมของผู้บริหาร บางตัวแปรเป็นตัวแปรเกี่ยวข้องกับครอบครัวของนักเรียน จะยังไม่นำมาพิจารณาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ฐานะครอบครัว ระดับการศึกษาของครอบครัว จำนวนสมาชิกในครอบครัว แรงสนับสนุนของผู้ปกครอง และความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง รวมถึงตัวแปรเพศ ระดับชั้นการศึกษา แรงจูงใจภายในในการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ ประสบการณ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิม จะยังไม่นำมาพิจารณาในการวิจัยครั้งนี้ (นันทยา ใจตรง. 2548 : 144-145; บุปผา จุลพันธ์. 2550 : 95; ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546: 87-88; ลัดดาพร จุปะมะตัง. 2554 : 251, 258-259)

การศึกษาขององค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดของ Brotherton and Preece (1995 : 8-10) Padilla (1990 : 1-3) Yeany, Yap, and Padilla (1986 : 286-287) เป็นหลัก และวิเคราะห์ร่วมกับแนวคิดจากงานวิจัยอื่นๆ ได้แก่ Baird and Borich (1987 : 259-267) Beaumont-Walters and Soyibo (2001 : 138-142) Bolat et al. (2014 : 2,660-2,661) Dillashaw and Okey (1980 : 601-608) Germann, Aram and Burke (1996 : 89-92) NRC (1996 : 13, 105, 2000 : 165-167) Roth and Roychoudhury (1993 : 127) และ Yap and Yeany (1988 : 278-279)

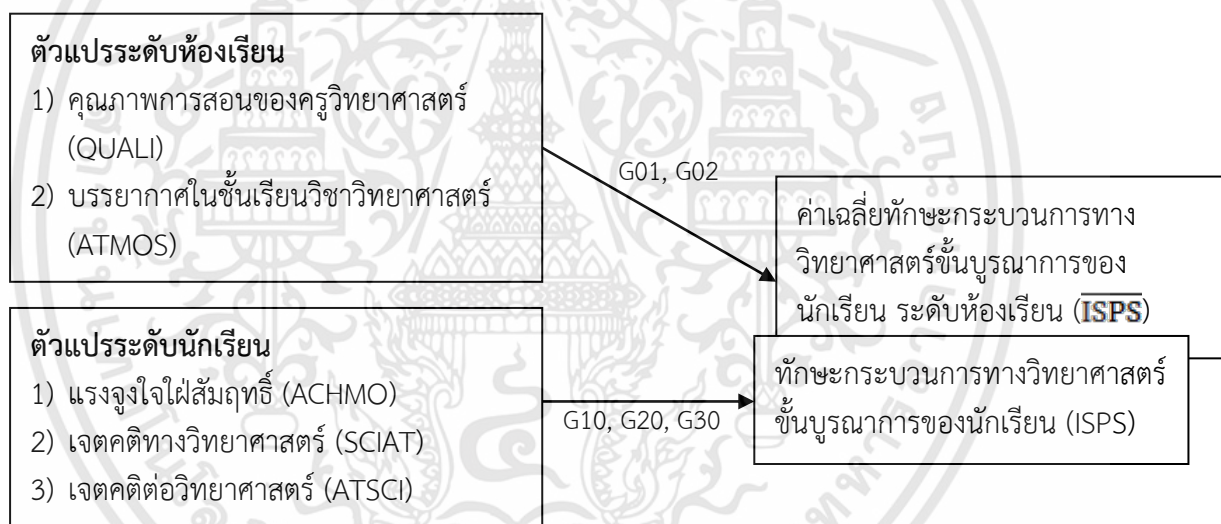
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากงานวิจัยต่างๆ ผู้วิจัยสรุปองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้ทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables) 2) การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining variables operationally) 4) การทดลอง (Experimenting) และ 5) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data)

ตัวแปรระดับนักเรียน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยซึ่งประกอบด้วย นันทยา ใจตรง (2548 : 144-145) บุปผา จุลพันธ์ (2550 : 95) ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล (2546: 87-88) สสวท. (2555 : 146-148, 151; 2546ก : 14-16) Gaudet, Ramer, Nakonechny, Cragg, and Ramer (2010 : 1) Houseal, Abd-El-Khalick, and Destefano (2014 : 84) Putti (2011 : 516-520) และ Smith, Pasero, and McKenna (2014 : 9) พบว่าตัวแปรระดับนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรดังต่อไปนี้ 1) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ตัวแปรระดับห้องเรียน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยซึ่งประกอบด้วย กุสุมาลย์ สุตวิไล (2548 : บทคัดย่อ) จรินทร์ จันท์เพ็ง (2556 : 36) บุปผา จุลพันธ์ (2550 : 95) ปวีณา ชาลีเครือ (2553 : 56) ระเบียบ อนันตพงศ์ (2550 : บทคัดย่อ) ลัดดาพร จุปะมะตัง (2554 : 251, 258) และสสวท. (2546 ก : 59-61) พบว่าตัวแปรระดับห้องเรียนที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปร 1) คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และ 2) บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำตัวแปรทั้งหมดดังกล่าวมาประมวลนำเสนอเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อศึกษาตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 และเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของข้อมูล ผู้วิจัยจึงใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model) โดยแบ่งระดับการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย ดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 67 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 495 ห้อง และมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 19,503 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 50 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียน 1,000 คน ซึ่งกลุ่มนักเรียนได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling)

1.5.1.3 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

ตัวแปรต้น แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่

ระดับนักเรียน

1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ระดับห้องเรียน

1. คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์
2. บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัยดังนี้ คือ

1.6.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated science process skills) หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ โดยอาศัยการบูรณาการจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

1.6.1.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables) หมายถึง ความสามารถในการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมในการทดลองหนึ่งๆ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ การสังเกต การพยากรณ์ และการลงความเห็นจากข้อมูล

1.6.1.2 การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยมีความสอดคล้องกับปัญหาที่กำหนดไว้และมีการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่มีอยู่ในการทดลอง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐานต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ การสังเกต และอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม

1.6.1.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining variables operationally) หมายถึง ความสามารถในการให้ความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐาน

ให้เข้าใจตรงกัน ให้สามารถสังเกตหรือวัดสิ่งต่างๆ ที่นิยามไว้ได้ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ การสังเกต และการวัด

1.6.1.4 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการเพื่อทดสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย การออกแบบการทดลอง การระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง การอธิบายขั้นตอนการทดลอง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งเป็นผลจากการสังเกต การวัดหรืออื่นๆ และการเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง การทดลองต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะ

1.6.1.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data) ความสามารถในการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่อยู่ในลักษณะรูปภาพ แผนภูมิ ตาราง กราฟ ได้ถูกต้อง ชัดเจน เพียงพอในการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งผลที่ได้จากการตีความหมายข้อมูลจะนำไปสู่การลงข้อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ได้จากการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล และการลงความเห็นจากข้อมูล

1.6.2 ตัวแปรต้นระดับนักเรียน หมายถึง ตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียนแต่ละคนที่อาจมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.6.2.1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement motive) หมายถึง ความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยพยายามแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ มีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้ กล้าเสี่ยง ขยัน มีความคาดหวังสูง มีความรับผิดชอบ มีการติดตามผลงานเพื่อแก้ไขปรับปรุง และมีการวางแผน

1.6.2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes) หมายถึง ลักษณะนิสัยของนักเรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้ ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุมีผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.6.2.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes towards science) หมายถึง ความรู้สึกที่นักเรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้ ความรู้สึกชื่นชอบ ฟังพอใจในวิทยาศาสตร์หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การรับรู้ การยอมรับถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ความเชื่อและการปฏิบัติที่ตักตักที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

1.6.3 ตัวแปรต้นระดับห้องเรียน หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน ที่อาจมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

1.6.3.1 คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้ เทคนิคการจัดการ

เรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การประเมินสมรรถภาพ และการประเมินตามสภาพจริง

1.6.3.2 บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้ พฤติกรรมของครูผู้สอน ได้แก่ การส่งเสริมหรือสนับสนุนนักเรียนต่อการเรียนรู้ และการแสดงออกถึงความสัมพันธ์ที่ดีต่อนักเรียน และการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ได้แก่ การจัดสภาพห้องเรียน และการจัดสิ่งแวดลอมในห้องเรียนที่ส่งเสริมต่อการเรียนรู้

1.6.4 การวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical linear model analysis) หมายถึง การวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีโครงสร้างเป็นระดับลดหลั่น (Hierarchical) จำนวน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ด้วยการสร้างสมการการถดถอยหรือสมการพยากรณ์ (Regression equation) แล้ววิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป HLM

1.6.5 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
- 2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- 2.5 คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์
- 2.6 บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.7 การวิเคราะห์หุระดับ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หุระดับ

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Gultepe (2016 : 779-800) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูส่วนใหญ่มีความคิดเห็นตรงกันว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง โดยนักเรียนและครูจะต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมดังกล่าว และอุปสรรคของการฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือการเรียนการสอนที่เน้นการสอบเป็นส่วนใหญ่

Bolat et al. (2014 : 2660) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหาที่พบในการดำเนินชีวิตแต่ละวัน คล้ายกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทักษะดังกล่าวในการปฏิบัติงาน ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียน เพื่อใช้ในการเรียนรู้วิธีการทำวิจัย เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรับผิดชอบและเป็นการเรียนรู้ที่ยั่งยืน

Aydogdu (2014 : 1) ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันนั้นเป็นสิ่งสำคัญสำหรับทุกคนที่อาศัยอยู่ในสังคมที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว บุคคลที่มีทักษะเหล่านี้จะมีความสำคัญในการพัฒนาสังคม ซึ่งบุคคลเหล่านี้จะได้รับการพัฒนาทักษะเหล่านี้จากระบบการศึกษา และการมีปฏิสัมพันธ์ในระบบการเรียนการสอนกับครูผู้สอน ดังนั้น ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะเหล่านี้ให้แก่ นักเรียนของตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anderson (2002 : 1-12) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการนำไปใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) และช่วยในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy)

ประสาธ เนืองเฉลิม (2557 : 78) กล่าวว่า การทดลองทางวิทยาศาสตร์ย่อมเผชิญกับปัญหาอยู่ตลอดเวลา ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดตัดสินใจ กระบวนการแก้ปัญหา ช่วยฝึกให้เป็นคนที่มีความอดทน ละเอียดยรอบคอบ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549 : 10) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงในปัจจุบันมิได้มุ่งเฉพาะเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและเรียบเรียงไว้อย่างมีระเบียบ แต่หมายถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนสงสัยหรือพบปัญหาด้วยตนเอง อันจะทำให้บรรลุเป้าหมายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2548 : 8-9) กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) คือ ขั้นตอนที่ใช้ในการดำเนินการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) และจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) การดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะสัมฤทธิ์ผลมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับผู้ดำเนินการจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะทางปัญญาหรือทักษะการคิดที่ต้องพัฒนาให้กับผู้เรียน

2.1.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้
 ชนินันท์ พงษ์ประมุข (2557 : 355) ให้ความหมายว่า เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เกิดจากการคิด เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น สามารถแสดงออกได้จากการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมวิทยาศาสตร์อื่นๆ ในชั้นเรียนได้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549 : 14) ให้ความหมายว่า เป็นความชำนาญและความสามารถในการใช้การคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหา การคิดเป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (Psychomotor Skills/Hand on Skills) เพราะเป็นการทำงานของสมอง การคิดมีทั้งการคิดพื้นฐานหรือการคิดในระดับต่ำ เช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การฟัง การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การบรรยาย การพูด การเขียน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีทักษะการสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป การใช้ตัวเลข นอกจากการคิดพื้นฐานแล้ว ยังมีการคิดระดับสูงหรือการคิดที่ซับซ้อน เช่น ทักษะการจัดระบบความคิด การวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การคาดคะเน การพยากรณ์ การให้คำจำกัดความ การตีความหมาย การค้นหาแบบแผน การผสมผสานข้อมูล การสรุปความ เป็นต้น

จากการศึกษาความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์เพื่อการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหา อันเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ

2.1.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Padilla (1990 : 1-3) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย

1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables)
2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
3. การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses)
4. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data)
5. การทดลอง (Experimenting)
6. การสร้างแบบจำลอง (Formulating models)

Bolat et al. (2014 : 2660-2661) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป กิจกรรมการทดลองนั้นมีความสำคัญต่อนักเรียนในการที่จะสร้างเสริมประสบการณ์และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และได้มาซึ่งทักษะการแก้ปัญหา ได้มีการทำงานร่วมกัน และได้มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมในห้องปฏิบัติการในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงวิธีในการสร้างองค์ความรู้เมื่อพวกเขาเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เมื่อพวกเขาได้มีการศึกษาค้นคว้าในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

Jacobson and Bergman (1980 : 450-451) ได้จัดประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรฝึกให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถ และสามารถนำเอาทักษะด้านนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ คือ

1. ทักษะการกำหนดปัญหา (Defining Problems)
2. ทักษะการวางแผนทางในการค้นคว้า (Designing Investigations)
3. ทักษะการทดลองที่มีการควบคุม (Controlled Experiments)
4. ทักษะการสังเกต (Observing)
5. ทักษะการวัด (Measuring)
6. ทักษะการจำแนก (Classifying)
7. ทักษะการสรุปลงความคิดเห็น (Inferring)
8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
9. ทักษะการรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล (Collecting and Handling Data)
10. ทักษะการแปลความหมายข้อมูล (Interpreting Data)
11. ทักษะการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature Search)
12. ทักษะการสร้างความสัมพันธ์กับทฤษฎี (Relating to Theory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ทักษะการลงข้อสรุป (Drawing Conclusions)

ประสาธ เนืองเฉลิม (2557 : 57) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ซึ่งทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) และทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) รายละเอียดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (ประสาธ เนืองเฉลิม. 2557 : 74-78) มีดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐานเป็นการค้นหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง เป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์ สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า สมมติฐานเป็นการคาดเดาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และมักตั้งขึ้นก่อนที่จะมีการดำเนินการทดลอง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นบอกให้ทราบเกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องการรวบรวม

ความสามารถในการให้คำตอบล่วงหน้าหรือการทำนายผลล่วงหน้าในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยรู้มาก่อนได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำไปทดสอบได้ ต้องอาศัยหลักการและเหตุผลที่ได้เรียนรู้มาช่วยตั้งสมมติฐาน ซึ่งเป็นเครื่องมือกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลอง โดยกล่าวไว้เป็นข้อความที่บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ก็ต่อเมื่อมีการพิสูจน์ทดลองเพื่อหาคำตอบมาสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

เมื่อตั้งสมมติฐานแล้วก็ต้องมีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ถ้าข้อมูลที่ได้มีผลตรงกันข้ามกับสมมติฐาน สมมติฐานนั้นก็ได้รับการยกเลิกไป แต่ถ้าหากข้อมูลสนับสนุนเพียงบางส่วน สมมติฐานก็จะได้รับการปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองในครั้งต่อไป ถ้าสมมติฐานที่ได้รับการทดลองยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วก็อาจกลายเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐาน คือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจจะมีผลต่อตัวแปรตาม การตั้งสมมติฐานผู้เรียนต้องทราบตัวแปร

เมื่อผู้เรียนบอกตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีอยู่ได้แล้ว ก็สามารถตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนทราบว่าควรออกแบบการทดลองอย่างไร การตั้งสมมติฐานจึงเป็นการแสดงให้ทราบว่าตัวแปรตัวใดจะเป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ตัวแปรใดจะเป็นตัวแปรตามและตัวแปรใดจะเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความสามารถในการกำหนดความหมายของคำหรือข้อความต่างๆ หรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามในสมมติฐาน ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น การสังเกตหรือการวัด โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะแตกต่างกันกับการกำหนดนิยามทั่วไป เพราะการกำหนดนิยามทั่วไปเป็นการให้ความหมายของคำหรือข้อความอย่างกว้างๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้นๆ

การทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น อาจมีคำหรือข้อความในสมมติฐานที่มีความหมายได้หลายอย่าง ทำให้เข้าใจไม่ตรงกันและอาจสังเกต วัด หรือตรวจสอบได้ยาก จึงจำเป็นต้องกำหนดความหมายของคำหรือข้อความนั้นให้สามารถเข้าใจตรงกันได้ และสามารถสังเกตหรือตรวจสอบได้ง่าย ซึ่งเป็นการจำกัดขอบเขตของการศึกษาทดลอง

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นความสามารถในการชี้บ่งหรือกำหนดสิ่งที่เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ตัวแปรเป็นสิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ เช่น อายุ ความสูง น้ำหนัก อุณหภูมิ ระดับการศึกษา เป็นต้น ซึ่งตัวแปรที่มี 3 ประเภท ได้แก่

3.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่ต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุให้คาดว่าทำให้ผลออกมาต่างกัน

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

3.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variable) หมายถึง สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน เป็นสิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกัน และเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

4. ทักษะการทดลอง

การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติเพื่อพิสูจน์คำตอบจากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

4.1 การออกแบบการทดลอง (Experimental Design) เป็นการวางแผนการทดลอง ก่อนที่จะลงมือทดสอบจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งสัมพันธ์กับการกำหนดและควบคุมตัวแปรและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องเตรียมไว้ใช้ในการทดลอง

การออกแบบการทดลองเป็นการวางแผนการทดลอง จะช่วยบอกวิธีทดลองให้รู้ว่าจะทำการทดลองหรือปฏิบัติอย่างไร จะเลือกอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุ หรือสารเคมีที่จะใช้ทดลอง ให้รู้ว่าจะต้องใช้อะไร จำนวนเท่าไร และใช้อย่างไร การออกแบบการทดลองที่ดีต้องสามารถทดลองได้สะดวก ปลอดภัย รวดเร็ว เทียบตรง ประหยัด และเห็นผลได้อย่างชัดเจน

ก่อนที่ผู้เรียนจะออกแบบการทดลอง ผู้เรียนต้องรู้ว่าตัวแปรในการทดลองของผู้เรียนคืออะไร สมมติฐานข้อใดที่ต้องการทดสอบ คำถามเหล่านี้จะหาคำตอบได้โดยการวิเคราะห์ การทดลองมีหลายตัวแปรซึ่งอาจมีผลต่อผลที่ได้จากการทดลอง และก็มีหลายตัวแปรที่ผู้ทำการทดลองไม่ได้สนใจในช่วงเวลานั้น

4.2 การปฏิบัติการทดลอง (Experimentation) เป็นการลงมือปฏิบัติจริงและใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะต้องใช้ทักษะด้านอื่นๆ ประกอบ เช่น ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือต่างๆ เป็นต้น

การทดลองแต่ละครั้ง จำเป็นที่จะต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองได้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรควบคุม

4.3 การบันทึกผลการทดลอง (Recording) เป็นการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการ

ทดลองอาจจะอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว จะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอน และค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง พร้อมทั้งแสดงตำแหน่งค่าของตัวแปรบนกราฟได้อย่างถูกต้อง

การบันทึกผลการทดลอง เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องจากการปฏิบัติการทดลอง เมื่อผู้ทดลองได้สังเกต ได้วัดปริมาณ ได้นับจำนวน หรือได้ให้คะแนนอย่างไร ก็บันทึกผลตามนั้นลงในแบบบันทึกที่ได้เตรียมไว้ ซึ่งแบบบันทึกนี้จัดเป็นวัสดุอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ต้องเตรียมไว้

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูลเป็นการบรรยายถึงลักษณะหรือปริมาณหรือส่วนประกอบของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ตาราง แผนภูมิ กราฟ ให้เข้าใจได้ชัดเจน การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ เช่น การสังเกต การใช้ตัวเลข เป็นต้น การลงข้อสรุป เป็นการบอกผลรวมของข้อมูลทั้งหมด หรือสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงตามที่แสดงไว้

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม ขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้ง ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป เป็นความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมาย สามารถบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ และสรุปความสัมพันธ์ไว้ในรูปกราฟ ตาราง รูปภาพ ฯลฯ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รวมทั้งบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549 : 14-15) และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 9) ได้สรุปประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดแนวของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ซึ่งได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่

- 1.1 การสังเกต
- 1.2 การจำแนกประเภท
- 1.3 การวัด
- 1.4 การใช้ตัวเลข
- 1.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
- 1.6 การลงความเห็นจากข้อมูล
- 1.7 การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล
- 1.8 การทำนาย

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated science process skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ

- 2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.2 การตั้งสมมติฐาน
- 2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
- 2.4 การทดลอง
- 2.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการคิดนั้น ครูสามารถฝึกให้ผู้เรียนได้คิดโดยใช้คำถามกระตุ้นให้คิดคำถามต่างๆ นั้น จะสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ดังนั้นครูต้องรู้จักการใช้คำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งประเภทพื้นฐานและประเภทผสมผสานเป็นอย่างดีด้วย

การใช้คำถามและการให้คำสั่ง เพื่อให้ผู้เรียนใช้การคิดจะเป็นไปได้ดีนั้น ครูต้องมีความรู้และความเข้าใจนิยามหรือความหมายของทักษะแต่ละชนิด แต่ละประเภทด้วย

ความหมาย/คำนิยาม และตัวอย่างคำถาม/คำสั่ง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน แสดงดังตารางที่ 2.1 (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. 2549 : 19-21)

ตารางที่ 2.1 ความหมาย/คำนิยาม และตัวอย่างคำถาม/คำสั่ง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน	ความหมาย/คำนิยาม	ตัวอย่างคำถาม/คำสั่ง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ
1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling the variables)	ความสามารถในการกำหนดว่าสิ่งที่ศึกษาตัวใดเป็นตัวแปรต้น ตัวใดเป็นตัวแปรตามในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องการศึกษา โดยทั่วไปในปรากฏการณ์หนึ่งๆ จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อย ซึ่งในการศึกษาปรากฏการณ์นั้น จำเป็นที่จะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นสาเหตุและเป็นตัวแปรที่เป็นผล และสามารถควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆ	มาลีเฝ้าสังเกตการงอกของเมล็ดพืช เกิดสงสัยและต้องการรู้ว่าแสงมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชหรือไม่ จากข้อความข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1) สิ่งใดจัดเป็นตัวแปรต้น 2) สิ่งใดจัดเป็นตัวแปรตาม 3) ควรควบคุมตัวแปรใดบ้าง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน	ความหมาย/คำนิยาม	ตัวอย่างคำถาม/คำสั่ง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ
2. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)	ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนซึ่งอาจเป็นข้อสรุป หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานกำหนดขึ้นโดยการสังเกตประกอบกับความรู้ ประสบการณ์ กฎ หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	<ul style="list-style-type: none"> - จงคาดคะเนสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่ทำให้น้ำบ่อนี้เน่า - ถ้านำก้อนโลหะขนาดเท่ากันรูปทรงเดียวกัน แต่เป็นโลหะต่างชนิดกัน คือ เหล็ก ทองแดง และอะลูมิเนียม หย่อนลงในภาชนะใส่น้ำที่มีปริมาตรเท่ากันที่ละชนิด จงคาดคะเนว่าน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Operational defining of the variables)	ความสามารถที่จะกำหนดว่าจะมีวิธีวัดตัวแปรที่ศึกษาอย่างไร ซึ่งเป็นวิธีวัดที่สามารถเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนจะวัดการเจริญเติบโตของต้นถั่วอย่างไร - มีวิธีทดสอบอย่างง่ายว่าแก๊สในกระบอกนี้ คือ แก๊สออกซิเจนได้อย่างไร - ในการศึกษาเรื่องผลของการออกกำลังกายแบบต่างๆ ต่อการเต้นของหัวใจ นักเรียนจัดการเต้นของหัวใจอย่างไร
4. การทดลอง (Experimenting)	ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าขนาดของแรงเสียดทานขึ้นกับน้ำหนักของวัตถุ - ให้ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองว่าคุณภาพของต้นมะลิที่ปลูกด้วยวิธีทางมั่งคึกว่าต้นมะลิที่ปลูกด้วยวิธีปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน	ความหมาย/คำนิยาม	ตัวอย่างคำถาม/คำสั่ง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ								
5. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion)	การตีความหมายข้อมูล คือ ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ส่วนการลงข้อสรุป คือ ความสามารถในการตีความหมายข้อมูล แล้วนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษา ได้เป็นความรู้ใหม่	<p>ตารางแสดงลักษณะของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์เมื่อผ่านแก๊สบางชนิดลงไป</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ชนิดของแก๊ส</th> <th>ลักษณะของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>ขุ่น</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากตารางตอบคำถามต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> แก๊สชนิดใดบ้างทำให้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ไม่ขุ่น และแก๊สชนิดใดทำให้ขุ่น ให้สรุปผลการทดลอง 	ชนิดของแก๊ส	ลักษณะของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์	A	-	B	ขุ่น	C	-
ชนิดของแก๊ส	ลักษณะของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์									
A	-									
B	ขุ่น									
C	-									

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการคิดนั้น ผู้สอนสามารถฝึกให้ผู้เรียนได้คิด โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้คิด คำถามต่างๆ นั้นจึงสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ ดังนั้นผู้สอนต้องรู้จักการใช้คำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งประเภทขั้นพื้นฐานและประเภทขั้นผสมผสานเป็นอย่างดีด้วย การใช้คำถามและการให้คำสั่งเพื่อให้ผู้เรียนใช้การคิดจะเป็นไปได้ดีนั้น ผู้สอนต้องมีความรู้และความเข้าใจนิยามหรือความหมายของทักษะแต่ละชนิดแต่ละประเภทด้วย (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาวี ยินดี สุข. 2548 : 113-114)

อำนาจ เจริญศิลป์ (2544 : 6-7) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายประการ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น กาย สัมผัสปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้อย่างละเอียดถูกต้องและรวดเร็ว และต้องสังเกตอย่างตรงไปตรงมา สังเกตอย่างไรก็รายงานไปอย่างนั้น ไม่เอาความรู้เดิมมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย
2. ทักษะในการเลือกและใช้เครื่องมือ หมายถึง ความสามารถในการเลือกเครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างเหมาะสม ใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทำการทดลองได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างมีระบบ จะช่วยให้ได้หลักฐานสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการที่จะนำเอาข้อมูลต่างๆ มาจัดทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายครั้งต่อไป การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านี้มาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง กราฟ และแผนภูมิ เป็นต้น

5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผล

6. ทักษะในการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างมีเหตุผล และอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

7. ทักษะในการออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีทดลองและทำการทดลองพิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่างๆ

8. ทักษะในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณหรือแปลความหมายของจำนวนต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว

9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ หมายถึง ความสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ขนาด ทิศทาง และระยะทาง เป็นต้น

จากการศึกษาประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated science process skills) และจากการศึกษาองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สามารถสรุปองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้ทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables) 2) การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining variables operationally) 4) การทดลอง (Experimenting) และ 5) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data)

2.1.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

Enger and Yager (2001 : 94) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 วิธี ดังนี้

1. การสังเกตพฤติกรรม เป็นการสังเกตการลงมือปฏิบัติการทดลองของนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ

2. การประเมินจากสมุดบันทึก เป็นการให้นักเรียนบันทึกวิธีการดำเนินการทดลองขณะทำการทดลอง โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า

3. การตอบคำถามสั้นๆ เป็นการให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบสอบประเภทต่างๆ เช่น แบบสอบแบบเลือกตอบ แบบสอบแบบเขียนตอบ เป็นต้น

ซินันท์ พฤกษ์ประมูล (2557 : 356-357) ได้กล่าวถึงการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการไว้ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในช่วงของการประเมินผลย่อยหรือการประเมินผลความก้าวหน้า (Formative assessment) นั้น ตัวชี้วัดมีส่วนช่วยให้ครูสามารถมุ่งประเด็นไปสู่พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกได้ ช่วยสื่อความหมายของแต่ละพฤติกรรมนั้น และช่วยชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องหรือส่วนที่ควรพัฒนาต่อหรือเพิ่มเติมสำหรับนักเรียน ช่วยให้เห็นถึงความก้าวหน้าของแต่ละทักษะได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตัวชี้วัดอาจอยู่ในรูปแบบของคำถามที่แสดงพฤติกรรม

ตัวชี้วัดในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีดังนี้

ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนแสดงถึงความตระหนักรู้และยอมรับว่าอาจมีคำอธิบายอื่นๆ นอกเหนือจากของตนเองที่สามารถอธิบายเรื่องหรือหลักฐานนั้นได้
- ผู้เรียนสามารถอธิบายหรือแนะแนวทางในการสังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัวได้หรือไม่
- ผู้เรียนแสดงถึงความตระหนักรู้ว่าในคำอธิบายหรือข้อมูลมีความหลากหลายเป็นไปได้หลายทาง (Tentative) มีความสงสัยและต้องการพิสูจน์

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้หรือสามารถระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษาได้หรือไม่
- ผู้เรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับตัวแปร ตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงได้ตามตัวแปรเหตุ หรือการเปรียบเทียบตัวแปรหรือไม่

ทักษะการทดลอง (Experimenting) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลองได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง ใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้หรือไม่

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) อาจใช้ตัวชี้วัดในลักษณะของคำถาม ดังนี้

- ผู้เรียนอภิปรายความสัมพันธ์ของสิ่งที่ค้นพบกับคำถามเริ่มต้นได้หรือไม่
- ผู้เรียนเปรียบเทียบผลที่ได้กับสิ่งที่ได้พยากรณ์ไว้ได้หรือไม่
- ผู้เรียนแปลความหมายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้หรือไม่
- ผู้เรียนระบุรูปแบบหรือแนวโน้มในการสังเกตหรือการวัดต่อไปได้หรือไม่
- ผู้เรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดได้หรือไม่

จากการศึกษาการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นตัวชี้วัดที่ช่วยนำไปสู่พฤติกรรมที่นักเรียนสามารถแสดงออกได้ เพื่อช่วยสื่อความหมายของแต่ละพฤติกรรมและช่วยในการวัดผลประเมินผลเพื่อการพัฒนาในแต่ละทักษะกระบวนการ โดยตัวชี้วัดอาจอยู่ในรูปของคำถามที่แสดงพฤติกรรม

2.2 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

2.2.1 ความหมายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

จิราภรณ์ ตั้งกิตติภรณ์ (2556 : 150) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement motive) หมายถึง ความต้องการหรือพลังภายในที่ผลักดันให้บุคคลมีความมุ่งมั่น เพื่อเพิ่มหรือรักษามาตรฐานการทำงานของตนให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและมีคุณภาพดีเลิศ บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะรู้สึกมีความสุขสบายเมื่อประสบความสำเร็จและมีความวิตกกังวลเมื่อไม่ประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังมีความพยายามที่จะปรับมาตรฐานของตนให้ดีเยี่ยมกว่าคนอื่น ๆ

ภทรพร ยุทธาภรณ์พิณิช และคณะ (2552 : 5, 11) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ตามแนวคิดของ ป.อ.ปยุตโตไว้ว่า หมายถึง ความตั้งใจหรือความปรารถนาที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความมุ่งมั่น อดทน เพียรพยายาม ไม่เน้นความเป็นเลิศที่ต้องแข่งขันกับผู้อื่น แต่มีความมุ่งมั่นที่จะทำงานนั้นๆ ให้ดีที่สุดเต็มที่แห่งงานนั้นๆ จะทำได้ ทำอย่างเต็มกำลังความสามารถตามศักยภาพของตน ในขณะที่เดียวกันทำงานหรือสิ่งนั้นเป็นสิ่งที่เอื้อประโยชน์ทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสังคม และได้สรุปไว้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นความปรารถนา ความพยายาม และความตั้งใจที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ประสบความสำเร็จด้วยดีและได้มาตรฐานอันดีเลิศ โดยพยายามแข่งขันกับมาตรฐานและบุคคลอื่น เพื่อให้ได้มาตรฐานและดีกว่าบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง เป็นแรงผลักดันให้บุคคลมีความมุ่งมั่น บากบั่น ฝ่าฝืนอุปสรรค ด้วยความคาดหวังในความสำเร็จมากกว่ากลัวความล้มเหลว

Atkinson (1966 : 240-241) อธิบายว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นแรงผลักดันที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลรู้ตัวว่าการกระทำของตนเองจะต้องได้รับการประเมินจากตนเองหรือบุคคลอื่น โดยเทียบกับมาตรฐานอันดีเลิศ ผลจากการประเมินอาจเป็นสิ่งที่พอใจเมื่อกระทำสำเร็จ หรือไม่พอใจเมื่อกระทำไม่สำเร็จ

McClelland (1961) ได้กล่าวถึงทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ว่าเป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยพยายามแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ มีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว โดยได้จำแนกแรงจูงใจทางสังคมเป็น 3 ประเภท คือ

1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement motive) ได้แก่ ความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยพยายามแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ มีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว

2. แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์ (Affiliation motive) หมายถึง ความปรารถนาที่จะเป็นที่นิยมรับของคนอื่น ต้องการเป็นที่นิยมชมชอบหรือรักใคร่ชอบพของผู้อื่น สิ่งเหล่านี้เป็นแรงจูงใจที่จะทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรม เพื่อให้ได้มาซึ่งการยอมรับจากบุคคลอื่น

3. แรงจูงใจใฝ่อำนาจ (Power motive) หมายถึง ความปรารถนาที่จะได้มาซึ่งอิทธิพลที่เหนือกว่าคนอื่น ๆ ในสังคม ทำให้บุคคลแสวงหาอำนาจเพราะจะเกิดความรู้สึกว่าหากทำอะไรได้เหนือกว่าคนอื่นถือเป็นความภาคภูมิใจ ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่อำนาจสูงจะเป็นผู้ที่พยายามควบคุมสิ่งต่างๆ เพื่อให้ตนเองบรรลุความต้องการที่จะมีอิทธิพลเหนือกว่าบุคคลอื่น

2.2.2 ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้คุณลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงไว้ ซึ่งสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ดังนี้

McClelland et. al. (1953 : 207-250) กล่าวถึงคนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงไว้ว่ามีลักษณะดังนี้

1. กล้าเสี่ยง (Moderate Risk Taking) คนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะมีการตัดสินใจเด็ดเดี่ยว เชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ชอบทำสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ โดยเฉพาะสิ่งที่ท้าทายและช่วยความสามารถของตน มีความต้องการใช้ความสามารถของตนมากกว่าอาศัยโชคช่วย

2. ขยันขันแข็ง (Energetic) มีความมานะบากบั่น ขยันขันแข็งในการคิด ค้นคว้าและปฏิบัติตลอดเวลา มีความตั้งใจและจริงจังกับการทำงาน โดยจะสังเกตได้จากการทุ่มเวลาส่วนใหญ่ของชีวิตให้กับการทำงานมากกว่าสิ่งอื่นๆ

3. ระดับความคาดหวังสูง (High level of expectation) บุคคลกลุ่มนี้มักตั้งมาตรฐานการกระทำของตนไว้สูง และมีความละเอียดอ่อนในการทำงาน ผลงานที่ปรากฏออกมาจะต้องสมบูรณ์และดีเลิศเสมอ

4. รับผิดชอบในตนเอง (Individual responsibility) บุคคลกลุ่มนี้มักจะมีวินัยในตนเอง รู้จักรับผิดชอบ พยายามทำงานให้บรรลุผลสำเร็จโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพึ่งตนเองมากกว่าที่จะคอยพึ่งพิงคนอื่น มีเสรีภาพในการคิดทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง ไม่ชอบให้คนอื่นบงการ

5. ต้องการทราบผลการตัดสินใจของตนเอง (Knowledge of results of decision) เมื่อทำงานไปแล้วจะต้องมีการติดตามผลงานของตน และเมื่อทราบผลแล้วจะพยายามแก้ไขปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้นเรื่อยๆ

6. คาดการณ์ล่วงหน้า (Anticipation of future possibility) ในการทำสิ่งต่างๆ มักมีการวางแผนระยะยาว โดยมีการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงความเป็นไปได้หรือแนวโน้มของผลกระทบต่างๆ ที่จะเกิดตามมาภายหลัง ตลอดจนการหาทางป้องกันไว้ล่วงหน้าก่อน

Hermans (1970 : 354-355 อ้างอิงใน ภัทรพร ยุทธาภรณ์พินิจ. 2552 : 11-12) ได้รวบรวมคุณลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ ดังนี้

1. มีความมุ่งหวังหรือทะเยอทะยาน (Aspiration level) ที่จะประสบความสำเร็จ
2. พฤติกรรมความเสี่ยง (Risk-taking behavior) ในระดับปานกลาง โดยจะเสี่ยงในระดับที่คิดว่าประสบความสำเร็จได้

3. มีแรงผลักดันให้ก้าวไปข้างหน้า (Upward mobility) สู่อันดับที่สูงขึ้น

4. มีความทนทาน ยืนหยัด (Persistence) ในการทำงานที่ยากได้

5. มีการยึดเหนี่ยวอยู่กับงาน (Task tension) แม้จะถูกรบกวนหรือขัดจังหวะก็จะพยายามทำให้สำเร็จ

6. มีความรู้สึกต่อเวลา (Time perception) ว่าเป็นสิ่งที่เคลื่อนไหวตลอดเวลา ไม่หยุดนิ่ง สิ่งต่างๆ จะเกิดอย่างรวดเร็ว

7. มีทัศนคติต่อเวลา (Time perspective) มองเวลาในทัศนะของการมุ่งสู่ออนาคต สามารถจดจำเกี่ยวกับกำหนดระยะเวลาของงานได้ดี

8. มักเลือกเพื่อนร่วมงาน (Partner choice) ระหว่างคนที่มีความสามารถแต่เฉยเมย กับคนที่เห็นอกเห็นใจแต่ไร้ความสามารถ ผู้มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะเลือกผู้ที่มีความสามารถเป็นอันดับแรก

9. มีพฤติกรรมที่ต้องการการยอมรับ (Recognition behavior) พยายามทำงานให้ดีเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

10. มีพฤติกรรมเพื่อความสำเร็จ (Achievement behavior) มีพฤติกรรมที่จะสัมพันธ์กับความความสำเร็จ

จากความสำคัญของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นความปรารถนาและความพยายามอย่างสูงของนักเรียนที่จะศึกษาให้บรรลุสัมฤทธิ์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ทั่วไปของการศึกษา (Good, 1973 : 375) ซึ่งเป็นคุณลักษณะพื้นฐานของบุคคลในการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ให้นักเรียนได้อย่างเหมาะสม และเพื่อให้มีแนวทางในการวัดและการประเมินผลนักเรียนเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้อย่างถูกต้อง จึงจำเป็นต้องทราบองค์ประกอบของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่าประกอบด้วยตัวบ่งชี้อะไรบ้าง เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยพยายามแข่งขันกับมาตรฐานอันดีเลิศ มีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อพบกับความล้มเหลว และจากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยต่างๆ พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ดังนี้ กล่าวคือ ขยัน มีความคาดหวังสูง มีความรับผิดชอบ มีการติดตามผลงานเพื่อแก้ไขปรับปรุง และมีการวางแผน

2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ก่อนเข้าสู่หัวข้อเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่อง จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.1 จิตวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 146-147) ได้ให้ความหมายและความสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึนึกคิด พฤติกรรม การแสดงออก ตลอดจนคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลในทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นผลมาจากอารมณ์ความรู้สึนึกคิดนั้นๆ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวผู้เรียน เป็นผลจากประสบการณ์และการเรียนรู้ หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำ หรือพฤติกรรมของบุคคลต่อความรู้หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึนึกคิด ครอบคลุมตั้งแต่ความสนใจ เจตคติ คุณค่า คุณธรรม จริยธรรม และพฤติกรรมการแสดงออกที่เป็นผลมาจากความรู้สึนึกคิดที่แสดงออกให้เห็นได้ ซึ่งถ้าแสดงออกในลักษณะของการปฏิบัติซ้ำๆ กันเป็นช่วงระยะเวลาอันยาวนาน และมีแนวโน้มที่จะปฏิบัติในลักษณะดังกล่าวต่อเนื่องไป ก็จะเป็นคุณลักษณะ

หรือลักษณะนิสัยของบุคคลอื่น ลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียน เป็นผลจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ในเนื้อหาความรู้ และจากการได้สัมผัสหรือปฏิบัติจริงในกระบวนการค้นหาความรู้ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการคิด การตัดสินใจ การเลือกปฏิบัติหรือพฤติกรรมของบุคคลต่อความรู้ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมเหล่านี้เป็นพฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนถ้าทำให้ผู้เรียนมีความชอบ ความสนใจหรือมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จัดเป็นการพัฒนาคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ในเบื้องต้น ที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีจิตใจไปในทางที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกิดเป็นพลังแห่งการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเป็นผู้ใฝ่รู้ในวิทยาศาสตร์ไปตลอดชีวิต และมีการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ดีทั้งในด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย จากการที่ผู้เรียนมีความชอบ ความสนใจ หรือมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และกระบวนการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนและมีผลการเรียนดีขึ้น สามารถเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ รวมถึงสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการคิดตัดสินใจ การค้นคว้าหาความรู้และการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำผลการเรียนรู้ทั้งในด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัยที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของผู้เรียนอย่างแท้จริง และเป็นส่วนสำคัญที่จะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548 : 13) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind) คือ พฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะสำคัญที่ช่วยเอื้อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนไม่มีจิตวิทยาศาสตร์หรือกล่าวโดยสรุปคือ ไม่มีคุณสมบัติความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ก็เป็นการยากที่จะประสบความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ในการเรียนการสอนครูวิทยาศาสตร์ควรพยายามปลูกฝังและพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 147-148) กล่าวถึงองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ จิตวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านจิตพิสัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ที่มุ่งเน้นพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ตามที่นักการศึกษา Bloom (1961) กล่าวไว้ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา การศึกษาพฤติกรรมด้านจิตพิสัยในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น จะมุ่งเน้นที่เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ เริ่มจากการพัฒนาโครงสร้างของจิตวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดย Klopfer (1971) ได้เสนอหมวดหมู่ของพฤติกรรมด้านจิตพิสัยในการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Bloom โดยแบ่งเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. การแสดงออกถึงเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์
2. การยอมรับกระบวนการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์มาเป็นวิถีแห่งการคิด
3. การรับเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาใช้
4. ความพึงพอใจในประสบการณ์เรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
5. การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การพัฒนาความสนใจที่จะมุ่งไปสู่อาชีพทางวิทยาศาสตร์หรืออาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ต่อมา Gardner (1975) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ของพฤติกรรมด้านจิตพิสัยในการศึกษาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจากของคลอปเฟอร์ว่า เจตคติที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นสามารถนำมาจัดกลุ่มได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes towards Science) และ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes) เจตคติทั้ง 2 ประเภท มีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก : 15) กล่าวถึงคำว่า “เจตคติ” ไว้ว่า เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาานพอสมควร และมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าจิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่มีการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียนจากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีลักษณะของการเป็นผู้ใฝ่รู้ในวิทยาศาสตร์ สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการคิดตัดสินใจ การค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหา เจตคติที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.3.2 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 148) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับลักษณะของการคิดแบบวิทยาศาสตร์หรือความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นการผสมผสานอย่างซับซ้อนของความต้องการที่จะรู้และเข้าใจ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการยึดมั่นในวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการแสดงออกถึงการมีจิตใจที่เป็นวิทยาศาสตร์ เริ่มตั้งแต่การตั้งคำถาม การค้นหาข้อมูลและความหมายของข้อมูล ความต้องการที่จะพิสูจน์ ความเคารพในหลักของเหตุและผล การพิจารณาจากหลักฐานข้อมูล และการพิจารณาถึงผลที่จะเกิดตามมา คุณลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความพยายามมุ่งมั่น ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ เป็นต้น อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นเจตคติด้านพุทธิพิสัย (Cognitive orientation) แนวคิดดังกล่าวได้มีผู้นำมาใช้ศึกษาพฤติกรรมด้านจิตพิสัยในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก : 15, 2555 : 151) กล่าวถึงคุณลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คุณลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ
3. ความซื่อสัตย์
4. ความประหยัด
5. ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น
6. ความมีเหตุมีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 13-14) กล่าวถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หาความรู้ นั้น นอกจากต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เรียนต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเจตคติทางวิทยาศาสตร์คือ พฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะสำคัญที่ช่วยเอื้อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนไม่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือกล่าวโดยสรุป คือ ไม่มีคุณสมบัติความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ก็เป็นการยากที่จะประสบความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองในการเรียนการสอนครุวิทยาศาสตร์ควรพยายามปลูกฝังและพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ความมีเหตุผล

- เชื่อในความสำคัญของเหตุผล
- ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่ไม่สามารถอธิบายได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- แสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น
- ต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเป็นอย่างไร และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2. มีความอยากรู้อยากเห็น

- มีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม
- ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม
- ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
- ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

3. ความใจกว้าง

- ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง
- เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดใหม่ๆ
- เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่คนอื่น
- ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

4. ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง

- สังเกตและบันทึกผลต่างๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ
- ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์
- ไม่ยอมให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวมาอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใดๆ
- มีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์
- เป็นผู้ที่ซื่อตรง อดทน ยุติธรรม และเอื้อยรอบคอบ

5. ความเพียรพยายาม

- ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
- มีความตั้งใจ

6. การพิจารณารอบคอบก่อนตัดสินใจ

- ใช้วิจารณ์ญาณก่อนที่จะตัดสินใจใดๆ
- ไม่ยอมรับสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าเป็นความจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้
- หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

ภพ เลหาพิบูลย์ (2542 : 12-13) กล่าวถึงผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ควรเป็นผู้มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่างๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่

2. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบว่าเป็นวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสดงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอจนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง ด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบในภายหลังได้ เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบและรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบ และยอมรับ มีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

2.3.3 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก : 133-136) กล่าวถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดเจตคติได้ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การประเมินผลด้านเจตคติจึงต้องกระทำทั้ง 2 ส่วน โดยใช้วิธีการที่แตกต่างจากการประเมินผลด้านความรู้และทักษะ เนื่องจากไม่สามารถประเมินได้ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเขียนตอบ การประเมินผลเจตคติจึงควรประเมินจากพฤติกรรมหรือลักษณะบ่งชี้ที่ผู้เรียนแสดงออกมาในขณะที่กำลังเรียนรู้อยู่ รวมทั้งเมื่อเสร็จสิ้น โดยต้องประเมินอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้วิธีการและสาระของการประเมินจะต้องสอดคล้องกับคุณลักษณะและพฤติกรรมต่างๆ ที่ปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน

คุณลักษณะด้านเจตคติของผู้เรียนแสดงออกด้วยพฤติกรรมที่มีลักษณะแตกต่างกันตามแต่ละบุคคล ผลที่แสดงออกจะสะท้อนถึงจิตสำนึก ความรู้สึกทางจิตใจ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม รวมทั้งอุปนิสัยเกี่ยวกับความชอบ ความสนใจ ความศรัทธา ความซาบซึ้ง ความตระหนัก คุณลักษณะที่สำคัญและพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่ชี้บ่งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะและพฤติกรรมที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน

ที่	คุณลักษณะ	พฤติกรรม
1	ความสนใจใฝ่รู้หรือ ความอยากรู้อยากเห็น	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีการแก้ปัญหาได้ - มีความใฝ่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ - มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่างๆ - ชอบทดลองค้นคว้า - ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้รู้เพิ่มเติม ฯลฯ
2	ความรับผิดชอบ ความ มุ่งมั่น อดทนและเพียร พยายาม	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย - เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ - ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงเวลา - เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม - ทำงานเต็มความสามารถ - ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ - ไม่ทอดลอยในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว - มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ไขยุ่งยากและใช้เวลา ฯลฯ
3	ความมีเหตุผล	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐาน หรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ - เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่างๆ - พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ - อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล - หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น - ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ - เสาะแสวงหาหลักฐาน/ข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย - รวบรวมข้อมูลอย่างพอเพียงก่อนจะลงสรุปเรื่องราวต่างๆ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ที่	คุณลักษณะ	พฤติกรรม
4	ความมีระเบียบรอบคอบ	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ - เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ - นำวิธีการหลายๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง - มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ - มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน - มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน - ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง - ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย ฯลฯ
5	ความซื่อสัตย์	<ul style="list-style-type: none"> - เสนอความจริงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น - เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง - บันทึกผลข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนไปเกี่ยวข้อง - ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นเป็นผลงานของตนเอง ฯลฯ
6	ความใจกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดเห็นใหม่	<ul style="list-style-type: none"> - รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น - ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนและยอมรับการเปลี่ยนแปลง - รับฟังความคิดเห็นที่ตนเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ - ยอมพิจารณาข้อมูลหรือแนวความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม ฯลฯ

คุณลักษณะดังกล่าวจัดเป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นจิตสำนึกหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งนี้อาจเพิ่มเติมคุณลักษณะที่ต้องการปรับปรุง แก้ไข เช่น

1. ความประหยัด เป็นลักษณะนิสัยที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิต ซึ่งสามารถประเมินจากพฤติกรรมการแสดงออก ประกอบด้วย

- รักษาซ่อมแซมสิ่งที่ชำรุดให้ใช้งานได้
- เห็นคุณค่าและใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัด
- เห็นคุณค่าของวัสดุเหลือใช้และรู้จักเลือกใช้
- ใช้สารหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในปริมาณที่เหมาะสมและประหยัด

2. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นลักษณะนิสัยที่จำเป็นต่อการอยู่ร่วมกันในสังคม ซึ่งสามารถประเมินจากพฤติกรรมต่างๆ ประกอบด้วย

- เห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น
- ประพฤติและปฏิบัติตนตามข้อตกลงของกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตัว
- รู้จักบทบาทของตนที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม
- รู้จักขอความร่วมมือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียน ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาจเรียกได้ว่าเป็นเจตคติด้านพุทธิพิสัย และจากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยต่างๆ พบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ดังนี้ ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น ความมีเหตุมีผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 148) ได้ให้ความหมายของคำว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมหรือตัวนักวิทยาศาสตร์เอง คุณลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อนักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งอาจเรียกไว้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็น เจตคติด้านจิตพิสัย (Affective orientation)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก : 15, 2555 : 151) ได้ให้ความหมายของคำว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
6. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
7. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไคร้ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

2.4.2 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ประสาธ เนืองเฉลิม (2557 : 116) กล่าวถึงการวัดและประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของผู้เรียนด้านนี้เป็นการแสดงออกถึงเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดได้จากการแสดงออกในเชิงสนับสนุนที่อาจจะอยู่ในรูปของการพูด การเขียน หรือการแสดงท่าทีที่บ่งบอกถึงความตระหนักใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าของวิทยาศาสตร์ ในด้านที่จะช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนยอมรับว่า นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายล้วนมีส่วนช่วยสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก : 136) ได้กล่าวถึงการวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็น ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ต้องมีการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วย โดยผู้สอนใช้วิธีการประเมินด้วยการสังเกต การสัมภาษณ์ และการใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อให้เข้าใจความรู้สึกของผู้เรียน รวมทั้งการใช้แบบ สสำรวจหรือแบบสอบถาม การประเมินด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สามารถกระทำได้ตลอดเวลา เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้การพัฒนาเจตคติของผู้เรียนเป็นไป ตามธรรมชาติ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ ดังนี้ ความพอใจ ศรัทธา และซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ อาจเรียกได้ว่าเป็นเจตคติด้านจิตพิสัย

2.5 คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์

2.5.1 การจัดการเรียนรู้

2.5.1.1 หลักการจัดการเรียนรู้และการออกแบบการจัดการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552 : 25-26) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์เป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน ผู้สอนต้องพยายามคิดสรร กระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่ม สาระ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่างๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญ ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552 : 25-26) กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถตาม มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถ เรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและ พัฒนาการทางสมอง เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้และคุณธรรม

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549 : 6-7) กล่าวถึงกระบวนการทัศน์ของการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ไว้ว่า กระบวนการทัศน์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น จึงต้องมีการปรับกระบวนการทัศน์ของครูวิทยาศาสตร์จากกระบวนการทัศน์เดิมที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-centered) เป็นกระบวนการทัศน์ใหม่ของการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child-centered) เน้นการบูรณาการ (Integration) ดังแสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงกระบวนการทัศน์ใหม่ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระบวนการทัศน์ใหม่ 3 ทางของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	กระบวนการทัศน์เดิมของการสอนวิทยาศาสตร์
<p>1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อสนองความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคล</p> <p>1.1 ครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้สนับสนุน และเป็นพี่เลี้ยง</p> <p>1.2 ใช้หลากหลายรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนได้เต็มศักยภาพ</p> <p>1.3 จุดเน้น คือ เร้าใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ อยากเห็น เร้าใจ/กระตุ้นความสนใจให้คิด ลงมือปฏิบัติ สังสอน สำรวจตรวจค้น และเรียนรู้</p> <p>1.4 การสอนวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการริเริ่ม อำนาจความสะดวก และให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและค้นพบความสามารถที่สมบูรณ์ด้วยตนเอง</p> <p>1.5 การสอนวิทยาศาสตร์ คือ การร่วมกันอย่างมีความสุขในการใช้กระบวนการแล้วทำให้เกิดผลการเรียนรู้โดยผู้เรียน</p> <p>1.6 การสอนวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนตลอดชีวิต และหมายรวมถึงการค้นพบอยู่เสมอ การทดลอง การค้นพบ ความสามารถ/ศักยภาพตนเอง การสะท้อนกลับและการพัฒนาอาชีพ</p>	<p>1. การสอนวิทยาศาสตร์แบบให้ทำตามหรือทำให้เหมือนต้นแบบ</p> <p>1.1 ครูวิทยาศาสตร์เป็นศูนย์กลางของการสอน</p> <p>1.2 มีแบบการสอนเป็นแบบแผนเป็นมาตรฐานเพื่อให้ได้ผลผลิตตามแบบแผนที่กำหนด</p> <p>1.3 เป็นการถ่ายทอดความรู้และทักษะให้กับผู้เรียนโดยตรง</p> <p>1.4 การสอนวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการส่งผ่านการอบรม</p> <p>1.5 การสอนวิทยาศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จ เมื่อไปสอบข้อสอบมาตรฐานของสถาบันอื่นๆ</p> <p>1.6 เป็นการสอนที่เน้นการปฏิบัติตามหลักการหรือแนวทางที่ครูบอก หรือประยุกต์ใช้ความรู้จากที่ครูเป็นผู้ให้</p>
<p>2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นท้องถิ่นและเน้นความเป็นสากลโลก</p> <p>2.1 มีแหล่งเรียนรู้หลากหลายทั้งในและนอกโรงเรียน ในท้องถิ่นและในชุมชนในจังหวัด</p> <p>2.2 เป็นการสอนที่เน้นกลุ่มหรือทีมและการสร้างเครือข่าย</p> <p>2.3 มีแหล่งเรียนรู้หลากหลายทั้งในและนอกโรงเรียน ในท้องถิ่นและในชุมชนในจังหวัด</p> <p>2.4 เป็นการสอนที่เน้นกลุ่มหรือทีมและการสร้างเครือข่าย</p>	<p>2. การสอนวิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตโรงเรียน</p> <p>2.1 โรงเรียนเป็นสถานที่สอนและครูคือแหล่งความรู้สำคัญ</p> <p>2.2 เป็นการสอนแบบแยกส่วน ไม่เป็นการบูรณาการ</p> <p>2.3 เป็นการสอนที่เน้นในห้องเรียนเท่านั้น</p> <p>2.4 เป็นการสอนที่จำกัดโอกาสของผู้เรียน ทั้งเวลา สถานที่และความต้องการของแต่ละคน ซึ่งมีความแตกต่างกัน</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

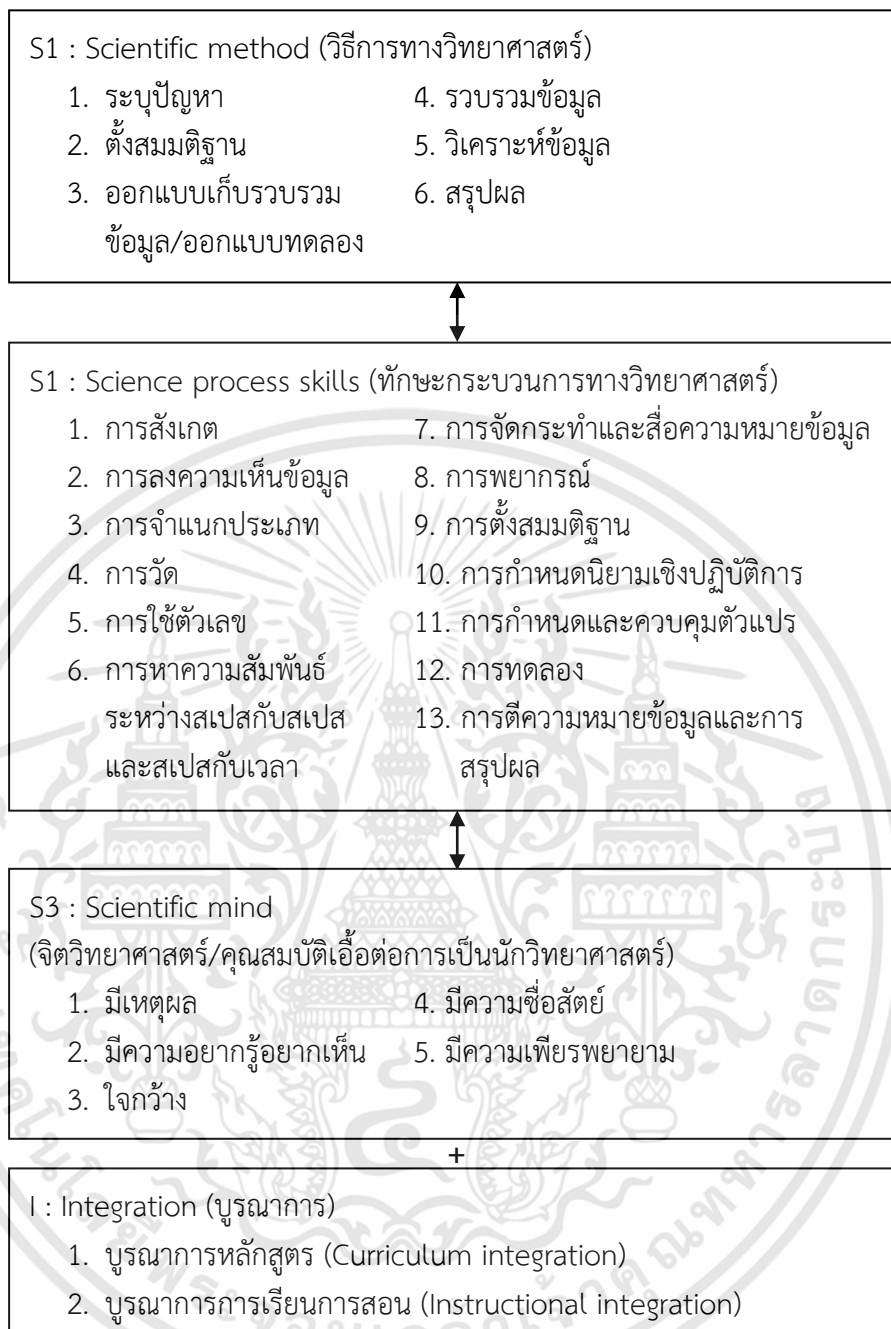
ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

กระบวนทัศน์ใหม่ 3 ทางของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	กระบวนทัศน์เดิมของการสอนวิทยาศาสตร์
<p>2.5 เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชน โลก และมีประสบการณ์เพิ่มขึ้นด้วยการใช้ความรู้และกระบวนกรที่ทำงานที่เรียนในโรงเรียน</p> <p>2.6 เน้นการสร้างเครือข่ายของครูในโรงเรียนออกสู่โลกภายนอก</p>	<p>2.5 เป็นการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูไม่เกี่ยวข้องกัน หรือไม่เน้นเรื่องของท้องถิ่น และโลกที่กำลังเปลี่ยนแปลง</p> <p>2.6 เป็นการสอนแบบแยกส่วน อีกทั้งเน้นเฉพาะการสอนในขอบเขตของโรงเรียนเท่านั้น</p>

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549 : 12) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of science) ซึ่งประกอบด้วย

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills)
3. จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind)

เพื่อการค้นพบหรือสร้างองค์ความรู้และก่อปรด้วยการบูรณาการ (Integration) อิงกับชีวิตจริง โดยการเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ จัดการเรียนรู้เป็นองค์รวมเพื่อพัฒนาหุปัญญา (Multiple intelligences) ซึ่งสามารถพัฒนาสมองทั้งซีกขวาและซีกซ้าย หรือพัฒนาปัญญาและสุนทรียภาพอย่างสมดุล จึงจัดเป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยหลักการสอน 3S+I ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงแผนผังการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยหลักการสอน 3S+I

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548 : 19) กล่าวถึงหลักการสอนไว้ดังนี้

1. เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้คิดค้นหาด้วยตนเอง ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวา
2. เน้นการทำงานและการเรียนเป็นกลุ่ม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีความคิดความสามารถแตกต่างกัน เสนอความคิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน แล้วประสานความคิดร่วมกัน
3. เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าด้วยตนเองหรือเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อจะทำให้เข้าใจอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการหาความรู้ หรือใช้ทักษะกระบวนการค้นคว้าความรู้
5. บอกรผลการวัดและประเมินผลทันที เพื่อให้ผู้เรียนรู้จุดเด่น จุดบกพร่องที่ต้องแก้ไข รวมทั้งให้กำลังใจให้แรงเสริมแก่ผู้เรียน
6. เน้นการจัดประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนพบความสำเร็จ เพื่อให้ได้เห็นว่าตนเองมีคุณค่าหรือเพื่อให้เกิดอัตมโนทัศน์ (Self-concept) ซึ่งเป็นความต้องการพื้นฐานที่ทุกคนต้องการให้ผู้อื่นยอมรับว่า ตนเองมีความสามารถอันจะช่วยให้มีสุขภาพจิตดี รู้จักการปรับตัวให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข

รัตนา ชิตชอบ (2553 : 23) กล่าวถึงการออกแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบการมีส่วนร่วมผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำไปใช้พัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ได้สัดส่วนสมดุลทั้งด้านความรู้ เนื้อหาสาระ ทักษะกระบวนการต่างๆ ทั้งระบบกลุ่ม กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ทักษะปฏิบัติ คุณธรรม จริยธรรม และเจตคติที่ดีต่อสิ่งที่เรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่คงทน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552 : 25-26) กล่าวถึงการออกแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ แล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเป้าหมายที่กำหนด

บทบาทผู้สอนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ประสาธน์ เมืองเฉลิม (2557 : 24-25) ได้กล่าวถึงบทบาทผู้สอนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ไว้ดังนี้

มิติของผู้สอนที่ต้องปรับความคิด เปลี่ยนความเชื่อต่อการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งตระหนักว่าการเรียนการสอนย่อมต้องเปลี่ยนแปลงตามกระแสของโลกาภิวัตน์ การทำความเข้าใจธรรมชาติการเรียนรู้ การปฏิวัติทางเทคโนโลยีสารสนเทศ การปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์ต่อทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นการเอาเนื้อหาวิชาเป็นตัวตั้งและการประเมินผลการเรียนเพื่อตัดสิน จึงอาจไม่เหมาะสมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับยุคนี้ ซึ่งสามารถสรุปบทบาทของผู้สอนได้ ดังนี้

- ผู้สอนคือผู้ที่ออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพราะผู้สอนคือหนังสือเรียนเล่มใหญ่ที่ได้บรรจุความรู้และทักษะต่างๆ ไว้อย่างมหาศาล
- ผู้สอนคือผู้ตั้งคำถามและเร้าความสนใจในการเรียน
- ผู้สอนคือผู้สร้างแรงบันดาลใจทางการเรียนรู้ เป็นตัวแบบ (Role model) ที่ผู้เรียนสามารถยึดเป็นแบบอย่างในดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างปกติสุข
- ผู้สอนคือผู้ที่ชี้แนะกระบวนการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ และวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม
- ผู้สอนคือผู้ที่อำนวยความสะดวกในการเรียน เพราะผู้เรียนคือผู้สร้างความรู้ ผู้สอนต้องทำหน้าที่ในการให้เครื่องมือ เพื่อสร้างความรู้สำหรับนักเรียน
- ผู้สอนคือผู้ที่จัดสถานการณ์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้สอนคือผู้ผลิต จัดหา คัดสรร สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับและขยายโครงสร้างทางปัญญา

- ผู้สอนคือที่ประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยสร้างเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ และสะท้อนผลเพื่อการพัฒนามากกว่าการตัดสิน

ผู้สอนนอกจากจะต้องออกแบบการเรียนการสอน จัดกิจกรรมการเรียนการสอน และประเมินการเรียนรู้ ยังต้องทำความเข้าใจเรื่องหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องสำคัญในศตวรรษนี้ เนื่องจากความรู้ได้รับการผลิตอย่างมากมายและรวดเร็ว แต่จำนวนระยะเวลาที่กำหนดในหลักสูตรนั้นมีจำกัด การวิเคราะห์หลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้จึงเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้สอนไม่น้อยกว่าที่ผู้เรียนต้องเรียนผ่านกิจกรรมห้องเรียนวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ รู้จักพัฒนานวัตกรรมทางการเรียนการสอนและจัดสภาพแวดล้อมที่สร้างแรงบันดาลใจผู้เรียนเรียนรู้ตลอดชีวิตและประการสำคัญก็คือ ผู้สอนต้องมีความเข้าใจในวิชาชีพครูและปฏิบัติตนตามที่จรรยาบรรณวิชาชีพกำหนด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552 : 26) กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้และทักษะกระบวนการ ที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการและความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์
3. ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย
4. จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้
5. จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
6. ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน
7. วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548 : 18-19) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างความรู้ไว้ ดังนี้ ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้จัดการในการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง บทบาทของครูจึงเปลี่ยนจากการเป็นผู้ให้ ผู้บอก ผู้เล่า ผู้บรรยาย มาเป็นผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้ ให้ผู้เรียนค้นคว้าสร้างความรู้ รวมทั้งสิ่งประดิษฐ์ด้วยตนเอง บทบาทใหม่ของครูมีดังนี้

1. ผู้นำเสนอ (Presenter) ครูไม่ใช่ผู้บรรยาย แต่เป็นผู้สาคิต เตรียมประสบการณ์เรียนรู้ จัดกิจกรรมให้กลุ่ม หรือรายบุคคล เพื่อให้สร้างความรู้เอง
2. ผู้สังเกต (Observer) ครูสังเกตอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ สังเกตกระบวนการทางปัญญา ได้แก่ การแก้ปัญหาและกระบวนการทางสังคม เช่น การทำงานร่วมกัน การปฏิสัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ถามคำถาม (Question asker) ครูควรใช้คำถามระดับต่ำและสูง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา
4. ผู้ทำให้เกิดปัญหา (Problem poser) ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นปัญหา
5. ผู้จัดบรรยากาศ (Environment organizer) ครูควรจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและจิตใจเพื่อสนับสนุน กระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้

ครูวิทยาศาสตร์นอกจากจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ ครูวิทยาศาสตร์ยังต้องช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความสามารถต่างๆ ของตน และให้มีโอกาสแสดงความสามารถเหล่านั้น และช่วยพัฒนาตัวเองให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ซึ่งเป็นแนวคิดที่เป็นความสำคัญของการรับรู้เกี่ยวกับตัวเอง รู้จักตนเอง เรียกว่าอัตมโนทัศน์ (Self-concept) และยังเห็นว่าตนเองมีคุณค่า (Positive self-concept) ซึ่งเป็นความต้องการพื้นฐานที่ทุกคนต้องการให้ผู้อื่นยอมรับว่าตนเองมีความสามารถ ซึ่งช่วยทำให้ผู้เรียนมีสุขภาพจิตดี รู้จักการปรับตัวให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข มีความมั่นใจในตนเอง ซึ่งความมั่นใจในตนเองนี้เป็นพื้นฐานของการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพราะถ้าผู้เรียนเห็นว่าตนมีคุณค่า มีความมั่นใจก็กล้าที่จะคิดริเริ่มและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ดังนั้นการที่ครูวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จบ่อยๆ เพื่อให้เกิดการเห็นคุณค่าของตนเองก็ทำได้ โดยพยายามจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถหลายๆ ด้าน นอกเหนือไปจากผลสัมฤทธิ์การเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการหรือเนื้อหาอย่างเดียว โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กันระหว่างผู้เรียน เกิดความสัมพันธ์และยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งมีหลักการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ เห็นคุณค่าของตน ดังนี้

1. การเรียนรู้ควรเป็นกระบวนการที่มีชีวิตชีวา โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนหรือทำกิจกรรมให้มากและอย่างทั่วถึง
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากแหล่งต่างๆ กัน รวมทั้งความรู้ ความรู้สึกรู้สีกคิดของแต่ละบุคคล ถือเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญ
3. การเรียนรู้ที่ทำให้เข้าใจและจดจำได้ดี ควรให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง
4. การเรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาความรู้อย่างเดียว
5. การเรียนรู้ที่ดีจะต้องบอกผลให้ทราบทันทีเมื่อให้มีโอกาสทำต่อไป หรือแก้ไขข้อบกพร่อง ปรับปรุงตัวได้ทันที
6. การเรียนรู้ที่มีความหมายต้องจัดประสบการณ์ที่ให้เกิดความสำเร็จ โดยจัดกิจกรรมเอื้อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ ให้ผู้เรียนมีกำลังใจและเห็นว่าตนเองมีคุณค่า

2.5.1.2 กระบวนการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552 : 25-26) กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้ไว้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา

กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ ลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้การเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย

กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนพัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดการ กระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.1.3 สื่อการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552 : 27) กล่าวถึงสื่อการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และเครือข่ายการเรียนรู้ต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการและลีลาการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน

การจัดหาสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาขึ้นเอง หรือปรับปรุงเลือกใช้อย่างมีคุณภาพจากสื่อต่างๆ ที่มีอยู่รอบตัว เพื่อนำมาใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถส่งเสริมและสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาควรจัดให้มีอย่างพอเพียง เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้มีหน้าที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรดำเนินการ ดังนี้

1. จัดให้มีแหล่งการเรียนรู้ ศูนย์สื่อการเรียนรู้ ระบบสารสนเทศการเรียนรู้ และเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ทั้งในสถานศึกษาและในชุมชน เพื่อการศึกษาค้นคว้าและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ ระหว่างสถานศึกษา ท้องถิ่น ชุมชน สังคมโลก
2. จัดทำและจัดหาสื่อการเรียนรู้ สำหรับการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียน เสริมความรู้ให้ผู้สอน รวมทั้งจัดหาสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้
3. เลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ ธรรมชาติของสาระการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน
4. ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ที่เลือกใช้อย่างเป็นระบบ
5. ศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. จัดให้มีการกำกับ ติดตาม ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเกี่ยวกับสื่อและการใช้สื่อการเรียนรู้เป็นระยะๆ และสม่ำเสมอ

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

2.5.1.4 แหล่งการเรียนรู้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549 : 34-36) ได้กล่าวถึงแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ แหล่งเรียนรู้ (Learning resources) มาจากคำว่า แหล่ง รวมกับคำว่า เรียนรู้ ซึ่งคำว่า “แหล่ง” ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 หมายถึง ถิ่น ที่อยู่ บริเวณ ศูนย์รวม บ่อเกิด แห่ง ที่ และคำว่า “เรียนรู้” หมายถึง เข้าใจความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยประสบการณ์ ดังนั้นโดยสรุปได้ว่า แหล่งเรียนรู้ หมายถึง ถิ่น ที่อยู่ บริเวณ ศูนย์รวม บ่อเกิด แห่ง ที่ ที่ให้ประสบการณ์ทำให้มีความเข้าใจความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549 : 35) ได้กล่าวถึงประเภทของแหล่งเรียนรู้ไว้ ดังนี้

แหล่งเรียนรู้จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน และ 2) แหล่งเรียนรู้นอกโรงเรียน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน ได้แก่ ศูนย์วิทยบริการ ห้องสมุดโรงเรียน ห้องสมุดหมวดวิชา มุมหนังสือในห้องเรียน ห้องพิพิธภัณฑ์ ศูนย์ศิลปวัฒนธรรม ห้องมัลติมีเดีย ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องอินเทอร์เน็ต ห้องโสตทัศนศึกษา สวนธรรมชาติ สวนวรรณคดี สวนสมุนไพร สวนหนังสือ เป็นต้น

2. แหล่งเรียนรู้นอกโรงเรียน ได้แก่ ห้องสมุดประชาชน พิพิธภัณฑ์ ศูนย์ศิลปวัฒนธรรม หอศิลป์ สวนสัตว์ สวนสาธารณะ สวนพฤกษชาติ อุทยานแห่งชาติ ศูนย์กีฬา ภูมิปัญญา เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข : 249-251) กล่าวถึงแหล่งการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องส่งเสริมและสนับสนุนผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ และเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิตจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แหล่งเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน หรือจากหนังสือเรียนเท่านั้น แต่จะรวมถึงแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน ดังนี้

- สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ หนังสือพิมพ์ วารสาร ฯลฯ

- สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ มัลติมีเดีย CAI วิดีทัศน์ และรายการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านสื่อวิทยุ โทรทัศน์ CD-ROM อินเทอร์เน็ต

- แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน เช่น ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สวนพฤกษศาสตร์ สวนธรรมิโนโรงเรียน ห้องสมุด

- แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เช่น อุทยานแห่งชาติ สวนพฤกษศาสตร์ สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โรงงานอุตสาหกรรม หน่วยงานวิจัยในท้องถิ่น ฯลฯ

- แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล เช่น ปรมาจารย์ท้องถิ่น ผู้นำชุมชน ครู อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย ฯลฯ

ทั้งนี้ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะต้องจัดให้นักเรียนมีหนังสือเรียนหลักประกอบการเรียนและการทำกิจกรรม และครูผู้สอนควรพิจารณาใช้หนังสืออ้างอิงที่หลากหลาย รวมถึงการใช้แหล่งเรียนรู้ต่างๆ ให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนา ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม จากแหล่งเรียนรู้เหล่านั้น อันจะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์

2.5.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 1-3) ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

การวัดผลประเมินผลเป็นภารกิจหนึ่งที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ ผลที่ได้จากการประเมินจะช่วยให้ผู้สอนได้ทราบถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ การใช้หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน รวมทั้งใช้ผลที่ได้จากการประเมินเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้อันเหมาะสมกับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ตามหลักการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาและในชั้นเรียนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย การประเมินด้านกระบวนการคิด การจัดการการประยุกต์ความรู้ การมีคุณธรรม ค่านิยมที่ดี และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งต้องประเมินให้ครอบคลุมตามเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 7 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้การประเมินผลในชั้นเรียนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ครอบคลุมเพื่อจะได้นำผลประเมินไปใช้ประโยชน์ใน 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้ และความสามารถที่เป็นทักษะสำคัญของชีวิต และนำผลที่ได้จากการวินิจฉัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนต่อไป
2. เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดหรือตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และนำผลที่ได้จากการตรวจสอบนี้ไปใช้พัฒนาให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น
3. เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำข้อมูลสารสนเทศในด้านการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนหรือสถานศึกษา และใช้ข้อมูลตัดสินใจคุณภาพผู้เรียน ตลอดจนนำเสนอผลการประเมินต่อผู้เรียน ผู้ปกครอง หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาเพื่อให้สถานศึกษาได้มีข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปวางแผนพัฒนาการจัดการศึกษาต่อไป

การที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายทั้งสามประการดังกล่าว จะต้องทำการวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง ด้วยวิธีการและเครื่องมือการประเมินที่หลากหลาย ผู้สอนจึงต้องศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อหาแนวทางและวิธีการประเมินใหม่ๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการวัดผล ประเมินผลอยู่เสมอ

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548 : 125) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ช่วยทำให้ผู้สอนรู้ว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใด

2.5.2.2 จุดประสงค์และแนวทางในการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 3) ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้ การวัดผลประเมินผลทุกครั้ง ต้องกำหนดจุดประสงค์ในการประเมินไว้อย่างชัดเจน เพื่อใช้ในการกำหนดกรอบเนื้อหาและ พฤติกรรมที่ต้องการวัด รวมทั้งกำหนดรูปแบบของเครื่องมือวัดผลประเมินผลให้เหมาะสม โดยหลักในการประเมินผลที่สำคัญมี 2 ประการ คือ

1. การประเมินเพื่อการปรับปรุงการเรียนรู้ เป็นการประเมินผลระหว่างการเรียนรู้ที่ต้องประเมินเป็นระยะๆ ตามกรอบเนื้อหา พฤติกรรม หรือรายการที่ต้องการประเมิน และต้องบันทึกผลหรือบันทึกคะแนนที่ได้จากการประเมินไว้อย่างต่อเนื่อง ผลการประเมินที่ได้จะใช้เพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ในส่วนที่ยังบกพร่อง ไม่ถูกต้อง หรือยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ในการเรียนรู้นั้นๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันทั่วทั้ง

2. การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ เป็นการประเมินเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้หรือการนำคะแนนที่ได้มาใช้สรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเน้นการสรุปในภาพรวมเพื่อการตัดสินผลการเรียนรู้ หรือการนำผลการประเมินนั้นมาจัดทำรายงานสรุปความสามารถในด้านต่างๆ ของผู้เรียนในทุกๆ ปลายภาคเรียนหรือเมื่อจบปีการศึกษา

จุดประสงค์ของการประเมินผลหรือเป้าหมายของการใช้ผลที่ได้จากการประเมิน จะช่วยกำหนดกรอบเนื้อหาและพฤติกรรม การเลือกใช้เครื่องมือวัดผลประเมิน การวางแผนผู้รับผิดชอบงาน และการกำหนดแนวปฏิบัติในการวัดผลประเมินผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 4-6) ได้กล่าวถึงแนวทางในการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้ การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการประเมินผลที่การแสดงผลหรือจากผลงานของผู้เรียน ซึ่งได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน เนื่องจากผลการประเมินที่ได้จะตรงกับความเป็นจริงและสอดคล้องกับกระบวนการคิด การจัดการ การประยุกต์ความรู้ การมีคุณธรรม ค่านิยมที่ดี และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แนวทางเช่นนี้จัดเป็นการประเมินตามสภาพจริงและต้องการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนให้ได้มากที่สุด การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนแสดงได้ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียน

จากภาพที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่าการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนจะต้องประเมินผู้เรียนในหลายด้าน ด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลายรูปแบบ การประเมินทางเลือกใหม่ในปัจจุบันนี้ จึงให้ความสำคัญกับการใช้เครื่องมือในการประเมินที่หลากหลายและสอดคล้องกับสมรรถภาพที่ต้องการประเมิน

การวัดผลประเมินผลเกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้สอนและผู้เรียน ดังนั้นจึงนำเสนอแนวทางในการวัดผลประเมินผล จำนวน 3 แนวทาง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การวัดผลประเมินผลโดยผู้สอน เป็นวิธีการที่ผู้สอนต้องรับผิดชอบงานวัดผลประเมินผลด้วยตนเองทั้งหมด ตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ในการประเมิน การสร้างหรือเลือกใช้เครื่องมือ การกำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนน รวมทั้งการตัดสินผลและการสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. การวัดผลประเมินผลโดยผู้สอนและผู้เรียน เป็นวิธีการที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดจุดประสงค์ในการประเมิน สร้างหรือเลือกใช้เครื่องมือ กำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนนและการตัดสินผลการประเมิน ในกรณีที่ผู้เรียนประเมินตนเอง ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการประเมินตนเองของผู้เรียน ในการตัดสินผลการประเมินจะต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการประเมินที่สอดคล้องกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนมาประกอบกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวัดผลประเมินผลโดยผู้เรียน เป็นวิธีการที่ผู้เรียนรับผิดชอบการวัดผลประเมินผลด้วยตนเอง โดยผู้เรียนมีอิสระในการเลือกกิจกรรมและผลงานที่จะนำมาประเมินผล ในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมก็จะมีประเมินตนเองควบคู่กันไป ผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรมซึ่งผ่านการปรับปรุงจนเป็นงานชิ้นที่ดีที่สุดแล้วจะถูกนำมาจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบในแฟ้มสะสมงาน ดังนั้นแฟ้มสะสมงานจึงเป็นผลงานที่ผู้เรียนต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากใช้เป็นแหล่งข้อมูล หลักฐาน ร่องรอย หรือเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้ในการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนได้

การประเมินผลการทำงานกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนบางกิจกรรม ผู้เรียนสามารถร่วมประเมินเพื่อให้การประเมินมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น การเลือกผู้ร่วมประเมินในแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ต้องการประเมิน เช่น ผู้สอนในรายวิชาอื่นๆ นอกเหนือจากวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้ปกครอง เพื่อนร่วมชั้นของผู้เรียน รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญจากทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา ผู้สอนจึงต้องเป็นผู้ประสานงานและอำนวยความสะดวก ทั้งนี้ต้องมีการวางแผนเป็นอย่างดี เพื่อให้การประเมินผลเกิดประโยชน์สูงสุด ผู้ที่จะทำหน้าที่ในการประเมินควรมีคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีความรู้ในเรื่องที่ประเมินเป็นอย่างดี และมีความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. มีทักษะการอ่านและการเขียนที่ดี สามารถใช้ภาษาได้ถูกต้อง ใช้คำศัพท์หรือประโยคที่ง่ายต่อการเข้าใจ รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ วิเคราะห์ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ภาษาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
3. ผู้ประเมินต้องเข้าใจจุดประสงค์การประเมิน วิธีการสร้าง ขั้นตอน เครื่องมือเกณฑ์ และการแปลผลที่ได้จากการประเมิน
4. มีความยุติธรรมในการตรวจให้คะแนน เก็บรวบรวมผลการประเมิน และตัดสินผลประเมินตามความเป็นจริง

2.5.2.3 การประเมินสมรรถภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 59-60) กล่าวถึงการประเมินสมรรถภาพไว้ว่า การประเมินสมรรถภาพเป็นการประเมินความสามารถและทักษะต่างๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกจะเกี่ยวข้องกับความสามารถและทักษะต่างๆ ที่ครอบคลุมทั้งด้านการคิดและการปฏิบัติ

สมรรถภาพ หมายถึง ความสามารถและทักษะที่ผู้เรียนนำมาใช้ในการปฏิบัติงานให้เกิดผลสำเร็จตามที่ต้องการ ความสามารถและทักษะดังกล่าวครอบคลุม 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ทักษะเชาวน์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ ที่มีลักษณะและองค์ประกอบ ดังนี้

1. ทักษะเชาวน์ปัญญา เป็นความสามารถและทักษะในด้านการคิด ทั้งทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการ ที่มีลักษณะดังนี้
 - การคิดที่ช่วยในการสังเกตหรือการรับรู้ข้อมูลต่างๆ
 - การคิดและวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ การจำแนกประเภท การเปรียบเทียบ การแสดงความสัมพันธ์
 - การคิดให้เหตุผลเพื่ออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง การคำนวณค่า หรือการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 - การคิดเพื่อคาดคะเนผลลัพธ์ การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน หรือการทำนายผลตามข้อมูลที่ได้จัดกระทำไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การคิดวางแผนวิธีการและขั้นตอนการทำงานด้วยการออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การวางแผนกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ เช่น การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. ทักษะปฏิบัติ เป็นความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานหรือความชำนาญในการปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ตัวอย่างทักษะปฏิบัติ มีดังนี้

- การเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการออกแบบการทดลอง

- การปฏิบัติการทดลองที่ต้องอาศัยทักษะหลายด้าน เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด และทักษะการใช้เครื่องมือ

- การบันทึกผลการทดลองโดยนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำและนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภาพ แผนภูมิ หรือกราฟ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 60-62) ได้กล่าวถึงการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนไว้ ดังต่อไปนี้

การประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนทำได้ 2 ลักษณะ คือ 1) การประเมินจากผลการตอบคำถามหรือปัญหาต่างๆ ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ และ 2) การประเมินจากผลการปฏิบัติงานต่างๆ ด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การประเมินสมรรถภาพด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ

ข้อสอบเขียนตอบเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถภาพด้านการคิดด้วยการเขียนตอบเกี่ยวกับการวางแผน วิธีการ ขั้นตอนการปฏิบัติ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การวิเคราะห์ การคำนวณค่า การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความคิดเห็น และการให้ข้อเสนอแนะการลงมือปฏิบัติจริงที่ผู้เรียนไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเกินระดับความสามารถของผู้เรียน ทั้งด้านความปลอดภัยและความไม่เหมาะสมของสถานการณ์

ข้อสอบเขียนตอบที่ใช้วัดสมรรถภาพ มีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบเขียนตอบแบบอธิบาย ซึ่งครอบคลุมด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่เป็นทักษะขั้นพื้นฐาน และขั้นผสมผสาน แต่ลักษณะของข้อสอบเขียนตอบวัดสมรรถภาพนั้น จะเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดระดับสูง เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อนหรือเกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการ และมีความเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ในระดับชั้นของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดออกมาด้วยการเขียนแสดงกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน และมีการให้คะแนนตามความถูกต้องของคำตอบร่วมกับส่วนของวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้เพื่อแก้ปัญหาด้วย สถานการณ์และคำถามของข้อสอบข้อเขียน มีลักษณะดังนี้

- สถานการณ์ สถานการณ์ที่ใช้ในข้อสอบเขียนตอบจะใช้สถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เหตุการณ์ของสังคม หรือสถานการณ์จำลองที่สมมติเหตุการณ์เลียนแบบจากสถานการณ์จริง หรือสมมติเรื่องราวขึ้นอย่างมีเหตุผล โดยเนื้อหาในสถานการณ์ต้องสอดคล้องกับความรู้ในบทเรียน ซึ่งอาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูลหรือแผนภาพ

- คำถาม มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิดหรือคำสั่งให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความรู้ความสามารถ การเขียนคำถามจึงต้องมีความชัดเจนในประเด็นสำคัญของการเขียนตอบ เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การเปรียบเทียบ การอธิบายวิธีการและขั้นตอน การลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การสร้างแบบจำลอง และการลงข้อสรุป

การกำหนดสถานการณ์และคำถามมีผลต่อการแสดงสมรรถภาพของผู้เรียน สถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบ มีตัวอย่างดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอย่างสถานการณ์และคำถามของข้อสอบเขียนตอบ

สถานการณ์	คำถาม	สมรรถภาพ
1. กำหนดเหตุการณ์ บทความ แนวความคิด หรือข้อความ	ให้แปลความหมายเหตุการณ์ หรือให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งหรือให้เสนอแนวทางการแก้ปัญหา	- การแก้ปัญหา - การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ - การตัดสินใจ - การคิดสร้างสรรค์
2. การกำหนดตารางข้อมูล หรือกราฟ	ให้อธิบายความหมายข้อมูลหรือเพิ่มเติมข้อมูลที่มีความเป็นไปได้	- การแปลความหมายข้อมูล - การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล - การลงข้อสรุป - การนำความรู้ไปใช้
3. การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ	ให้ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน	- การกำหนดปัญหา - การตั้งสมมติฐาน - การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. การกำหนดภาพแสดงวิธีทดลองของผู้เรียน มากกว่า 1 กลุ่ม ที่มีวิธีการปฏิบัติที่แตกต่างกัน	ให้เปรียบเทียบและเลือกวิธีทดลอง ให้เหตุผลการเลือกวิธีการนั้นๆ	- การกำหนดปัญหา สมมติฐาน และตัวแปร - การออกแบบการทดลอง - การแปลความหมาย - การอภิปรายและลงข้อสรุป
5. การกำหนดแบบจำลอง หรือแผนภาพ	ให้สร้างแบบจำลองที่ต่างจากที่กำหนดให้และให้เหตุผลได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีประโยชน์	- การสังเกต - การแปลความหมายข้อมูล - การคิดสร้างสรรค์ - การสร้างแบบจำลอง - การนำความรู้ไปใช้
6. กำหนดข้อมูลการทดลอง ที่ประกอบด้วยวิธีทดลอง บันทึกผลการทดลอง	ให้พิจารณาความเป็นไปได้ของข้อมูลหรือให้ทำนายผล	- การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ - การสังเคราะห์ - การให้เหตุผล - การคิดเชื่อมโยงหรือการถ่ายโอนความรู้ - การสรุปความรู้

2. การประเมินสมรรถภาพด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 67-70) ได้กล่าวถึงการประเมินสมรรถภาพด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติไว้ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจะมีหลักฐานร่องรอยที่แสดงไว้ ทั้งวิธีการปฏิบัติ และผลการปฏิบัติ ซึ่งหลักฐานร่องรอยเหล่านี้ใช้ในการประเมินความสามารถ ทักษะ การคิด และทักษะปฏิบัติจากการกระทำดีเป็นอย่างไร โดยทั่วไปแบบวัดภาคปฏิบัติจำแนกได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) กิจกรรมการทดลอง และ 2) การเขียนรายงานการทดลอง แบบวัดภาคปฏิบัติจะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อสอบทั่วไป ที่มีสถานการณ์และคำถาม โดยสถานการณ์มักกำหนดเงื่อนไขให้สามารถปฏิบัติการทดลองได้อย่างปลอดภัย คำถามและสถานการณ์ที่กำหนดให้ เน้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงสมรรถภาพในด้านทักษะ เขาวนปัญญาและทักษะปฏิบัติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สถานการณ์ในแบบวัดภาคปฏิบัติมีลักษณะเป็นข้อมูลหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่กระทำ หรือสถานการณ์จำลองที่สามารถปฏิบัติได้จริง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียนด้วย

คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติประกอบด้วยคำสั่ง คำชี้แจงหรือเงื่อนไข เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือทำการทดลองโดยเน้นที่การแสดงความสามารถและทักษะปฏิบัติ คำถามในแบบวัดภาคปฏิบัติมักให้ผู้เรียนได้แสดงออกในด้านต่างๆ ดังนี้

- ความสามารถและทักษะด้านการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการออกแบบการทดลอง

- การปฏิบัติการทดลองที่ต้องอาศัยทักษะด้านต่างๆ เช่น ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการใช้เครื่องมือ

- ความสามารถและทักษะด้านการบันทึกผลการทดลอง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจบันทึกลงในตารางข้อมูล

นอกจากนี้แบบวัดภาคปฏิบัติที่มีกิจกรรมให้เขียนรายงานผลการทดลอง ควรให้ครอบคลุมในด้านต่อไปนี้

- การวางแผน เป็นการแสดงออกในด้านการกำหนดปัญหาการทดลอง การกำหนดจุดประสงค์การทดลอง การออกแบบวิธีการและขั้นตอนการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรในการทดลอง

- การวิเคราะห์และแปลผล เป็นการแสดงออกในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลแลผลการทดลอง การจัดกระทำข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และการแปลความหมายข้อมูล

- การนำความรู้ไปใช้ เป็นการแสดงออกในด้านการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล การสร้างแบบจำลอง การถ่ายโอนความรู้ การแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ การนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเดิมหรือการคิดสร้างสรรค์

สถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติต้องสอดคล้องกับสมรรถภาพที่ต้องการประเมินหรือสอดคล้องกับความสามารถและทักษะต่างๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงานนั้น ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงตัวอย่างสถานการณ์และคำถามของแบบวัดภาคปฏิบัติ

สถานการณ์	คำถาม	สมรรถภาพ
1. สถานการณ์ที่ประกอบด้วยปัญหาและเงื่อนไขต่างๆ	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ - ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานและออกแบบวิธีทดลอง รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองด้วยตนเอง 	สมรรถภาพด้านการวางแผนประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> - การกำหนดปัญหา - การตั้งสมมติฐาน - การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน - การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง
2. สถานการณ์ที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ และกำหนดวิธีการปฏิบัติให้	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดให้ โดยเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง และแสดงการรวบรวมข้อมูล 	สมรรถภาพด้านการลงมือปฏิบัติประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> - การทำงานตามขั้นตอน - การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง - การบันทึกผลหรือข้อมูลที่ได้จากการสังเกต
3. สถานการณ์ที่ประกอบด้วยวิธีปฏิบัติและวัสดุและอุปกรณ์การทดลอง	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอน โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้ และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ด้วยตนเอง 	สมรรถภาพด้านการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> - การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล - การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การสังเกตและการคำนวณ - การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล

การประเมินภาคปฏิบัติจะอยู่ในรูปของการกำหนดสถานการณ์จำลองที่มีการควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และประเมินผลผู้เรียนจากพฤติกรรมหรือกระบวนการที่แสดงออกระหว่างการทำกิจกรรม รวมทั้งประเมินคุณภาพของผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรม ถ้ากิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนทำนั้นเป็นการปฏิบัติการทดลอง ก็จะประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองและการเขียนรายงานการทดลองโดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งอาจใช้เป็นแบบสำรวจรายการหรือแบบประเมินที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อยหรือแบบมาตรฐานค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปการประเมินสมรรถภาพทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดภาคปฏิบัติ มักมีกิจกรรมการทำการทดลองและการเขียนรายงานผลการทดลอง แต่ในบางครั้งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลา สถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือการทดลองที่ไม่พร้อม หรือสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลองได้ การนำข้อสอบเขียนตอบมาใช้ก็สามารถประเมินสมรรถภาพบางด้านได้ แต่ข้อสอบเขียนตอบที่นำมาประเมินนั้นต้องมีคุณภาพเพียงพอที่จะสะท้อนได้ว่าผู้เรียนมีทักษะปฏิบัติตามที่ต้องการประเมิน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555 : 75)

2.5.2.4 การประเมินตามสภาพจริง

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548 : 159) ได้ให้ความหมายของการประเมินตามสภาพจริงไว้ว่า เป็นการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ จากกระบวนการทำงาน การปฏิบัติงาน และผลผลิตที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ในสภาพที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยใช้เรื่องราว เหตุการณ์ สภาพจริง หรือคล้ายจริงเป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนอง แล้วนำข้อมูลสู่การตีค่า ประสาท เนืองเฉลิม (2557 : 304-305) กล่าวถึงวิธีการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ไว้ว่า การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เน้นการประเมินผลตามสภาพที่เป็นจริง (Authentic assessment) ซึ่งเป็นกระบวนการสังเกต การบันทึก และรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน การประเมินตามสภาพจริงเน้นการประเมินทักษะการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติในสภาพจริงในการเรียนการสอน ซึ่งจะมีความต่อเนื่องกับการให้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่เป็นประโยชน์ต่อผู้สอน สำหรับใช้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละบุคคล โดยมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

- ต้องเสริมสร้างพัฒนาการและการเรียนรู้ของผู้เรียน
- เน้นให้เห็นพัฒนาการการเรียนรู้อย่างเด่นชัด
- ให้ความสำคัญกับจุดเด่น ความถนัด และความสามารถของผู้เรียน
- ตอบสนองต่อหลักสูตรที่มุ่งเน้นผลการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริง
- ประเมินที่ความสามารถและการแสดงออกจริง
- มีการวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน
- ตอบสนองการเรียนรู้ได้ครอบคลุมทั้งบริบทและเนื้อหาสาระ
- เกิดความร่วมมือระหว่างผู้ปกครอง ผู้สอนและผู้เรียน รวมทั้งบุคคลในวิชาชีพ

อื่นๆ

ประสาท เนืองเฉลิม (2557 : 294) กล่าวถึงแนวคิดและหลักการการเกี่ยวกับการประเมินตามสภาพจริงไว้ ดังนี้

1. เป็นวิธีการที่หลากหลายที่จะตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือคล้ายสภาพจริง
2. เป็นการสะท้อนให้เห็นการสังเกตสภาพงานปัจจุบันของผู้เรียนและสิ่งที่คุณเรียนได้ปฏิบัติจริง
3. เป็นการประเมินที่ไม่เน้นการประเมินทักษะพื้นฐาน แต่จะเน้นการประเมินทักษะการคิดอย่างซับซ้อนของผู้เรียนในการปฏิบัติงาน
4. เป็นการให้ผู้เรียนแก้ปัญหาคำอ่าน การเขียน และการกระทำ เพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การใช้คอมพิวเตอร์ การสร้างสถานการณ์ให้เหมือนกับการแก้ปัญหาในโลกแห่งความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริง การรวบรวมงานของผู้เรียนจากแหล่งข้อมูลที่เรียกว่า แฟ้มสะสมผลงาน การสังเกต วัสดุต่างๆ หลายๆ ด้าน

ประสาธ เนืองเฉลิม (2557 : 294-295) กล่าวถึงหลักการวัดและประเมินผลที่เอื้อต่อการประเมินตามสภาพจริงไว้ ดังนี้

1. การประเมินผลการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ จึงควรเป็นการประเมินกระบวนการพัฒนาผู้เรียนด้านต่างๆ และดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. การประเมินผลการเรียนรู้อยู่บนพื้นฐานคุณภาพของความเข้าใจและความคิดของผู้เรียน และควรพิจารณาจากข้อมูลหลายๆ แหล่ง ด้วยวิธีการที่ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างหลากหลาย

3. สิ่งที่จะประเมินควรเป็นทักษะขั้นสูง ชับซ้อนจากทักษะพื้นฐาน รวมทั้งกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา และการประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงหรือคล้ายสภาพจริง และมุ่งวัดแนวลึกมากกว่าแนวกว้าง

4. งานที่จะนำมาประเมินประกอบด้วยงานที่มีความหมาย มีประโยชน์จริงๆ ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ผู้เรียนสามารถเขียนบทความแล้วสามารถตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือพิมพ์หรือวารสารต่างๆ

5. การประเมินมีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อที่จะให้ผู้สอนนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

6. ผลการประเมินจะให้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของผู้เรียนที่เกี่ยวกับการคิด การปฏิบัติ วิธีการ ความรู้สึก รวมทั้งบุคลิกลักษณะต่างๆ

7. การพิจารณาผลการประเมินควรคำนึงถึงเกณฑ์ด้านความสามารถหรือความก้าวหน้าของผู้เรียนมากกว่าที่กำหนดเกณฑ์จากผู้สอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก : 8, 147) ได้อธิบายถึงการประเมินตามสภาพจริง ดังนี้

การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินจากการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียนและเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตและสังคม ซึ่งผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถ กระบวนการคิด และความรู้สึก การประเมินตามสภาพจริงจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของตนเอง และใช้วิธีการประเมินอย่างหลากหลายตามสถานการณ์ที่เป็นจริงโดยกระทำอย่างต่อเนื่อง

การประเมินตามสภาพจริงมีลักษณะดังนี้

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

ชุมชน

6. สนับสนุนการมีส่วนร่วมและมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีการชื่นชมต่อการปฏิบัติงานและผลงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กระทำไปพร้อมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามสภาวการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อสร้างความเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง

8. เน้นการวัดความสามารถในการคิดระดับสูง โดยใช้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ในการสังเคราะห์ อธิบาย ตั้งสมมติฐาน สรุปและแปลผล

การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินการเรียนรู้จาก “ผลงานและการปฏิบัติงานของผู้เรียน” การรวบรวมผลงาน การบันทึกผลงาน หลักฐาน ร่องรอยการปฏิบัติงานและผลงาน เป็นแหล่งข้อมูลหรือแนวทางจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินการเรียนรู้ที่อิงความสามารถ และพัฒนาการของผู้เรียน มุ่งติดตามและประเมินความก้าวหน้าหรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เป็นชีวิตจริงของผู้เรียนแต่ละคน สะท้อนให้เห็นสมรรถภาพของผู้เรียนในการสร้างสรรค์และผลิตผลงาน จึงช่วยให้ผู้เรียนได้ข้อมูลป้อนกลับและรู้จักตนเองว่ามีความสามารถทำอะไรได้บ้าง มากน้อยเพียงใด ทำให้ไม่เป็นเช่นนั้น การประเมินตามสภาพจริงที่มีประสิทธิภาพต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง และประเมินทุกด้านด้วยวิธีการประเมินอย่างหลากหลาย รวมทั้งประเมินในสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย 1) เทคนิคการจัดการเรียนรู้ 2) สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ และ 3) การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การประเมินสมรรถภาพ และการประเมินตามสภาพจริง

2.6 บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

นันทิธา รัตนพิทักษ์ (2556 : 38) ได้กล่าวถึงบรรยากาศในห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ห้องเรียนมีความกว้างขวาง สะดวกในการจัดกิจกรรมการทดลอง การอภิปรายและการสาธิต จัดมุมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มุมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความรู้แก่นักเรียนได้อย่างเหมาะสม ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและซักถาม ให้ความรักความอบอุ่นเป็นกันเองกับนักเรียน บรรยากาศในห้องเรียนเป็นสภาพในห้องเรียนที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการเรียนการสอนและในขณะที่เป็นอิสระจากการเรียนการสอน ที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นร่วมกันกับนักเรียน โดยครูมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศที่ดีในห้องเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 205, 2546ข : 35) ได้กล่าวถึงบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์ต่างๆ ของชีวิตจริง การส่งเสริมให้ผู้ปกครองมาสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ เป็นเรื่องที่สำคัญมากที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้อีกมากจากนอกห้องเรียน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่แท้จริงที่นำไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตได้ การเรียนรู้จะเกิดได้ดี ต้องการความมีระเบียบวินัยและบรรยากาศในความร่วมมือร่วมใจทั้งในและนอกห้องเรียน มีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน และครูมีเจตคติที่ดี และพฤติกรรมที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2544 : 43-44) กล่าวถึงบรรยากาศในโรงเรียนและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนไว้ดังนี้ สิ่งแวดล้อมของโรงเรียนที่สมบูรณ์ ประกอบด้วยตัวแปรที่สัมพันธ์ซึ่งกันและกันหลายอย่าง ซึ่งรวมถึง

- เครื่องอำนวยความสะดวกทางกายภาพสะอาด เก็บรักษาเป็นอย่างดีและสวยงาม
- ครูที่เป็นตัวอย่างของพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ใช้วินัยในทางป้องกันมากกว่าการแก้ไข
- การเอาใจใส่และสนับสนุนนักเรียนแต่ละคน แผ่กระจายไปในทุกลักษณะของโรงเรียน
- ความฉลาดและความเชี่ยวชาญในทางบริหารในการให้อิสระแก่ครู ในการเอาใจใส่ต่อการสอนและการพัฒนาทางวิชาชีพ โดยการใช้เครื่องอำนวยความสะดวกและทรัพยากรจากภายนอกอย่างกว้างขวาง และการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์

- การมีส่วนร่วมอย่างมีความหมายในประสบการณ์การเรียนรู้โดยครูและชุมชน

บรรยากาศในชั้นเรียนอาจให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นบริเวณสี่เหลี่ยมของบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนและครูทำงาน และมีปฏิสัมพันธ์ นักเรียนเรียนได้ดีที่สุดในบรรยากาศที่บำรุงร่างกาย จิตใจและวิญญาณของเรา

คำว่าบรรยากาศควรถูกมองให้กว้าง มันรวมถึงเครื่องอำนวยความสะดวกทางกายภาพและการจัดกลุ่ม (Group organization) การสื่อความหมายระหว่างบุคคลและการจัดการชั้นเรียน มันยังครอบคลุมความคาดหวังที่ฝ่ายบริหารและฝ่ายสอนมีต่อนักเรียน วิธีสอนที่ใช้ส่งเสริมการแสดงออกของนักเรียนต่อความคาดหวังเหล่านั้นและวิธีประเมินผลที่นำไปประเมินตัวเองและการเรียนรู้ และการแสดงออกของนักเรียน

บรรยากาศในชั้นเรียนและสิ่งแวดล้อมกายภาพ

สิ่งแวดล้อมทางกายภาพของชั้นเรียน พร้อมกับการจัดเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ มีอิทธิพลต่อสติปัญญา สังคมและอารมณ์ และช่วยกำหนดว่ามันง่ายหรือยากแค่ไหน ที่ครูจะสอนอย่างมีประสิทธิภาพและนักเรียนจะเรียนได้ดีแค่ไหน ชั้นเรียนควรเป็นสถานที่สบายและน่าสนใจ เพื่อการเรียนและทำกิจกรรม จัดระเบียบเป็นอย่างดีสำหรับกิจกรรมการสอนและการเรียนรู้ ควรสนับสนุนและส่งเสริมการสอนและการจัดการที่มีประสิทธิภาพ จัดที่นั่งต่างๆ ให้เหมาะสม มีกลยุทธ์การสอนหลากหลาย การจัดเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ในลักษณะที่ครูสามารถมองเห็นนักเรียนทุกคน ง่ายต่อการหยิบปัจจัยต่างๆ สำหรับครูและนักเรียน การจัดอย่างนี้สามารถสงวนเวลาในชั้นและลดการรบกวนและความล่าช้า

2.6.1 พฤติกรรมของครูผู้สอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 199-201) ได้กล่าวเกี่ยวกับครูกับการสร้างสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอนไว้ ดังนี้ การแสดงพฤติกรรมของครู มีผลต่อการเรียนของนักเรียน ครูที่มีพฤติกรรมควบคุมนักเรียนจะทำให้นักเรียนมีความใฝ่รู้อยู่ในระดับต่ำ โดยธรรมชาติของผู้เป็นครู แม้จะมีได้แสดงพฤติกรรมควบคุมนักเรียนให้ปรากฏก็ตาม แต่จากบุคลิกภาพ หน้าที่และสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน ผลักดันให้ครูเป็นผู้มีอำนาจที่จะควบคุมพฤติกรรมของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในด้านการปกครอง และการสอน ถ้าครูไม่ระมัดระวังในเรื่องดังกล่าว ครูก็จะแสดงการควบคุมนักเรียนโดยไม่รู้ตัว เป็นการกระทำที่ครูไม่ได้ตั้งใจ ซึ่งจะเป็นผลต่อบรรยากาศและการเรียนรู้ของเด็กโดยตรง

เจตคติของครูมีความสำคัญต่อการเรียนของนักเรียน ครูที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ มีความตั้งใจที่จะปลูกฝังความรู้ ความคิด และคุณสมบัตินี้ที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน พยายามปฏิบัติเอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อนักเรียนอย่างสร้างสรรค์ จะมีส่วนช่วยในการพัฒนานักเรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้เป็นอย่างมาก

แนวทางสำหรับครูเพื่อส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ มีดังนี้

1. ห้องเรียนที่มีอิสระเต็มที่จะมีเสียงดังทั้งห้อง ส่วนห้องเรียนที่เป็นเผด็จการจะได้ยินแต่เสียงครู ในสภาพแวดล้อมที่สมดุล เสียงนั้นจะเป็นการพูดแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแนะนำกิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การเจริญเติบโตทั้งความรู้และความคิดควบคู่กันไป นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้ทำงานอย่างอิสระ จัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน กระตุ้นความคิด โดยมีเวลาว่างให้นักเรียนได้คิดกิจกรรมอย่างอิสระด้วย

2. ครูยืดหยุ่นและอดทน เมื่อมีเหตุเบี่ยงเบนความสนใจออกไปหรือมีการขัดจังหวะเกิดขึ้นในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน สนับสนุนให้นักเรียนถามคำถามสำคัญๆ เพราะความกระตือรือร้นในการถามคำถามของนักเรียนจะนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ในห้องเรียน

3. ให้นักเรียนมีประสบการณ์ที่ท้าทาย ถ้าไม่ได้มีอันตรายใดๆ การทำผิดในกิจกรรมสามารถเป็นบทเรียนให้จดจำไปได้ ควรให้นักเรียนได้ทดลอง ค้นพบ เพื่อเกิดความเข้าใจ กล้าที่จะทำถ้ามีความผิดพลาดบ้างก็ต้องยอม

4. จัดวางแผนในเรื่องเวลาสำหรับการเล่น จัดวัสดุอุปกรณ์ให้หลากหลายสำหรับการเล่นและการปฏิบัติ หลีกเลี่ยงการทำอะไรที่ซ้ำๆ หรือเป็นรูปแบบ เช่น การตัดตามแบบ วาดตามแบบ เพราะสิ่งนี้จะนำไปสู่พฤติกรรมการเล่นแบบและขัดขวางการแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์ กระตุ้นให้นักเรียนได้ทำในสิ่งที่ไม่เคยทำมาก่อน และบางสิ่งที่ไม่เหมือนกับคนอื่นได้ทำเอาไว้ก่อน

5. จัดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ที่หลากหลายไปจากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้แก่แต่งเรื่อง โคลงกลอน เพลง และเขียนข้อความต่างๆ งานศิลปะหลายรูปแบบ โดยใช้สถานที่ในชั้นเรียน ในโรงเรียน ใช้แหล่งทรัพยากรจากชุมชน ทั้งสถานที่และบุคคล และช่วยให้นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรม เคารพต่อสถานที่และบุคคล

6. นำผลผลิตของคนอื่นมาให้ให้นักเรียนดู ชำนาญงานสร้างสรรค์ของบุคคล นำผลผลิตสร้างสรรค์ของตนมาให้เพื่อได้ดูหรือนำรูปแบบและแนวทางหาความรู้ที่หลากหลายมาเล่าให้ฟัง ให้นักเรียนเข้าใจและยอมรับในการคิดการตอบสนองที่มีหลายๆ รูปแบบ รับความคิดอเนกนัย และสนับสนุนให้นักเรียนที่มีความสนใจใฝ่รู้ ค้นพบแนวทางในการแสดงออกและสื่อสารแนวคิดของตน

7. ส่งเสริมและสนับสนุนนักเรียนที่มีศักยภาพต่อการเรียนรู้ให้ได้รับการยอมรับ ปกป้องความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับผลจากการประเมินและการเยาะเย้ยจากนักเรียนอื่น เจตคติของครูที่มีต่อตัวนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์หรือความคิดแบบต่างๆ จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกได้ นักเรียนมีแนวโน้มที่จะลอกแบบการยอมรับและคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์จากครู

แนวทางการจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศต่างๆ หากครูสามารถนำมาใช้ในการจัดสภาพสถานที่เรียนได้เหมาะสม นำกิจกรรมมาให้ให้นักเรียนได้ฝึกหาความรู้ ความคิดบ่อยๆ และให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่า ตนเองสามารถแสดงความสามารถ ทั้งความรู้ ความคิด การกระทำของครูอยู่สม่ำเสมอและต่อเนื่อง จะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพและหลากหลายรูปแบบ

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2544 : 45) กล่าวถึงพฤติกรรมของครูไว้ดังนี้ พฤติกรรมของครูสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับบรรยากาศในชั้นเรียน ขณะเดียวกันก็สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ครูสามารถทำได้เป็นอย่างมากเพื่อก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ในทางบวก โดยการประกันว่า ชั้น

เรียนเป็นสถานที่ที่มีความปลอดภัย เป็นระเบียบสามัคคี และมีความเป็นมิตรในการทำงาน ครูสามารถทำให้สิ่งดังกล่าวประสบความสำเร็จโดย

- เป็นตัวอย่างในเจตคติและพฤติกรรมทางบวกและสร้างสรรค์ต่อเพื่อนร่วมงาน นักเรียนและผู้ปกครอง

- ใช้อำนาจหน้าที่อย่างยุติธรรม
- ให้ความอบอุ่นและการสนับสนุน
- ส่งเสริมความคิดหรือความร่วมมืออิสระตามความเหมาะสม
- กระตุ้นนักเรียนให้เรียนรู้และให้มาตรการในการเลือกแก้ไขในกระบวนการเรียนรู้
- ประกันความสมดุลที่มีเหตุผลระหว่างผลสะท้อนกลับในทางบวกและทางลบ
- หาโอกาสเพื่อทำให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าได้รับการสนับสนุน การยอมรับ มีคุณค่า

ประสบความสำเร็จ มีความมั่นคงทางอารมณ์

2.6.2 การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 186-196) ได้กล่าวถึงหลักการทั่วไปของการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ ดังนี้

1. การจัดสภาพห้องเรียน เป็นส่วนส่วนส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนมักใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ในห้องเรียน ควรให้นักเรียนรู้สึกสะดวกสบายและคล่องตัวในการเคลื่อนไหว โต๊ะเก้าอี้ของนักเรียนควรมีการเปลี่ยนรูปแบบการจัดได้หลายรูปแบบ เพื่อความรู้สึกไม่จำเจ มีสภาพที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา หรือรายวิชาที่กำลังเรียนรู้อยู่ นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงเพื่อตอบสนองกับการจัดกิจกรรมต่างๆ เช่น การใช้คำถามนำ สาธิตการทดลองในกลุ่มใหญ่ หรือเคลื่อนย้ายให้เกิดที่ว่างเพื่อทำกิจกรรมที่ต้องการพื้นที่มาก เช่น การเล่นเกม การแสดงบทบาทสมมติ การแบ่งกลุ่มการอภิปราย การทดลองวิทยาศาสตร์ ในการจัดรูปแบบต่างๆ ดังกล่าวนี้นี้ ครูควรให้นักเรียนเป็นผู้ร่วมกันคิดออกแบบเอง ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกมีส่วนร่วม มีความกระตือรือร้น ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และไม่ยึดติดในการทำกิจกรรม

การจัดโต๊ะเก้าอี้ ควรมีความเหมาะสมกับจำนวนนักเรียนในห้อง ไม่นั่นแออัดเกินไป ความรู้สึกคับแคบจะมีผลต่อด้านความคิดที่เป็นอิสระ อีกทั้งเป็นอุปสรรคต่อการจัดกิจกรรม เพราะยังมีนักเรียนมาก ยิ่งเป็นปัญหาในการจัดการ การดูแลให้คำปรึกษาของครูไม่ทั่วถึง ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้การส่งเสริมการเรียนรู้เป็นไปได้ยาก ตัวอย่างการจัดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เช่น แบบตัวยู แบบเป็นกลุ่ม แบบโต๊ะประชุม แบบวงกลม แบบกลุ่มที่ปรึกษา แบบกลุ่มปฏิบัติการ แบบประชุม-แยกกลุ่ม ห้องเรียนรูปตัววี ห้องเรียนปกติ ห้องประชุม

2. การประดับตกแต่งห้องเรียน ช่วยสร้างความสดชื่น แปลกใหม่ ชีชวนให้อยากรู้ อยากลองทำกิจกรรม หรือท้าทายให้ใฝ่รู้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น รูปภาพต่างๆ หรือของจริงที่แสดงความ สดชื่น โครงานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โมเดล หุ่นจำลอง รูปทรงทางคณิตศาสตร์ สิ่งเหล่านี้มีอยู่ในห้องเรียนครูก็สามารถจะนำมาประกอบการเรียนการสอน ทำให้เสมือนนักเรียนมีส่วนร่วมไปด้วย ไม่เบื่อหน่าย

ห้องเรียนที่มีลักษณะเฉพาะวิชา ห้องปฏิบัติการแต่ละวิชา เช่น ห้องปฏิบัติการเคมี มีโมเดลแสดงโมเลกุลต่างๆ ธาตุที่รวมตัวกันด้วยพันธะต่างๆ เครื่องมือทางเคมีหรือบุคคลที่มีชื่อเสียงทางเคมี คำชี้แจงถึงสัญลักษณ์แสดงความปลอดภัยที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ ลักษณะการจัดห้องปฏิบัติการ

ดังกล่าวนี้เป็นส่วนหนึ่งของบรรยากาศของแต่ละวิชา ดังนั้นห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ และชีววิทยา ก็ สามารถจะจัดได้หรือเพิ่มเติมให้มากกว่านี้

3. บริเวณที่เป็นมุมหรือสถานที่ต่างๆ ที่ช่วยเสริมและสร้างบรรยากาศการเรียนรู้และ ความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียน (มุมต่างๆ ภายในห้องเรียน) นอกห้องเรียนบริเวณอาคาร (มุมอาคาร บันได ระเบียง ฯลฯ) บริเวณโรงเรียน (ใต้ต้นไม้ ริมทางเดิน ฯลฯ) และนอกบริเวณโรงเรียน

4. การจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศในห้องเรียน

4.1 ควรทาสีห้องด้วยสีอ่อน เพื่อความนุ่มนวล มองดูสะอาดสบายตา ให้ความรู้สึกที่ดี เพราะสีต่างๆ มีอิทธิพลต่อการกระตุ้นสภาวะทางจิตใจ ทำให้นักเรียนและครูมีความรู้สึกในลักษณะ ต่างๆ ส่งผลต่อการพัฒนาทางอารมณ์และสติปัญญาในการเรียนรู้

4.2 ควรใช้เทคโนโลยีในระดับที่เหมาะสมกับสภาพห้อง เช่น มีแสงสว่างเพียงพอ เสียง และสีของวัสดุ อุปกรณ์ สื่อการสอน เหมาะสม สวยงาม มีอากาศถ่ายเทสะดวก

4.3 จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ และสื่อการเรียนให้เป็นระบบ สะอาด เรียบร้อย มีป้ายแสดง รายละเอียด ข้อกำหนด ข้อตกลง ข้อเสนอแนะที่ควรปฏิบัติ เพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ เสริมสร้างวินัย ปลอดภัยและสะดวกต่อการใช้

4.4 จัดที่นั่งสำหรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมและเปลี่ยนรูปแบบในเวลาอันสมควร ให้ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดบรรยากาศแปลกใหม่

4.5 จัดมุมหนังสือ มุมกิจกรรม มุมสวยงาม มุมสงบ และมุมแสดงผลงาน พร้อมทั้ง กำหนดข้อตกลงการใช้ เพื่อฝึกนักเรียนให้มีระเบียบวินัย กล้าแสดงออก ยอมรับและเอื้อเฟื้อต่อผู้อื่น

4.6 จัดให้มีป้ายนิเทศ เช่น แสดงข่าวสารความรู้ที่ทันสมัย ข่าวสารประชาสัมพันธ์และ การนำเสนอความรู้เสริมหรือความรู้ในเนื้อหาบทเรียน

4.7 ห้องปฏิบัติการควรมีมุมทำปฏิบัติการ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ เกิดความ คล่องแคล่วในการทำปฏิบัติการด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการจัดโต๊ะ เก้าอี้ ให้ถูกหลักของ ห้องปฏิบัติการ มีลักษณะและเอกลักษณ์เฉพาะวิชา เช่น ชีววิทยามีโมเดลของเซลล์ตัวอย่างของพืช และสัตว์ หุ่นจำลองโครงกระดูกสัตว์ต่างๆ

5. การจัดสิ่งแวดล้อมและการสร้างบรรยากาศนอกห้องเรียนหรือบริเวณโรงเรียน

5.1 ทุกคนมีส่วนร่วมในการจัดสถานที่ในสถานศึกษาทุกแห่งให้เป็นแหล่งเรียนรู้ ธรรมชาติ มีความสะอาด มีระเบียบ ร่มรื่น สวยงาม ปลอดภัยและใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

5.2 ทุกแห่งบนอาคารเรียนและส่วนประกอบของอาคารเรียน สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ เช่น ป้ายนิเทศข่าวสาร คำถามที่ชวนให้คิดและค้นหาความรู้ การประชาสัมพันธ์ การนำเสนอผลงาน ของนักเรียน ป้ายนิเทศความรู้เสริม หรือความรู้ในเนื้อหาบทเรียน มุมหนังสือ

5.3 จัดให้มีห้องสมุด ห้องสมุดเคลื่อนที่ ชุมหนังสือ ความรู้จากสิ่งต่างๆ เช่น ความรู้บน ต้นไม้ ความรู้บนดิน ความรู้บนบอร์ด ความรู้ทางเดินบนบันได

5.4 การเรียนรู้สามารถเกิดจากการจัดกิจกรรมได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ตามความเหมาะสม กับกิจกรรมและเนื้อหาบทเรียน

5.5 จัดให้มีศูนย์การเรียนรู้ ศูนย์สารสนเทศ ห้องโสตทัศนอุปกรณ์ ห้องมัลติมีเดีย ศูนย์ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต ห้องประชาสัมพันธ์

5.6 จัดให้มีสวนพฤกษศาสตร์ สวนวิทยาศาสตร์ สวนสมุนไพร สวนธรณี สวนไม้ร่มรื่น สิ่งเหล่านี้สามารถจัดเป็นศูนย์การเรียนรู้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 จัดให้มีซุ้มแหล่งเรียนรู้ ต้นไม้แห่งการเรียนรู้ มุมสงบนอกห้องเรียน มุมนิทรรศการ

6. การจัดสิ่งแวดล้อมและสร้างบรรยากาศนอกโรงเรียน

- 6.1 แหล่งเรียนรู้ในชุมชนท้องถิ่น เช่น ภูมิปัญญาชาวบ้าน พิพิธภัณฑสถานท้องถิ่น วัดและบุคคลแห่งการเรียนรู้ท้องถิ่น
- 6.2 หน่วยงานวิจัย รวมทั้งในสวนการฝึกวิจัยและอบรม
- 6.3 สถานที่อื่นที่เป็นแหล่งเรียนรู้ เช่น สถานศึกษาอื่นๆ เชื้อน โรงไฟฟ้า สถานที่ท่องเที่ยว
- 6.4 เครือข่ายการเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต เชื่อมโยงเครือข่ายแหล่งเรียนรู้ในชุมชน
- 6.5 หอสมุดประชาชน
- 6.6 อุทยานแห่งชาติ
- 6.7 โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ
- 6.8 ศูนย์อนุรักษ์ ศูนย์ความรู้ต่างๆ
- 6.9 ค่ายความรู้ต่างๆ
- 6.10 สวนเกษตร

แหล่งเรียนรู้บางแหล่งก็สามารถบูรณาการได้หลายๆ สาธารณการเรียนรู้ด้วยกัน โดยตั้งสิ่งแวดล้อมรอบๆ แหล่งที่อยู่อาศัยมาประกอบและเชื่อมโยงกัน จึงทำให้เกิดบรรยากาศที่เสริมการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่ผสมผสานกัน เช่น “เรียนวิทยุในวัด” เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ทางด้านจิตวิทยาที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน ประกอบด้วย 1) พฤติกรรมของครูผู้สอน ได้แก่ การส่งเสริมหรือสนับสนุนนักเรียนต่อการเรียนรู้ และการแสดงออกถึงความสัมพันธ์ที่ดีต่อนักเรียน และ 2) การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ได้แก่ การจัดสภาพห้องเรียน และการจัดสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนที่ส่งเสริมต่อการเรียนรู้

2.7 การวิเคราะห์พหุระดับ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2554 : 86-88) กล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเพณีนิยมไว้ดังนี้ โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเพณีนิยม ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบระดับเดียว (Single level approach) เช่น การวิเคราะห์การถดถอยแบบสมการเดียว แต่ถูกนำมาใช้ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรจากข้อมูลต่างระดับ จึงเป็นการละเลยต่อโครงสร้างของระดับข้อมูล ผลที่ตามมาก็คือ เกิดความผิดพลาดในการสรุปผลระหว่างระดับ (Aggregation bias) เนื่องจากมีความผิดพลาดในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย ตลอดจนความคลาดเคลื่อนของการทำนายมีความแปรปรวนสูงและไม่คงที่

โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเพณีนิยมเป็นการวิเคราะห์ที่บีบบังคับให้ตัวแปรต่างระดับให้เสมือนหนึ่งอยู่ในระดับเดียวกัน และทำการวิเคราะห์รวมโดยไม่สนใจความแตกต่างระหว่างหน่วยของการวิเคราะห์ วิธีดังกล่าวจึงไม่สามารถคำนวณค่าความแปรปรวนภายในหน่วยหรือกลุ่ม (With group variability) จึงเป็นการละเลยต่อการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกัน โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเพณีนิยมใช้วิธีควบคุมความแตกต่างเบื้องต้น ระหว่างหน่วยที่

ศึกษาด้วยค่าคงที่เหมือนกันทุกหน่วย จึงค่อนข้างจะขัดแย้งกับแนวคิดที่ว่าหน่วยทางการศึกษาแต่ละแห่งน่าจะมีธรรมชาติและลักษณะของการรวมกลุ่มที่แตกต่างกัน

จากปัญหาของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเพณีนิยมซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลระดับเดียวดังกล่าว ทำให้นักวิจัยทางการวิจัยหลายท่านได้เสนอเทคนิควิธีการออกแบบการวิจัยและการวิเคราะห์พหุระดับ (Multi-level analysis) ซึ่งมีความเหมาะสมกับโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษา

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการวิเคราะห์พหุระดับไว้ ดังนี้

ราชันย์ บุญธิดา (2542ก : 40, 2542ข : 34-35) กล่าวถึงการวิเคราะห์พหุระดับไว้ดังนี้ การวิเคราะห์พหุระดับเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่นักสถิติและนักวิจัยทางการศึกษาและทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ ได้พยายามคิดและสร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ให้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติและโครงสร้างของข้อมูล การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel analysis) มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป อาทิเช่น การวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นแบบพหุระดับ (Multilevel linear models analysis) การวิเคราะห์โมเดลลดหลั่นเชิงเส้น (Hierarchical linear model analysis) หรือการวิเคราะห์โมเดลสัมประสิทธิ์ถดถอยแบบสุ่ม (Random-coefficient regression models analysis) เป็นต้น

การวิเคราะห์พหุระดับมีแนวคิดมาจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแบ่งอิทธิพลของตัวแปรทางการศึกษาออกเป็นอิทธิพลภายในกลุ่ม (Within group) และอิทธิพลระหว่างกลุ่ม (Between group) จนมีผู้ได้นำเสนอเทคนิควิธีการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับที่เรียกว่า “slope as outcome” ซึ่งเป็นเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในโมเดลการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel data) แบบกำลังสองน้อยที่สุดแบ่งสองสมการ จนต่อมาได้มีวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวที่สำคัญ ได้แก่ วิธีการประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน (Analysis of variance component estimation) วิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood) และวิธีการประมาณค่าของเบย์ (Bayesian estimation) เป็นต้น

การวิเคราะห์พหุระดับเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแยกความแปรปรวนที่มีอยู่ในตัวแปรตาม ให้เป็นไปตามโครงสร้างหรือธรรมชาติของข้อมูล ที่แบ่งออกได้ตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป เพื่ออธิบายว่าข้อมูลหรือตัวแปรในแต่ละระดับมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และข้อมูลหรือตัวแปรที่อยู่ในระดับสูงกว่า มีอิทธิพลต่อข้อมูลหรือตัวแปรที่อยู่ในระดับต่ำกว่าอย่างไร เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา ให้มีความสอดคล้องกับโครงสร้างและธรรมชาติของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำการวิเคราะห์พหุระดับไปใช้ศึกษาความเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการของสิ่งที่ศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ

ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์พหุระดับจะต้องสามารถแบ่งออกได้ตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป ตามธรรมชาติหรือโครงสร้างของสิ่งที่ศึกษา ที่เรียกว่า “ข้อมูลพหุระดับ” (Multilevel data) หรือเรียกว่า “ข้อมูลสอดแทรกลดหลั่น” การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนเป็นการพิจารณาว่า ค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่ศึกษา ประกอบด้วยค่าความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละระดับอย่างไร นอกจากนี้ก่อนที่จะกระทำการวิเคราะห์พหุระดับควรทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา ทั้งการหาค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ระหว่างตัวแปร และการทดสอบ

ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อนำไปประกอบการพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับว่าน่าเชื่อถือได้หรือมีความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2548 : 43) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์พหุระดับไว้ว่า การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว และตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับอิทธิพลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่นๆ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2554 : 85, 88, 111-112) กล่าวถึงการวิเคราะห์พหุระดับไว้ดังนี้ การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรทำนายหลายระดับ ที่มีต่อตัวแปรตาม ซึ่งตัวแปรทำนายมีโครงสร้างเป็นระดับลดหลั่น (Hierarchical) อย่างน้อย 2 ระดับ โดยตัวแปรทำนายและตัวแปรตามที่อยู่ระดับล่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับอิทธิพลร่วมกันจากตัวแปรทำนายที่อยู่ระดับบน

การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิควิธีทางสถิติสำหรับใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัวและตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับผลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่นๆ

การวิเคราะห์พหุระดับ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรทำนายหลายระดับที่มีต่อตัวแปรตามที่น่าสนใจ ในการวิเคราะห์ได้คำนึงถึงโครงสร้างที่เป็นระดับลดหลั่นของข้อมูลและความผันแปรของตัวแปรภายในระดับและต่างระดับ เพื่อแก้ปัญหาของการสรุปผลต่างระดับขึ้น (Aggregation bias) ที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์สมการถดถอยระดับเดียวแบบประเพณีนิยม จากการวิเคราะห์ตัวแปรระดับล่างภายในหน่วยเดียวกัน เพื่อสร้างสมการทำนายตัวแปรตามที่น่าสนใจ จะทำให้ได้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (Intercepts) และค่าความชัน (Slopes) ซึ่งแสดงผลของตัวแปรทำนายต่อตัวแปรตาม ทั้งค่า Intercepts และ Slopes สามารถใช้เป็นตัวแปรตามสำหรับการวิเคราะห์ในระดับบนหรือระดับที่สูงขึ้นไป โมเดลพหุระดับสามารถจำแนกได้หลายลักษณะ ถ้าจำแนกตามโครงสร้างของข้อมูลจะเรียกเป็นโมเดล 2 ระดับ, 3 ระดับ, 4 ระดับ เป็นต้น ถ้าจำแนกตามเป้าหมายของการแปลผล สามารถเลือกลักษณะโมเดลเป็นแบบโมเดลเชิงบวก หรือโมเดลปฏิสัมพันธ์ แต่ถ้าจำแนกตามรูปแบบการวิเคราะห์ สามารถเลือกเป็นรูปแบบการวิเคราะห์สมการถดถอยหรือการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง เทคนิคการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับ คือ การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) จำนวนกลุ่มของการวิเคราะห์พหุระดับควรมีขนาดที่พอเพียง โดยในแต่ละระดับจำนวนสมาชิกในกลุ่มของระดับการวิเคราะห์ที่สูง มีความสำคัญมากกว่า จำนวนสมาชิกในกลุ่มของระดับการวิเคราะห์ที่ต่ำกว่า

2.7.1 การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย

ศิริชัย กาญจนวาสี (2554 : 107-108) กล่าวถึงการวิเคราะห์พหุระดับในลักษณะของการวิเคราะห์สมการถดถอยไว้ว่า เป็นรูปแบบการวิเคราะห์ที่สนใจศึกษาผลทางตรงของชุดตัวแปรทำนายต่างระดับที่มีต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับ ซึ่งถือเป็นโมเดลการวิเคราะห์พหุระดับแบบปกติ หรือประเพณีนิยมที่ใช้กันทั่วไป โมเดลพหุระดับที่นำมาวิเคราะห์ในรูปแบบของสมการถดถอย อาจเป็นโมเดลเชิงบวกหรือโมเดลปฏิสัมพันธ์ก็ได้ ตัวอย่างโมเดลเชิงบวก 3 ระดับ สำหรับการวิเคราะห์สมการถดถอย แสดงดังภาพที่ 2.3

ระดับ	ตัวแปร	สัญลักษณ์
3	ระดับโรงเรียน	
2	ระดับชั้นเรียน	
1	ระดับนักเรียน	

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างโมเดลเชิงบวก 3 ระดับ : การวิเคราะห์สมการถดถอย

ราชนันท์ บุญธิมา (2542ก : 43-47) กล่าวถึงการวิเคราะห์หุระดับของการวิเคราะห์ถดถอยไว้ ดังนี้ การวิเคราะห์หุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหุระดับ (Multilevel data) ด้วยการสร้างสมการถดถอย (Regression equation) หรือสมการพยากรณ์ แล้ววิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรพยากรณ์ที่มีต่อตัวแปรเกณฑ์ในแต่ละระดับของข้อมูลที่จัดขึ้นอย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป กรณีที่มีข้อมูล 2 ระดับ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการวิจัยทางการศึกษาและการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ หากผู้วิจัยจัดข้อมูลออกเป็น 2 ระดับ ดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 ข้อมูลระดับนักเรียน สมมติว่า ประกอบด้วยตัวแปรต้น 2 ตัวแปร คือ พฤติกรรมการเรียน (X₁) และความถนัดทางการเรียน (X₂) ส่วนตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Y)

ระดับที่ 2 ข้อมูลระดับห้องเรียน สมมติว่า ประกอบด้วยตัวแปรต้น 2 ตัวแปร คือ คุณภาพการสอนของครู (G₁) และบรรยากาศในห้องเรียน (G₂)

จากการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็น 2 ระดับ จะสามารถสร้างสมการเพื่ออธิบายตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระของแต่ละระดับที่เกี่ยวข้องกันได้ ดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 ข้อมูลระดับนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลระดับนักเรียนเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับตัวแปรตามระดับนักเรียน ดังนั้นรูปแบบสมการของข้อมูลนักเรียน จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

$$Y_{ij} = b_{0j} + \sum b_{pj} X_{Pij} + e_{ij} \dots\dots\dots(1)$$

หรือ

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j} X_{1ij} + b_{2j} X_{2ij} + e_{ij} \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ Y_{ij} แทน ตัวแปรต้นของนักเรียนแต่ละคน (i) ห้องเรียนที่ j (ในที่นี้หมายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละห้องเรียนนั่นเอง)

X_{1ij} แทน ตัวแปรต้นตัวที่ 1 ของนักเรียนแต่ละคน (i) ในห้องเรียนที่ j (ในที่นี้หมายถึง พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละห้องเรียนนั่นเอง)

X_{2ij}	แทน	ตัวแปรต้นตัวที่ 2 ของนักเรียนแต่ละคน (i) ในห้องเรียนที่ j (ในที่นี้หมายถึง ความถนัดทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละห้องเรียนนั่นเอง)
b_{0j}	แทน	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (Y) ในห้องเรียนที่ j
b_{1j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้นตัวที่ 1 (X_1) ที่มีต่อ Y_{ij}
b_{2j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้นตัวที่ 2 (X_2) ที่มีต่อ Y_{ij}
e_{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Error) ของนักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนที่ j หรือค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij} นั่นเอง

จากสมการดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ในการวิเคราะห์ข้อมูลระดับนักเรียนนี้จะได้ค่า b_{0j} , b_{1j} และ b_{2j} ในการอธิบายอิทธิพลของตัวแปร X_1 และ X_2 ที่มีต่อ Y ในแต่ละห้องเรียนนั้น จากนั้นใช้ b_{0j} , b_{1j} และ b_{2j} ของแต่ละห้องเรียนเป็นตัวแปรตามสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับห้องเรียนต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลระดับห้องเรียน เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นระดับห้องเรียนกับตัวแปรตามระดับห้องเรียน ด้วยการนำค่า b_{0j} , b_{1j} และ b_{2j} ของแต่ละห้องเรียนที่วิเคราะห์ได้จากระดับที่ 1 ข้อมูลระดับนักเรียนมาเป็นตัวแปรตาม ดังนั้นรูปสมการของข้อมูลระดับห้องเรียนจึงมีลักษณะดังต่อไปนี้

$$b_{0j} = C_{00} + \sum C_{p1} G_{pj} + \alpha_j \dots\dots\dots(3)$$

หรือ

$$b_{0j} = C_{00} + C_{01} G_{1j} + C_{02} G_{2j} + \alpha_{0j} \dots\dots\dots(4)$$

$$b_{1j} = C_{10} + C_{11} G_{1j} + C_{12} G_{2j} + \alpha_{1j} \dots\dots\dots(5)$$

$$b_{2j} = C_{20} + C_{21} G_{1j} + C_{22} G_{2j} + \alpha_{2j} \dots\dots\dots(6)$$

เมื่อ	b_{0j}	แทน	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (Y) ในห้องเรียนที่ j
	b_{1j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้นตัวที่ 1 (X_1) ที่มีต่อ Y_{ij}
	b_{2j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้นตัวที่ 2 (X_2) ที่มีต่อ Y_{ij}
	G_{1j}	แทน	ตัวแปรต้นระดับห้องเรียนตัวที่ 1 ในห้องเรียนที่ j (ในที่นี้หมายถึงคุณภาพการสอนของครูแต่ละห้องเรียนนั่นเอง)

G_{2j} แทน ตัวแปรต้นระดับห้องเรียนตัวที่ 2 ในห้องเรียนที่ j (ในที่นี้หมายถึงบรรยากาศในห้องเรียนแต่ละห้องเรียนนั่นเอง)

C_{00}	แทน	ค่าเฉลี่ยของ b_{0j}
C_{01}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้น G_1 ที่มีต่อ b_{0j}
C_{02}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้น G_2 ที่มีต่อ b_{0j}
C_{10}	แทน	ค่าเฉลี่ยของ b_{1j}
C_{20}	แทน	ค่าเฉลี่ยของ b_{2j}
C_{11}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้น G_1 ที่มีต่อ b_{1j}
C_{21}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้น G_1 ที่มีต่อ b_{2j}

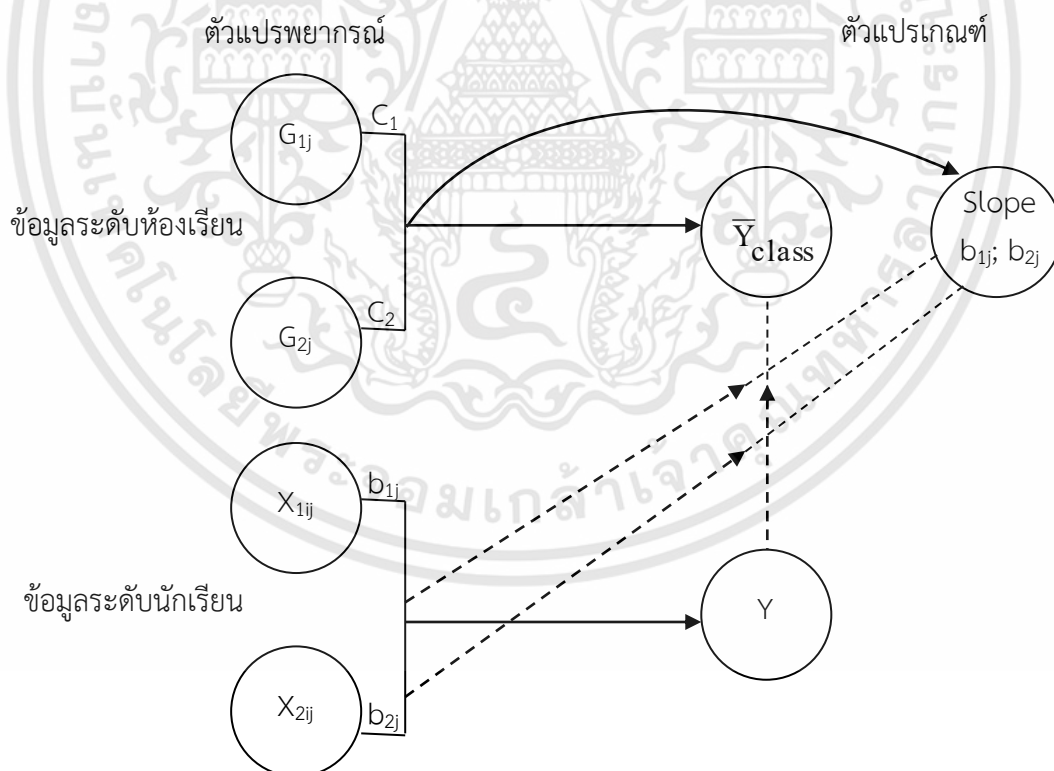
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C_{12}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้น G_2 ที่มีต่อ b_{1j}
C_{22}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรต้น G_2 ที่มีต่อ b_{2j}
α_{0j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random Error) ของ b_{0j} หรือค่าความคลาดเคลื่อนระดับชั้นเรียนในการทำนาย b_{0j}
α_{1j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random Error) ของ b_{1j} หรือค่าความคลาดเคลื่อนระดับชั้นเรียนในการทำนาย b_{1j}
α_{2j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random Error) ของ b_{2j} หรือค่าความคลาดเคลื่อนระดับชั้นเรียนในการทำนาย b_{2j}

จากสมการดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ในการวิเคราะห์ข้อมูลระดับห้องเรียนนี้ จะได้ค่าอิทธิพลของตัวแปรหนึ่งที่อยู่ซ้ายไปยังอีกตัวแปรหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. ได้ค่า C_{00} , C_{01} , และ C_{02} ในการอธิบายอิทธิพลของตัวแปร G_1 และ G_2 ที่มีต่อ b_{0j}
2. ได้ค่า C_{10} , C_{11} , และ C_{12} ในการอธิบายอิทธิพลของตัวแปร G_1 และ G_2 ที่มีต่อ b_{1j}
3. ได้ค่า C_{20} , C_{21} , และ C_{22} ในการอธิบายอิทธิพลของตัวแปร G_1 และ G_2 ที่มีต่อ b_{2j}

การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย : กรณีที่มีสองระดับ เมื่อสร้างเป็นโมเดลของการวิเคราะห์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลแต่ละระดับ จะได้โมเดลที่มีลักษณะดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 โมเดลของการวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย:
กรณีที่มีสองระดับ (ราชนันท์ บุญธิมา. 2542ก : 47)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย : กรณีที่มีสามระดับหรือมากกว่า ก็ สามารถทำได้โดยอาศัยหลักการเดียวกันกับการวิเคราะห์ข้อมูลในกรณีที่มีสองระดับ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2554 : 138, 95-96) กล่าวถึง โมเดลการถดถอยพหุระดับ (The multilevel regression model) กรณี 2 ระดับไว้ว่า

โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ระดับ ประกอบด้วยโมเดลระดับที่ 1 (Level-1 model) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สมการถดถอยระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรทำนายระดับบุคคลภายในกลุ่มเดียวกัน (Within-group model) จำแนกเป็นรายกลุ่ม ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่ม (Intercepts และ Slopes) ซึ่งนำไปใช้เป็นตัวแปรตามสำหรับการวิเคราะห์ในระดับที่ 2 โมเดลระดับที่ 2 (Level-2 model) เป็นการวิเคราะห์สมการถดถอยระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรทำนายระหว่างกลุ่ม (Between-group model) จึงทำให้สามารถศึกษาทั้งผลของตัวแปรทำนาย ต่อตัวแปรตามที่น่าสนใจในระดับบุคคลและผลของตัวแปรทำนายระดับกลุ่มต่อตัวแปรตามระดับกลุ่มได้อย่างมีความหมายที่ชัดเจนและครอบคลุมปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในระดับเดียวกันและต่างระดับ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการถดถอยพหุระดับ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม ใช้หลักการของสัมประสิทธิ์แบบสุ่ม และทำการประมาณค่าด้วยวิธีทางสถิติของเบส์ ผลการวิเคราะห์จึงให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่มีความคงเส้นคงวาและน่าเชื่อถือกว่าวิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ที่ใช้กันทั่วไป

ในการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ระดับ สมมติมีข้อมูลจาก j กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกที่ต่างกัน n_j คน ในแต่ละกลุ่ม

- เมื่อกำหนดให้ Y_{ij} = ตัวแปรตามของคนที่ i ในกลุ่ม j
- X_{ij} = ตัวแปรทำนายของคนที่ i ในกลุ่ม j
- Z_j = ตัวแปรทำนายระดับกลุ่ม j

เราสามารถเขียนเป็นโมเดลการถดถอย 2 ระดับ ได้ดังนี้

ระดับที่ 1 ระดับบุคคล (ระหว่างบุคคลภายในหน่วย)

$$Y_{ij} = B0_j + B1_j X_{ij} + R_{ij} \dots\dots\dots(1)$$

ระดับที่ 2 ระดับหน่วย (ระหว่างหน่วย)

$$B0_j = G00 + G10Z_j + U0_j \dots\dots\dots(2)$$

$$B1_j = G10 + G11Z_j + U1_j \dots\dots\dots(3)$$

โมเดลการวิเคราะห์ 2 ระดับ สามารถเขียนรวมเป็นโมเดลการถดถอยสมการเดียวได้ โดยการแทนค่าสมการ (2) และ (3) ลงในสมการ (1)

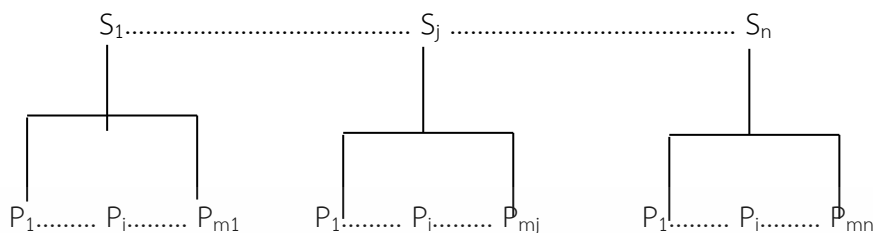
$$Y_{ij} = G00 + G10X_{ij} + G10Z_j + G11X_{ij} Z_j + U0_j + U1_j X_{ij} + R_{ij}$$

ค่า Y_{ij} ถูกแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นสัมประสิทธิ์คงที่ (Fixed coefficient) กับส่วนที่เป็นสัมประสิทธิ์สุ่ม หรือความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Random errors) สัมประสิทธิ์คงที่ประกอบด้วย $G00, G10X_{ij}, G10Z_j$ และ $G11X_{ij}Z_j$ สัมประสิทธิ์สุ่มประกอบด้วย $U0_j, U1_j X_{ij}$ และ R_{ij} สำหรับ $X_{ij}Z_j$ เป็นการเกิดปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของตัวแปรต่างระดับ X_{ij} กับ Z_j ในการส่งผลต่อ Y_{ij}

โมเดล 2 ระดับ (Two-level models) ศิริชัย กาญจนวาสี (2554 : 101-102)

โครงสร้างของข้อมูลจากตัวแปร 2 ระดับ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนซึ่งอยู่รวมกันในโรงเรียนหนึ่ง และข้อมูลของโรงเรียนซึ่งมีอยู่หลายโรงเรียน การเก็บรวบรวมข้อมูลจึงทำการสุ่มโรงเรียน (S_j) มา n โรงเรียน ($j = 1, \dots, n$) เพื่อเก็บข้อมูลของตัวแปรเกี่ยวกับโรงเรียน ($X_{.j}$) ในแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้

ทำการสุ่มนักเรียน (P_{ij}) ของระดับชั้นที่สนใจศึกษามาจำนวน m คน ($i = 1, \dots, m$) เพื่อเก็บข้อมูลของตัวแปรเกี่ยวกับนักเรียน (A_{ij}, W_{ij}) ดังภาพที่ 2.5 และตารางที่ 2.6



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างแหล่งข้อมูลของตัวแปร 2 ระดับ

ตารางที่ 2.6 แสดงตัวแปร 2 ระดับ

ระดับ	หน่วยวิเคราะห์	ตัวแปรตาม	ตัวแปรต้น
1	นักเรียน	A_{ij}	W_{ij}
2	โรงเรียน		X_j

2.7.2 การสุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2554 : 109) กล่าวถึงการสุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับไว้ ดังนี้ การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage sampling) เหมาะสำหรับการสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีลักษณะสอดแทรกเป็นลำดับชั้นที่ลดหลั่น ประกอบด้วยข้อมูลของตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับ มีลักษณะเป็นข้อมูลของหน่วยย่อยที่สอดแทรกอยู่ในหน่วยที่ใหญ่ขึ้นไปแบบลดหลั่นกันตามลำดับ ดังนั้นการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จึงเหมาะในการนำมาใช้สำหรับการวิจัยที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอนเหมาะสำหรับใช้ในการวิเคราะห์พหุระดับ

ตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ปัจจัยเขตพื้นที่การศึกษา สถานศึกษา และนักเรียน ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จึงอาจออกแบบการสุ่มแบบ 4-Stage Sampling ดังนี้

- ขั้นที่ 1 สุ่มเขตพื้นที่การศึกษา ($n_k = 40$ เขต)
- ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนจากเขตการศึกษาที่ได้จากขั้นที่ 1 ($n_j = 30$ โรงเรียน ดังนั้น $n_{jk} = 1,200$ โรงเรียน)
- ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียนของระดับชั้นที่ต้องการศึกษามา 1 ห้อง จากโรงเรียนที่สุ่มได้จากขั้นที่ 2
- ขั้นที่ 4 สุ่มนักเรียนจากห้องเรียนที่ได้จากขั้นที่ 3 มาห้องละ 20 คน ($n_i = 20$ คน ดังนั้น $n_{ijk} = 24,000$ คน) เป็นต้น

2.7.3 ขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับ (Multi-level analysis)

Snijders และ Bosker (1999 : 18) ได้ศึกษาข้อมูล 2 ระดับ และเสนอแนะว่าจำนวนกลุ่มควรมีอย่างน้อย 10 กลุ่ม ส่วน Mass และ Hox (2005 : 90-91) พบว่าจำนวนกลุ่มควรมากกว่า 50 กลุ่ม เพื่อให้การประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานระดับกลุ่มจะได้ไม่ลำเอียง

Afshartous (1995 อ้างอิงใน ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554 : 110) ได้ศึกษาข้อมูลจำลองพหุระดับ พบว่าการประมาณค่าความแปรปรวนระดับกลุ่มอย่างถูกต้อง ควรมีจำนวนกลุ่มอย่างน้อย 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม และการประมาณค่าโดยวิธี Maximum Likelihood (ML) จะมีความถูกต้องแม่นยำกว่าวิธี Generalized Least Squares (GLS) (Busing. 1993; Van der Leeden and Busing. 1994 อ้างอิงใน ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554 : 110) ในขณะที่ Browne และ Draper (2000 อ้างอิงใน ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554 : 110) พบว่าวิธี Restricted Maximum Likelihood (RML) สามารถประมาณค่าความแปรปรวนระดับกลุ่มได้ดี ด้วยขนาดกลุ่มเพียง 6-12 กลุ่ม แต่ถ้าใช้วิธี Full Maximum Likelihood (FML) ควรใช้อย่างน้อย 48 กลุ่ม และวิธี RML ยังให้ผลดีกว่า FML ในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับทดสอบนัยสำคัญของค่าองค์ประกอบความแปรปรวน (Variance Components) (Van der Leeden et. al. 1997 อ้างอิงใน ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554 : 111) นอกจากนี้การใช้กลุ่มขนาด 24-30 กลุ่มในการประมาณค่าความแปรปรวนระดับกลุ่ม จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (α) เท่ากับ 9% แต่ถ้าขนาดของกลุ่มเป็น 48-50 กลุ่ม ค่า α จะลดลงเป็น 8%

จำนวนกลุ่มของการวิเคราะห์พหุระดับควรมีขนาดที่พอเพียง โดยในแต่ละระดับ จำนวนสมาชิกในกลุ่มของระดับการวิเคราะห์ที่สูง มีความสำคัญมากกว่าจำนวนสมาชิกในกลุ่มของระดับการวิเคราะห์ที่ต่ำกว่า ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ 2 ระดับ ซึ่งประกอบด้วยระดับบุคคล (ภายในกลุ่ม) และระดับกลุ่ม (ระหว่างกลุ่ม) จำนวนกลุ่มมีขนาดใหญ่ (n_j ควรมีขนาดใหญ่, เมื่อ j = จำนวนกลุ่ม) มีความสำคัญต่อการประมาณค่าที่ถูกต้องมากกว่า จำนวนบุคคลในแต่ละกลุ่ม (n_{ij} , เมื่อ i = บุคคล, j = กลุ่ม) เป็นต้น (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554 : 111)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พหุระดับดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใช้การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์การถดถอย สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลได้จัดเป็น 2 ระดับ คือ ระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน และสร้างสมการถดถอยหรือสมการพยากรณ์ และหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (Intercepts) และค่าความชัน (Slope) เพื่อใช้เป็นตัวแปรตามสำหรับการวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้นไป

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Gultepe (2016 : 779-800) ศึกษามุมมองทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 26 คน ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 27 คน และครูผู้สอนวิชาชีววิทยา จำนวน 29 คน ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ประเทศตุรกี เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์จำนวน 7 ข้อคำถามเกี่ยวกับความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีการระบุความถี่ของการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และปัญหาที่พบในระหว่างปฏิบัติการสอน ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูส่วนใหญ่มีความคิดเห็นตรงกันว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง โดยนักเรียนและครูจะต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมดังกล่าว และอุปสรรคของการฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือการเรียนการสอนที่เน้นการสอบเป็นส่วนใหญ่

Bolat et al. (2014 : Abstract) ทำการศึกษาระดับทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการของครูฝึกสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย Ondokuz Mayis ประเทศตุรกี จำนวน 78 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวิชาปฏิบัติการทดลองฟิสิกส์ทั่วไป 2 หัวข้อเรื่องตัวอย่างวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยตั้งสถานการณ์แก่นักเรียนว่า “สิ่งใดที่เป็นผลทำให้หลอดไฟติดสว่าง” และให้นักเรียนร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปรในการหาคำตอบ ในการวิจัยนี้ใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา พบว่านักเรียนมีปัญหาในการระบุตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม นักเรียนสามารถที่จะสร้างและทดสอบสมมติฐานได้ นักเรียนสามารถออกแบบและดำเนินการทดลองได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

Rahmani, Abbas, and Alahyarizadeh (2013 : 1994) ทำการศึกษาผลการใช้เกมวิชาฟิสิกส์ในการสืบเสาะหาความรู้มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง ซึ่งการเรียนรู้ผ่านเกมในช่วงขั้นสร้างความสนใจและช่วงสำรวจและค้นหานั้น ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการกับนักเรียนระดับประถมศึกษา

จรินทร์ จันทร์เพ็ญ (2556 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา 1) พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ 2) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ครูต้องใช้รูปแบบกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เหมาะสมกับวัย และให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติในทุกขั้นตอน เน้นกระบวนการกลุ่ม โดยครูมีบทบาทสำคัญในการเตรียมสื่อ การเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนทบทวนความรู้ ขยายความคิด ครูให้ข้อมูลสะท้อนกลับแก่นักเรียน และให้คำแนะนำช่วยเหลือ

สมฤทัย แผลงศรี (2555 : บทคัดย่อ) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ชั้น ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ผลการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 45.9 จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ร้อยละ 35.4 มีทักษะที่สมบูรณ์ ร้อยละ 16.7 มีทักษะแบบไม่สมบูรณ์ และร้อยละ 2 ไม่ตอบคำถาม โดยนักเรียนมีทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปมากที่สุด และมีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการน้อยที่สุด

ลัดดาพร จุปะมะตัง (2554 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 4 พบว่า องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้การส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 2 ทั้ง 13 ด้าน มีค่าเป็นบวก มีค่าตั้งแต่ 0.86 ถึง 0.99 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบเรียงจากมากไปหาน้อย คือ ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ด้านการวัดและประเมินผล ด้านการมีส่วนร่วมในการเรียน ด้านการให้แรงเสริมของผู้บริหาร ด้านแรงสนับสนุนของผู้ปกครอง ด้านการปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน ด้านพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ ด้านการเตรียมการสอนของครู ด้านพฤติกรรมของนักเรียน ครู ผู้บริหาร ด้านความเอาใจใส่ของครูและผู้ปกครอง ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ด้านพฤติกรรมการสอนของครู ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะของครูผู้สอน มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.99, 0.99, 0.96, 0.96, 0.96, 0.95, 0.94, 0.93, 0.91, 0.90, 0.89, 0.86 และ 0.86 ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบตัวบ่งชี้การส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 4 นั่นคือ องค์ประกอบด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รองมาคือด้านการวัดและประเมินผล มีความสำคัญมากที่สุด ขณะที่องค์ประกอบด้านคุณลักษณะของครูผู้สอนมีความสำคัญต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด มีดัชนีวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้ค่าไคสแควร์ เท่ากับ 1266.17 $p = 0.65$ ท้องศาอิสระ (df) 1,286 ค่า GFI = 0.93 ค่า CFI = 1.00 ค่า AGFI = 0.89 ค่า SRMR = 0.034 ค่า RMSEA = 0.00 แสดงว่าโมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้าง

ปวีณา ซาลีเครือ (2553 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภัทรรดา กุลยะ (2551 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และเพศต่างกัน สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยครูใช้โมเดลรูปตัววี มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามปกติ
2. นักเรียนชายมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สูงกว่านักเรียนหญิง
3. ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรู้และเพศ ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ไชยยันต์ จรูญเสาวภาคกิจ (2550 : บทคัดย่อ) ทำการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สุธิพร พลอยสุข (2550 : บทคัดย่อ) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่เป็นผลมาจากลักษณะวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในแต่ละทักษะและโดยภาพรวมกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยพบว่า

1. เมื่อใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ พบว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในแต่ละทักษะและโดยภาพรวม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ พบว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยภาพรวมและทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

3. เมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยพบว่า

3.1 เมื่อใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีเฉพาะทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่ผ่านเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคล มีทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในแต่ละทักษะและโดยภาพรวม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บุปผา จุลพันธ์ (2550 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการ ได้แก่รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ พฤติกรรมการสอนของครู ความรับผิดชอบต่อการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ปัจจัยด้านรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้านพฤติกรรมการสอนของครู ด้านความรับผิดชอบต่อการเรียนและด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เท่ากับ .652 โดยปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียน ได้ร้อยละ 42.50

2. ปัจจัยด้านพฤติกรรมการสอนของครูและด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ส่งผลทางบวกต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปัจจัยด้านความรับผิดชอบต่อการเรียนส่งผลทางบวกต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยปัจจัยด้านพฤติกรรมการสอนของครู ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และด้านความรับผิดชอบต่อการเรียน โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .371 , .212 และ .131 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยด้านรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานของนักเรียน

ระเป็ยบ อนันตพงศ์ (2550) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการเรียนโดยการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหา

ความรู้และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการเรียนโดยการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กุสุมาลย์ สุตวิไล (2548 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ พฤติกรรมการเรียนและพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า

1. คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 81.751 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็น ร้อยละ 95 และคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนคิดเป็น ร้อยละ 76 และนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 85 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

2. พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน เมื่อได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ พบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างทั่วถึงและเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเห็นร่วมกันสามารถสรุปข้อเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง กล้าแสดงออกและมีความมั่นใจมากขึ้น รู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจเรียนและสนุกกับการเรียน ทำให้สามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้ดี ทำให้บรรยากาศในการเรียนการสอนไม่น่าเบื่อ

3. พฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม เมื่อได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ พบว่านักเรียนสามารถทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข มีการร่วมปรึกษาหารือ วางแผนในการทำงานก่อนลงมือทำ มีการแบ่งงานกันทำให้ทุกคนมีบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความคิดและความรู้สึกที่เกิดขึ้นทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจตนเองและผู้อื่น ส่งผลให้รู้จักการปรับตัวและปรับพฤติกรรม ซึ่งทำให้นักเรียนได้รับความรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการทำงานร่วมกัน

นันทยา ใจตรง (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยด้านคุณลักษณะทางจิตพิสัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยด้านคุณลักษณะทางจิตพิสัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทดสอบความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามภาวะสันนิษฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเชิงสาเหตุกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และมีค่าอยู่ระหว่าง 299-493

2. รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์และปัจจัยเชิงสาเหตุทั้ง 6 ปัจจัย สามารถอธิบายความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ แรงจูงใจภายในในการเรียน แรงจูงใจในใฝ่สัมพันธ์และการกำกับตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ มีขนาดของน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 38, 13 และ 08 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีน้ำหนักความสำคัญทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การกำกับตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแรงจูงใจภายในในการเรียน มีขนาดของน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 23, 13, 11, 07 และ 02 ตามลำดับ

ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบางประการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสมการพยากรณ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ คุณภาพการสอน เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และความถนัดด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .603, .168, .169, .250 และ .155 ตามลำดับ ส่วนการสนับสนุนของผู้ปกครองและความรู้พื้นฐานเดิมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .094 และ .0862. ตัวแปรพยากรณ์ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ คุณภาพการสอน ประสบการณ์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ความถนัดด้านวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิม ตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เท่ากับ .629 สรุปได้ว่า คุณภาพการสอนของครู ประสบการณ์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ความถนัดด้านวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิม มีความสำคัญต่อการส่งเสริมและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดในตัวนักเรียนได้

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2540 : บทคัดย่อ) จากการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศ ประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และสังกัดของโรงเรียน มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยส่วนรวมและรายด้าน คือ ด้านการวัดและด้านการใช้เลขจำนวนและการคำนวณ ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พหุระดับ

พิพัฒน์พงษ์ สมใจ (2557 : บทคัดย่อ) ดำเนินการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับโรงเรียนกับยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ศึกษาตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลอย และศึกษาตัวแปรอิสระระดับโรงเรียนที่ส่งผลต่อยุทธศาสตร์การเรียนรู้ และสัมประสิทธิ์การถดถอย (Slope) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป คำนวณหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้ ความโด่ง สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และทำการวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป HLM ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางการเรียน การสนับสนุนทางการเรียนของผู้ปกครอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ลักษณะมุ่งอนาคต และเจตคติทางการเรียน ตัวแปรอิสระระดับโรงเรียน ที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คุณภาพการสอนของครู ขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนของครูต่อนักเรียน ที่ระดับ .05 ได้แก่ ความเป็นผู้นำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางวิชาการของผู้บริหาร แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ในโรงเรียน บรรยากาศทางการเรียนระดับ การศึกษาของผู้บริหาร และประสบการณ์บริหารของผู้บริหาร

2. ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ เจตคติทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ ความสามารถของตนเองทาง การเรียน การสนับสนุนทางการเรียนของผู้ปกครอง

3. ตัวแปรอิสระระดับโรงเรียนที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ ตัวแปรอิสระระดับโรงเรียนที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ คุณภาพการสอนของครู และตัวแปรที่ ส่งผลต่อสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรเจตคติทางการเรียน ที่ส่งผลต่อยุทธศาสตร์การเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ อัตราส่วนของครูกับนักเรียน ซึ่งส่งผลทางบวก

สฤัญญา วงศ์ชัย (2556 : บทคัดย่อ) ศึกษาปัจจัยระดับนักเรียนและห้องเรียนที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 36 จังหวัดเชียงราย และเพื่อสร้างสมการพหุระดับของปัจจัยที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียน ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยตัวแปรระดับ นักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รูปแบบการเรียน และการสนับสนุนทางการเรียนของผู้ปกครอง ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในชั้น เรียน พฤติกรรมการสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียน โดยการวิเคราะห์พหุระดับ คือ ระดับนักเรียน และ ระดับห้องเรียน ด้วยโปรแกรม HLM ผลการวิจัยพบว่า

1. ปัจจัยระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รูปแบบการเรียนแบบอิสระ และเจตคติต่อการเรียน และทั้งนี้ปัจจัยระดับนักเรียนร่วมกันพยากรณ์ความสามารถการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนได้ ร้อย ละ 47.268

2. ปัจจัยระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนส่งผล ทางบวกต่อการคิดเชิงประยุกต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทั้งนี้ปัจจัยระดับห้องเรียน ร่วมกันพยากรณ์ความสามารถการคิดเชิงประยุกต์ของนักเรียนได้ ร้อยละ 70.07

นันทิดา รัตน์พิทักษ์ (2556 : บทคัดย่อ) ศึกษาตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มี อิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมของตัวแปรต่าง ระดับที่มีอิทธิพลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการส่งเสริมสนับสนุนด้าน วิทยาศาสตร์จากผู้ปกครอง และตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ ด้วยเทคนิคการลดหลั่น เชิงเส้นตรง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป HLM 6.03 for windows ซึ่งมีรูปแบบการวิเคราะห์ 2 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ ส่งผลทางบวกต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการส่งเสริมสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์จาก

ผู้ปกครองส่งผลทางลบต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์และคุณภาพการสอน วิทยาศาสตร์ ไม่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์

วัชรรา จรุงผล (2549 : บทคัดย่อ) ศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับและสร้างสมการ พยากรณ์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตัวแปรระดับนักเรียน 7 ตัวแปร ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ สภาพแวดล้อมที่บ้าน กลุ่มเพื่อน สื่อนอกชั้นเรียน และเวลาที่ใช้ในการเรียน ตัวแปรระดับห้องเรียน 2 ตัวแปร ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียน และคุณภาพการสอน ตัวแปรตามเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับใช้โปรแกรม HLM ผลการวิจัย ปรากฏว่า

1. ตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเวลาที่ใช้ในการเรียน

2. ตัวแปรระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่ คุณภาพการสอน และบรรยากาศในห้องเรียน

3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระหว่างตัวแปรต่างระดับ คือ บรรยากาศในห้องเรียนส่งผลต่อ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์รายห้องเรียน

4. ได้สมการพหุระดับเต็มรูปแบบ สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 80

รัศนา จันสกุล (2547 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อ สำนวจงานวิจัยที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model: HLM) 2) เพื่อสังเคราะห์งานวิจัยในประเทศด้วยการวิเคราะห์ห่อภิมาณ 3) เพื่อสรุป ความแตกต่างของผลการวิจัยอันเนื่องมาจากคุณลักษณะของงานวิจัยในภาพรวมงานวิจัยที่นำมา สังเคราะห์ในครั้งนี้ คือ วิทยานิพนธ์ทางการศึกษาที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับด้วยโมเดลเชิง เส้นตรงระดับลดหลั่นแบบ 2 ระดับ จำนวน 27 เล่ม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงบรรยาย การ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การวิเคราะห์การถดถอย โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows version 12.00 และการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับด้วยโปรแกรม HLM version 5.04 ผลการ สังเคราะห์โดยสรุป พบว่า 1. ค่าขนาดอิทธิพลทั้งหมด 406 ค่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ .177 เมื่อแบ่งตาม ประเภทของขนาดอิทธิพลได้อิทธิพลกำหนด 244 ค่า อิทธิพลสุ่ม 162 ค่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ .186 และ .163 ตามลำดับ เมื่อแบ่งตามประเภทโมเดลได้ขนาดอิทธิพลของโมเดลแบบง่าย 270 ค่า โมเดล สมมติฐาน 136 ค่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ .176 และ .178 ตามลำดับ 2. ตัวแปรปรับที่มีผลต่อค่าขนาด อิทธิพลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ประกอบด้วย 1) คุณลักษณะงานวิจัยด้านการพิมพ์/ผู้วิจัย 4 ตัวแปร คือ ประเภทงานวิจัย ปีที่ทำงานวิจัยเสร็จ สถาบันที่ผลิตงานวิจัย และหน่วยงานต้นสังกัด 2) คุณลักษณะของงานวิจัยด้านเนื้อหาสาระ 6 ตัวแปร คือ ที่มาของงานวิจัย วัตถุประสงค์การวิจัย ประเภทสมมติฐาน ระยะเวลารวบรวมข้อมูล แหล่งที่มาของกลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรต้นมีข้อมูลปฐม ภูมิ 3) คุณลักษณะงานวิจัยด้านวิธีวิทยาการวิจัย 7 ตัวแปร คือ วิธีการคัดเลือกตัวอย่าง ขั้นตอนการ วิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ HLM/ไม่ใช้ HLM การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตัวแปรต้นมีการใช้ HLM ทดสอบอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม ตัวแปรต้นมีการใช้ HLM วิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรต้นมีการใช้ HLM วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว และตัวแปรต้นมีการใช้ HLM วิเคราะห์ ส่วนประกอบความแปรปรวน และ 4) คะแนนคุณภาพงานวิจัย 3. ตัวแปรปรับที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าขนาดอิทธิพลจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณมี 4 ตัว คือ จำนวนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ HLM/ไม่ใช้ HLM ตัวแปรต้นมีความเป็นงานวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคะแนนคุณภาพงานวิจัย ซึ่งอธิบายความแปรปรวนในค่าขนาดอิทธิพลได้ร้อยละ 31.1 4. ตัวแปรปรับที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าขนาดอิทธิพลจากการวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น มี 3 ตัวแปร คือ ประเภทของอิทธิพล ตัวแปรต้นมีความเป็นตัวแปรตามด้านพุทธินิสัย และตัวแปรต้นมีความเป็นตัวแปรตามด้านจิตพิสัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 67 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 495 ห้อง และมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 19,503 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 50 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 1,000 คน ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของ Maas and Hox (2005 : 90-91) ที่กล่าวว่าในการศึกษาพหุระดับควรมีอย่างน้อย 50 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) ซึ่งเหมาะสำหรับการสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีลักษณะสอดแทรกเป็นลำดับชั้นที่ลดหลั่น ประกอบกับข้อมูลของตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับมีลักษณะเป็นข้อมูลของหน่วยย่อยที่สอดแทรกอยู่ในหน่วยที่ใหญ่ขึ้นไปแบบลดหลั่นกันตามลำดับ ดังนั้นการสุ่มแบบหลายขั้นตอนจึงเหมาะในการนำมาใช้สำหรับการวิจัยที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เหมาะสำหรับการใช้ในการวิเคราะห์พหุระดับ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554 : 109) ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลหน่วยสมาชิกของประชากรนักเรียน จากแหล่งข้อมูลพื้นฐานทางการศึกษา ทศวิทยุมิ ปี พ.ศ. 2559 จากเว็บไซต์ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 พบว่ามีจำนวนโรงเรียนทั้งหมด 67 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 495 ห้อง และมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 19,503 คน

2. สุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ดังนี้

- 2.1 ทำการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นชั้นของการสุ่ม และโรงเรียนในแต่ละชั้นเป็นหน่วยการสุ่ม แล้วทำการสุ่มตัวอย่างจากแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละชั้น โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน ร้อยละ 35 ได้โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 2 โรงเรียน (จากทั้งหมด จำนวน 5 โรงเรียน) โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 9 โรงเรียน (จากทั้งหมด จำนวน 26 โรงเรียน) โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 6 โรงเรียน (จากทั้งหมด 18 โรงเรียน) และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 6 โรงเรียน (จากทั้งหมด 18 โรงเรียน) ในการกำหนดการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน ร้อยละ 35 ผู้วิจัยได้อิงข้อมูลพื้นฐานจากจำนวนโรงเรียนที่มีอยู่ในกลุ่มโรงเรียนขนาดเล็กเป็นหลัก เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างที่ได้เป็นตัวแทนของประชากรให้มากที่สุด

2.2 ทำการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นกลุ่มของการสุ่ม และห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม แล้วทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายจากแต่ละกลุ่ม ได้โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 4 ห้องเรียน ขนาดกลาง จำนวน 32 ห้องเรียน จำนวนขนาดใหญ่ จำนวน 32 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 32 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 100 ห้องเรียน

2.3 ทำการสุ่มห้องเรียนในแต่ละกลุ่ม โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่ายมาร้อยละ 50 ได้โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 2 ห้องเรียน ขนาดกลาง จำนวน 16 ห้องเรียน จำนวนขนาดใหญ่ จำนวน 16 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 16 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 50 ห้องเรียน

2.4 ทำการสุ่มนักเรียน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวนห้องเรียนละ 20 คน ได้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 1,000 คน ซึ่งจำแนกตามจำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 6 ฉบับ ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 22 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบสถานการณ์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีตัวเลือกถูกเพียง 1 ตัวเลือก

2. แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 10 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	หมายถึง	เห็นด้วย
3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	หมายถึง	เห็นด้วย
3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 11 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	หมายถึง	เห็นด้วย
3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	หมายถึง	เห็นด้วย
3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

6. แบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	หมายถึง	เห็นด้วย
3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2.1 แบบทดสอบ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ

จากภาพที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ รวมถึงศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ และจัดทำตารางแผนผังแบบทดสอบ (Test blueprint) ผู้วิจัยได้กำหนดพฤติกรรมการวัดที่จะปรากฏอยู่ในแบบทดสอบโดยพิจารณาจากความหมายและนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ที่ครอบคลุมตั้งแต่การเข้าใจในการระบุตัวแปร การวัด การสังเกต การพยากรณ์ การลงความเห็นจากข้อมูล การให้ข้อสรุปหรือคำอธิบาย การแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร การให้ความหมายและขอบเขตของตัวแปร การออกแบบการทดลอง การอธิบายขั้นตอนการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูล และการลงข้อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปร ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ใช้พฤติกรรมการวัดที่เป็นความจำในแบบทดสอบ และเริ่มใช้พฤติกรรมการวัดที่เป็นความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า โดยจะเน้นพฤติกรรมการวัดที่เป็นความเข้าใจและการวิเคราะห์เป็นหลัก ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แผนผังแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 32 ข้อ

ทักษะ	พฤติกรรมกรวัด						ร้อยละ
	จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร							18.75
ข้อที่ 1		✓					
ข้อที่ 2		✓					
ข้อที่ 3		✓					
ข้อที่ 4					✓		
ข้อที่ 5				✓			
ข้อที่ 6					✓		
2) การตั้งสมมติฐาน							21.87
ข้อที่ 1			✓				
ข้อที่ 2			✓				
ข้อที่ 3		✓					
ข้อที่ 4		✓					
ข้อที่ 5				✓			
ข้อที่ 6				✓			
ข้อที่ 7				✓			
3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ							12.50
ข้อที่ 1		✓					
ข้อที่ 2			✓				
ข้อที่ 3		✓					
ข้อที่ 4			✓				
4) การทดลอง							31.25
ข้อที่ 1		✓					
ข้อที่ 2				✓			
ข้อที่ 3				✓			
ข้อที่ 4			✓				
ข้อที่ 5			✓				
ข้อที่ 6		✓					
ข้อที่ 7		✓					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ทักษะ	พฤติกรรมการวัด						ร้อยละ
	จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
ข้อที่ 8			✓				
ข้อที่ 9				✓			
ข้อที่ 10				✓			
5) การตีความหมาย ข้อมูลและการลง ข้อสรุป							
ข้อที่ 1		✓					15.63
ข้อที่ 2				✓			
ข้อที่ 3				✓			
ข้อที่ 4				✓			
ข้อที่ 5		✓					
จำนวนข้อ		12	7	11	2		
ร้อยละ		37.50	21.88	34.37	6.25		100

4. สร้างแบบทดสอบ แบ่งเป็นจำนวน 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของนักเรียนผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศและอายุ มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) และตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เป็นแบบทดสอบสถานการณ์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีตัวเลือกถูกเพียง 1 ตัวเลือก

5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยหาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (Item Objective Congruence: IOC) (พรุณี ลีกิจวัฒน์. 2557 : 194-195; Turner & Carlson, 2003 : 163) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่กำหนดไว้ ซึ่งมีการให้คะแนน ดังนี้

ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (วรุณี แกมเกตุ. 2555 : 220-221)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/
จุดประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{\sum R}{N} \text{ แทน ผลรวมของคะแนนผลการตัดสินข้อคำถามของผู้ทรงคุณวุฒิ}$$

$$N \text{ แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ}$$

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 32 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

6. นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ให้นักเรียนแต่ละคนใช้ระยะเวลาทำแบบทดสอบ คนละ 50 นาที จากนั้นตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบทดสอบที่ได้รับกลับคืนในทันที คัดเหลือเฉพาะฉบับที่สมบูรณ์ แล้วนำมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) เพื่อพิจารณาว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแต่ละข้อสามารถจำแนกผู้ตอบตามความสามารถของแต่ละคนเพียงใด และคัดเลือกข้อที่มีความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

การหาความยากง่าย (P) (วรรรณี แกมเกต. 2555 : 223)

$$P = \frac{R_H + R_L}{n_H + n_L}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก
 R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 n_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง
 n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

การหาอำนาจจำแนก (r) (วรรรณี แกมเกต. 2555 : 223)

$$r = \frac{R_H - R_L}{n_H \text{ or } n_L}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 n_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง
 n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

จากการวิเคราะห์เหลือข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย 0.31-0.77 และอำนาจจำแนก ตั้งแต่ตั้งแต่ 0.31-0.69

7. นำข้อคำถามที่คัดเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 7 มาวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งฉบับ

การหาความเที่ยง ใช้วิธีของ Kuder-Richardson สูตร KR 20 (วรรรณี แกมเกต. 2555 : 232-233)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2}\right)$$

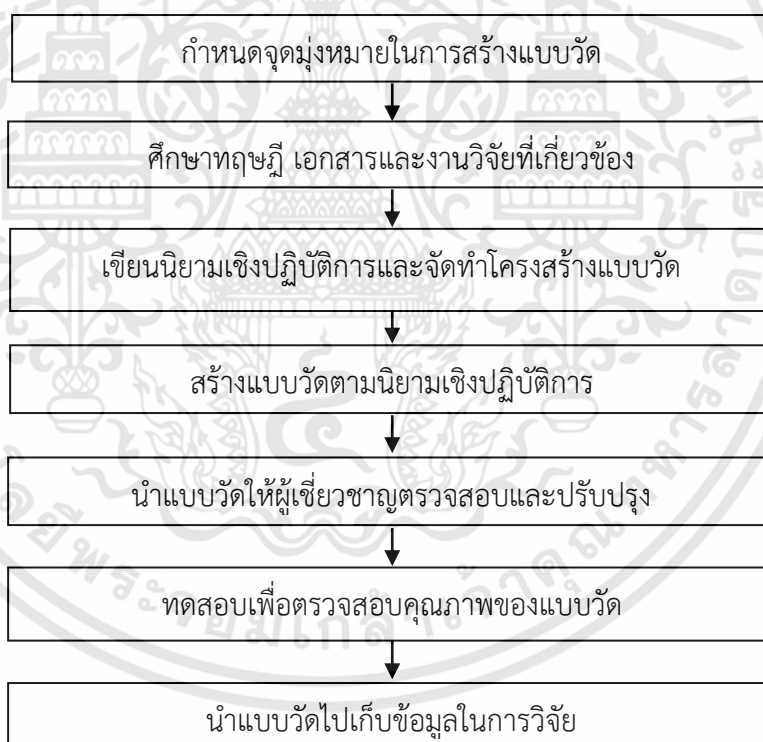
เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวัด
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ (ค่าความยาก)
	q_i	แทน	$1 - p_i$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับ

จากการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีความเที่ยงเท่ากับ 0.79

8. จัดเตรียมแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

3.2.2.2 แบบวัด

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบวัด

จากภาพที่ 3.2 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบวัด มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. สร้างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด โดยหาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (พรรรณี สีกิจวัฒน์. 2557 : 194-195; Turner & Carlson, 2003 : 163) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่กำหนดไว้ ซึ่งมีการให้คะแนน ดังนี้

ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (วรรรณี แกมเกตุ. 2555 : 220-221)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/
จุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนผลการตัดสินข้อคำถามของ
ผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6-1.0

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 32 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6-1.0

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6-1.0

6. นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย นำมาวิเคราะห์หาอำนาจจำแนก (r) โดยแบ่งคะแนนรวมของผู้ตอบออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ เพื่อคำนวณค่า t (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\alpha = .05$) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า t ตั้งแต่ 1.76 ขึ้นไป พร้อมพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามที่บกพร่อง

การหาอำนาจจำแนก แบ่งคะแนนรวมของผู้ตอบออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 25% กับการทดสอบ t โดยตัวเลข 25% หมายถึง ค่าร้อยละของจำนวนผู้ตอบกลุ่มสูง 25% และกลุ่มต่ำ 25% ที่เหลืออีก 50% เป็นกลุ่มกลางๆ ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นของข้อมูลกลุ่มสูงและ

กลุ่มต่ำ ส่วนข้อมูลกลุ่มกลางไม่ได้นำมาใช้ (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2557 : 210-211) คำนวณค่า t สำหรับทดสอบอำนาจจำแนก (พรรณี แกมเกตุ. 2555 : 223-224)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

จากการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 10 ข้อ มีค่า t ระหว่าง 2.69-6.55 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 15 ข้อ มีค่า t ระหว่าง 2.21-5.23 และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 11 ข้อ มีค่า t ระหว่าง 2.84-5.56

7. นำข้อคำถามที่คัดเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 6 มาวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient : α) (พรรณี แกมเกตุ. 2555 : 233)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right]$$

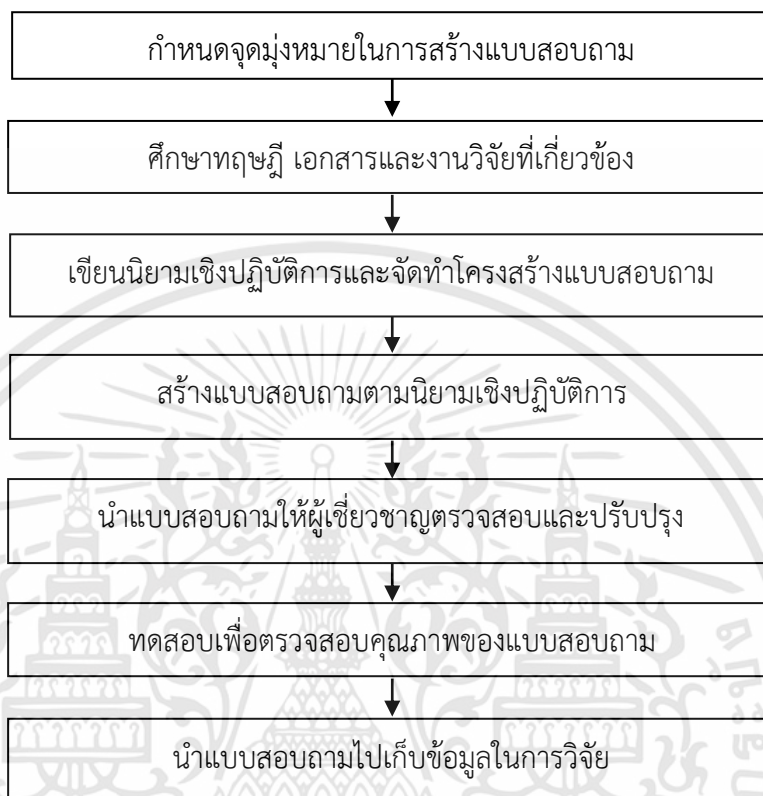
เมื่อ	α	แทน	ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวัด
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับ

จากการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มี ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73

8. จัดเตรียมแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

3.2.2.3 แบบสอบถาม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม

จากภาพที่ 3.3 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. สร้างแบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ
5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม โดยหาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2557 : 194-195; Turner & Carlson, 2003 : 163) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่กำหนดไว้ ซึ่งมีการให้คะแนน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (วรณี แกมเกตุ. 2555 : 220-221)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา/
จุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนผลการตัดสินข้อคำถามของ
ผู้ทรงคุณวุฒิ
N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากการวิเคราะห์พบว่า แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครุวิทยาการศึกษามีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 28 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6-1.0

แบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 17 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6-1.0

6. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient : α) (วรณี แกมเกตุ. 2555 : 233)

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

เมื่อ α แทน ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวัด

k แทน จำนวนข้อสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับ

จากการวิเคราะห์พบว่า แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครุวิทยาการศึกษามีข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87 และแบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เหลือข้อคำถาม จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.86

7. จัดเตรียมแบบสอบถามคุณภาพการสอนของครุวิทยาการศึกษ และแบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

สรุปเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประเภทของเครื่องมือ	ลักษณะของเครื่องมือ	จำนวนข้อ	คุณภาพที่ตรวจสอบ	คุณภาพของเครื่องมือ
1) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	แบบทดสอบสถานการณ์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีตัวเลือกถูกเพียง 1 ตัวเลือก	22 ข้อ	- ความตรงเชิงเนื้อหา - ความยากง่าย - อำนาจจำแนก - ความเที่ยง	0.80-1.00 0.31-0.77 0.31-0.69 0.79
2) แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ	10 ข้อ	- ความตรงเชิงเนื้อหา - อำนาจจำแนก - ความเที่ยง	0.6-1.0 2.69-6.55 0.76
3) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์	มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ	15 ข้อ	- ความตรงเชิงเนื้อหา - อำนาจจำแนก - ความเที่ยง	0.6-1.0 2.21-5.23 0.82
4) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ	11 ข้อ	- ความตรงเชิงเนื้อหา - อำนาจจำแนก - ความเที่ยง	0.6-1.0 2.84-5.56 0.73
5) แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์	มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ	15 ข้อ	- ความตรงเชิงเนื้อหา - ความเที่ยง	0.6-1.0 0.87
6) แบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ	10 ข้อ	- ความตรงเชิงเนื้อหา - ความเที่ยง	0.6-1.0 0.86
รวม		83 ข้อ		

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์และขออนุญาตจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลและขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนในสังกัด โดยใช้ 1) แบบทดสอบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 2) แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ 3) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 5) แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และ 6) แบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. เมื่อได้รับการตอบกลับจากผู้บริหารสถานศึกษาแต่ละโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยทำการเข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงเรียนดังกล่าว โดยจะนัดหมายวันที่และเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ล่วงหน้ากับกลุ่มตัวอย่าง

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560

4. ผู้วิจัยตรวจสอบการตอบแบบทดสอบ แบบวัดและแบบสอบถามของนักเรียนในทันทีเมื่อได้รับกลับคืนในชั้นเรียน เมื่อพบว่านักเรียนตอบข้อคำถามส่วนใดไม่ครบ จะขอให้นักเรียนตอบข้อคำถามดังกล่าวให้สมบูรณ์ ทำให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลได้ร้อยละ 100 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 เกี่ยวกับเพศและอายุของนักเรียน โดยการหาจำนวนและร้อยละ

2. ศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ค่าเฉลี่ย (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553 : 33)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553 : 60)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์การแปลความหมายของร้อยละของค่าเฉลี่ย ดังนี้

ร้อยละของค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
80.00-100.00	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม
70.00-79.99	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการอยู่ในเกณฑ์ดีมาก
60.00-69.99	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการอยู่ในเกณฑ์ดี
50.00-59.99	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการอยู่ในเกณฑ์พอใช้
น้อยกว่า 50.00	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการอยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง

3. ศึกษาระดับของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรระดับนักเรียน โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	
ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับสูง
3.51-4.50	นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
2.51-3.50	นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
1.00-1.50	นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในระดับต่ำ
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	
ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
3.51-4.50	นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
2.51-3.50	นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
1.00-1.50	นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	
ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
3.51-4.50	นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง
2.51-3.50	นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
1.00-1.50	นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ศีรษะระดับของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรระดับห้องเรียน โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	ครูวิทยาศาสตร์มีคุณภาพการสอนอยู่ในระดับสูง
3.51-4.50	ครูวิทยาศาสตร์มีคุณภาพการสอนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง
2.51-3.50	ครูวิทยาศาสตร์มีคุณภาพการสอนอยู่ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	ครูวิทยาศาสตร์มีคุณภาพการสอนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
1.00-1.50	ครูวิทยาศาสตร์มีคุณภาพการสอนอยู่ในระดับต่ำ

บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	ห้องเรียนมีบรรยากาศที่เอื้อต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับสูง
3.51-4.50	ห้องเรียนมีบรรยากาศที่เอื้อต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับค่อนข้างสูง
2.51-3.50	ห้องเรียนมีบรรยากาศที่เอื้อต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	ห้องเรียนมีบรรยากาศที่เอื้อต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
1.00-1.50	ห้องเรียนมีบรรยากาศที่เอื้อต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับต่ำ

5. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ

5.1 การทดสอบการแจกแจงของตัวแปรแบบโค้งปกติ (Normality) โดยใช้ค่า χ^2 (χ^2 goodness of fit)

5.2 การตรวจสอบภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicollinearity) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของตัวแปร แล้วทำการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

5.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553 : 312)

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

เมื่อ	r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum YX$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	N	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งทีศึกษา

การทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยการทดสอบค่าที (t-test) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553 : 315)

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}, \text{ df} = N-2$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที
	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้
	N	แทน	จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคน

5.4 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

5.4.1 การวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's product moment correlation) ระหว่างตัวบ่งชี้ทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables: ICV) 2) การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses: FOH) 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining variables operationally: DVO) 4) การทดลอง (Experimenting: EXP) และ 5) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data: INT) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของตัวแปร แล้วทำการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยการทดสอบค่าที (t-test) และการทดสอบค่าสถิติ Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) และ Bartlett's Test of Sphericity

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553 : 312)

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

เมื่อ	r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum YX$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
N	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

การทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยการทดสอบค่าที (t-test) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553 : 315)

$$t = r \frac{\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}, \text{ df} = N-2$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้
N	แทน	จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคน

5.4.2 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis: CFA) ใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Maximum Likelihood (ML) และใช้เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม (Variance-Covariance Matrix) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Bartholomew, Steele, Moustaki, & Galbraith, 2008 : 298-299) การพิจารณาความกลมกลืนของโมเดลการวัดที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากดัชนีต่างๆ ได้แก่ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index : GFI) ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error of Approximation : RMSEA) ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (Root Mean Square Residual : RMR) การพิจารณาว่าโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีความตรงเชิงโครงสร้างหรือไม่ ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการยืนยันความตรงของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน	เกณฑ์ระดับความกลมกลืน	การอ้างอิง
1. Chi-square statistic: χ^2	p-value มากกว่า 0.05.	Barrett (2007 : 817, 821, 823); Bartholomew,
2. χ^2 model/df model	มีค่าน้อยกว่า 2.00	Steele, Moustaki, and Galbraith (2008 : 310,
3. Goodness of Fit Index (GFI)	มีค่าเข้าใกล้ 1	315); Hair et al. (2014 : 630); Hooper,
4. Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)	มีค่าเข้าใกล้ 1	Coughlan, and Mullen (2008 : 53-56); Kenny and McCoach (2003 : 334-348)
5. Root Mean Square Residual (RMR)	มีค่าเข้าใกล้ 0	
6. The Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	มีค่าเข้าใกล้ 0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การวิเคราะห์พหุระดับเพื่อค้นหาตัวแปรต้นระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

การวิเคราะห์ระดับนักเรียน (Micro level)

1. วิเคราะห์โมเดลศูนย์ (Null model)

เป็นการวิเคราะห์ในขั้นตอนแรกเพื่อศึกษาอิทธิพลสุ่มของตัวแปรตาม ที่ไม่มีการนำตัวแปรต้นใดๆ เข้ามาร่วมพิจารณาในโมเดล เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไปหรือไม่

ระดับที่ 1 ระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน (Within-group model)

$$ISPS_{ij} = \beta_{0j} + R_{ij}$$

ระดับที่ 2 ระหว่างห้องเรียน (Between-group model)

$$\beta_{0j} = G_{00} + U_{0j}$$

เมื่อ $ISPS_{ij}$ แทน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนคนที่ i ในห้องเรียน j

β_{0j} แทน ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

G_{00} แทน ค่าเฉลี่ยรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น

บูรณาการของห้องเรียนทุกห้อง

R_{ij} แทน ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย $ISPS_{ij}$

U_{0j} แทน อิทธิพลสุ่มของ β_{0j}

2. วิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple model)

เป็นการวิเคราะห์ในขั้นต่อจากการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ กรณีที่พบว่ามีความผันแปรระหว่างห้องเรียน ผู้วิจัยจะนำตัวแปรต้นระดับนักเรียน คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มาทำนายตัวแปรตาม เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นดังกล่าวต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน ตลอดจนเพื่อศึกษาถึงความผันแปรของตัวแปรตามที่เหลืออยู่ว่ามีนัยสำคัญเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรต้นในระดับที่ 2 (ระดับห้องเรียน) ในขั้นต่อไปหรือไม่

ระดับที่ 1 ระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน (Within-group model)

$$ISPS_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} (\overline{ACHMO}_{ij} - \overline{ACHMO}_j) + \beta_{2j} (\overline{SCIAT}_{ij} - \overline{SCIAT}_j) + \beta_{3j} (\overline{ATSCI}_{ij} - \overline{ATSCI}_j) + R_{ij}$$

ระดับที่ 2 ระหว่างห้องเรียน (Between-group model)

$$\beta_{0j} = G_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = G_{10} + U_{1j}$$

$$\beta_{2j} = G_{20} + U_{2j}$$

$$\beta_{3j} = G_{30} + U_{3j}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	ISPS _{ij}	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนคนที่ i ในห้องเรียน j
	ACHMO	แทน	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
	SCIAT	แทน	เจตคติทางวิทยาศาสตร์
	ATSCI	แทน	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
	β_{0j}	แทน	ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น บูรณาการของนักเรียนในห้องเรียน j เมื่อควบคุม อิทธิพลของตัวแปรทำนายในสมการแล้ว
	β_{1j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ ACHMO ต่อ ISPS ในห้องเรียน j
	β_{2j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ SCIAT ต่อ ISPS ในห้องเรียน j
	β_{3j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ ATSCI ต่อ ISPS ในห้องเรียน j
	G00	แทน	ค่าเฉลี่ยรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการของห้องเรียนทุกห้อง
	G10	แทน	ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ β_{1j} ของห้องเรียนทุกห้อง
	G20	แทน	ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ β_{2j} ของห้องเรียนทุกห้อง
	G30	แทน	ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ β_{3j} ของห้องเรียนทุกห้อง
	R _{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย ISPS _{ij}
	U _{0j}	แทน	อิทธิพลสุ่มของ β_{0j}
	U _{1j}	แทน	อิทธิพลสุ่มของ β_{1j}
	U _{2j}	แทน	อิทธิพลสุ่มของ β_{2j}
	U _{3j}	แทน	อิทธิพลสุ่มของ β_{3j}

การวิเคราะห์ข้อมูลระดับห้องเรียน (Macro level)

3. วิเคราะห์โมเดลสมมติฐาน (Hypothetical model)

เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรต้นทุกระดับเข้ามาร่วมวิเคราะห์ในสมการ ตาม
สมมติฐานการวิจัย

ระดับที่ 1 ระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน (Within-group model)

$$ISPS_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} (ACHMO_{ij} - \overline{ACHMO}_j) + \beta_{2j} (SCIAT_{ij} - \overline{SCIAT}_j) + \beta_{3j} (ATSCI_{ij} - \overline{ATSCI}_j) + R_{ij}$$

ระดับที่ 2 ระหว่างห้องเรียน (Between-group model)

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= G00 + G01(QUAL_j) + G02(ATMOS_j) + U_{0j} \\ \beta_{1j} &= G10 + U_{1j} \\ \beta_{2j} &= G20 + U_{2j} \\ \beta_{3j} &= G30 + U_{3j} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	ISPS _{ij}	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนคนที่ i ในห้องเรียน j
	ACHMO	แทน	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
	SCIAT	แทน	เจตคติทางวิทยาศาสตร์
	ATSCI	แทน	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
	QUALI	แทน	คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์
	ATMOS	แทน	บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
	β_{0j}	แทน	ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น บูรณาการของนักเรียนในห้องเรียน j เมื่อควบคุม อิทธิพลของตัวแปรทำนายในสมการแล้ว
	β_{1j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ ACHMO ต่อ ISPS ในห้องเรียน j
	β_{2j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ SCIAT ต่อ ISPS ในห้องเรียน j
	β_{3j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่แสดงผลของ ATSCI ต่อ ISPS ในห้องเรียน j
	G00	แทน	ค่าเฉลี่ยรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการของห้องเรียนทุกห้อง
	G10	แทน	ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ β_{1j} ของห้องเรียนทุกห้อง
	G20	แทน	ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ β_{2j} ของห้องเรียนทุกห้อง
	G30	แทน	ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์ β_{3j} ของห้องเรียนทุกห้อง
	G01	แทน	ขนาดอิทธิพลของ QUALI
	G02	แทน	ขนาดอิทธิพลของ ATMOS
	R _{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย ISPS _{ij}
	U _{0j}	แทน	อิทธิพลสุ่มของ β_{0j}
	U _{1j}	แทน	อิทธิพลสุ่มของ β_{1j}
	U _{2j}	แทน	อิทธิพลสุ่มของ β_{2j}
	U _{3j}	แทน	อิทธิพลสุ่มของ β_{3j}

สรุปการวิเคราะห์พหุระดับในงานวิจัย มีดังนี้

1. การทดสอบค่าเฉลี่ยของอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) ใช้ t-test ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม

2. การทดสอบความแปรปรวนของอิทธิพลสุ่ม (Random effect) ใช้ χ^2 -test เพื่อศึกษา ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (Intercepts) และค่าความชัน (Slope) ว่ามีความแปรปรวนอยู่หรือไม่ กรณีที่ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามและค่าความชันมีความแปรปรวนอยู่ สามารถที่จะนำตัวแปรต้นเข้ามาร่วมศึกษาเพื่ออธิบายความแปรปรวนในขั้นต่อไป

3. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระดับชั้น (Intraclass Correlation Coefficient: ICC) แสดงถึงสัดส่วนของความแปรปรวนของตัวแปรตามที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างกลุ่มเทียบกับความแปรปรวนของค่าที่วัดได้ทั้งหมด ใช้ในการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (Null model)

4. การหาค่าความเที่ยงของการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Reliability of OLS regression coefficient) ซึ่งบอกถึงความน่าเชื่อถือของการประมาณค่าของตัวแปรในระดับที่ 2 ขึ้นไป

5. การหาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของโมเดลแต่ละระดับ (R^2) หรือสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ (Proportion variance explained) สามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบสัดส่วนความแปรปรวนของค่าส่วนที่เหลือที่ลดลง เมื่อมีตัวแปรทำนายกับเมื่อไม่มีตัวแปรทำนาย (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554 : 120)

$$R^2 = \frac{\tau_{00}(\text{unconditional}) - \tau_{00}(\text{conditional})}{\tau_{00}(\text{unconditional})}$$

เมื่อ R^2 แทน สัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้
 τ_{00} แทน ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย เรื่อง โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียน และห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ผลการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.2 ผลการศึกษาระดับของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.3 ผลการศึกษาระดับของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.4 ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.1 ผลการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน จากการตอบแบบสอบถามตอนที่ 1 โดยการแจกแจงความถี่และคำนวณค่าร้อยละ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของนักเรียนจำแนกตามสถานภาพ

สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	507	50.70
หญิง	493	49.30
2. อายุ (เศษตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไป ปิดเป็น 1 ปี)		
ต่ำกว่า 12 ปี	68	6.80
12-13 ปี	834	83.40
มากกว่า 13 ปี	98	9.80

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 50.70 และเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 49.30

นักเรียนส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 12-13 ปี คิดเป็นร้อยละ 83.40 รองลงมาคืออายุมากกว่า 13 ปี ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 9.80 และน้อยที่สุดมีอายุต่ำกว่า 12 ปี คิดเป็นร้อยละ 6.80

4.1.2 ผลการศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละของค่าเฉลี่ย และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน จำแนกเป็นรายทักษะและโดยรวม ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของค่าเฉลี่ย ระดับของร้อยละของค่าเฉลี่ย และลำดับที่ของร้อยละของค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน จำแนกเป็นรายทักษะและโดยรวม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	n = 1,000				ระดับของร้อยละของค่าเฉลี่ย	ลำดับที่ของร้อยละของค่าเฉลี่ย
	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละของค่าเฉลี่ย		
1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (ICV)	3	1.06	0.86	35.33	ต้องปรับปรุง	3
2. การตั้งสมมติฐาน (FOH)	7	3.50	1.59	50.00	พอใช้	1
3. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (DVO)	2	0.58	0.69	29.00	ต้องปรับปรุง	4
4. การทดลอง (EXP)	7	2.87	1.56	41.00	ต้องปรับปรุง	2
5. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (INT)	3	0.83	0.93	27.67	ต้องปรับปรุง	5
รวม	22	8.84	3.94	40.18	ต้องปรับปรุง	

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับต้องปรับปรุง ($\bar{X} = 8.84$, S.D. = 3.94) เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะพบว่าทักษะที่อยู่ในระดับพอใช้มีจำนวน 1 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะที่อยู่ในระดับต้องปรับปรุงมีจำนวน 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ทักษะที่มีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การตั้งสมมติฐาน ($\bar{X} = 3.50$, S.D. = 1.59) รองลงมาคือ การทดลอง ($\bar{X} = 2.87$, S.D. = 1.56) การกำหนดและควบคุมตัวแปร ($\bar{X} = 1.06$, S.D. = 0.86) การเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ($\bar{X} = 0.58$, S.D. = 0.69) และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ($\bar{X} = 0.83$, S.D. = 0.93) ตามลำดับ

4.2 ผลการศึกษาระดับของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม

ข้อที่	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	n = 1,000		ระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	ลำดับที่
		\bar{X}	S.D.		
1.	นักเรียนชอบทำงานที่ผู้อื่นคิดว่ายาก เพื่อพิสูจน์ความสามารถของตน	3.10	1.08	ปานกลาง	9
2.	นักเรียนเป็นคนแรกๆ ที่ตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน	2.61	1.12	ปานกลาง	10
3.	ถ้างานที่นักเรียนทำพบกับความล้มเหลว นักเรียนจะหาวิธีการทำงานใหม่ให้สำเร็จ	3.63	0.99	ค่อนข้างสูง	4
4.	ถ้านักเรียนได้คะแนนสอบน้อยกว่าที่ตั้งใจไว้ นักเรียนจะขยันอ่านหนังสือให้มากขึ้น	3.61	1.02	ค่อนข้างสูง	5
5.	นักเรียนตั้งความหวังคะแนนสอบให้สูงไว้ และวางแผนทำให้เป็นจริง	3.64	1.00	ค่อนข้างสูง	3
6.	นักเรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง	3.69	1.05	ค่อนข้างสูง	2
7.	นักเรียนปฏิบัติงานที่ตนเองได้รับผิดชอบอย่างเต็มความสามารถ	3.77	1.07	ค่อนข้างสูง	1
8.	ถ้านักเรียนมั่นใจว่าทำข้อสอบได้ แต่ผลคะแนนที่ได้ไม่ดีเท่าที่คาดไว้ นักเรียนจะขอให้ครูชี้แจงถึงข้อผิดพลาดของตนเอง	3.34	1.10	ปานกลาง	7
9.	นักเรียนวางแผนการทำงานต่างๆ ไว้เสมอ	3.48	1.00	ปานกลาง	6
10.	นักเรียนมีแผนสำรองในการทำงานเผื่อไว้เสมอ	3.17	1.10	ปานกลาง	8
	รวม	3.40	0.67	ปานกลาง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.40$, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง จำนวน 5 ข้อ และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 5 ข้อ

ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ นักเรียนปฏิบัติงานที่ตนเองได้รับผิดชอบอย่างเต็มความสามารถ ($\bar{X} = 3.77$, S.D. = 1.07) รองลงมา คือ นักเรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง ($\bar{X} = 3.69$, S.D. = 1.05) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ นักเรียนเป็นคนแรกๆ ที่ตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน ($\bar{X} = 2.61$, S.D. = 1.12)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม

ข้อที่	เจตคติทางวิทยาศาสตร์	n = 1,000		ระดับ	ลำดับที่
		\bar{X}	S.D.		
1.	เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยในเรื่องราววิทยาศาสตร์ นักเรียนจะสอบถามผู้รู้หรือศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม	3.75	0.99	ค่อนข้างสูง	4
2.	นักเรียนติดตามข่าวสารทางวิทยาศาสตร์จากสื่อต่างๆ อยู่เสมอ	3.23	1.07	ปานกลาง	15
3.	นักเรียนยังคงทำการทดลองต่อ ถึงแม้ผลการทดลองที่ได้จะล้มเหลวหรือมีอุปสรรค	3.41	1.11	ปานกลาง	12
4.	นักเรียนเก็บล้างอุปกรณ์หลังเสร็จสิ้นการทดลอง ถึงแม้จะไม่ได้ระบุนความรับผิดชอบให้แก่ใครก็ตาม	3.67	1.06	ค่อนข้างสูง	7
5.	นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองด้วยความรอบคอบ	3.88	0.89	ค่อนข้างสูง	2
6.	นักเรียนทำการทดลองซ้ำ เพื่อความมั่นใจในผลการทดลองที่เกิดขึ้น	3.57	0.97	ค่อนข้างสูง	9
7.	นักเรียนจะแก้ไขผลการทดลอง ถ้าผลการทดลองที่ได้ แตกต่างจากของเพื่อน*	3.49	1.07	ปานกลาง	11
8.	นักเรียนคิดว่าการคัดลอกผลการทดลองจากแหล่งอื่น เพื่อหลีกเลี่ยงการทำการทดลอง เป็นสิ่งที่กระทำได้*	3.07	1.18	ปานกลาง	14
9.	นักเรียนใช้สารเคมีและวัสดุอุปกรณ์การทดลองต่างๆ ในปริมาณที่เหมาะสม	3.78	0.92	ค่อนข้างสูง	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ข้อที่	เจตคติทางวิทยาศาสตร์	n = 1,000		ระดับ	ลำดับ ที่
		\bar{X}	S.D.		
10.	นักเรียนซ่อมแซมอุปกรณ์การทดลองเท่าที่ ทำได้ ถ้าพบว่าอุปกรณ์ชิ้นนั้นชำรุด	3.34	1.13	ปานกลาง	13
11.	นักเรียนจะปรับปรุงวิธีการทดลอง ถ้าครู หรือเพื่อนให้ข้อเสนอแนะที่มีเหตุผล	3.71	1.03	ค่อนข้างสูง	6
12.	ถ้าเพื่อนนำเสนอข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถูกต้อง นักเรียนจะโต้แย้งโดยใช้หลักฐาน ที่น่าเชื่อถืออ้าง	3.53	1.02	ค่อนข้างสูง	10
13.	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ข่าวสารทางวิทยาศาสตร์จากสื่อต่างๆ ก่อนที่จะยอมรับ	3.64	0.99	ค่อนข้างสูง	8
14.	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำการ ทดลองจนแล้วเสร็จ	3.94	0.94	ค่อนข้างสูง	1
15.	นักเรียนให้ความช่วยเหลือเพื่อนที่มีปัญหา ขณะทำการทดลองโดยไม่ต้องร้องขอ	3.72	0.98	ค่อนข้างสูง	5
	รวม	3.58	0.61	ค่อนข้างสูง	

หมายเหตุ: * เป็นข้อที่ค่า \bar{X} คิดจากคะแนนที่กลับค่าแล้ว

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($\bar{X} = 3.58$, S.D. = 0.61) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อยู่ในระดับค่อนข้างสูง จำนวน 10 ข้อ และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 5 ข้อ

ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำการทดลองจนแล้วเสร็จ ($\bar{X} = 3.94$, S.D. = 0.94) รองลงมา คือ นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองด้วยความรอบคอบ ($\bar{X} = 3.88$, S.D. = 0.89) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ นักเรียนติดตามข่าวสารทางวิทยาศาสตร์จากสื่อต่างๆ อยู่เสมอ ($\bar{X} = 3.23$, S.D. = 1.07)

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ ระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำแนกเป็นรายชื่อและโดยรวม

ข้อที่	เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	n = 1,000		ระดับ	ลำดับที่
		\bar{X}	S.D.		
1.	นักเรียนคิดว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องน่าสนใจ	4.19	0.86	ค่อนข้างสูง	1
2.	นักเรียนอยากศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์	3.35	1.06	ปานกลาง	11
3.	นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต	4.08	0.88	ค่อนข้างสูง	2
4.	นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีมานะอดทน	3.90	0.90	ค่อนข้างสูง	7
5.	นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนละเอียดรอบคอบ	3.97	0.94	ค่อนข้างสูง	5
6.	นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล	4.01	.98	ค่อนข้างสูง	3
7.	นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนรู้วิธีปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันโรคร้ายต่างๆ ได้	3.80	0.96	ค่อนข้างสูง	8
8.	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในชีวิตได้อย่างปลอดภัย	3.98	0.87	ค่อนข้างสูง	4
9.	ถ้ามีคนใช้สารเคมีในทางที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แนะนำคนดังกล่าว	3.78	0.92	ค่อนข้างสูง	9
10.	นักเรียนรู้สึกหดหู่ ถ้าได้ยินข่าวสารว่ามีคนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สร้างความเสียหายต่างๆ	3.69	1.02	ค่อนข้างสูง	10
11.	นักเรียนไม่สบายใจ ถ้าพบว่ามีคนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปหลอกลวงผู้อื่นเพื่อหาประโยชน์ส่วนตน	3.91	1.09	ค่อนข้างสูง	6
	รวม	3.79	0.63	ค่อนข้างสูง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($\bar{X} = 3.79$, S.D. = 0.63) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อยู่ในระดับค่อนข้างสูง จำนวน 10 ข้อ และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 1 ข้อ

ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ นักเรียนคิดว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องน่าสนใจ ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.86) รองลงมา คือ นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ($\bar{X} = 4.08$, S.D. = 0.88) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ นักเรียนอยากศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 3.35$, S.D. = 1.06)

4.3 ผลการศึกษาในระดับของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยของคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม

ข้อที่	คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์	n = 1,000		ระดับ	ลำดับที่
		\bar{X}	S.D.		
1.	ครูวิทยาศาสตร์สอนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้	4.12	0.86	ค่อนข้างสูง	2
2.	ครูวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาในการเรียนด้วยตนเอง	3.98	0.84	ค่อนข้างสูง	5
3.	ครูวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียนมีส่วนร่วม เช่น การเล่นเกม การแข่งขันตอบคำถาม การนำเสนอผลงาน	3.92	0.95	ค่อนข้างสูง	10
4.	ครูวิทยาศาสตร์ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	3.92	0.93	ค่อนข้างสูง	11
5.	ครูวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการเรียน	3.99	0.91	ค่อนข้างสูง	4
6.	ครูวิทยาศาสตร์ให้คำแนะนำหรือช่วยเหลือนักเรียนในการเรียน	4.02	0.93	ค่อนข้างสูง	3
7.	ครูวิทยาศาสตร์แนะนำหนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ หรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ให้นักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติม	3.91	0.96	ค่อนข้างสูง	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ข้อที่	คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์	n = 1,000		ระดับ	ลำดับ ที่
		\bar{X}	S.D.		
8.	ครูวิทยาศาสตร์นำสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ มาสอนได้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือกิจกรรมที่เรียน	4.15	0.87	ค่อนข้างสูง	1
9.	ครูวิทยาศาสตร์นำสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ มาสอนได้อย่างน่าสนใจ	3.96	0.96	ค่อนข้างสูง	7
10.	ครูวิทยาศาสตร์แจ้งวิธีการประเมินผลการเรียนให้ทราบ	3.98	0.90	ค่อนข้างสูง	6
11.	ครูวิทยาศาสตร์ออกข้อสอบได้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่เรียน	3.95	0.98	ค่อนข้างสูง	8
12.	ครูวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของนักเรียนเอง	3.87	0.97	ค่อนข้างสูง	14
13.	ครูวิทยาศาสตร์แจ้งผลการประเมิน รวมถึงจุดบกพร่องของนักเรียนให้ทราบหลังทำการทดสอบ	3.81	0.99	ค่อนข้างสูง	15
14.	ครูวิทยาศาสตร์ตรวจสอบจุดบกพร่องและแก้ไขจุดบกพร่องให้	3.88	0.99	ค่อนข้างสูง	13
15.	ครูวิทยาศาสตร์แก้ไขจุดบกพร่องของนักเรียนเมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด	3.95	0.99	ค่อนข้างสูง	9
	รวม	3.95	0.63	ค่อนข้างสูง	

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าระดับคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($\bar{X} = 3.95$, S.D. = 0.63) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างสูงทุกข้อ

ข้อเฉลี่ยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ครูวิทยาศาสตร์นำสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ มาสอนได้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือกิจกรรมที่เรียน ($\bar{X} = 4.15$, S.D. = 0.87) รองลงมา คือ ครูวิทยาศาสตร์สอนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ($\bar{X} = 4.12$, S.D. = 0.86) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ครูวิทยาศาสตร์แจ้งผลการประเมิน รวมถึงจุดบกพร่องของนักเรียนให้ทราบหลังทำการทดสอบ ($\bar{X} = 3.81$, S.D. = 0.99)

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และลำดับที่ของค่าเฉลี่ยของบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายข้อและโดยรวม ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ ลำดับที่ของค่าเฉลี่ยบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายข้อและ โดยรวม

ข้อที่	บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	n = 1,000		ระดับ	ลำดับ ที่
		\bar{X}	S.D.		
1.	นักเรียนได้รับคำชมเชยจากครูวิทยาศาสตร์ เมื่อกิจการต่างๆ ในชั้นเรียนสำเร็จ	3.90	0.87	ค่อนข้างสูง	5
2.	ครูวิทยาศาสตร์สอนสนุก	3.88	0.99	ค่อนข้างสูง	6
3.	ครูวิทยาศาสตร์ทุ่มเทในการสอน	4.10	0.97	ค่อนข้างสูง	1
4.	ครูวิทยาศาสตร์มีความเป็นกันเอง	4.04	1.04	ค่อนข้างสูง	2
5.	ครูวิทยาศาสตร์มีความอดทนกับนักเรียนที่ เรียนอ่อนหรือเรียนรู้ช้า	3.96	1.04	ค่อนข้างสูง	3
6.	โต๊ะและเก้าอี้ที่ทำการทดลอง มีการจัดวางที่ สะดวกต่อการทดลอง	3.87	1.01	ค่อนข้างสูง	7
7.	ห้องปฏิบัติการทดลองมีอากาศถ่ายเท สะดวก	3.83	1.04	ค่อนข้างสูง	9
8.	ห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีแหล่งเรียนรู้ให้ นักเรียนศึกษาค้นคว้าอยู่หลายจุด	3.77	0.99	ค่อนข้างสูง	10
9.	วัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ใช้ทำการทดลอง มีอย่างเพียงพอ	3.87	1.02	ค่อนข้างสูง	8
10.	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองมีสภาพพร้อม ใช้งาน	3.94	0.97	ค่อนข้างสูง	4
	รวม	3.92	0.67	ค่อนข้างสูง	

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าระดับบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวม อยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าบรรยากาศในชั้นเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างสูงทุกข้อ

ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ครูวิทยาศาสตร์ทุ่มเทในการสอน ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.97) รองลงมา คือ ครูวิทยาศาสตร์มีความเป็นกันเอง ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 1.04) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าอยู่หลายจุด ($\bar{X} = 3.77$, S.D. = 0.99)

4.4 ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.4.1 ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของตัวแปรแบบโค้งปกติ (Normality)

ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงของตัวแปรแบบโค้งปกติ (Normality) โดยใช้ค่า χ^2 (χ^2 goodness of fit) แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าสถิติเชิงบรรยายลักษณะตัวแปรในการวิจัย ของตัวแปรต้นระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน และตัวแปรตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (n = 1,000)

ตัวแปร	\bar{X}	S.D.	MAX	MIN	χ^2 goodness of fit	
					Statistic	Sig.
1. ISPS	8.84	3.94	22.00	0.00	.14*	.000
2. ACHMO	3.40	0.67	5.00	0.00	.05*	.000
3. SCIAT	3.58	0.61	5.00	0.00	.04*	.003
4. ATSCI	3.79	0.63	5.00	0.00	.08*	.000
5. QUALI	3.95	0.63	5.00	0.00	.08*	.000
6. ATMOS	3.92	0.67	5.00	0.00	.08*	.000

หมายเหตุ: * $p < .05$, ISPS คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ, ACHMO คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์, SCIAT คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์, ATSCI คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์, QUALI คือ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และ ATMOS คือ บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าค่า p-Value ของ χ^2 มีค่าน้อยกว่า .05 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ (Lilliefors, 1967 : 1,702) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,000 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ จึงสามารถยอมรับค่าได้ (Lumley, Diehr, Emerson, & Chen, 2002 : 151-154, 166; Stephanie, 2013)

4.4.2 การตรวจสอบภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicollinearity) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์				
	ACHMO	SCIAT	ATSCI	QUALI	ATMOS
ACHMO	1.00				
SCIAT	0.60**	1.00			
ATSCI	0.43**	0.61**	1.00		
QUALI	0.30**	0.47**	0.45**	1.00	
ATMOS	0.30**	0.39**	0.44**	0.75**	1.00

หมายเหตุ: ** $p < .01$, ACHMO คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์, SCIAT คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์, ATSCI คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์, QUALI คือ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และ ATMOS คือ บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าการตรวจสอบภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicollinearity) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร ไม่เกิดปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุ กล่าวคือจากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 5 ตัว ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 10 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.30-0.75

4.4.3 ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis: CFA)

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis: CFA) ใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Maximum Likelihood (ML) และใช้เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม (Variance- Covariance Matrix) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Bartholomew, Steele, Moustaki, & Galbraith, 2008 : 298-300) การพิจารณาความกลมกลืนของโมเดลการวัดที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากดัชนีต่างๆ ได้แก่ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index : GFI) ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error of Approximation : RMSEA) ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (Root Mean Square Residual : RMR) โมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน มีขั้นตอนดังนี้

4.4.3.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson's product moment correlation) ระหว่างตัวบ่งชี้ทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling variables: ICV) 2) การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses: FOH) 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining variables operationally: DVO) 4) การทดลอง (Experimenting: EXP) และ 5) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INT) และการทดสอบค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity และค่า Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้ ในโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน (n=1,000)

ตัวบ่งชี้	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์					ตัวแปรแฝง
	ICV	FOH	DVO	EXP	INT	
ICV	1.00					
FOH	0.31**	1.00				
DVO	0.30**	0.28**	1.00			ISPS
EXP	0.30**	0.43**	0.42**	1.00		
INT	0.37**	0.28**	0.45**	0.35**	1.00	
คะแนนเต็ม	3	7	2	7	3	22
\bar{X}	1.06	3.50	0.58	2.87	0.83	8.84
S.D.	0.86	1.59	0.69	1.56	0.93	3.94
ร้อยละของ ค่าเฉลี่ย	35.33	50.00	29.00	41.00	27.67	40.18
KMO: Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy = 0.72						
Bartlett's Test of Sphericity: Chi-Square = 915.37, df = 10, p-Value = .00						

หมายเหตุ: **p<.01, ISPS คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

จากตารางที่ 4.10 พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ทั้งหมด 10 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทุกคู่มีค่าความสัมพันธ์เป็นบวก และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.28-0.45 แสดงว่าตัวบ่งชี้ทุกตัวบ่งชี้ในโมเดลนี้มีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ผลการทดสอบค่าสถิติ Bartlett's Test of Sphericity พบว่าค่า Chi-square = 915.37, df = 10, p = .000 ซึ่งแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าดัชนี Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ที่มีค่าเท่ากับ 0.72 โดยค่านี้น่าเชื่อถือ 1 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ไม่เป็นเมทริกซ์เอกลักษณะ และมีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรมากพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างได้

4.4.3.2 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าสถิติผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน (n=1,000)

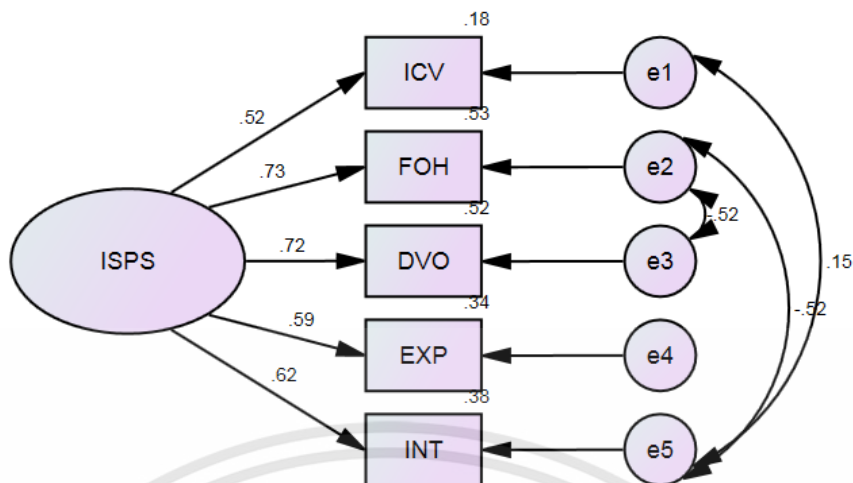
ตัวบ่งชี้	b _{sc}	S.E.	t	squared multiple correlations (R ²)
ICV	0.52**	<-->	<->	0.18
FOH	0.73**	0.36	8.78	0.53
DVO	0.72**	0.14	9.84	0.52
EXP	0.59**	0.22	11.33	0.34
INT	0.62**	0.14	11.45	0.38

Chi-square = 0.97, df = 2, p-Value = 0.62, χ^2/df = 0.49, RMSEA = 0.000, RMR = 0.008, GFI = 1.000, AGFI = 1.000

หมายเหตุ: **p<.01, b_{sc} หมายถึง ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ, เครื่องหมาย <--> หมายถึง พารามิเตอร์บังคับจึงไม่รายงานค่า S.E. และ t

จากตารางที่ 4.11 พบว่าโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จากค่า Chi-square = 0.97, df = 2, p-Value = 0.62 กล่าวคือ ค่า χ^2 แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งค่าดัชนี RMSEA = 0.000 และ RMR = 0.008 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 0 ค่าดัชนี GFI = 1.000 และ AGFI = 1.000 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 และ χ^2/df = 0.49

นอกจากนั้นค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทุกตัว แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ การตั้งสมมติฐาน (FOH, b_{sc} = 0.73) รองลงมา คือ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (DVO, b_{sc} = 0.72) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (INT, b_{sc} = 0.62) การทดลอง (EXP, b_{sc} = 0.59) และการกำหนดและควบคุมตัวแปร (ICV, b_{sc} = 0.52) ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Squared multiple correlations) ของตัวบ่งชี้ทุกค่า วัดจากค่า R² ที่บ่งบอกถึงความแปรปรวนร่วมของตัวบ่งชี้กับตัวแปรแฝงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.18-0.53 โมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แสดงดังภาพที่ 4.1



chi-square=.972,chi-square/df=.486,df=2,
p-value=.615,GFI=1.000,CFI=1.000,RMR=.008

ภาพที่ 4.1 โมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
(Chi-square = 0.97, $\chi^2/df = 0.49$, df = 2, p-Value = 0.62,
GFI = 1.000, CFI = 1.000, RMR = 0.008, RMSEA = 0.000)

4.4.4 ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.4.4.1 ผลการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (Null model)

การวิเคราะห์ขั้นโมเดลศูนย์หรือโมเดลพหุระดับ 2 ระดับ แบบไม่มีเงื่อนไขอย่างสมบูรณ์ เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยไม่นำตัวแปรอิสระเข้ามาร่วมพิจารณา ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบในเบื้องต้นว่ามีความผันแปรของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ระหว่างนักเรียนและระหว่างห้องเรียนมากเพียงพอที่จะหาตัวแปรต้นมาทำนายความผันแปรเหล่านั้นหรือไม่ โดยมีรูปแบบการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ และตารางผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.12

ระดับที่ 1 ระดับนักเรียน (ระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน)

$$ISPS_{ij} = \beta_{0j} + R_{ij}$$

ระดับที่ 2 ระดับห้องเรียน (ระหว่างห้องเรียน)

$$\beta_{0j} = \mu_{00} + U_{0j}$$

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random effect) ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ที่ได้จากการวิเคราะห์หัพทุระดับ 2 ระดับ ตามโมเดลศูนย์ (Null model)

Fixed effect	Coefficient	SE	t-ratio	p-Value
G00 (ค่าเฉลี่ยรวมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของห้องเรียน)	8.77	0.44	19.70*	<.001
Random effect	Variance component	df	χ^2	p-Value
R _{ij} (ความแตกต่างระหว่างนักเรียน)	5.86			
U _{0j} (ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างห้องเรียน)	9.61	49	1,656.72*	<.001
Reliability of OLS Regression Coefficient	Reliability estimate			
Level-1: Intercept, β_0	0.97			

หมายเหตุ: *p<.05, ค่า ICC = 0.62

จากตารางที่ 4.12 พบว่าการทดสอบอิทธิพลคงที่ค่าสัมประสิทธิ์ G00 มีค่าเท่ากับ 8.77 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 19.70$) แสดงว่าค่าเฉลี่ยรวมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนทุกคนทุกห้องเรียน มีความสำคัญต่อค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนแต่ละคน และความเที่ยงที่แสดงถึงความน่าเชื่อถือในการประมาณค่า β_0 มีค่าเท่ากับ 0.97

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random effect) พบว่าส่วนประกอบความแปรปรวนของ U_{0j} มีค่าเท่ากับ 9.61 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 1,656.72$) แสดงว่ามีความแปรปรวนหรือมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการระหว่างห้องเรียน ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะนำตัวแปรต้นเข้ามารวมศึกษา เพื่ออธิบายความแปรปรวนเหล่านั้นในขั้นต่อไป อีกทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระดับชั้น (Intraclass Correlation Coefficient: ICC) มีค่าเท่ากับ 0.62 แสดงว่ามีความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างห้องเรียน

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระดับชั้น

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\tau_{00}}{(\tau_{00} + \sigma^2)} \\ &= \frac{9.61}{(9.61+5.86)} \\ &= 0.62 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4.2 การวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple model)

การวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่ายหรือโมเดลแบบไม่มีเงื่อนไข เป็นการวิเคราะห์ในขั้นต่อจากการวิเคราะห์โมเดลศูนย์ เมื่อพบว่ามีความผันแปรระหว่างห้องเรียน ผู้วิจัยจึงได้นำตัวแปรต้นระดับนักเรียน คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (ACHMO) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (SCIAT) และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ATSCI) มาทำนายตัวแปรตาม เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นดังกล่าวต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ตลอดจนเพื่อศึกษาถึงความผันแปรของตัวแปรตามที่เหลืออยู่ว่ามีนัยสำคัญเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาอิทธิพลของตัวแปรอิสระในระดับที่ 2 (ระดับห้องเรียน) ในขั้นต่อไปหรือไม่ โดยมีรูปแบบการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย และตารางผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.13

ระดับที่ 1 ระดับนักเรียน (ระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน)

$$ISPS_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} (ACHMO_{ij} - \overline{ACHMO}_j) + \beta_{2j} (SCIAT_{ij} - \overline{SCIAT}_j) + \beta_{3j} (ATSCI_{ij} - \overline{ATSCI}_j) + R_{ij}$$

ระดับที่ 2 ระดับห้องเรียน (ระหว่างห้องเรียน)

$$\beta_{0j} = G_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = G_{10} + U_{1j}$$

$$\beta_{2j} = G_{20} + U_{2j}$$

$$\beta_{3j} = G_{30} + U_{3j}$$

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random effect) ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ ตามโมเดลอย่างง่าย (Simple model)

	Fixed effect	Coefficient	SE	t-ratio	p-Value
β_{0j} (โมเดลค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของห้องเรียน)					
- G00 (ค่าเฉลี่ยรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ยของห้องเรียน)		8.77	0.44	19.70*	<.001
ACHMO, Slope β_{1j}					
- G10 (ค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพลของค่าเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์, β_{1j})		-0.13	0.15	-0.86	.39
SCIAT, Slope β_{2j}					
- G20 (ค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพลของค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์, β_{2j})		0.07	0.18	0.40	.69
ATSCI, Slope β_{3j}					
- G30 (ค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพลของค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์, β_{3j})		0.12	0.16	0.75	.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

Random Effect	Variance Component	df	χ^2	p-Value
R_{ij} (ความแตกต่างระหว่างนักเรียน)	5.87			
U_{0j} (ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการระหว่างห้องเรียน)	9.61	49	1,653.99*	<.001
Reliability of OLS Regression Coefficient		Reliability estimate		
Level-1				
Intercept, β_0		0.97		

หมายเหตุ: * $p < .05$

จากตารางที่ 4.13 พบว่าการทดสอบอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) ค่าสัมประสิทธิ์ G_{00} มีค่าเท่ากับ 8.77 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 19.70$) แสดงว่าค่าเฉลี่ยรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนทุกคนทุกห้องเรียนมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนแต่ละคน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพลของค่าเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (ค่าสัมประสิทธิ์ G_{10}) มีค่าเท่ากับ -0.13 พบว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ แสดงว่าในทุกๆ ห้องเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพลของค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ค่าสัมประสิทธิ์ G_{20}) มีค่าเท่ากับ 0.07 พบว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ แสดงว่าในทุกๆ ห้องเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพลของค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ค่าสัมประสิทธิ์ G_{30}) มีค่าเท่ากับ 0.12 พบว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ แสดงว่าในทุกๆ ห้องเรียน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบอิทธิพลสุ่ม (Random effect) ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ พบว่าส่วนประกอบความแปรปรวนของ U_{0j} มีค่าเท่ากับ 9.61 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 1,653.99$) แสดงว่ามีความแปรปรวนหรือมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการระหว่างห้องเรียน สามารถอธิบายด้วยตัวแปรต้นอื่นๆ ได้อีก และค่าความเที่ยงที่แสดงถึงความน่าเชื่อถือในการประมาณค่า β_0 มีค่าเท่ากับ 0.97

4.4.4.3 ผลการวิเคราะห์โมเดลสมมติฐาน (Hypothetical model)

การวิเคราะห์พหุระดับในโมเดลสมมติฐานเป็นการวิเคราะห์โดยการนำเอาตัวแปรต้นระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนมาร่วมวิเคราะห์ในโมเดล โดยมีรูปแบบการวิเคราะห์โมเดลสมมติฐาน และตารางผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.14

ระดับที่ 1 ระดับนักเรียน (ระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน)

$$ISPS_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} (ACHMO_{ij} - \overline{ACHMO_j}) + \beta_{2j} (SCIAT_{ij} - \overline{SCIAT_j}) + \beta_{3j} (ATSCI_{ij} - \overline{ATSCI_j}) + R_{ij}$$

ระดับที่ 2 ระดับห้องเรียน (ระหว่างห้องเรียน)

$$\beta_{0j} = G00 + G01(QUALI_j) + G02(ATMOS_j) + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = G10 + U_{1j}$$

$$\beta_{2j} = G20 + U_{2j}$$

$$\beta_{3j} = G30 + U_{3j}$$

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ (Fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (Random effect) ของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ ตามโมเดลสมมติฐาน (Hypothetical model)

Fixed Effect	Coefficient	SE	t-ratio	p-Value
β_{0j} (โมเดลค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของห้องเรียน)				
- G00 (ค่าเฉลี่ยรวมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของห้องเรียน)	8.77	0.43	20.28*	<.001
- G01 (ขนาดอิทธิพลของคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์)	-7.76	4.31	-1.80	0.08
- G02 (ขนาดอิทธิพลของบรรยากาศในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์)	3.85	3.73	1.03	0.31
β_{1j} (โมเดลของขนาดอิทธิพลของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์)				
- G10 (ค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพลของค่าเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์)	-0.13	0.15	-0.86	0.39
β_{2j} (โมเดลของขนาดอิทธิพลของเจตคติทางวิทยาศาสตร์)				
- G20 (ค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพลของค่าเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์)	0.07	0.18	0.40	0.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

Fixed Effect	Coefficient	SE	t-ratio	p-Value	
β_3 (โมเดลของขนาดอิทธิพลของ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์)					
- G30 (ค่าเฉลี่ยของขนาดอิทธิพล ของค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิทยาศาสตร์)	0.12	0.16	0.75	0.46	
Random Effect	Variance Component	df	χ^2	p-Value	R ²
R _{ij} (ความแตกต่างระหว่างนักเรียน)	5.87				
U _{0j} (ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างห้องเรียน)	9.05	47	1,497.56*	<.001	0.06
Reliability of OLS regression coefficient		Reliability estimate			
Level-1					
Intercept, β_0		0.97			

หมายเหตุ: *p<.05

จากตารางที่ 4.14 พบว่าโมเดลค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
บูรณาการของห้องเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์ G00 เท่ากับ 8.77 แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05 ($t = 20.28$) แสดงว่าค่าเฉลี่ยรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
ของนักเรียนทุกคนทุกห้องเรียนมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของ
นักเรียนแต่ละคน ด้านโมเดลของขนาดอิทธิพลของคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณา
ขนาดอิทธิพลของคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ (ค่าสัมประสิทธิ์ G01) มีค่าเท่ากับ -7.76 ไม่
แตกต่างจากศูนย์ แสดงว่าคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในทุกๆ ห้องเรียน ไม่มีอิทธิพลต่อ
ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานการ
วิจัย และด้านโมเดลของขนาดอิทธิพลของบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาขนาด
อิทธิพลของบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ค่าสัมประสิทธิ์ G02) มีค่าเท่ากับ 3.85 ไม่
แตกต่างจากศูนย์ แสดงว่าบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในทุกๆ ห้องเรียน ไม่มีอิทธิพลต่อ
ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานการ
วิจัย

ด้านโมเดลของขนาดอิทธิพลของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (ค่าสัมประสิทธิ์ G10) มีค่า
เท่ากับ -0.13 ไม่แตกต่างจากศูนย์ แสดงให้เห็นว่าทุกๆ ห้องเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่มีอิทธิพลต่อ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน

ด้านโมเดลของขนาดอิทธิพลของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ค่าสัมประสิทธิ์ G20) มีค่า
เท่ากับ 0.07 ไม่แตกต่างจากศูนย์ แสดงให้เห็นว่าทุกๆ ห้องเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่มีอิทธิพล
ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน

ด้านโมเดลของขนาดอิทธิพลของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ค่าสัมประสิทธิ์ G30) มีค่า
เท่ากับ 0.12 ไม่แตกต่างจากศูนย์ แสดงให้เห็นว่าทุกๆ ห้องเรียน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่มีอิทธิพล
ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมของ U_0 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่ายังมีความผันแปรของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนยังเหลืออยู่หลังจากอธิบายด้วยตัวแปรต้นแล้ว หรือยังมีความผันแปรระหว่างห้องเรียนอยู่ จึงควรมีการศึกษาถึงตัวแปรต้นต่างระดับที่มีนัยสำคัญต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน และนำมาร่วมวิเคราะห์ในโมเดลพหุระดับ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่จะนำไปใช้ทำความเข้าใจตัวแปรตามให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ค่าความเที่ยงที่แสดงถึงความน่าเชื่อถือในการประมาณค่า β_0 เท่ากับ 0.97



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

2. ศึกษาระดับของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

3. ศึกษาระดับของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

2. ตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

5.1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

5.1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 67 โรงเรียน มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 495 ห้อง และมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 19,503 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 50 ห้องเรียน (Maas & Hox, 2005 : 90-91) และมีจำนวนนักเรียน 1,000 คน ซึ่งกลุ่มนักเรียนได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling)

5.1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 6 ฉบับ ได้แก่

1. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้ ความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ค่าความยากง่าย 0.31-0.77 ค่าอำนาจจำแนก 0.31-0.69 และค่าความเที่ยง 0.79
2. แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้ ความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.0 ค่าอำนาจจำแนก 2.69-6.55 และค่าความเที่ยง 0.76
3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้ ความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนก 2.21-5.23 และค่าความเที่ยง 0.82
4. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้ ความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนก 2.84-5.56 และค่าความเที่ยง 0.73
5. แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ มีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้ ความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และค่าความเที่ยง 0.87
6. แบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้ ความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และค่าความเที่ยง 0.86

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์และขออนุญาตจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลและขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนในสังกัด ผู้วิจัยเข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงเรียนดังกล่าวด้วยตนเอง โดยจะนัดหมายวันที่และเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ล่วงหน้ากับกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนมกราคม 2560 เมื่อผู้วิจัยได้ตรวจสอบการตอบแบบทดสอบ แบบวัดและแบบสอบถามของนักเรียนในทันทีเมื่อได้รับกลับคืนในชั้นเรียน เมื่อพบว่านักเรียนตอบข้อคำถามส่วนใดไม่ครบ จะขอให้นักเรียนตอบข้อคำถามดังกล่าวให้สมบูรณ์ ทำให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลได้ร้อยละ 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 เกี่ยวกับเพศและอายุของนักเรียน โดยการหาจำนวนและร้อยละ
2. ศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
3. ศึกษาระดับของตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
4. ศึกษาระดับของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
5. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ

5.1.6 ผลการวิจัย

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย และนักเรียนส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 12-13 ปี รองลงมาคืออายุมากกว่า 13 ปี ขึ้นไป และน้อยที่สุดมีอายุต่ำกว่า 12 ปี
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่า ทักษะที่อยู่ในระดับพอใช้มีจำนวน 1 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะที่อยู่ในระดับต้องปรับปรุงมีจำนวน 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และทักษะที่มีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การตั้งสมมติฐาน และทักษะที่มีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
3. ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 พบว่า

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ นักเรียนปฏิบัติงานที่ตนเองได้รับผิดชอบอย่างเต็มความสามารถ และที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ นักเรียนเป็นคนแรกๆ ที่ตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำการทดลองจนแล้วเสร็จ และที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ นักเรียนติดตามข่าวสารทางวิทยาศาสตร์จากสื่อต่างๆ อยู่เสมอ

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ นักเรียนคิดว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องน่าสนใจ และที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ นักเรียนอยากศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์

4. ตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 พบว่า

คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ครูวิทยาศาสตร์นำเสนอและอุปกรณ์ต่างๆ มาสอนได้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือกิจกรรมที่เรียน และที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ครูวิทยาศาสตร์แจ้งผลการประเมิน รวมถึงจุดบกพร่องของนักเรียนให้ทราบหลังทำการทดสอบ

บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ครูวิทยาศาสตร์ทุ่มเทในการสอน และที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าอยู่หลายจุด

5. ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 พบว่า

ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่ามีประเด็นสำคัญและข้อเสนอแนะที่ควรอภิปราย ดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lati, Supasorn, and Promarak (2012 : 4,471) ที่พบว่านักเรียนไทยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับต่ำ และมีความสอดคล้องกับผลการประเมิน PISA ที่พบว่าช่วง PISA 2009 ถึง PISA 2012 ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ในผลการประเมิน PISA 2015 นักเรียนไทยกลับมีคะแนนลดลงจาก PISA 2012 (ลดลง 23 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนลดลงจนเท่ากับการประเมินรอบ PISA 2006 ที่มีการประเมินวิทยาศาสตร์เป็นหลัก (สสวท. 2558 ก : 4, 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีลักษณะคล้ายกับนักเรียนประเทศ Turkey ที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร Bolat et al. (2014 : 2,660-2,663)

2. ผลการศึกษาตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 มีข้ออภิปราย ดังนี้

2.1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนไม่กล้าตอบคำถามหรือไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมิน TIMSS 2015 ที่พบว่านักเรียนไทยมีความมั่นใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์น้อย ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับนักเรียนในประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ฮองกง และจีน-ไทเป ที่มีความมั่นใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย เช่นเดียวกับนักเรียนไทย (สสวท. 2558ข : 9)

2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ผลการวิจัยดังกล่าวนี้สอดคล้องกับผลการประเมิน TIMSS 2015 ที่พบว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ชอบเรียนและเห็นคุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากนักเรียนในประเทศเอเชียตะวันออกที่ทำคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์จากผลการประเมิน TIMSS 2015 ได้สูงเป็นอันดับต้นๆ ได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ฮองกง และจีน-ไทเป กลับไม่ชอบเรียนและไม่เห็นคุณค่าในวิชาวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2558ข : 9)

2.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนอยากศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์น้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมิน PISA 2006 ที่พบว่ามึนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่มีความสนใจที่จะทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในอนาคต (สสวท. 2550ก : 9) ซึ่งในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก นักวิจัย นักการศึกษา มีความกังวลเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับความสนใจที่ลดลงของเยาวชนในการใฝ่หาอาชีพทางวิทยาศาสตร์ และข้อกังวลเหล่านี้ได้รับการเสริมแรงที่ระบุถึงความไม่รู้ทางวิทยาศาสตร์ของประชาชนทั่วไป (van Aalderen-Smeets, Walma van der Molen, & Asma, 2012 : 158-159)

3. ผลการศึกษาตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ข้ออภิปราย ดังนี้

3.1 คุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ครูวิทยาศาสตร์มีการแจ้งผลการประเมิน รวมถึงจุดบกพร่องของนักเรียนให้ทราบหลังทำการทดสอบค่อนข้างน้อย ในการพัฒนาคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ควรแจ้งผลการประเมินการใช้ทักษะให้นักเรียนทราบในทันที และให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและติดตามผลการพัฒนาการใช้ทักษะของนักเรียนอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง และเมื่อนักเรียนได้รับทราบข้อบกพร่องของตนเองเกี่ยวกับการใช้ทักษะจะต้องรีบปรับปรุงแก้ไขอย่างทันทีโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด (Hartlen, 1999 : 129-142)

3.2 บรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง จากผลการวิจัยพบว่าห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าอยู่น้อย ในการเพิ่มบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ หนังสือเรียน สื่อการเรียนรู้ต่างๆ ให้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดให้มีจำนวนที่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน

(Monhardt and Monhardt, 2006 : 67-70) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องส่งเสริมและสนับสนุนผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิตจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ครูผู้สอนควรพิจารณาใช้หนังสืออ้างอิงที่หลากหลาย รวมถึงการใช้แหล่งเรียนรู้ต่างๆ ให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม จากแหล่งเรียนรู้เหล่านั้น อันจะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ (สสวท. 2546ข : 249-251)

4. ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 พบว่า

4.1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ที่ต้องอาศัยการบูรณาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะ (Padilla, 1990 : 1-3) ในกายนิยามเชิงปฏิบัติการแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่กำหนดไว้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ความกล้าเสี่ยง ความขยัน ความคาดหวังสูง ความรับผิดชอบ การติดตามผลงานเพื่อแก้ไขปรับปรุง และการวางแผน ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 แต่แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์นั้นส่งผลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน (นันทยา ใจตรง, 2548 : 144-145) และจากรายงาน PISA 2006 พบว่านักเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแสดงออกว่ามีความสนใจในการเรียนทางวิทยาศาสตร์น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ และมีความเชื่อมั่นเองในการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์น้อย (สสวท. 2550ข : 58, 73) ซึ่งเหตุผลดังกล่าวนี้อาจมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร

4.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด ความใจกว้าง การร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นนั้น เกี่ยวข้องกับลักษณะของการคิดแบบวิทยาศาสตร์หรือความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงการมีจิตใจที่เป็นวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2555 : 148) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

4.3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ที่ต้องอาศัยการบูรณาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะ (Padilla, 1990 : 1-3) ในกายนิยามเชิงปฏิบัติการเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ความรู้สึกชื่นชอบ พึงพอใจในวิทยาศาสตร์หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การรับรู้ การยอมรับถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ความเชื่อและการปฏิบัติที่ตรงตามที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์ จึงไม่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 แต่เจตคติต่อวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลและมีความสัมพันธ์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (บุปผา จุลพันธ์. 2550 : 95; นันทยา ใจตรง. 2548 : 144-145; ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546 : 87-88) และจากรายงาน PISA 2016 พบว่านักเรียนไทยมีเพียงส่วนน้อยที่สนใจจะทำงานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในอนาคต นักเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์น้อยที่สุดเกือบทุกเรื่อง ที่ต่ำที่สุดคือเรื่องวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ออกแบบการทดลอง และมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ในเชิงมองอนาคตต่ากว่านักเรียนจากพื้นที่อื่น โดยเฉพาะเรื่องความต้องการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนเรื่องความต้องการเรียนวิทยาศาสตร์หลังจากที่จบจากโรงเรียนมัธยมศึกษาและความต้องการใช้ชีวิตทำงานทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงก็เป็นเรื่องที่นักเรียนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเห็นด้วยน้อยกว่าภาคอื่นๆ (สสวท. 2550ก : 9, 2550ข : 58, 67, 103-104) ซึ่งเหตุผลดังกล่าวนี้อาจมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร

5. ผลการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 พบว่าคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ยังไม่มีข้อคำถามเชิงลึกที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายในการแก้ปัญหา การออกแบบการทดลอง การแสดงและสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปของนักเรียน กระบวนการใช้เหตุผล การอธิบายในเชิงความน่าจะเป็น (Anderson, 2002 : 1-10; Rubin & Norman, 1992 : 715-726) การมีอิสระในการทำการทดลอง ในบริบทที่เกิดขึ้นจริงของนักเรียน (Padilla, 1990 : 1-3; Roth & Roychoudhury, 1993 : 127) ที่เกิดขึ้นจากคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียน ที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยขอเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1. ควรพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยเฉพาะทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ที่เกี่ยวข้องกับการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่อยู่ในลักษณะรูปภาพ แผนภูมิ ตาราง กราฟ

2. ควรส่งเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 โดยเฉพาะการกล้าที่จะตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน

3. จากผลการวิจัยยังมีความผันแปรของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนเหลืออยู่ จึงควรมีการศึกษาถึงตัวแปรต้นระดับห้องเรียนอื่นๆ มาร่วมวิเคราะห์โมเดลพระระดับ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่จะนำไปใช้ทำความเข้าใจตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และอาจวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวแปรแต่ละตัวและพัฒนาเป็นโมเดลสมการโครงสร้างพระระดับ

4. ทำการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยเป็นการศึกษาในเชิงลึกเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายในการแก้ปัญหา การออกแบบการทดลอง การแสดงและสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป กระบวนการใช้เหตุผล การอธิบายในเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียน และการมีอิสระในการทำการทดลองในบริบทที่เกิดขึ้นจริงของนักเรียน



บรรณานุกรม

- กุสุมาลย์ สุตวิไล. 2548. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จรินทร์ จันทร์เพ็ง. 2556. “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ภาควิชาการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราภรณ์ ตั้งกิตติภรณ์. 2556. **จิตวิทยาทั่วไป (General Psychology)**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนินันท์ พงษ์ประมุข. 2557. “การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.” **วารสารสุทธิปริทัศน์**. 28(86) : 352-364.
- ชาญชัย อาจินสมาจาร. 2544. “บรรยากาศในชั้นเรียนและการจูงใจนักเรียน.” **วารสารวิชาการ**. 4(4) : 42-53.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553. **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : ฐานบัณฑิต.
- ไชยยนต์ จรูญเสาวภาคี. 2550. “การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.” ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นันทยา ใจตรง. 2548. “ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยด้านคุณลักษณะทางจิตพิสัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นันทิธา รัตน์พิทักษ์. 2556. “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ.” ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2548. “การใช้โปรแกรม HLM 4.04 ในการวิเคราะห์พหุระดับ.” **วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 11 : 43-71.
- บุปผา จุลพันธ์. 2550. “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร.” ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. 2557. **การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21**. มหาสารคาม : อภิชาดิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์.

- ประสิทธิ์ ศุภวิทยาเจริญกุล. 2546. “ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบางประการกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” *ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- ปวีณา ซาลีเครือ. 2553. “การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ.” *ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- พรณิ ลีกิจวัฒน์. 2557. *วิธีการวิจัยทางการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : มิน เซอร์วิส ซัพพลาย.
- พิพัฒน์พงษ์ สมใจ. 2557. “ปัจจัยที่ส่งผลต่อยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย โดยการวิเคราะห์พระดัด.” *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.* 9(28) : 83-92.
- พิมพ์นัธ เดชะคุปต์ และคณะ. 2549. *วิธีวิทยาการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยหลักการสอน 3S+I: การบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์นัธ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. 2548. *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป.* กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์นัธ เดชะคุปต์. 2545. *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. 2540. “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาและสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.” *คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- ภทรพร ยุทธาภรณ์พินิจ และคณะ. 2552. *การพัฒนาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ตามแนวคิดของ ป.อ.ปยุตโต.* กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. 2542. *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง).* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ระเบียบ อนันตพงศ์. 2550. “ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สนามของแรง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยา จังหวัดสงขลา.” *ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยทักษิณ.*
- รัตนา ชิดชอบ. 2553. “การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบการมีส่วนร่วมผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.” *วารสารวิชาการ.* 13(4) : 23-28.
- รัตนา จันสกุล. 2547. “การสังเคราะห์งานวิจัยที่วิเคราะห์ด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น : การวิเคราะห์อภิมาน.” *วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สถิติการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ราชันย์ บุญธิดา. 2542ก. “การวิเคราะห์พระดัดของการวิเคราะห์ถดถอย.” *วารสารการวัดผล*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษา. 21(62) : 39-49.

ราชันย์ บุญธิดา. 2542ข. การวิเคราะห์หุ้พระระดับ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ลัดดาพร จุปะมะตัง. 2555. “การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาคุดธานี เขต 4.”

วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 17(1) : 251-264.

วรรณณี แกมเกต. 2555. วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรา จรูญผล. 2549. “การวิเคราะห์หุ้พระระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิทยาการศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศิริชัย กาญจนวาสิ. 2554. การวิเคราะห์หุ้พระระดับ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546ก. คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546ข. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550ก. บทสรุปเพื่อการบริหาร: การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวัย 15 ปี. กรุงเทพฯ : เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2550ข. รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โครงการ PISA 2006. กรุงเทพฯ : สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555. การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558ก. สรุปผลการวิจัย PISA 2015. กรุงเทพฯ : สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558ข. สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015. กรุงเทพฯ : สสวท.

สมถวิล วิจิตรวรรณ. 2553. การวิเคราะห์หุ้พระระดับ : โปรแกรม HLM. กรุงเทพฯ : เจริญดีมีนคังการพิมพ์.

สมฤทัย แผลงศรี. 2555. “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” หน้า 24-31. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. กรุงเทพฯ : สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2552. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุกัญญา วงค์ชัย. 2556. “การวิเคราะห์ปัจจัยหุ้พระระดับที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประยุกต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 36 ในจังหวัดเชียงราย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

สุธิพร พลอยสุข. 2550. “ผลการใช้ชุดฝึกการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีของเวียร์โดย การฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัย และสถิติทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุภัทรตรา กุลยะ. 2551. “ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหา ความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววี ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2544. **วิทยาศาสตร์กับสังคม**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

Anderson, R. D. 2002. “Reforming Science Teaching: What Research Says about Inquiry.” **Journal of Science Teacher Education**. 13(1) : 1-12.

Atkinson, J. W. 1966. **Motive in Fantasy Action and Society**. New Jersey : d. Van Nostrand.

Aydogdu, B. 2014. “The Investigation of Science Process Skills of Elementary School Teachers in Terms of Some Variables: Perspectives from Turkey.” **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**. 15(1).

Baird, W. E., and Borich, G. D. 1987. “Validity Considerations for Research on Integrated-Science Process Skills and Formal Reasoning Ability.” **Science Education**. 71(2) : 259-269.

Kenny, D. A., and McCoach, D. B. (2003). “Effect of the Number of Variables on Measures of Fit in Structural Equation Modeling.” **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**. 10(3) : 333-351.

Barrett, P. 2007. “Structural Equation Modelling: Adjudging Model Fit.” **Personality and Individual Differences**. 42(5), 815-824.

Hair, J. F., Jr., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. E. 2014. **Multivariate data analysis**. 7th ed. Harlow: Pearson.

Hooper, D., Coughlan, J., and Mullen, M. R. 2008. “Structural Equation Modeling: Guidelines for Determining Model Fit.” **Electronic Journal of Business Research Methods**. 6(1) : 53-60.

Bartholomew, D. J., Steele, F., Moustaki, I., and Galbraith, J. I. 2008. **Analysis of Multivariate Social Science Data**. 2nd ed. Boca Raton, FL : CRC Press.

Beaumont-Walters, Y., and Soyibo, K. 2001. “An Analysis of High School Students' Performance on Five Integrated Science Process Skills.” **Research in Science & Technological Education**. 19(2) : 133-145.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bolat, M., Türk, C., Turna, Ö., and Altınbaş, A. 2014. "Science and Technology Teacher Candidates' use of Integrated Process Skills Levels: A Simple Electrical Circuit Sample." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**. 116 : 2,660-2,663.
- Brotherton, P. N., and Preece, P. F. W. 1995. "Science Process Skills: Their Nature and Interrelationships." **Research in Science & Technological Education**. 13(1) : 5-11.
- Bybee, R. W. 2015. **The BSCS 5E Instructional Model: Creating Teachable Moments**. Virginia : National Science Teacher Association Press.
- Dillashaw, F. G., and Okey, J. R. 1980. "Test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students." **Science Education**. 64(5) : 601-608.
- Enger, S. K., and Yager, R. E. 2001. **Assessing Student Understanding in Science**. California : Corwin Press.
- Gaudet, A. D., Ramer, L. M., Nakonechny, J., Cragg, J. J., and Ramer, M. S. 2010. "Small-Group Learning in an Upper-Level University Biology Class Enhances Academic Performance and Student Attitudes Toward Group Work." **PLoS ONE**. 5(12).
- Germann, P. J., Aram, R., and Burke, G. 1996. "Identifying Patterns and Relationships Among the Responses of Seventh-Grade Students to the Science Process Skill of Designing Experiment." **Journal of Research in Science Teaching**. 33(1) : 79-99.
- Good, C. V. 1973. **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Gultepe, N. 2016. "High School Science Teachers' Views on Science Process Skills." **International Journal of Environmental & Science Education**. 11(5) : 779-800.
- Harlen, W. 1999. "Purposes and Procedures for Assessing Science Process Skills." **Assessment in Education: Principles, Policy & Practice**. 6(1) : 129-144.
- Houseal, A. K., Abd-El-Khalick, F., and Destefano, L. 2014. "Impact of a Student-Teacher-Scientist Partnership on Students' and Teachers' Content Knowledge, Attitudes Toward Science, and Pedagogical Practices." **Journal of Research in Science Teaching**. 51(1) : 84-115.
- Jacobson, W. J., and Bergman, A. B. 1980. **Science for Children**. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall.
- Lati, W., Supasorn, S., and Promarak, V. 2012. "Enhancement of Learning Achievement and Integrated Science Process Skills Using Science Inquiry Learning Activities of Chemical Reaction Rates." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**. 46 : 4,471-4,475.
- Lilliefors, H. W. 1967. "On the Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown." **Journal of the American Statistical Association**.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62(328) : 1702.

- Lind, K. K. 1999. **Science in Early Childhood: Developing and Acquiring Fundamental Concepts and Skills**. [Online]. Available : <http://www.project2061.org/publications/earlychild/online/experience/lind.htm?txtRef=&txtURIOld=%2Ftools%2Fearlychild%2Fexperience%2Flind%2Ehtm>.
- Lumley, T., Diehr, P., Emerson, S., and Chen, L. 2002. "The Importance of the Normality Assumption in Large Public." **Public Health**. 23 : 151-169.
- Mass, C. J. M. and Hok, J. J. 2005. "Sufficient Sample Sizes for Multilevel Modeling." **Methodology: European Journal of Research Methods for the Behavioral and Social Sciences**. 1(3) : 86-92.
- McClelland, David C. 1961. **The Achieving Society**. Princeton, N.J. : Van Nostrand.
- McClelland, David C., et al. 1953. **The Achievement Motive**. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Monhardt, L., and Monhardt, R. 2006. "Creating a Context for the Learning of Science Process Skills Through Picture Books." **Early Childhood Education Journal**. 34(1) : 67-71.
- NRC. 1996. **National Science Education Standards**. Washington, DC : The National Academy Press.
- NRC. 2000. **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. Washington, DC : The National Academy Press.
- Padilla, M. J. 1990. **The Science Process Skills. Research Matters-to the Science Teacher**. [Online]. Available : <https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>.
- Putti, A. 2011. "High School Students' Attitudes and Beliefs on Using the Science Writing Heuristic in an Advanced Placement Chemistry Class." **Journal of Chemical Education**. 88(4) : 516-521.
- Rahmani, R., Abbas, M., and Alahyarizadeh, G. 2013. "The Effects of Peer Scaffolding in Problem-Based Gaming on the Frequency of Double-Loop Learning and Performance in Integrated Science Process Skills." **Procedia-Social and Behavioral Sciences**. 93(2013) : 1994-1999.
- Raudenbush, S. W. and Bryk, A. S. 2002. **Hierarchical Linear Models: Applications and Data analysis Methods**. 2nd ed. London : Sage Publications.
- Roth, W.-M., and Roychoudhury, A. 1993. "The Development of Science Process Skills in Authentic Contexts." **Journal of Research in Science Teaching**. 30(2) : 127-152.
- Rubin, R. L., and Norman, J. T. 1992. "Systematic Modeling Versus the Learning Cycle: Comparative Effects on Integrated Science Process Skill Achievement." **Journal of Research in Science Teaching**. 29(7) : 715-727.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Schwartz, R., and Lederman, N. 2008. "What Scientists Say: Scientists' Views of Nature of Science and Relation to Science Context." **International Journal of Science Education**. 30(6) : 727-771.
- Smith, T. J., Pasero, S. L., and McKenna, C. M. 2014. "Gender Effects on Student Attitude Toward Science." **Bulletin of Science, Technology & Society**. 34(1-2) : 7-12.
- Snijders, T. A . B., and Bosker, R. J. 1999. **Multilevel Analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling**. London: Sage.
- Stephanie. 2013. **Chi Square and the Large Enough Sample Condition**. [Online]. Available : <https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/large-enough-sample-condition/>
- Turner, R. C., and Carlson, L. 2003. "Indexes of Item-Objective Congruence for Multidimensional Items." **International Journal of Testing**. 3(2) : 163-171.
- van Aaldereen-Smeets, S. I., Walma van der Molen, J. H., and Asma, L. J. F. 2012. "Primary Teachers' Attitudes Toward Science: A New Theoretical Framework." **Science Education**. 96(1) : 158-182.
- Yap, K. C., and Yeany, R. H. 1988. "Validation of Hierarchical Relationships Among Piagetian Cognitive Modes and Integrated Science Process Skills for Different Cognitive Reasoning Levels." **Journal of Research in Science Teaching**. 25(4) : 247-281.
- Yeany, R. H., Yap. K. C., and Padilla, M. J. (1986). "Analyzing Hierarchical Relationships Among Modes of Cognitive Reasoning and Integrated Science Process Skills." **Journal of Research in Science Teaching**. 3(4) : 277-291.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศคณะกรรมการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการ โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2559 ให้ดำเนินการดังนี้

นางอรนิษฐ์ โชคชัย รหัสประจำตัว 57603025 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Hierarchical Linear Model of Student and Classroom Variables on Integrated Science Process Skills of Lower Secondary Students)” โดยมี ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ราชันย์ บุญธิดา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ ๒1 มีนาคม พ.ศ.2559

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือในการวิจัย

1. ผศ. ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร. เดชา ศุภพิทยาภรณ์
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ผศ. สุमितร์ ถิ่นปัญญา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. อาจารย์รุ่งรตี เทพนม
โรงเรียนบางสะพานวิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
5. อาจารย์จันทิมา สุขพัฒน์
โรงเรียนวัดราชาธิวาส กรุงเทพมหานคร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ แบบวัด และแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

แบบทดสอบ แบบวัด และแบบสอบถามฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

ตอนที่ 2

- แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ตอนที่ 3

- แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
- แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

คำชี้แจง

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง หน้าข้อความ ที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียน

1. เพศ

ชาย หญิง

2. อายุ (เศษตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไป ให้ปัดเป็น 1 ปี)

ต่ำกว่า 12 ปี 12-13 ปี มากกว่า 13 ปี

ตอนที่ 2 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

คำชี้แจง

1. ตอนที่ 2 นี้ประกอบด้วย

ประเภทของเครื่องมือวัด	จำนวนข้อ	ให้เวลาในการทำ
แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	22 ข้อ	50 นาที

2. ในการตอบ ให้ทำเครื่องหมาย ✗ ลงในช่อง ที่ปรากฏอยู่ในกระดาษคำตอบ โดยแต่ละข้อให้ทำเครื่องหมาย ✗ ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ลบคำตอบเดิมให้สะอาดหรือขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วจึงทำเครื่องหมาย ✗ ใหม่

4. ห้ามใช้เครื่องคำนวณในการสอบ

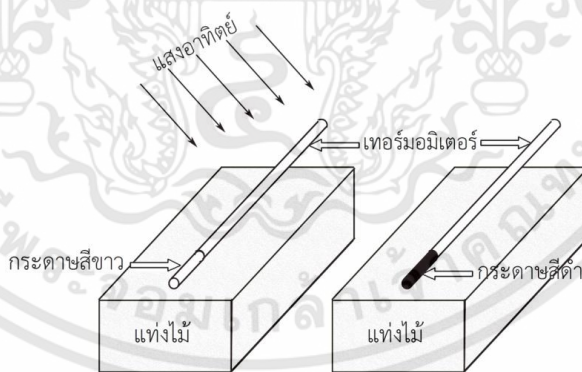
5. กรุณาอย่าขีดเขียนข้อความใดๆ ลงในแบบทดสอบ

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำการทดลองเพื่อศึกษา “ความสามารถในการละลายของเกลือในตัวทำละลายต่างชนิด” การจัดเตรียมสิ่งที่ต่างกันและเหมือนกันในแต่ละชุดการทดลอง ตามลำดับข้อใดถูกต้อง
 - ก. มวลของตัวทำละลาย, มวลเกลือ
 - ข. มวลเกลือ, ชนิดของตัวทำละลาย
 - ค. ชนิดของตัวทำละลาย, มวลของตัวทำละลาย
 - ง. ปริมาตรของตัวทำละลาย, ชนิดของตัวทำละลาย

2. นักเรียนคนหนึ่งได้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาว่า “ความเข้มข้นที่แตกต่างกันของปุ๋ยเคมีชนิดหนึ่ง มีผลต่อจำนวนการออกดอกของต้นกล้วยไม้หรือไม่” โดยการทดลองทุกชุดได้กำหนดให้ทำการทดลองในบริเวณสิ่งแวดล้อมเดียวกัน การออกแบบการทดลองของนักเรียนคนนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง
 - ก. การทดลองทุกชุด มีระยะเวลาการทดลองที่เท่ากัน
 - ข. การทดลองทุกชุด รดด้วยปุ๋ยเคมีชนิดเดียวกัน แต่ความเข้มข้นต่างกัน
 - ค. การทดลองทุกชุด ใช้กล้วยไม้พันธุ์เดียวกัน มีอายุและขนาดต้นเท่ากัน
 - ง. การทดลองทุกชุด บันทึกผลการทดลองเป็นระยะเวลาในการออกดอก

3. การทดลองหนึ่งต้องการศึกษาเปรียบเทียบ “การดูดกลืนแสงของวัตถุสีต่างๆ” โดยได้จัดตั้งชุดอุปกรณ์ไว้ดังภาพ ในการทดลองเริ่มต้นให้อ่านค่าอุณหภูมิทั้ง 2 ชุด ในที่ร่ม จากนั้นนำชุดการทดลองทั้งหมดไปรับแสงอาทิตย์เป็นระยะเวลา 30 นาที แล้วอ่านค่าอุณหภูมิทั้ง 2 ชุด อีกครั้งหนึ่ง



การทดลองนี้ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ตามลำดับ คือข้อใด

- ก. ชนิดของเทอร์มอมิเตอร์, ความเข้มของแสงอาทิตย์
- ข. สีกระดาศ, อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของเทอร์มอมิเตอร์
- ค. ระยะเวลาการทดลอง, อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของเทอร์มอมิเตอร์
- ง. อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของเทอร์มอมิเตอร์, ความเข้มของแสงอาทิตย์

4. พยาบาลท่านหนึ่งทดลองศึกษาความดันโลหิตเพศชาย อายุ 60 ปี ที่มีน้ำหนักระหว่าง 40-70 กิโลกรัม และมีพฤติกรรมไม่สูบบุหรี่

ข้อใดเป็นสมมติฐานในการทดลองของพยาบาลท่านนี้

- ความดันโลหิตมีความสัมพันธ์กับเพศ
- ความดันโลหิตมีความสัมพันธ์กับอายุ
- ความดันโลหิตมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว
- ความดันโลหิตมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการสูบบุหรี่

5. เกษตรกรท่านหนึ่งพบปัญหาว่า “เมื่อลดปริมาณปลาป่นผสมในอาหารแก่ลูกไก่ในคอกหนึ่ง ลูกไก่จะมีขนาดลำตัวเล็กกว่าอีกคอก ที่ได้รับปริมาณปลาป่นที่มากกว่าที่ผสมในอาหาร”

เกษตรกรท่านนี้ควรตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบปัญหานี้อย่างไร

- ปลาป่นช่วยต้านทานโรคให้กับลูกไก่
- ปลาป่นช่วยสร้างความแข็งแรงให้ลูกไก่
- ปริมาณปลาป่นช่วยเพิ่มขนาดของลูกไก่
- ปลาป่นมีสารอาหารที่ช่วยให้พลังงานแก่ลูกไก่

6. เกษตรกรท่านหนึ่งพบว่า “ยาปราบศัตรูพืชชนิดใหม่ ทำให้หญ้าและแมลงศัตรูพืชตายเหมือนยาปราบศัตรูพืชชนิดเก่าที่เคยใช้ แต่พบปัญหาว่าชมพู่กลับติดผลน้อยลงกว่าเดิม ทั้งที่ชมพู่ออกดอกเป็นปกติ”

เกษตรกรท่านนี้ควรตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบปัญหานี้อย่างไร

- การตายของหญ้ามีผลต่อการติดผล
- การตายของแมลงศัตรูพืชมีผลต่อการติดผล
- ยาปราบศัตรูพืชชนิดใหม่ มีผลต่อการติดผล
- ยาปราบศัตรูพืชชนิดใหม่ มีผลต่อการออกดอก

7. เกษตรกรท่านหนึ่งทำการทดลองเพื่อศึกษาว่า “คะน้าพันธุ์หนึ่งเติบโตได้ดีในดินชนิดใด” จึงทดลองปลูกคะน้าไว้ดั่งภาพ โดยทั้ง 2 ชุดการทดลองได้จัดวางไว้ในบริเวณที่มีแสงส่องถึงบริเวณเดียวกัน มีการใส่ปุ๋ยคอกในปริมาณที่เท่ากัน และมีการปรับสภาพดินให้มีค่าพีเอชที่เหมาะสมกับการปลูกคะน้าก่อนทำการทดลองทั้ง 2 ชุด



ข้อใดเป็นสมมติฐานในการทดลองของเกษตรกรท่านนี้

- คะน้าเติบโตได้ดีในดินร่วน
- คะน้าเติบโตได้ดีในดินที่มีแสงส่องถึง
- คะน้าเติบโตได้ดีในดินที่มีอินทรีย์วัตถุมาก
- คะน้าเติบโตได้ดีในดินที่มีค่าพีเอชเหมาะสม

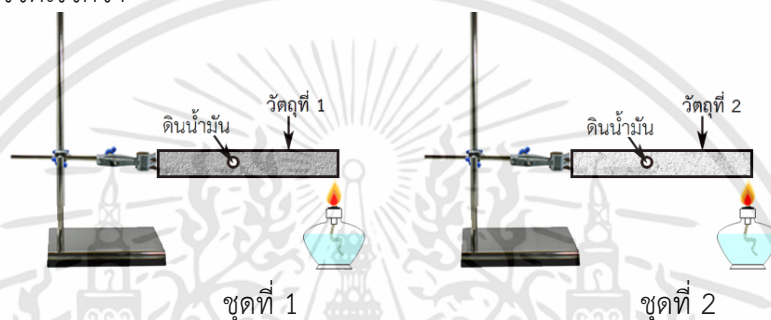
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เกษตรกรท่านหนึ่งต้องการเพิ่มน้ำหนักของไก่ที่เลี้ยง จึงทดลองเลี้ยงไก่ 2 คอก คอกละ 5 ตัว เริ่มต้นแต่ละตัวมีอายุและน้ำหนักเท่ากัน และเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เป็นเวลา 45 วัน และกำหนดให้อาหารไก่ดังนี้
- คอกที่ 1 ให้ข้าวเปลือก ปลาป่น รำละเอียด กากถั่วเหลือง และน้ำ
- คอกที่ 2 ให้ข้าวโพด ปลาป่น รำละเอียด กากถั่วเหลือง และน้ำ
- ข้อใดเป็นสมมติฐานในการทดลองของเกษตรกรท่านนี้
- ชนิดของอาหาร มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของไก่
 - ระยะเวลาที่เลี้ยง มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของไก่
 - จำนวนชนิดของอาหาร มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของไก่
 - ความหนาแน่นของไก่ในคอก มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของไก่
9. คนในชุมชนคนหนึ่งต้องการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบว่า “อาหารปลาชนิดใดทำให้ปลาที่เลี้ยงในบ่อเจริญเติบโตได้ดีที่สุด” บุคคลท่านนี้ควรให้ความหมายของคำว่า “เจริญเติบโต” ตามข้อใด จึงจะบันทึกผลข้อมูลได้เหมาะสมที่สุด
- จำนวนปลาที่วางไข่
 - จำนวนปลาที่เพิ่มขึ้น
 - มวลของปลาที่เพิ่มขึ้น
 - ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา
10. นักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งต้องการทดลองเพื่อทดสอบว่า “สมุนไพรชนิดหนึ่งมีสรรพคุณในการลดอาการไข้ได้” เพื่อความเหมาะสมในการตรวจสอบผลการทดลอง คำว่า “ไข้” ในที่นี้ ควรหมายถึงข้อใด
- ภาวะที่ร่างกายเจ็บป่วย
 - ภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูง
 - ภาวะที่ร่างกายมีอาการตัวร้อน
 - ภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงกว่า 37.5°C
11. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบว่านมที่บรรจุขวดขาย มีปริมาตรตรงกับที่กำหนดไว้ในฉลากหรือไม่ นักเรียนควรใช้อุปกรณ์ในข้อใดตรวจสอบ
- ปิเกตอร์
 - ขวดน้ำดื่ม
 - แก้วน้ำทรงกระบอก
 - ขวดบรรจุนมตราสินค้าอื่น

12. ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้หาจุดเดือดของของเหลวชนิดหนึ่ง นักเรียนควรออกแบบการบันทึกผลการทดลองตามข้อใด

- บันทึกเวลาเมื่อของเหลวเริ่มเปลี่ยนสถานะ
- บันทึกเวลาและปริมาตรของของเหลวที่เหลืออยู่
- บันทึกอุณหภูมิของของเหลว ทุก 30 วินาที จนอุณหภูมิคงที่
- บันทึกอุณหภูมิของของเหลว และสิ่งที่สังเกตได้ ทุก 30 วินาที

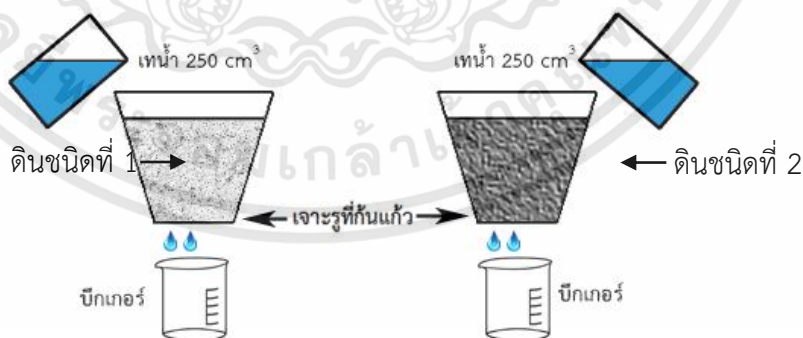
13. การทดลองหนึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบ “การนำความร้อนของวัตถุ 2 ชนิด” โดยได้จัดชุดการทดลองดังภาพ และใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบว่า วัตถุที่นำความร้อนได้ดีกว่า ก้อนดินน้ำมันจะตกจากวัตถุนั้นได้รวดเร็วกว่า



ข้อใดคือผลการทดลองที่ต้องจดบันทึก

- ค่าพลังงานความร้อนที่วัตถุได้รับ
- ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนจนก้อนดินน้ำมันตก
- การเปลี่ยนแปลงลักษณะของแท่งวัตถุเมื่อก้อนดินน้ำมันตก
- อุณหภูมิของแท่งวัตถุตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนจนก้อนดินน้ำมันตก

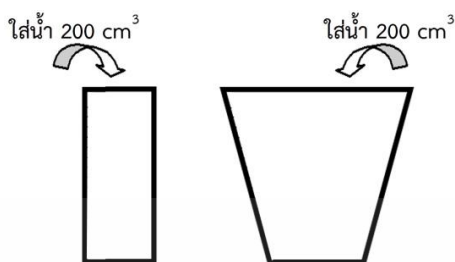
14. การทดลองหนึ่งต้องการศึกษาเปรียบเทียบการอุ้มน้ำของดิน จำนวน 2 ชนิด โดยได้จัดชุดการทดลอง ดังภาพ



จากการทดลองนี้ การเปรียบเทียบการอุ้มน้ำของดิน นักเรียนจะวัดได้จากสิ่งใด

- ปริมาณน้ำที่ไหลลงในดิน
- ปริมาณน้ำที่ระเหยแห้งไป
- ปริมาณน้ำที่อยู่ในบีกเกอร์
- ปริมาณน้ำที่สะสมอยู่ในดิน

15. นักเรียนคนหนึ่งได้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาว่า “พื้นที่ผิวของน้ำ มีผลต่อการระเหยของน้ำหรือไม่” โดยได้จัดเตรียมชุดการทดลองไว้ 2 ชุด ดังภาพ โดยได้นำชุดการทดลองทั้ง 2 ชุด ไปตั้งไว้ในที่ที่ป้องกันฝนตกใส่ เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์



ขั้นตอนการทดลองในข้อใด **ไม่เหมาะสม**กับการทดลองดังกล่าว

- เปรียบเทียบระดับน้ำที่ระเหยไปด้วยการสังเกต
 - จัดตั้งชุดการทดลองทั้ง 2 ชุด ในบริเวณเดียวกัน
 - การทดลองทั้ง 2 ชุด ให้ทำในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์เดียวกัน
 - เมื่อครบเวลาทำการทดลองแล้ว ให้รับหาปริมาณน้ำในภาชนะทันที
16. เกษตรกรท่านหนึ่งต้องการทดสอบว่า “การผสมเปลือกหอยป่นในข้าวเปลือกให้ไก่กิน จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเปลือกไข่ได้หรือไม่” โดยได้ออกแบบวิธีการให้อาหารไว้ 4 แบบ ดังตาราง และได้กำหนดระยะเวลาในการทดลองไว้ 30 วัน

แบบที่	การให้อาหารคอกที่ 1		การให้อาหารคอกที่ 2	
	ข้าวเปลือก	เปลือกหอยป่น	ข้าวเปลือก	เปลือกหอยป่น
1	-	✓	✓	✓
2	✓	-	✓	✓
3	✓	-	-	✓
4	-	✓	✓	-

จากตาราง วิธีการทดลองข้อใดถูกต้อง

- แบบที่ 1
- แบบที่ 2
- แบบที่ 3
- แบบที่ 4

17. การทดลองหนึ่งต้องการตรวจสอบสมมติฐานว่า “ปุ๋ยคอกสามารถเพิ่มมวลของผลแตงโมได้ดีกว่าปุ๋ยเคมี” จึงได้ออกแบบการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้
- 1) นำเมล็ดพันธุ์แยกปลูก จำนวน 2 แปลง แต่ละแปลงใช้จำนวนเมล็ดพันธุ์เท่ากัน และปลูกในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน
 - 2) ผสมปุ๋ย 2 ชนิดเข้าด้วยกัน และให้ปุ๋ยต้นแตงโมทั้ง 2 แปลง ในปริมาณเท่ากัน ทุกเช้าและเย็น
 - 3) เก็บเกี่ยวผลแตงโมทั้ง 2 แปลง หลังจากปลูกครบ 50 วัน
 - 4) หามวลเฉลี่ยของผลแตงโมแต่ละแปลง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับอีกแปลงหนึ่ง
- จากขั้นตอนดังกล่าว ขั้นตอนใดที่ออกแบบการทดลอง **ไม่สอดคล้อง**กับสมมติฐานที่กำหนดไว้
- ก. ขั้นที่ 1
 - ข. ขั้นที่ 2
 - ค. ขั้นที่ 3
 - ง. ขั้นที่ 4

18. นักเรียนคนหนึ่งได้ทดสอบสมบัติของน้ำจืดจากแหล่งต่างๆ ปรากฏผลดังตาราง

แหล่งที่	สมบัติทางกายภาพ		สิ่งที่เหลือเมื่อระเหยจนแห้ง
	ใส	มีกลิ่น	
1	✓	✓	ตะกอนสีขาว
2	✓	✓	ไม่พบ
3	✓	-	ไม่พบ
4	✓	-	ตะกอนสีขาว

จากข้อมูลในตาราง น้ำจากแหล่งใดมีของแข็งละลายเจือปนอยู่

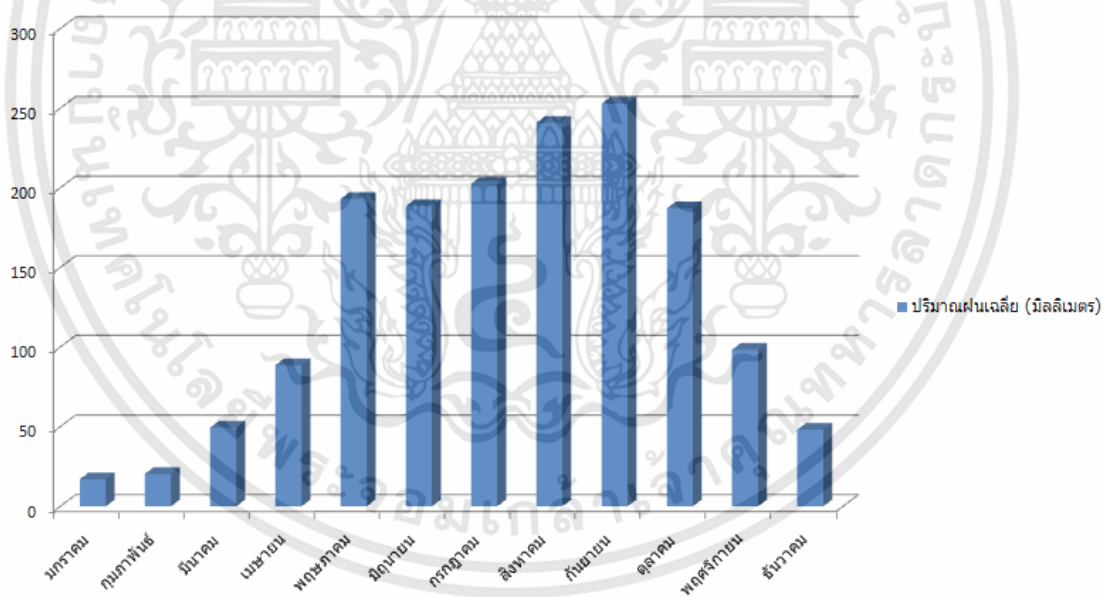
- ก. แหล่งที่ 1, 2
- ข. แหล่งที่ 1, 4
- ค. แหล่งที่ 2, 3
- ง. แหล่งที่ 2, 4

19. การทดลองหนึ่งได้ศึกษาการละลายของสารบางชนิดที่อุณหภูมิต่างๆ ผลการทดลองปรากฏดังตาราง

ชนิดของสาร	สภาพละลายได้ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิต่างๆ (กรัม)			
	0°C	20°C	60°C	100°C
โซเดียมคลอไรด์	35.7	36.0	37.3	39.2
โซเดียมไนเตรต	74.0	87.6	122.0	180.0
ลิเทียมคาร์บอเนต	1.5	1.3	1.0	0.7
แคลเซียมคลอไรด์	60.0	76.0	137.5	-

จากข้อมูลในตาราง ข้อใด**ไม่ถูกต้อง**

- ก. ที่อุณหภูมิ 60°C สารแต่ละชนิด ละลายในน้ำ 100 กรัม ได้ต่างกัน
 ข. ที่อุณหภูมิต่างกัน สารแต่ละชนิด ละลายในน้ำ 100 กรัม ได้ต่างกัน
 ค. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น สารทุกชนิด ละลายในน้ำ 100 กรัม ได้มากขึ้น
 ง. ที่อุณหภูมิต่างกัน สารชนิดเดียวกัน ละลายในน้ำ 100 กรัม ได้ต่างกัน
20. นักวิทยาศาสตร์มีการบันทึกปริมาณฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของประเทศไทยในรอบ 30 ปี (ปี พ.ศ. 2524-2558) เป็นรายเดือน ดังแผนภูมิด้านล่าง



ข้อมูลจากเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา

จากแผนภูมิ ข้อใด**อภิปรายผลไม่ถูกต้อง**

- ก. ในอีก 10 ปี ข้างหน้า ปริมาณฝนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง
 ข. ช่วงที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยสูงสุด เป็นช่วงฤดูฝนของประเทศไทย
 ค. ช่วงที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยต่ำสุด เป็นช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย
 ง. ช่วงที่มีแนวโน้มเกิดภาวะแห้งแล้ง คือช่วงระหว่างปลายปีถึงต้นปี

21. นักเรียนคนหนึ่งสนใจทำการทดลองเกี่ยวกับ “การตกผลึกของสารละลายอิ่มตัวสารส้ม” จึงได้จัดเตรียมสารละลายอิ่มตัวของสารส้มที่อุณหภูมิ 80°C ในปิកเกอร์ จำนวน 2 ใบ ใบละ 250 cm^3
- ใบที่ 1 วางไว้บนโต๊ะที่อุณหภูมิห้อง
- ใบที่ 2 วางไว้ในภาชนะที่ใส่น้ำและน้ำแข็ง โดยจัดวางไม่ให้น้ำในภาชนะล้นเข้าไปในปิกเกอร์
- จากนั้นตั้งปิกเกอร์ทั้ง 2 ใบทิ้งไว้เป็นเวลา 45 นาที โดยไม่มีการขยับปิกเกอร์ และได้วัดอุณหภูมิของสารละลายอิ่มตัวสารส้มทุกๆ 30 วินาที จนครบเวลาที่กำหนดให้ตั้งทิ้งไว้ ได้ผลการทดลองแสดงดังตาราง

ใบที่	อุณหภูมิของสารละลายอิ่มตัว	สิ่งที่พบในปิกเกอร์
1	ลดลงอย่างช้าๆ	พบผลึกในปิกเกอร์
2	ลดลงอย่างรวดเร็ว	พบผลึกที่มีขนาดเล็กกว่าใบที่ 1

จากการทดลองดังกล่าว นักเรียนคนนี้ได้ตรวจสอบสมมติฐานตามข้อใด

- ระยะเวลาการตกผลึก มีผลต่อขนาดผลึก
 - ปริมาตรของสารละลายอิ่มตัว มีผลต่อขนาดผลึก
 - ความเข้มข้นของสารละลายอิ่มตัว มีผลต่อขนาดผลึก
 - อัตราการเย็นตัวของสารละลายอิ่มตัว มีผลต่อขนาดผลึก
22. นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ “การสะท้อนและการดูดกลืนพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่แผ่มายังโลก” โดยทำการทดลองดังนี้
- นำดิน น้ำ และทราย แยกใส่ลงในภาชนะพลาสติกที่มีขนาดเท่ากันให้เต็มภาชนะ
 - ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิในที่ร่มของดิน น้ำ และทราย ที่ระดับความลึกจากผิววัตถุ 2 cm สังเกตและบันทึกผล
 - นำภาชนะทั้ง 3 ใบ ไปวางไว้บริเวณเดียวกันที่มีแสงแดดส่องถึงได้อย่างเต็มที่
 - อ่านค่าอุณหภูมิของดิน น้ำและทราย ทุกๆ 3 นาที จนครบ 30 นาที และบันทึกผล
- จากการทดลองดังกล่าว นักเรียนคนนี้ได้ตรวจสอบสมมติฐานตามข้อใด
- อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิของวัตถุชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์
 - อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิของวัตถุชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กับบริเวณที่ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์
 - วัตถุต่างชนิดกัน เมื่อได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในบริเวณเดียวกัน จะส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศเหนือพื้นผิวได้ต่างกัน
 - วัตถุต่างชนิดกัน เมื่อได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในบริเวณเดียวกัน อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิของวัตถุจะแตกต่างกัน

ตอนที่ 3 แบบวัดและแบบสอบถาม

คำชี้แจง

1. ตอนที่ 3 นี้ประกอบด้วย

ที่	ประเภทของเครื่องมือวัด	จำนวนข้อ
1	แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	10
2	แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์	15
3	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	11
4	แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์	15
5	แบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	10

2. ให้นักเรียนพิจารณาคำถามแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือ ให้ตรงกับระดับความเป็นจริง หรือระดับความคิดเห็นมากที่สุด

แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ที่	ข้อความคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	นักเรียนชอบทำงานที่ผู้อื่นคิดว่ายาก เพื่อพิสูจน์ความสามารถของตน					
2	นักเรียนเป็นคนแรกๆ ที่ตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน					
3	ถ้างานที่นักเรียนทำพบกับความล้มเหลว นักเรียนจะหาวิธีการทำงานใหม่ให้สำเร็จ					
4	ถ้านักเรียนได้คะแนนสอบน้อยกว่าที่ตั้งใจไว้ นักเรียนจะขยันอ่านหนังสือให้มากขึ้น					
5	นักเรียนตั้งความหวังคะแนนสอบให้สูงไว้ และวางแผนทำให้เป็นจริง					
6	นักเรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง					
7	นักเรียนปฏิบัติงานที่ตนเองได้รับผิดชอบอย่างเต็มความสามารถ					
8	ถ้านักเรียนมั่นใจว่าทำข้อสอบได้ แต่ผลคะแนนที่ได้ไม่ดีเท่าที่คาดไว้ นักเรียนจะขอให้ครูชี้แจงถึงข้อผิดพลาดของตนเอง					
9	นักเรียนวางแผนการทำงานต่างๆ ไว้เสมอ					
10	นักเรียนมีแผนสำรองในการทำงานเพื่อไว้เสมอ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยในเรื่องราววิทยาศาสตร์ นักเรียนจะสอบถามผู้รู้หรือศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม					
2	นักเรียนติดตามข่าวสารทางวิทยาศาสตร์จากสื่อต่างๆ อยู่เสมอ					
3	นักเรียนยังคงทำการทดลองต่อ ถึงแม้ผลการทดลองที่ได้จะล้มเหลวหรือมีอุปสรรค					
4	นักเรียนเก็บล้างอุปกรณ์หลังเสร็จสิ้นการทดลอง ถึงแม้จะไม่ได้ระบุความรับผิดชอบให้แก่นักเรียนคนใด					
5	นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองด้วยความรอบคอบ					
6	นักเรียนทำการทดลองซ้ำ เพื่อความมั่นใจในผลการทดลองที่เกิดขึ้น					
7	นักเรียนจะแก้ไขผลการทดลอง ถ้าผลการทดลองที่ได้ แตกต่างจากของเพื่อน					
8	นักเรียนคิดว่าการคัดลอกผลการทดลองจากแหล่งอื่น เพื่อหลีกเลี่ยงการทำการทดลอง เป็นสิ่งที่กระทำไม่ได้					
9	นักเรียนใช้สารเคมีและวัสดุอุปกรณ์การทดลองต่างๆ ในปริมาณที่เหมาะสม					
10	นักเรียนซ่อมแซมอุปกรณ์การทดลองเท่าที่ทำได้ ถ้าพบว่าอุปกรณ์ชิ้นนั้นชำรุด					
11	นักเรียนจะปรับปรุงวิธีการทดลอง ถ้าครูหรือเพื่อนให้ข้อเสนอแนะที่มีเหตุผล					
12	ถ้าเพื่อนนำเสนอข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง นักเรียนจะโต้แย้งโดยใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถืออ้างอิง					
13	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์จากสื่อต่างๆ ก่อนที่จะยอมรับ					
14	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำการทดลองจนแล้วเสร็จ					
15	นักเรียนให้ความช่วยเหลือเพื่อนที่มีปัญหาขณะทำการทดลองโดยไม่ต้องร้องขอ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	นักเรียนคิดว่าการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องน่าสนใจ					
2	นักเรียนอยากศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์					
3	นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต					
4	นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีมานะอดทน					
5	นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนละเอียดรอบคอบ					
6	นักเรียนคิดว่าการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล					
7	นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนรู้วิธีปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันโรคร้ายต่างๆ ได้					
8	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในชีวิตได้อย่างปลอดภัย					
9	ถ้ามีคนใช้สารเคมีในทางที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แนะนำคนดังกล่าว					
10	นักเรียนรู้สึกหดหู่ ถ้าได้ยินข่าวสารว่ามีคนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สร้างความเสียหายต่างๆ					
11	นักเรียนไม่สบายใจ ถ้าพบว่ามีคนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปหลอกลวงผู้อื่นเพื่อหาประโยชน์ส่วนตน					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครูวิชาวิทยาศาสตร์

ที่	ข้อความคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	ครูวิทยาศาสตร์สอนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้					
2	ครูวิทยาศาสตร์ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาในการเรียนด้วยตนเอง					
3	ครูวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียนมีส่วนร่วม เช่น การเล่นเกม การแข่งขันตอบคำถาม การนำเสนอผลงาน					
4	ครูวิทยาศาสตร์ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น					
5	ครูวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการเรียน					
6	ครูวิทยาศาสตร์ให้คำแนะนำหรือช่วยเหลือนักเรียนในการเรียน					
7	ครูวิทยาศาสตร์แนะนำหนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ หรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ให้นักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติม					
8	ครูวิทยาศาสตร์นำสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ มาสอนได้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือกิจกรรมที่เรียน					
9	ครูวิทยาศาสตร์นำสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ มาสอนได้อย่างน่าสนใจ					
10	ครูวิทยาศาสตร์แจ้งวิธีการประเมินผลการเรียนให้ทราบ					
11	ครูวิทยาศาสตร์ออกข้อสอบได้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่เรียน					
12	ครูวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของนักเรียนเอง					
13	ครูวิทยาศาสตร์แจ้งผลการประเมิน รวมถึงจุดบกพร่องของนักเรียนให้ทราบหลังทำการทดสอบ					
14	ครูวิทยาศาสตร์ตรวจสอบงานและแก้ไขจุดบกพร่องให้					
15	ครูวิทยาศาสตร์แก้ไขจุดบกพร่องของนักเรียน เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามบรรยากาศในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	นักเรียนได้รับคำชมเชยจากครูวิทยาศาสตร์ เมื่อทำกิจกรรมต่างๆ ในชั้นเรียนสำเร็จ					
2	ครูวิทยาศาสตร์สอนสนุก					
3	ครูวิทยาศาสตร์ทุ่มเทในการสอน					
4	ครูวิทยาศาสตร์มีความเป็นกันเอง					
5	ครูวิทยาศาสตร์มีความอดทนกับนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนรู้ช้า					
6	โต๊ะและเก้าอี้ที่ทำการทดลอง มีการจัดวางที่สะดวกต่อการทดลอง					
7	ห้องปฏิบัติการทดลองมีอากาศถ่ายเทสะดวก					
8	ห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าอยู่หลายจุด					
9	วัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ใช้ทำการทดลองมีอย่างเพียงพอ					
10	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองมีสภาพพร้อมใช้งาน					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

1. การหาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามเชิงปฏิบัติการที่กำหนดไว้ ซึ่งมีการให้คะแนน ดังนี้

ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

2. การวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) คัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20-0.80

3. การวิเคราะห์หาอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

4. วิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของ Kuder-Richardson สูตร KR 20 พบว่ามีความเที่ยงเท่ากับ 0.785

ตารางผนวกที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	หมายเหตุ
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					ค่า IOC	หมายเหตุ
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
25	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
30	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	หมายเหตุ
1	0.88	0.23	คัดออก
2	0.50	0.54	คัดเลือกไว้
3	0.81	0.23	คัดออก
4	0.31	0.46	คัดเลือกไว้
5	0.42	0.69	คัดเลือกไว้
6	0.19	-0.08	คัดออก
7	0.69	0.46	คัดเลือกไว้
8	0.73	0.54	คัดเลือกไว้
9	0.54	0.46	คัดเลือกไว้
10	0.31	0.31	คัดเลือกไว้
11	0.73	0.54	คัดเลือกไว้
12	0.42	0.54	คัดเลือกไว้
13	0.58	0.54	คัดเลือกไว้
14	0.50	0.69	คัดเลือกไว้
15	0.08	-0.15	คัดออก
16	0.65	0.31	คัดเลือกไว้
17	0.62	0.00	คัดออก
18	0.62	0.31	คัดเลือกไว้
19	0.62	0.62	คัดเลือกไว้
20	0.50	0.38	คัดเลือกไว้
21	0.77	0.31	คัดเลือกไว้
22	0.19	-0.08	คัดออก
23	0.12	-0.08	คัดออก
24	0.38	0.31	คัดเลือกไว้
25	0.50	0.54	คัดเลือกไว้
26	0.54	0.46	คัดเลือกไว้
27	0.69	0.46	คัดเลือกไว้
28	0.38	0.00	คัดออก
29	0.54	0.31	คัดเลือกไว้
30	0.38	0.31	คัดเลือกไว้
31	0.35	-0.08	คัดออก
32	0.12	-0.08	คัดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 2676

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

พ) กรกฎาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทพศิรินทร์

ด้วย นางอรนิษฐ์ ไชคชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิต บัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ราชันย์ บุญธิมา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ นางอรนิษฐ์ ไชคชัย ทดลองใช้แบบสอบถามและแบบทดสอบ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smit Ar

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๙-๑๗๕-๗๐๐๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1888

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

19 พฤษภาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม / ผศ.สุมิตร ถิ่นปัญญา

ด้วย นางอรนิษฐ์ โชคชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิต บัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ราชันย์ บุญธิมา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางอรนิษฐ์ โชคชัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692 ให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 02-329-8436 ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-175-7003

13 พ.ค. 59

ที่ ศธ 0524.04/ 1888



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

19 พฤษภาคม 2559

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

ด้วย นางอรนิษฐ์ โชคชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิต บัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ราชันย์ บุญธิมา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า ดร.เดชา ศุภพิทยาภรณ์ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญ ดร.เดชา ศุภพิทยาภรณ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย ของ นางอรนิษฐ์ โชคชัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-175-7003

19 พ.ค. 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1888



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

19 พฤษภาคม 2559

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบางสะพานวิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

ด้วย นางอรนิษฐ์ โชคชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิต บัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ราชนัย บุญธิมา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า นางรุ่งรดี เทพนม เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญ นางรุ่งรดี เทพนม เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย ของ นางอรนิษฐ์ โชคชัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-175-7003

19 พ.ค. 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1888



คณะกรรมการอำนวยการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

19 พฤษภาคม 2559

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชาธิวาส กรุงเทพมหานคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

ด้วย นางอรณิชฐ์ โชคชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุष्ฎิบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียนที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ราชันย์ บุญธิมา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอำนวยการ พิจารณาแล้วเห็นว่า นางจันทิมา สุขพัฒน์ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญ นางจันทิมา สุขพัฒน์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย ของ นางอรณิชฐ์ โชคชัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-175-7003

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19 พ.ค. 59

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางอรณิชฐ์ โชคชัย
วัน เดือน ปีเกิด	21 ธันวาคม 2521
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 33/23 หมู่ 5 หมู่บ้านสิรินเ้าส์ ตำบลบางบ่อ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ 10560
ประวัติการศึกษา	2544 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีธรณี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 2548 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถานที่ทำงาน	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ประสบการณ์การทำงาน	นักวิชาการ ผู้ชำนาญ (ฝ่ายวิชาการ) สาขาวิทยาศาสตรมัธยมศึกษา สาขาวิทยาศาสตรภาคบังคับ ปี พ.ศ. 2544 ถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้