

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะ  
ปฏิบัติการทดลองของนักเรียน



นางสาวณัฐธนี ศิริโชติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INTERACTION BETWEEN SELF ASSESSMENT METHODS AND SCIENCE ABILITY ON  
EXPERIMENTAL SKILL DEVELOPMENT OF STUDENTS

Miss Natthanee Sirichoti



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

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและ  
ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะ  
ปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

โดย

นางสาวณัฐฐณี ศิริโชติ

สาขาวิชา

การวัดและประเมินผลการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทศึกษาศาสตร์

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาชีผล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พินดา วราสุนันท์)

ณัฐธณี ศิริโชค : ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน (INTERACTION BETWEEN SELF ASSESSMENT METHODS AND SCIENCE ABILITY ON EXPERIMENTAL SKILL DEVELOPMENT OF STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. กมลวรรณ ตังธนากานนท์, 209 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน และ 2) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลอง ตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 30 คน และให้นักเรียนแต่ละระดับความสามารถประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก วิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และวิธีที่ไม่ใช่เครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และกลุ่มที่ไม่ใช่เครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและกลุ่มที่ไม่ใช่เครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาควิชา      วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา      ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา      การวัดและประเมินผลการศึกษา      ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและเมตตาของ รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ ตังธนากานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้เวลาและคำปรึกษาที่มีประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้วิจัย ทั้งยังกรุณาดูแลแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกทราบบ้างและขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาชีผล ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พินดา วราสุนันท์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย ทำให้งานวิจัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันมีคุณค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กฤษณกุล และอาจารย์จิราพร แววงสา ที่กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ยิ่งในการสร้างเครื่องมือวิจัยที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาสละเวลาเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณาจารย์โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ทุกท่าน และขอชื่นชมนักเรียนทุกคนที่เป็นตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ในภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้ผู้วิจัยตลอดมา

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยเฉพาะครอบครัวโชติที่สนับสนุน ส่งเสริมและให้กำลังใจอันแสนอบอุ่นแก่ผู้วิจัยตลอดมา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภาพ .....	ต
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
คำถามการวิจัย .....	5
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	5
ขอบเขตการวิจัย .....	6
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	10
ตอนที่ 1 การประเมินตนเอง.....	11
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลอง.....	18
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น (double layer rubric).....	28
กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	32
แบบแผนการวิจัย.....	32
ประชากรและตัวอย่าง .....	34
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	37

การวิเคราะห์ข้อมูล.....	113
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	116
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่าง.....	117
1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างจำแนกตามเพศ.....	117
1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างจำแนกตามระดับความสามารถทาง วิทยาศาสตร์กับวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	118
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มี ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการ ทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้ เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น.....	119
2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการ ทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง .....	119
2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการ ทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง จำแนกตามระดับความสามารถทาง วิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	121
2.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการ ทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ของนักเรียนที่มีความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของ ตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน.....	124
2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน .....	151
2.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนใน แต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของ ตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน.....	155



ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง กับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วง สูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )).....	160
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	163
สรุปผลการวิจัย.....	163
อภิปรายผลการวิจัย.....	166
ข้อเสนอแนะ .....	169
รายการอ้างอิง .....	171
ภาคผนวก.....	175
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ .....	176
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือ.....	178
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง .....	192
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	209

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 การสังเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง.....	24
2.2 แสดงตัวอย่างของเกณฑ์การแปลงคะแนนรวมจากข้อคำถาม ให้เป็นมาตรวัดประมาณค่า.....	30
3.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	35
3.2 ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม.....	36
3.3 ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ.....	37
3.4 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างองค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก.....	41
3.5 การเปรียบเทียบเกณฑ์การให้คะแนนระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น.....	51
3.6 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างองค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น.....	53
3.7 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างข้อคำถามย่อยและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1.....	60
3.8 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างข้อคำถามย่อยและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 2.....	68
3.9 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างข้อคำถามย่อยและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 3.....	77

ตาราง	หน้า
3.10 การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ การทดลองชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค.....	85
3.11 ผลการตรวจสอบความคู่ขนานของแบบทดสอบโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างข้อคำถามย่อยในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง ชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3.....	87
3.12 ผลการวิเคราะห์ความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 ด้วยค่าเฉลี่ยของคะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก.....	106
3.13 การวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม ในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง ชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3.....	107
3.14 แสดงรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	109
4.1 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างจำแนกตามเพศ.....	118
4.2 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างจำแนกตามระดับความสามารถ ทางวิทยาศาสตร์กับวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	118
4.3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง.....	120
4.4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง จำแนกตามระดับความสามารถ ทางวิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	124
4.5 การทดสอบเงื่อนไข sphericity ของค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จาก การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน.....	125
4.6 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จาก การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ตามระดับความสามารถและวิธีในการประเมิน.....	127
4.7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติ การทดลองด้วยแบบทดสอบครั้งที่ 1 ตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติ การทดลองของตนเอง.....	128
4.8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติ การทดลองด้วยแบบทดสอบครั้งที่ 2 ตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติ การทดลองของตนเอง.....	128

4.9	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบครั้งที่ 3 ตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	129
4.10	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้งของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ.....	129
4.11	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง.....	131
4.12	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง.....	132
4.13	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ.....	133
4.14	การเปรียบเทียบเกณฑ์คะแนนระหว่างก่อนและหลังแปลงระดับของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น.....	134
4.15	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง.....	136
4.16	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง.....	141
4.17	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ.....	146
4.18	ผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการทั้ง 3 ช่วง จำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	155

ตาราง	หน้า
4.19 การทดสอบเงื่อนไข sphericity ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน.....	156
4.20 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ตามระดับความสามารถและ วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	157
4.21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการที่ได้จาก การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบช่วงที่ 1 ตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	158
4.22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการที่ได้จาก การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบช่วงที่ 2 ตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	158
4.23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการที่ได้จาก การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบช่วงที่ 3 ตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	159
4.24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมิน ทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียน แต่ละระดับความสามารถ.....	159
4.25 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการ ทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 (d <sub>31</sub> )).....	161

## สารบัญแผนภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 แสดงขั้นตอนของการประเมินตนเอง.....	13
2.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	31
3.1 แผนภาพการทดลอง.....	32
4.1 พัฒนาการของคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง.....	123
4.2 พัฒนาการของคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง.....	123
4.3 พัฒนาการของคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ.....	123
4.4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วงของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง จำแนกตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	152
4.5 ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วงของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง จำแนกตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	153
4.6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วงของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ จำแนกตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง.....	154
4.7 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 (d <sub>31</sub> )) .....	162

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้เราทันกับสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว และยังช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับประเทศต่างๆ ได้อีกด้วย ดังนั้น จึงควรปลูกฝังให้เด็กและเยาวชนซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคตให้มีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์จะสามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นผ่านการคิดโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาตนเองและสังคมต่อไป

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการทำกิจกรรมต่างๆ ที่เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องตามความมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นอกจากการเน้นเนื้อหาความรู้ของเรื่องต่างๆ ดังเช่นการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา ควรมุ่งเน้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดแก้ปัญหาและสามารถนำไปศึกษาหาความรู้ใหม่ๆ ได้ วิธีการหนึ่งที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างมากที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การปฏิบัติการทดลอง เนื่องจาก การทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบคำตอบจากการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมโดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการเรียนรู้อย่างเป็นกระบวนการ นอกจากนี้ การทดลองยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

การวัดและประเมินผลเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติจำเป็นต้องมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ โดยวิธีการหนึ่งที่ดีว่าเป็นการประเมินแนวใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากแนวเดิมที่เน้นการทดสอบเป็นหลัก ก็คือ การประเมินตนเอง ซึ่งการประเมินตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการทบทวน ไตร่ตรอง พิจารณาถึงจุดดี จุดด้อย ตรวจสอบข้อบกพร่องของตนเอง อันจะนำไปสู่การพัฒนาตนเองต่อไป (อวยพร เรื่องตระกูล และ สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช, 2553) การ

ประเมินตนเองมีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า สมรรถนะ และความสามารถของบุคคล เป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง และยังมีความเกี่ยวข้องกับคนหลากหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มเพื่อน ครูอาจารย์ หรือผู้ปกครอง เป็นต้น การประเมินตนเองมีประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้แก่ 1) ทำให้ผู้เรียนมีความพยายาม มีความเชื่อมั่นในตนเอง นำไปสู่การนับถือตนเอง 2) ทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาตนเอง เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการประเมินตนเองเป็นข้อมูลที่มีความหมายต่อผู้เรียน 3) การประเมินตนเองช่วยสร้างความใกล้ชิดระหว่างครูและนักเรียน เนื่องจากกระบวนการนี้จะช่วยให้ครูและนักเรียนต้องร่วมมือกันในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้

ปัจจุบันมีเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองหลากหลายประเภท ได้แก่ แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) มาตรฐานค่า (rating scale) แบบตรวจสอบรายการ (checklist) อนุทิน (journal) แบบสอบถามปลายเปิด (open-end questionnaire) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (rubric) โดยเครื่องมือแต่ละประเภทมีข้อดีที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกใช้เครื่องมือใดนั้นจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการประเมิน เนื้อหาสาระและลักษณะของวิชาที่จะประเมิน รวมถึงความสามารถ และระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ และ กมลวรรณ ตังธนากานนท์ (2553) ที่พบว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนภาษาไทยสูง เหมาะกับวิธีการประเมินงานเขียนเรียงความด้วยตนเองในรูปแบบของแบบสอบถามปลายเปิด และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนภาษาไทยปานกลางและต่ำเหมาะกับวิธีการประเมินงานเขียนเรียงความด้วยตนเองในรูปแบบของแบบตรวจสอบรายการ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก เป็นกลุ่มของเกณฑ์ที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงระดับของความสำเร็จ โดยมีระดับลดหลั่นตามระดับคุณภาพของการปฏิบัติ รูบริกถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญประเภทหนึ่งของการประเมินตนเอง เนื่องจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกใช้บอกความแตกต่างของคุณภาพของสิ่งที่ต้องการประเมินได้ เพราะมีเกณฑ์การประเมินในแต่ละระดับที่มีความชัดเจน นอกจากนี้เกณฑ์การประเมินที่ดีจะต้องเป็นที่ยอมรับจากผู้เกี่ยวข้องโดยปราศจากข้อโต้แย้งใดๆ สำหรับรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกที่มีใช้กันอยู่ มี 2 รูปแบบ คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (holistic scoring rubric) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบเหมาะสำหรับการประเมินความก้าวหน้าหรือพัฒนาการ (formative assessment) ของผู้เรียน (Jonsson & Svingby, 2007; Panadero & Jonsson, 2013 อ้างถึงใน กมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2557) และจากการศึกษาเพิ่มเติมจากงานวิจัยของ Hamzah, Abdullah, Muhammad, and Nasri (2014) และ Hamzah, Idris, Abdullah, and Muhammad (2015) พบว่ายังมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถให้ผลการประเมินที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นและง่ายต่อการประเมินตนเอง นั่นคือวิธีการให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น (double layer rubric) ซึ่งจัดเป็นเกณฑ์การให้



คะแนนแบบแยกองค์ประกอบอีกลักษณะหนึ่งที่ทำให้ผลการประเมินที่มีความละเอียดมากกว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกทั่วไป

ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบอีกประเภทหนึ่งที่ยังคงประกอบที่ใช้ในการประเมินแต่ละด้าน จะประกอบด้วยข้อรายการย่อยๆ 2 ระดับ ซึ่งผลรวมของคะแนนจากข้อรายการระดับย่อยที่สุดจะต้องถูกนำมาแปลงระดับคะแนน (rescale) เพื่อประเมินโดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งข้อดีของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น จะทำให้ครูผู้สอนได้ทราบถึงข้อบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะย่อยๆ ขององค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินด้านนั้นๆ มากกว่าเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูบริกปกติ สำหรับจุดเริ่มต้นของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น เป็นการพัฒนามาจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกทั่วไป เพื่อประเมินการนำไปใช้ของครูเกี่ยวกับระบบการประเมินที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน (school-based assessment, SBA) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินแบบองค์รวม (holistic assessment) ที่ให้ครูนำไปใช้ในการประเมินภายในโรงเรียนตามข้อกำหนดของหน่วยงานทางการศึกษาในประเทศมาเลเซีย โดยแบบประเมินที่ใช้ประกอบด้วยข้อคำถามด้านต่างๆ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้และทักษะในการประเมิน (knowledge and skill) 2) การวางแผนการประเมินของครู (teachers' planning) การนำไปใช้ของครูเกี่ยวกับระบบประเมินแบบ SBA (implementation of the SBA assessment) 4) การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประเมิน (instrument construction) และ 5) การไม่นำไปปฏิบัติของครูเกี่ยวกับระบบประเมินแบบ SBA (teachers' restraints in implementing SBA) ซึ่งในแต่ละด้านจะประกอบด้วยข้อคำถามย่อยๆ (Hamzah et al., 2015) สำหรับจุดเด่นของเกณฑ์การประเมินแบบรูบริก 2 ชั้น คือนอกจากจะให้ผลการประเมินที่เป็นค่าเฉลี่ยของการประเมินในด้านนั้นๆ แล้ว ยังทำให้ได้ทราบข้อมูลที่เป็นจุดแข็งหรือจุดอ่อนในด้านนั้นๆ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงได้ตรงประเด็นและพัฒนาในด้านนั้นๆ ให้ดียิ่งขึ้น

ในปัจจุบันพบว่า แต่ละห้องเรียนมีนักเรียนเป็นจำนวนมาก ประมาณ 40-50 คน โดยทั่วไปมักจะใช้แบบสอบในการการวัดและประเมินผลสำหรับนักเรียนกลุ่มใหญ่ ซึ่งแบบสอบเหมาะสำหรับการวัดด้านพุทธิพิสัย แต่การวัดและประเมินผลทางด้านทักษะพิสัยไม่สามารถใช้แบบสอบเพียงอย่างเดียวในการประเมิน เพราะทักษะบางทักษะไม่สามารถใช้วิธีการเขียนตอบในการวัดได้ เช่น ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการสังเกต ซึ่งจำเป็นที่จะต้องประเมินจากการกระทำจริงๆ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ต่างๆ ในการให้คะแนน (ประวิตร ชูศิลป์, 2524 อ้างถึงใน กุลชลี ตาลช่วง, 2546) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลองทำให้ครูผู้สอนซึ่งโดยส่วนใหญ่ในแต่ละคาบเรียนจะมีครูผู้สอนเพียงคนเดียวไม่สามารถประเมินขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติกิจกรรมเกี่ยวกับการทดลองได้อย่างทั่วถึง หรือหากมีการประเมินก็มักจะเป็นการประเมินรายกลุ่ม ซึ่งทุกคนในกลุ่มได้คะแนนเท่ากันทั้งหมดโดยใช้แบบประมาณค่าเป็นเครื่องมือในการสังเกต และใช้

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เทียนพร รังษีอนุวัตรกูร, 2532) ทำให้ไม่สามารถบอกถึงทักษะที่นักเรียนแต่ละคนมีหรือปฏิบัติได้ในการปฏิบัติการทดลองครั้งนั้นๆ รวมถึงการค้นพบข้อบกพร่องที่แท้จริงของนักเรียน เพื่อจะนำไปสู่การพัฒนาได้ตรงประเด็นเพื่อให้นักเรียนมีความก้าวหน้าเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นต่อการทดลองวิทยาศาสตร์ต่อไป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การประเมินตนเองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น งานวิจัยของ Fontana และ Fernandez (1994 อ้างถึงใน สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ และ กมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2553) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการประเมินตนเองที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีอายุ 8-14 ปี ซึ่งพบว่า การประเมินตนเองเป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมการเรียนรู้ของผู้เรียน และส่งผลทางบวกอย่างสูงต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และงานวิจัยของ สิริพรรณ พรรณโกสม (2537) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการประเมินตนเองที่มีต่อความสนใจในกิจกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองได้เลือกเกณฑ์การประเมินความสามารถในการทำแบบฝึกหัด ตรวจสอบคะแนนและเปรียบเทียบคะแนนที่ได้กับเกณฑ์ที่เลือกไว้พร้อมให้ผลป้อนกลับแก่ตนเอง พบว่ากลุ่มนักเรียนที่มีการประเมินตนเองมีความสนใจในกิจกรรมสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่มีการประเมินตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มนักเรียนที่มีการประเมินตนเองมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่มีการประเมินตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน เช่น งานวิจัยของ ประศาสน์ ชูมนาเสียว (2523 อ้างถึงใน กุลชลี ตาลช่วง, 2546) ที่ศึกษาการสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา พบว่า 1) เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น .945 2) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้ทักษะการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .51 ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 3) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .80 ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ ศรีลักษณ์ มาโกมล (2530) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้นักเรียนทำแบบสอบภาคปฏิบัติก่อนและทำแบบสอบข้อเขียนทันที ผลการวิจัยพบว่าคะแนนจากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดย

มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .71 และเสนอแนะให้ครูนำเอาแบบสอบถามเขียน ไปใช้แทนหรือใช้ควบคู่กับแบบสอบถามปฏิบัติได้

จากการศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การประเมินตนเองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับทักษะปฏิบัติการทดลอง แต่ยังไม่ค่อยพบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้วิธีประเมินตนเองในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองรวมถึงยังไม่พบงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง และเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองระหว่างวิธีการประเมินตนเองที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและวิธีการประเมินตนเองที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

จากผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะได้วิธีการประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีคุณภาพและประเมินได้ตรงตามสภาพจริงของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงและพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง นอกจากนี้ ผลการประเมินของผู้เรียนยังใช้เป็นสารสนเทศให้กับครูผู้สอนใช้ในการพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นได้อีกด้วย

### คำถามการวิจัย

1. นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินความสามารถด้านทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองโดยใช้วิธีประเมินตนเองที่แตกต่างกัน มีพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองที่มีรูปแบบการให้คะแนนที่แตกต่างกันกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

## สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การประเมินตนเองช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนผลงานของตนเอง ได้ทราบถึงจุดดี จุดด้อยที่จะต้องนำไปแก้ไขปรับปรุงเพื่อพัฒนาการเรียนให้ดียิ่งขึ้น สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีเหมาะกับระดับความสามารถของผู้เรียนที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มความสามารถ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ และ กมลวรรณ ตังธนากานนท์ (2553) ที่พบว่า ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนภาษาไทยสูง เหมาะกับวิธีการประเมินงานเขียนเรียงความด้วยตนเองในรูปแบบของแบบสอบถามปลายเปิด และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนภาษาไทยปานกลางและต่ำ เหมาะกับวิธีการประเมินงานเขียนเรียงความด้วยตนเองในรูปแบบของแบบตรวจสอบรายการ ประกอบกับการศึกษาเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก โดยเฉพาะเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแยกองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) ที่มุ่งเน้นเป็นการประเมินเพื่อความก้าวหน้า (formative assessment) และจากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของ Bruner (1971 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2552) ที่มีแนวคิดพื้นฐานที่เชื่อว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน และการเรียนรู้เกิดจากการที่ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งใหม่ๆ กับประสบการณ์ของตนเอง ผู้วิจัยจึงคาดว่าระดับความสามารถหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนน่าจะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และพัฒนาการ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้แนวทางในการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน น่าจะมีพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองแตกต่างกัน
2. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

## ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 (สพม.2)
2. ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย
  - 2.1 ตัวแปรอิสระ มี 2 ตัวแปร ได้แก่
    1. วิธีประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง มี 2 ระดับ ดังนี้
      - 1) วิธีประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

2) วิธีประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

2. ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ มี 3 ระดับ ดังนี้

- 1) ระดับสูง
- 2) ระดับปานกลาง
- 3) ระดับต่ำ

2.2 ตัวแปรตาม มี 1 ตัวแปร ได้แก่ คะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลอง

2.3 ตัวแปรควบคุม มี 4 ตัวแปร ได้แก่

1. จำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง โดยควบคุมให้เท่ากัน คือ 6 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

2. จำนวนครั้งที่ให้นักเรียนประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง โดยจัดให้นักเรียนที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองทุกวิธี ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองจำนวน 3 ครั้งเท่ากัน ซึ่งแต่ละครั้งห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์

3. วิธีในการจัดการเรียนการสอน ควบคุมโดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบเดียวกันสำหรับทุกกลุ่ม

4. เรื่องที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการทดลองเป็นเรื่องเดียวกัน

#### คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

**การประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง กระบวนการที่ให้ผู้เรียนทบทวนและไตร่ตรองผลการปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ดำเนินการโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

**วิธีประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง วิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดไว้ 2 วิธี คือ

**วิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก** เป็นวิธีการประเมินการปฏิบัติการทดลอง โดยให้ผู้เรียนพิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างคุณลักษณะด้านการปฏิบัติการทดลองของตนเองกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแยกองค์ประกอบ ที่นักเรียนมีการให้คะแนนตามระดับความสามารถในการปฏิบัติงานของตนเอง

**วิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น** เป็นวิธีการประเมินการปฏิบัติการทดลอง โดยให้ผู้เรียนพิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างคุณลักษณะด้านการปฏิบัติการทดลองของตนเองกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ซึ่งจัดเป็นรูบริกแบบแยกองค์ประกอบที่มีการให้คะแนนใน 2 ระดับชั้น โดยในระดับชั้นที่ 1 นักเรียนมีการให้คะแนนตาม

ระดับความสามารถในการปฏิบัติงานของตนเอง และนำผลรวมของคะแนนให้ระดับชั้นที่ 1 มาแปลงเป็นคะแนนในระดับชั้นที่ 2 ตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้

**ทักษะปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบ หรือพิสูจน์ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างเป็นทางการ โดยมีองค์ประกอบที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ได้แก่ 1) เทคนิคการทดลอง 2) การวางแผนและดำเนินการทดลอง 3) ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง 4) ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และ 5) การรายงานผลการทดลอง ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความหมายดังต่อไปนี้

**เทคนิคการทดลอง** หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง มีความปลอดภัยในการทดลอง และมีทักษะในการสังเกตการทดลอง

**การวางแผนและดำเนินการทดลอง** หมายถึง ความสามารถในการวางแผนก่อนทำการทดลอง สามารถออกแบบการทดลองได้ รวมถึงมีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม

**ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง ความสามารถในการทำการทดลองและการใช้เครื่องมือได้อย่างมั่นใจและคล่องแคล่ว รวมถึงความสามารถในการทำการทดลองได้ถูกต้องตามขั้นตอน

**ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง ความสามารถในการจัดเก็บและทำความสะอาดอุปกรณ์และพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองได้เป็นระเบียบเรียบร้อย รวมถึงการกำจัดของเหลือทิ้งในภาชนะที่เตรียมไว้ให้

**การรายงานผลการทดลอง** หมายถึง ความสามารถในการบันทึกผลการทดลอง การใช้ผลการทดลอง การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

**ระดับความสามารถของผู้เรียน** หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ได้จากคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยที่

**นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง** หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป

**นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง** หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 65-79

**นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ** หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ต่ำกว่าร้อยละ 65

**พัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลอง** หมายถึง แนวโน้มของคะแนนความสามารถด้านทักษะปฏิบัติการทดลองจากระยะเวลาหนึ่งไปถึงอีกระยะเวลาหนึ่งว่ามีการเพิ่มขึ้น คงที่ หรือลดลงเป็นเท่าไร

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดให้พิจารณาพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง และพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองถูกกำหนดให้แบ่งพิจารณาจาก 3 ช่วง ดังนี้

**ช่วงที่ 1** หมายถึง คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 2

**ช่วงที่ 2** หมายถึง คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ครั้งที่ 2 เทียบกับครั้งที่ 3

**ช่วงที่ 3** หมายถึง คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ครั้งที่ 1 เทียบกับครั้งที่ 3

**ปฏิสัมพันธ์** หมายถึง ค่าของตัวแปรตามที่เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนในแต่ละระดับของตัวแปรอิสระตัวแปรหนึ่งที่แตกต่างกันจากค่าของตัวแปรตามที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละระดับของตัวแปรอิสระอีกตัวแปรหนึ่ง ซึ่งวิเคราะห์ได้จากสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA)

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ครูผู้สอนได้ทราบวิธีประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่สอดคล้องกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน อันจะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนรวมถึงการประเมินผลที่จะทำให้ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันเกิดพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองได้สูงที่สุด

2. ทำให้ได้เครื่องมือประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง และเป็นสารสนเทศให้กับครูผู้สอนนำไปใช้ในการเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน อันจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลสำหรับใช้ในการวิจัยจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยจะแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ตอนที่ 1 การประเมินตนเอง

- 1.1 ความหมายของการประเมินตนเอง
- 1.2 ลักษณะของการประเมินตนเอง
- 1.3 ขั้นตอนการประเมินตนเอง
- 1.4 วิธีการประเมินตนเอง
- 1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเอง
- 1.6 ประโยชน์ของการประเมินตนเอง
- 1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลอง

- 2.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติ
- 2.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะปฏิบัติ
- 2.3 การประเมินผลการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติการทดลอง
- 2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

#### ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น (double layer rubric)

- 3.1 ความหมายและความเป็นมาของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น
- 3.2 ตัวอย่างและวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น
- 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น



## ตอนที่ 1 การประเมินตนเอง

รายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินตนเอง มีดังนี้

### 1.1 ความหมายของการประเมินตนเอง

การประเมินตนเองเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อผู้เรียนเพราะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตรวจสอบ ได้ทราบถึงข้อดีและข้อบกพร่องของตนเอง อันจะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการประเมินตนเองไว้ ดังนี้

Rolheiser and Ross (2007) ได้ให้ความหมายของการประเมินตนเองว่า หมายถึง การตัดสินคุณค่าผลงานของตนเอง โดยอาศัยหลักฐานและเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน ที่มีจุดประสงค์เพื่อการพัฒนาของตนเองต่อไป

Andrade and Valtcheva (2009) ได้กล่าวว่า การประเมินตนเองเป็นการให้ผู้เรียนได้ไตร่ตรองเกี่ยวกับคุณภาพของผลงานตนเอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินเพื่อความก้าวหน้า (formative assessment) โดยมีได้รอหรือเชื่อจากสิ่งที่ครูผู้สอนประเมินเท่านั้น

Andrade, Du, and Mycek (2010) ได้กล่าวเกี่ยวกับการประเมินตนเองว่า เป็นการให้ผู้เรียนได้สะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพของผลงานตนเอง โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขผลงานของตนเองให้สอดคล้องกับเกณฑ์หรือเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้

ยุพา เวียงกลม (2541) ได้ให้ความหมายของการประเมินตนเองว่า หมายถึง การพิจารณาไตร่ตรอง ตรวจสอบข้อบกพร่อง จุดดี จุดด้อย เพื่อตัดสินความก้าวหน้าของตนเอง โดยเปรียบเทียบพฤติกรรมหรือการกระทำของตนเองกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ แล้วนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลย้อนกลับให้กับตนเอง

รัชนิวรรณ สงชู (2544) ได้กล่าวว่า การประเมินตนเองเป็นวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือการตัดสินระดับความสามารถของตนเองผ่านการคิดพิจารณาไตร่ตรองเกี่ยวกับการกระทำของตนเองว่าต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องใดบ้าง แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ โดยใช้แบบประเมินมาตรฐานหรือแบบประเมินที่สร้างขึ้นเองให้ผู้ถูกวัดได้อธิบายการกระทำหรือแสดงพฤติกรรม

จากแนวคิดและความหมายที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการประเมินตนเองได้ว่า การประเมินตนเองเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินความก้าวหน้า ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้บุคคลได้พิจารณาไตร่ตรอง รับรู้ และตัดสินเกี่ยวกับการปฏิบัติงานหรือคุณภาพของงานที่ตนเองได้สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงจุดดี จุดด้อยของตนเอง และนำผลการประเมินที่ได้มาเป็นข้อมูลย้อนกลับแก่ตนเอง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

## 1.2 ลักษณะของการประเมินตนเอง

การประเมินตนเองมีลักษณะที่น่าสนใจ 3 ประการ คือ

1. การประเมินตนเองเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า และความสามารถของบุคคล (Judge, Bono, Erez, & Lock, 2005) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้บุคคลได้มีโอกาสทบทวนเกี่ยวกับความสามารถในการปฏิบัติงานของตนเอง มีการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการทำงานของตนเอง รวมถึงการวางแผนและหาวิธีในการพัฒนางานต่อไป

2. การประเมินตนเองเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง (Dixon & Moorse, 2000) การประเมินตนเองมีจุดเน้นเพื่อเป็นการพัฒนารายบุคคล เพื่อให้บุคคลเกิดการรับรู้ เรียนรู้ และสามารถวางแผนเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยตนเอง ตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน รวมถึงอนาคต

3. การประเมินตนเองเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับคนหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มเพื่อน (peer) ครูผู้สอน และผู้ปกครอง เป็นต้น การประเมินตนเองที่ดีและมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องได้รับข้อมูลย้อนกลับ (feedback) หรือข้อคิดเห็นจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้บุคคลได้ทราบถึงผลการทำงานของตนเองได้อย่างครอบคลุมรอบด้าน (Sherman, Dobbins, Tibbetts, Crocker, & Dlott, 2002) แต่การที่จะได้รับประโยชน์สูงสุดนั้น ผู้ประเมินตนเองจะต้อง รับฟังข้อคิดเห็นต่างๆ อย่างวางตัวเป็นกลางโดยปราศจากอคติ

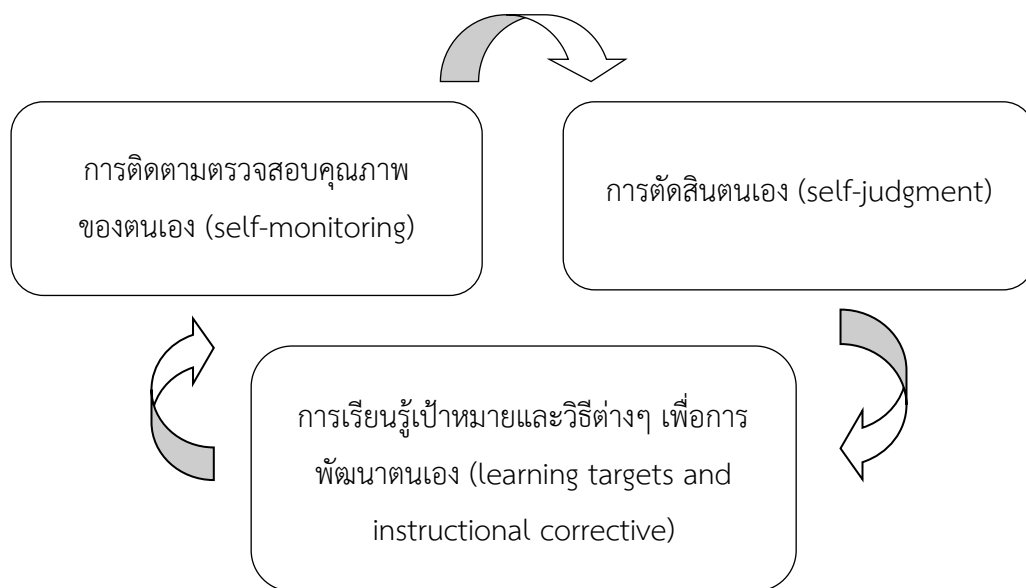
## 1.3 ขั้นตอนการประเมินตนเอง

McMillan and Hearn (2008) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการประเมินตนเองว่าประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่มีความต่อเนื่องกัน ดังนี้คือ

1. การติดตามตรวจสอบคุณภาพของตนเอง (self-monitoring) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพิจารณาตรวจสอบ ด้วยการคิดอย่างตั้งใจเกี่ยวกับสิ่งที่ตนกำลังกระทำอยู่ โดยใช้เกณฑ์ภายนอกในการเทียบเคียงเพื่อตรวจสอบและประเมินตนเอง (McMillan & Hearn, 2008)

2. การตัดสินตนเอง (self-judgment) เป็นการให้ผู้เรียนพิจารณาถึงผลงานหรือความสามารถในปัจจุบันกับผลงานหรือความสามารถที่เป็นมาตรฐานหรือตามที่คาดหวังไว้ ซึ่งการตัดสินตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบและตระหนักเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองรู้และสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ เพื่อนำไปพัฒนาตนเองเพิ่มขึ้น (Bruce, 2001; McMillan & Hearn, 2008)

3. การเรียนรู้เป้าหมายและวิธีต่างๆ เพื่อการพัฒนาตนเอง (learning targets and instructional corrective) เพื่อให้นักเรียนสามารถนำผลการประเมินไปปรับใช้และพัฒนาผลงานหรือความสามารถของตนเองต่อไป



แผนภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนของการประเมินตนเอง

ที่มา : McMillan และ Hearn (2008)

สอดคล้องกับที่ สิริพรรณ พรรณโกสุม (2537) ที่ได้เสนอขั้นตอนในการประเมินตนเองไว้ 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การเลือกเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับผลงานหรือความสามารถของตนเอง ซึ่งเป็นการให้อิสระและลดความกดดันให้แก่ผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคุณค่าในตัวเอง
2. การเปรียบเทียบผลงานหรือความสามารถของตนเองกับเกณฑ์การประเมิน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความสามารถของตนเองและมีความรับผิดชอบต่อการประเมินที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความท้าทายที่จะพัฒนาคุณภาพผลงานของตนเองต่อไป
3. การให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับคุณภาพผลงานหรือความสามารถของตนเองหลังจากที่กิจกรรมเสร็จสิ้น เพื่อให้นำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาผลงานหรือความสามารถของตนเองต่อไป

#### 1.4 วิธีการประเมินตนเอง

การประเมินตนเองเป็นขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (formative evaluation) (Andrade & Valtcheva, 2009) ซึ่งจะเป็นการประเมินในขณะที่มีการดำเนินการเรียนการสอนอยู่หรือเป็นการประเมินหลังจากจบการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนการสอน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ และตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพผลงานของตนเอง โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้น เพื่อให้ทราบถึงจุดดี จุดด้อยของตนเอง และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ตนเองเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาผลงานของตนเองต่อไป (Andrade & Valtcheva, 2009)

เกณฑ์การประเมินประกอบด้วยข้อความที่เป็นตัวบ่งชี้ที่ต้องการประเมินรวมถึงรายละเอียดที่ใช้เป็นจุดตัดสินใจในการประเมิน เกณฑ์การประเมินมีหลายรูปแบบ แต่รูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญก็คือ เกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (rubric assessment criteria)

รูบริก คือ กลุ่มของเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการประเมินมาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยจะมีตัวบ่งชี้ที่บอกถึงการปฏิบัติที่ต้องการให้บรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งเอาไว้ และมีระดับลดหลั่นกันตามระดับคุณภาพของการปฏิบัติงาน รูบริกนับว่าเป็นหลักสำคัญของการประเมินตนเอง เนื่องจากการประเมินแบบรูบริกสามารถบอกความแตกต่างของคุณภาพสิ่งที่ต้องการประเมินได้อย่างชัดเจน ซึ่งเกณฑ์การประเมินที่ดีจะต้องเป็นที่ยอมรับจากผู้เกี่ยวข้องอย่างไม่มีข้อสงสัยใดๆ จากการศึกษาวิธีการประเมินแบบรูบริก พบว่า มีแนวทางที่ใช้ในการประเมิน 2 รูปแบบ คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (holistic scoring rubric) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) (Allen, 2004; Waltman, Kahn, & Koency, 1998) ซึ่งแต่ละรูปแบบมีรายละเอียด ดังนี้

**1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (holistic scoring rubric)** เป็นการให้คะแนนผลงานหรือสิ่งที่ต้องการประเมิน โดยการพิจารณาจากภาพรวมเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือกระบวนการ ความคิดรวบยอดที่ได้ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร แล้วนำความแตกต่างของสิ่งที่มีคุณภาพแตกต่างกันมาเขียนอธิบาย โดยวิธีการให้คะแนนแบบองค์รวมแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

**1) การแบ่งตามระดับคุณภาพ** เป็นการแบ่งลักษณะของผลงานออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีระดับคุณภาพดีถึงดีมาก กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีระดับคุณภาพยอมรับได้ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่มีระดับคุณภาพยอมรับได้น้อยหรือยอมรับไม่ได้ โดยเขียนบรรยายลักษณะของระดับคุณภาพในแต่ละกลุ่มไว้อย่างชัดเจน ครบคลุม และเป็นที่ยอมรับ

**2) การแบ่งตามระดับความผิดพลาด** โดยการพิจารณาจากความบกพร่องของสิ่งๆ นั้น ว่ามีมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลงานที่มีคุณภาพสมบูรณ์จะได้รับคะแนนเต็ม จากนั้นคะแนนจะลดหลั่นลงมาตามข้อผิดพลาดที่มีมากขึ้น

2. **เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ** (analytic scoring rubric) เป็นการพิจารณาคุณภาพของผลงานหรือความสามารถโดยการจำแนกองค์ประกอบในการให้คะแนนและอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งการประเมินในทุกองค์ประกอบจะต้องเป็นที่เข้าใจแก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายให้ได้รับทราบตรงกัน โดยองค์ประกอบที่แยกพิจารณานั้นจะมีจำนวนองค์ประกอบเท่าใด ขึ้นอยู่ที่ว่าการพิจารณาประเมินตนเองต้องการความละเอียดมากน้อยเพียงไร เช่น แบ่งระดับการประเมินออกเป็น 6 หรือ 7 ระดับ สำหรับสิ่งที่ต้องการประเมินที่มีองค์ประกอบในการพิจารณาจำนวนมากและมีความละเอียด ส่วน 3 ถึง 4 ระดับ สำหรับสิ่งที่ต้องการประเมินที่มีองค์ประกอบในการพิจารณาไม่มากนัก เป็นต้น

### 1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเอง

ได้มีการพัฒนาวิธีการประเมินตนเองให้เหมาะสมกับบริบทและระดับของการนำไปใช้ ซึ่งเครื่องมือประเมินตนเองที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันแบ่งเป็น 5 ประเภท คือ แบบตรวจสอบรายการ มาตรฐานค่า อนุทิน แบบสอบถามปลายเปิด และแฟ้มสะสมผลงาน แต่ละประเภทมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. **แบบตรวจสอบรายการ** (checklist) คือ ข้อรายการที่มีการรวบรวมไว้เพื่อตรวจสอบเกี่ยวกับพฤติกรรมหรือกิจกรรมเป้าหมายว่ามีการดำเนินการเป็นไปตามข้อรายการนั้นหรือไม่ ซึ่งข้อความอาจถูกเขียนไว้ในรูปแบบของการ *มี/ไม่มี สมบูรณ์/ไม่สมบูรณ์* หรือ *ใช่/ไม่ใช่* ก็ได้ แบบตรวจสอบรายการจะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบข้อบกพร่องของงานที่ต้องได้รับการแก้ไขตามการรับรู้ของตนเอง

2. **มาตรฐานค่า** (rating scale) เป็นกลุ่มของข้อความที่ถูกออกแบบมาเพื่อดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะที่ต้องการออกมา มาตรฐานค่าเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ได้รับการนิยมนำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลทั้งในงานวิจัยและงานประเมิน เนื่องจากเชื่อว่าข้อความหรือกลุ่มข้อความที่ใช้จะถ่ายทอดความคิด ความรู้สึก เจตคติหรือคุณลักษณะอื่นๆ ที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ออกมาทางข้อความที่ใช้ (Clawson, Kotter, Faux, & McArthur, 1992) องค์ประกอบสำคัญของมาตรฐานค่าประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อความที่สัมพันธ์กับคุณลักษณะที่ต้องการวัด และส่วนที่ 2 ระดับความมากน้อยของพฤติกรรม/ความเห็นพ้องกับข้อความ ซึ่งอาจแบ่งระดับแตกต่างกันได้สำหรับการประเมินในแต่ละคุณลักษณะ รูปแบบของระดับคะแนนมักจะเรียงจากน้อยไปมาก เช่น เรียงตามระดับความถี่ของพฤติกรรม (ไม่เคย → บ่อย) หรือระดับความเห็นพ้องกับข้อความ (ไม่เห็นด้วย → เห็นด้วยอย่างยิ่ง) (Clawson et al., 1992) เป็นต้น

3. **อนุทิน (journal)** คือ บันทึกข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นประสบการณ์ และการแสดงความรู้สึกของตนเอง หรือบันทึกการปฏิบัติงานในแต่ละวัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับการสะท้อนความคิดเห็นในรูปแบบข้อความที่เขียนในขอบเขตของสถานการณ์ที่ได้พบเจอ บุคคลที่เกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นๆ วิธีการปฏิบัติในสถานการณ์ที่พบเจอ ความรู้สึกที่เกิดขึ้น ผลที่เกิดจากการปฏิบัติครั้งนั้นๆ แต่ในการติดตามพิจารณาประเด็นที่สนใจนั้น ควรที่จะต้องให้ผู้ประเมินตนเองเขียนอนุทินอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยทั่วไปอนุทินมักไม่มีรูปแบบหรือหลักเกณฑ์กำหนดตายตัวในการเขียน เพียงแต่ควรระบุวันที่ทำการบันทึกให้ชัดเจน เนื่องจากเมื่อเขียนอนุทินไปเรื่อยๆ แล้วข้อความเหล่านั้นจะเป็นหลักฐานสำคัญทางประวัติศาสตร์ที่ช่วยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของความคิด ความรู้สึก หรือความก้าวหน้าขึ้นนั่นเอง

4. **แบบสอบถามปลายเปิด (open-end questionnaire)** คือ ชุดของคำถามที่มีช่องว่างเว้นไว้ให้ผู้ตอบได้เขียนตามความต้องการของตนเองตามประเด็นคำถามแต่ละข้อที่กำหนดไว้ได้อย่างอิสระ ข้อดีของแบบสอบถามปลายเปิด คือ มีความยืดหยุ่นสูงในการตอบ เนื่องจากไม่มีการกำหนดกรอบคำตอบที่ตายตัวมากเกินไป ทำให้ได้ข้อมูลจากการตอบจำนวนมากและมีความหลากหลาย จึงมักใช้ในบริบทของการสอบถามความคิดเห็นซึ่งไม่มีการผิดหรือถูก

5. **แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio)** คือ แหล่งรวบรวมผลงานที่มีการใช้ประสบการณ์ ความรู้ แนวคิดของบุคคล มาปรับปรุงและพัฒนางานของตนเอง เพื่อใช้ในการพิจารณาความก้าวหน้า ผลสัมฤทธิ์ ทักษะ และทัศนคติที่เปลี่ยนแปลงไป ในแฟ้มสะสมผลงานนั้นประกอบด้วยชิ้นงานที่มีความหลากหลาย เช่น ชิ้นงานที่ทำเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ประกาศนียบัตร บทความหรืองานเขียน โครงการงาน ข้อเขียนที่สะท้อนความรู้สึกของตนเอง หลักฐานด้านทักษะทางสังคม ภาพถ่ายกิจกรรม ประวัติส่วนตัว ฯลฯ นอกจากผลงานที่ได้รับการคัดสรรไว้ในแฟ้มสะสมผลงานแล้ว องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือ ความคิดเห็นต่องาน/แฟ้มสะสมผลงานทั้งจากเจ้าของแฟ้มสะสมผลงานที่ต้องสะท้อนความคิดเห็นต่องาน ความภาคภูมิใจ การเรียนรู้ที่ได้รับจากการพัฒนางาน จุดเด่น และจุดด้อยแล้ว ครูและกลุ่มเพื่อนก็มีส่วนสำคัญในการแสดงความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการพัฒนางานได้อีกด้วย ประโยชน์จากการพัฒนาแฟ้มสะสมผลงานช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ แก่ไขข้อบกพร่องของตนเองได้โดยตรง ผ่านการพิจารณาของตนเอง ช่วยพัฒนากระบวนการคิด การใช้เหตุผล การจัดการและการสื่อสารของบุคคล ทำให้เห็นถึงพัฒนาการและผลสัมฤทธิ์จากงานชิ้นแรกไปจนถึงงานชิ้นสุดท้ายได้อย่างชัดเจน บุคคลสามารถพัฒนางานได้หลายครั้งเพื่อให้ได้งานที่ดีที่สุดเพื่อนำไปรวบรวมไว้ในแฟ้มทำให้งานแต่ละชิ้นเป็นงานที่มีความหมาย (Defina, 1992)

## 1.6 ประโยชน์ของการประเมินตนเอง

จากการศึกษาเอกสารและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตนเองสามารถสรุปประโยชน์ของการประเมินตนเองได้ 5 ประการ ดังนี้

1. ทำให้ผู้ประเมินตนเองเกิดการสะท้อนความคิดของตนเอง มีความพยายามในการทำงานมากขึ้น รวมถึงทำให้เกิดการยกย่องนับถือตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากยิ่งขึ้น (Arthur, 1995; Dixon & Moore, 2000; Rolheiser & Ross, 2007)
2. ช่วยให้ผู้ประเมินตนเองได้ทราบถึงจุดเด่นและข้อบกพร่องของตนเอง รวมถึงขอบเขตความสามารถในการพัฒนาตนเองของแต่ละบุคคล (Arthur, 1995; Liebovich, 2000) การประเมินตนเองนับว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุดวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ผู้ประเมินตนเองได้รับทราบถึงความก้าวหน้าของตน และทราบถึงวิธีที่จะดำเนินการเพื่อพัฒนางานของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. ช่วยให้ผู้ประเมินตนเองเกิดแรงจูงใจในการเพิ่มความสามารถเพื่อพัฒนางานของตน (Ross, Hogaboam-Gray, & Rolheiser, 2002) เพราะเมื่อบุคคลได้รับทราบจุดเด่นและข้อบกพร่องซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความหมายต่อตนเอง ย่อมจะหาวิธีในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนางานของตนเองต่อไป
4. ทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจต่องานที่ทำ (Judge et al., 2005) มีผลการวิจัยหลายเรื่อง que แสดงให้เห็นว่า การประเมินตนเองช่วยให้ผู้ประเมินรับรู้ถึงความสามารถของตนเองมีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงานเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จ และช่วยลดภาวะความเครียดจากการทำงาน
5. ทำให้ผู้ประเมินมีความกระตือรือร้นในการพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา ช่วยปลูกฝังให้มีนิสัยในการค้นหาข้อบกพร่องของตนเอง พร้อมทั้งหาวิธีในการแก้ไขอย่างสม่ำเสมอ (Arthur, 1995)

## 1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยของ Fontana และ Fernandez (1994 อ้างถึงใน สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ และ กมลวรรณ ดังธนกานนท์, 2553) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการประเมินตนเองที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีอายุ 8-14 ปี ซึ่งพบว่า การประเมินตนเองเป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมการเรียนรู้ของนักเรียน และส่งผลทางบวกอย่างสูงต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และงานวิจัยของ สิริพรรณ พรหมโกสุม (2537) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการประเมินตนเองที่มีต่อความสนใจในกิจกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองได้เลือกเกณฑ์การประเมินความสามารถในการทำแบบฝึกหัด ตรวจนับคะแนนและเปรียบเทียบคะแนนที่ได้กับเกณฑ์ที่เลือกไว้พร้อมให้ผลป้อนกลับแก่ตนเอง พบว่ากลุ่มนักเรียนที่มีการประเมินตนเองมีความสนใจในกิจกรรมสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่มีการประเมินตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มนักเรียนที่มีการประเมินตนเองมี

ผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่มีการประเมินตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินตนเอง (self-evaluation) เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้ประเมินตนเองนำผลการประเมินไปพัฒนางานของตน เช่น การนำจุดเด่นของตนเองไปพัฒนาต่อยอดในงาน รวมถึงมีการวางแผนเพื่อปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับข้อบกพร่องต่างๆ ของตนเองเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น และหากผู้ประเมินได้ยึดถือแนวทางในการประเมินตนเองเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่องแล้ว ย่อมจะทำให้เป็นผู้ที่เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างยั่งยืน

## ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลอง

รายละเอียดเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลอง มีดังต่อไปนี้

### 2.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติ

ทักษะปฏิบัติ หมายถึง การเคลื่อนไหวและควบคุมการเคลื่อนไหวทางกายภาพ รวมถึงการใช้ทักษะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว และการประสานสัมพันธ์ของทักษะต่างๆ ซึ่งอาจเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายแบบพื้นฐาน หรือเป็นการแสดงการปฏิบัติงานตามกระบวนการต่างๆ ก็ได้ (กมลวรรณ ตั้งชนกานนท์, 2557)

### 2.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นด้านทักษะปฏิบัติ

ทักษะปฏิบัติจัดเป็นความสามารถในการปฏิบัติการกระทำหรือการแสดงออกต่างๆ ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางกาย การทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งอาจต้องใช้กล้ามเนื้อหลายส่วน และมีความซับซ้อน โดยเกิดจากการสั่งการของสมองและต้องมีปฏิสัมพันธ์กับความรู้สึกที่เกิดขึ้น ทักษะส่วนใหญ่จะประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ซึ่งทักษะปฏิบัตินี้สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยการฝึกฝน

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรูปแบบการเรียนการสอนด้านทักษะปฏิบัติที่น่าสนใจ 3 แนวทาง ดังนี้ (ทิตินา แคมมณี, 2548)

1. รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของแฮร์โรว์ (Harrow) แบ่งการพัฒนาทักษะปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนตามความซับซ้อนจากน้อยไปมากเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการเลียนแบบ ผู้เรียนสังเกตการกระทำที่ต้องการให้ทำได้ มีการรับรู้และเห็นว่าประกอบไปด้วยขั้นตอนอะไรบ้างแม้จะไม่ครบถ้วน

2) ขั้นการลงมือทำตามสั่ง ผู้เรียนทำตามโดยไม่มีแบบให้เห็น ทำให้ได้ประสบการณ์ในการลงมือทำ แม้อาจจะค้นพบปัญหาต่างๆ ซึ่งช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ และการปรับการกระทำให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น



3) ขั้นการกระทำอย่างถูกต้องสมบูรณ์ ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนจนสามารถกระทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์โดยไม่จำเป็นต้องมีต้นแบบ

4) ขั้นการแสดงออก ผู้เรียนมีโอกาสในการฝึกฝนมากขึ้นจนกระทั่งสามารถทำสิ่งนั้นได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องสมบูรณ์ ด้วยความมั่นใจ

5) ขั้นการกระทำอย่างเป็นธรรมชาติ ผู้เรียนสามารถกระทำได้อย่างสบายๆ ไม่ต้องใช้ความพยายามเป็นพิเศษ โดยอาศัยการปฏิบัติบ่อยๆ ในสถานการณ์ที่หลากหลายจนมีความชำนาญ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านทักษะการปฏิบัติอย่างถูกต้องสมบูรณ์ สามารถแสดงออกและกระทำได้อย่างเป็นธรรมชาติ

**2. รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน (Simpson)** ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนพัฒนาการปฏิบัติที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวหรือการประสานของกล้ามเนื้อทั้งหลายได้อย่างดีตามลำดับขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นการเรียนรู้ ผู้เรียนสังเกตการทำงานและรับรู้การกระทำ
- 2) ขั้นการเตรียมความพร้อม ผู้เรียนมีการเตรียมความพร้อมทั้งด้านร่างกายจิตใจ และอารมณ์ สำหรับการเคลื่อนไหวหรือการแสดงทักษะ
- 3) ขั้นการตอบสนองภายใต้การควบคุม ให้ผู้เรียนได้เลียนแบบหรือลองผิดลองถูกจนสามารถตอบสนองได้ถูกต้อง
- 4) ขั้นลงมือกระทำจนเป็นปกติที่ทำได้เอง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นและปฏิบัติได้จนประสบความสำเร็จ
- 5) ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนจนกระทำได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ และเป็นไปด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง
- 6) ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ ช่วยให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงทักษะการปฏิบัติของตนให้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำทักษะที่มีไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้
- 7) ขั้นการริเริ่ม หลังจากที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จนชำนาญและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย ย่อมจะทำให้เกิดความคิดริเริ่มใหม่ๆ และสามารถปรับการปฏิบัติให้เป็นไปตามที่ตนต้องการ นอกจากนี้ยังมีการปรับเพื่อพัฒนาทักษะให้มีความเชี่ยวชาญและทำให้เกิดคุณค่ามากยิ่งขึ้น

**3. รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส (Davies)** โดยส่วนใหญ่ทักษะปฏิบัติต่างๆ ไปจะประกอบด้วยทักษะย่อยๆ จำนวนมาก ดังนั้นจึงควรฝึกให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติทักษะย่อยๆ ได้ก่อนแล้วค่อยเชื่อมโยงเป็นทักษะใหญ่ ย่อมจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้นตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นสาธิตการกระทำ ผู้เรียนได้สังเกตเห็นทักษะหรือการปฏิบัติตั้งแต่ต้นจนจบ อย่างเป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ช้าหรือเร็วจนเกินไป รวมถึงมีการได้รับคำแนะนำให้สังเกตจุดที่มีความสำคัญเป็นพิเศษ
- 2) ขั้นสาธิตทักษะย่อย ให้ผู้เรียนได้สังเกตและปฏิบัติตามไปที่ละส่วนอย่างช้าๆ
- 3) ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย โดยไม่มีการสาธิตหรือมีต้นแบบให้ดู แต่มีผู้สอนคอยช่วยแนะนำและแก้ไขจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติเองได้ แล้วจึงเริ่มทักษะย่อยใหม่
- 4) ขั้นให้เทคนิควิธีการ เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้แล้ว อาจได้รับคำแนะนำหรือเทคนิควิธีการที่มีประโยชน์เพิ่มเติม เช่น ด้านความประณีตสวยงาม ด้านความสะอาดและรวดเร็วในการทำผลงาน เป็นต้น
- 5) ขั้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงทักษะย่อยๆ เป็นทักษะที่สมบูรณ์ต่อเนื่องจนจบ เมื่อผู้เรียนฝึกปฏิบัติทักษะย่อยๆ ได้อย่างชำนาญ จะทำให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติทักษะต่างๆ ที่ประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

## 2.3 การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง

### 2.3.1 ความสำคัญของทักษะปฏิบัติในการเรียนวิทยาศาสตร์ (สรรพสิทธิ์ สีหาอินทร์, 2547)

แนวทางการยกระดับคุณภาพการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมนำความรู้ และเจตนาธรรมกระทรวงศึกษาธิการ ที่มุ่งเน้นให้เด็กและเยาวชนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ ทำให้การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเป็นเป้าหมายหลักของการปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ดังนั้น ทักษะปฏิบัติจึงเป็นทักษะที่จำเป็นต้องได้รับการประเมินว่านักเรียนมีความสามารถในการปฏิบัติการกระทำหรือการแสดงออกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางกาย การทำงานของกล้ามเนื้อ เป็นไปในแนวทางไหน มีข้อดีข้อเสียอย่างไร ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กนักเรียนไทย อาจซับซ้อนถึงการใช้กล้ามเนื้อหลายส่วน เกิดจากการสั่งของสมอง ซึ่งต้องมีปฏิสัมพันธ์กับความรู้สึที่เกิดขึ้น ทักษะส่วนใหญ่ประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ทักษะปฏิบัตินี้พัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนที่ดี

### 2.3.2 แนวคิดและหลักในการประเมินทักษะปฏิบัติในการเรียนวิทยาศาสตร์

การประเมินด้านทักษะปฏิบัติมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางทฤษฎี
2. เพื่อตรวจสอบหรือประเมินกระบวนการปฏิบัติงาน
3. เพื่อประเมินผลงานที่เกิดจากกระบวนการปฏิบัติงาน

#### 4. เพื่อประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติที่ผู้เรียนแสดงออกในขณะปฏิบัติงาน

การประเมินผลงานด้านการปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ผู้สอนสังเกตได้โดยตรงในขณะผู้เรียนปฏิบัติการ และส่วนที่เป็นผลงานที่มอบหมายให้ทำ ส่วนที่ผู้สอนสามารถประเมินได้โดยตรงในขณะผู้เรียนปฏิบัติ ได้แก่ การหยิบจับวัสดุอุปกรณ์ในการทำงาน การเลือกและการใช้เครื่องมือในการทำงาน รวมถึงส่วนของกระบวนการทำงาน สำหรับส่วนที่เป็นงานที่มอบหมายให้ทำ ได้แก่ ผลงานที่เกิดขึ้น เช่น โครงการ ผลการทดลอง หรือแม้แต่การสรุปผลการทดลอง

การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองอาจใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติได้ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะกระบวนการ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะแปลความหมายข้อมูลและการสรุป ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและสรุปผล

**2.3.3 ลักษณะกิจกรรมการปฏิบัติในการเรียนวิทยาศาสตร์ มี 2 แบบ คือ 1) การปฏิบัติการทดลอง และ 2) การปฏิบัติการทำโครงการ**

**1. การปฏิบัติการทดลอง** เป็นการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะกระบวนการดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ในการเรียนรู้เพื่อพิสูจน์สมมติฐานหรือข้อสงสัยอย่างเป็นระบบและมีกระบวนการ ซึ่งมีขั้นตอนในการทำการทดลอง ดังนี้ 1. ตั้งปัญหา คือ ข้อสงสัยของตนเอง 2. ตั้งสมมติฐาน คือ การใช้ความรู้เดิมในการคาดเดาคำตอบของการทดลอง 3. การทำการทดลอง คือ การลงมือปฏิบัติ 4. การบันทึกผลการทดลอง คือ การบันทึกสิ่งที่ได้จากการทดลองด้วยความเป็นจริง 5. การสรุปผลการทดลอง คือ การสรุปคำตอบจากการทดลองหรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

**2. การปฏิบัติการทำโครงการ** โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการสืบเสาะหาความรู้ การลงมือปฏิบัติจริงและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้ทำโครงการจะมีอิสระในการนำความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์เดิม และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา การทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงจัดเป็นการทำวิจัยแบบหนึ่ง ประเภทของโครงการมีหลายแบบ เช่น โครงการประเภทสำรวจ โครงการทดลอง โครงการสิ่งประดิษฐ์ และโครงการทฤษฎี เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำหลักการแนวความคิด ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ การคิดระดับสูง รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการทำโครงการ มีดังนี้

1. คิดและเลือกปัญหาที่จะศึกษา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องเป็นผู้กำหนดปัญหา แนวคิด และวิธีที่จะใช้ในการแก้ปัญหา
2. วางแผนการทำงาน ประกอบด้วย การกำหนดปัญหาและขอบเขตของการศึกษา การกำหนดวัตถุประสงค์ แนวคิด วิธีที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา สมมติฐาน และนิยามเชิงปฏิบัติการ การวางแผนรวบรวมข้อมูล และการค้นคว้าเพิ่มเติม กำหนดวิธีดำเนินงาน ได้แก่ แนวทางการศึกษาค้นคว้า วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การสำรวจและรวบรวมข้อมูล การประดิษฐ์คิดค้น การวิเคราะห์ข้อมูล การกำหนดระยะเวลาของการทำงานในแต่ละขั้นตอน
3. ลงมือทำโครงการ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในข้อ 2 และสามารถปรึกษาครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาหากมีปัญหาหรือต้องการคำแนะนำ
4. การเขียนรายงาน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องนำเสนอผลงานการศึกษา ค้นคว้า เป็นเอกสารที่สามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และทราบถึงปัญหา วิธีการ และผลสรุปที่ได้จากการศึกษา พร้อมทั้งอภิปรายผลและให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

**ข้อดีและข้อจำกัดของการปฏิบัติการทดลองและการปฏิบัติการทำโครงการ**

**ข้อดีของการปฏิบัติการทดลอง**

1. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง
2. นักเรียนได้ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบ
3. นักเรียนตอบข้อสงสัยของตนเองได้ด้วยตนเอง
4. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีใช้เครื่องมือสำหรับทำการทดลอง

**ข้อจำกัดของการปฏิบัติการทดลอง**

1. นักเรียนบางคนไม่ได้ทักษะการใช้เครื่องมือเนื่องจากเวลาในคาบเรียนมีจำกัด
2. ผู้สอนอาจดูแลนักเรียนได้ไม่ทั่วถึงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. เวลาในคาบเรียนสำหรับปฏิบัติการทดลองไม่เพียงพอ

**ข้อดีของการปฏิบัติการทำโครงการ**

1. ส่งเสริมนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง
2. ส่งเสริมนักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบ
3. ช่วยให้นักเรียนได้ศึกษาในสิ่งที่ตนเองสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. ส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ รวมถึงการแก้ปัญหาและการนำไปใช้
5. ส่งเสริมการใช้เครื่องมือในการเรียนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
6. ตัดปัญหาด้านเวลาเรียนไม่เพียงพอเช่นในการปฏิบัติการกิจกรรมการทดลอง

### ข้อจำกัดของการปฏิบัติการทำโครงการ

1. หัวข้อที่ใช้ทำโครงการควรให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกตามความสนใจมิใช่เป็นการกำหนดมาให้

2. ครูต้องเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำโครงการเป็นอย่างดี

#### 2.3.4 องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

Eggleston (1967) และ Ganiel and Hofstein (1982) ได้กล่าวถึงสิ่งที่ครูต้องประเมินขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ได้แก่ เทคนิคขณะปฏิบัติการทดลอง ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง รวมถึงการรายงานผลการทดลอง

Eglen and Kempa (1974) แสดงถึงองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินการปฏิบัติการทดลอง ดังนี้ 1) ด้านเทคนิคการทดลอง 2) ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง 3) ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และ 4) ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง

J.M.B. (1979 อ้างถึงใน กุลชลี ตาลช่วง, 2546) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524) ได้กำหนดสิ่งที่ต้องประเมินขณะที่มีการปฏิบัติการทดลอง คือ 1) เทคนิคการทดลอง 2) การวางแผนและดำเนินการทดลอง และ 3) การรายงานผลการทดลอง

สุนีย์ คล้ายนิล (2527 อ้างถึงใน กุลชลี ตาลช่วง, 2546) แบ่งการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้าน การวางแผนและดำเนินการทดลอง 2) ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และ 3) ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง

ธงชัย ชิวปรีชา (2537) ได้เสนอสิ่งที่ควรประเมินสำหรับการปฏิบัติการทดลอง ดังนี้ 1) การวางแผนการทดลอง 2) เทคนิคที่ใช้ในการทดลอง 3) ความเป็นระเบียบเรียบร้อยขณะปฏิบัติการทดลอง 4) ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง 5) การรายงานผลการทดลอง 6) เจตคติวิทยาศาสตร์ และ 7) การทดสอบด้วยแบบสอบ

พรพรหม สัมฤทธิ์ (2540) ได้แบ่งองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเทคนิคการทดลอง 2) ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง 3) ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง 4) ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง และ 5) การทดสอบด้วยข้อเขียน

จากองค์ประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่นักวิชาการและนักการศึกษาหลายๆ ท่านได้จำแนกไว้ แสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในการวิจัยครั้งนี้ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การสังเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

รายการ	Eggleston (1967)	Eglen และ Kempa (1974)	J.M.B. (1979)	Ganiel และ Hoftein (1982)	สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524)	สุรีย์ คล้ายนิล (2527)	ธงชัย ชิวปรีชา (2537)	พรพรหม สัมฤทธิ์ (2540)	คิดเป็นร้อยละ
เทคนิคการทดลอง	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	87.50
ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง	✓	✓		✓		✓	✓	✓	75.00
การวางแผนและดำเนินการทดลอง		✓	✓		✓	✓	✓	✓	75.00
การรายงานผลการทดลอง	✓		✓	✓	✓		✓		62.50
ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง		✓				✓	✓	✓	50.00
เจตคติทางวิทยาศาสตร์			✓				✓		25.00
การทดสอบด้วยข้อเขียน							✓	✓	25.00

จากตารางสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง โดยใช้รายการที่มีค่าร้อยละตั้งแต่ 50 ขึ้นไป ได้แก่ 1) เทคนิคการทดลอง 2) การวางแผนและดำเนินการทดลอง 3) ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง 4) ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และ 5) การรายงานผลการทดลอง

### 2.3.5 ขั้นตอนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

1. กำหนดพฤติกรรม (behavior) เฉพาะที่สามารถวัดหรือสังเกตเห็นได้ เป็นการกำหนดเกี่ยวกับสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้แล้ว
2. กำหนดเงื่อนไข (conditions) สำหรับให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยเงื่อนไขจะต้องมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าผู้เรียนจะสามารถปฏิบัติงานได้ภายใต้สถานการณ์เช่นไร ซึ่งเป็นตัวแทนของเงื่อนไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานจริง
3. กำหนดเกณฑ์หรือระดับที่ยอมรับได้ (criteria) ในการประเมินความสำเร็จของการปฏิบัติงานจะต้องมีการระบุมาตรฐานการทำงานของผู้เรียนที่สามารถยอมรับได้สำหรับงานนั้นๆ

### 2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

1. **แบบสังเกต** ใช้ประกอบการสังเกตกระบวนการปฏิบัติและทักษะการปฏิบัติของผู้เรียน โดยสามารถใช้เครื่องมือชนิดนี้ร่วมกับการบันทึกเหตุการณ์หรือแบบตรวจสอบรายการได้
2. **แบบตรวจสอบรายการ** แบบตรวจสอบรายการเป็นรายการขั้นตอน กิจกรรม หรือพฤติกรรมที่ให้ผู้สังเกตบันทึกเมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น แบบตรวจสอบรายการจะต้องเป็นแบบที่ผู้สังเกตสามารถบันทึกได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยที่ผู้สังเกตจะไม่ประเมินคุณภาพ ระดับ หรือความถี่ของพฤติกรรมที่เกิดโดยเฉพาะ แต่จะตรวจสอบว่ามีพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น ซึ่งหากเป็นลักษณะเชิงคุณภาพควรจะใช้เครื่องมือประเภทอื่น
3. **แบบประเมินค่าหรือมาตรประเมินค่า** แบบประเมินค่ามีลักษณะคล้ายกับแบบตรวจสอบรายการและมีจุดมุ่งหมายในทำนองเดียวกัน คือ ใช้ประเมินทักษะวิธีการทำและผลงาน แต่แทนที่จะให้ตรวจสอบว่ามีหรือไม่มีพฤติกรรมนั้นๆ แบบประเมินค่าจะเป็นการกำหนดระดับคุณภาพของการปฏิบัติงาน

## ตัวอย่างเครื่องมือและวิธีการใช้เครื่องมือ

### ตัวอย่างแบบสังเกต

การมีส่วนร่วมการอภิปรายในกลุ่มการทดลองย่อย จุดประสงค์ที่สังเกตมีส่วนร่วมในขณะทำการทดลอง

การมีส่วนร่วม ชื่อนักเรียน	ดีมาก	ดีพอใช้	ควรปรับปรุง เล็กน้อย	ต้องแก้ไข ใช้ไม่ได้
1. สมศักดิ์	//	///	-	/
2. สมชาย	/	//	-	//
3. สมศรี	///	/	-	/
4. สมหญิง	///	/	/	

หมายเหตุ	ดีมาก	หมายถึง	เสนอแนวคิดใหม่ในขณะอภิปราย
	ดีพอใช้	หมายถึง	เสนอความคิดที่สำคัญในประเด็นรอง
	ควรปรับปรุง เล็กน้อย	หมายถึง	ความเห็นที่เสนอไม่มีเหตุผลเพียงพอ ต้องใช้ข้อมูลเพิ่ม
	ต้องแก้ไข	หมายถึง	เสนอความเห็นที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องอภิปราย ไม่มีสาระ



## ตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการ

จุดประสงค์ : สามารถใช้เครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง

แบบประเมินความสามารถในการใช้เครื่องมือ

ชื่อผู้เรียน.....ชั้น.....

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ในช่องตามความเป็นจริง

รายการที่ประเมิน	ผล	
	ใช่	ไม่ใช่
1. เลือกใช้เครื่องมือทดลองได้ถูกต้อง	.....	.....
2. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือก่อนการทดลอง	.....	.....
3. ใช้เครื่องมือได้ถูกต้องกับประเภทของงาน	.....	.....
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง	.....	.....
5. ผลการทดลองถูกต้อง	.....	.....
6. ปฏิบัติการทดลองได้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด	.....	.....
7. ทำความสะอาดเครื่องมือภายหลังสิ้นสุดการทดลอง	.....	.....
8. เก็บเครื่องมือเข้าที่เดิมถูกต้อง	.....	.....

แบบตรวจสอบรายการการทำงานรายบุคคล					
วัน เดือน ปี ที่บันทึก.....					
	รายการตรวจสอบ				
ชื่อนักเรียน	ปฏิบัติตาม คำชี้แจง	ทำงานต่อ ยังไม่เสร็จ	ทำงานเสร็จ เรียบร้อย	ทำได้ ดีที่สุด	รวมรวมงาน ได้ดี
ด.ช.แชมป์	✓		✓	✓	✓
ด.ช.โชค	✓		✓		✓

## ตัวอย่างแบบประเมินค่า

### แบบประเมินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้ประเมินแต่ละรายการโดยวงกลมที่หมายเลขตามระดับที่ต้องการ  
เมื่อเลขแต่ละตัวมีความหมายดังนี้

5 แทน ยอดเยี่ยม, 4 แทน ดี, 3 แทน ปานกลาง

2 แทน ต่ำกว่าปานกลาง และ 1 แทน ยังไม่เป็นที่พอใจ

1) การวางแผนการทำโครงงานได้ละเอียดครอบคลุม	5	4	3	2	1
2) กำหนดขอบเขตโครงงานตามต้องการ	5	4	3	2	1
3) เลือกเครื่องมืออุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	5	4	3	2	1
4) ปฏิบัติตามเงื่อนไขการทำงานแต่ละอย่างได้ถูกต้อง	5	4	3	2	1
5) ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมและคล่องแคล่ว	5	4	3	2	1

### ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น (double layer rubric)

รายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

#### 3.1 ความหมายและความเป็นมาของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่าเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้นเป็นเครื่องมือที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลงานที่ต้องมีการกำหนดมาตรฐานและรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกหรือคุณลักษณะแต่ละจุดในมาตรฐานไว้อย่างชัดเจนเช่นเดียวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (scoring rubric) แต่ให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดลึกซึ้งมากกว่า เนื่องจากมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้นตอนในแต่ละข้อ

ความเป็นมาของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น เริ่มต้นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือ โดยได้นำรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ใช้ในการศึกษาการนำไปใช้ของครูเกี่ยวกับระบบการประเมินที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน (school-based assessment, SBA) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินแบบองค์รวม (holistic assessment) ที่ให้ครูนำไปใช้ในการประเมินภายในโรงเรียน ตามข้อกำหนดของหน่วยงานทางการศึกษาในประเทศมาเลเซีย โดยแบบประเมินที่ใช้ประกอบด้วยข้อคำถามด้านต่างๆ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้และทักษะในการประเมิน (knowledge

and skill) 2) การวางแผนการประเมินของครู (teachers' planning) การนำไปใช้ของครูเกี่ยวกับระบบประเมินแบบ SBA (implementation of the SBA assessment) 4) การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประเมิน (instrument construction) และ 5) การไม่นำไปปฏิบัติของครูเกี่ยวกับระบบประเมินแบบ SBA (teachers' restraints in implementing SBA) ซึ่งในแต่ละด้านจะประกอบด้วยข้อคำถามย่อยๆ

### 3.2 ตัวอย่างและวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

จากความหมายและความเป็นมาของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ในงานวิจัยได้มีการนำเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ไปสร้างเครื่องมือเพื่อให้ครูใช้ในการประเมินตนเองเกี่ยวกับการนำระบบประเมินที่ใช้โรงเรียนเป็นฐาน (SBA) ไปใช้ โดยข้อคำถามในเครื่องมือแบ่งออกเป็น 5 ด้าน แต่ละด้านประกอบด้วยข้อคำถามย่อย และจะมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกใน 2 ชั้นตอน คือ ในชั้นของข้อคำถามรอง และในชั้นข้อคำถามย่อย ซึ่งจุดเด่นของเกณฑ์การประเมินแบบรูบริก 2 ชั้น คือนอกจากจะให้ผลการประเมินที่เป็นค่าเฉลี่ยของการประเมินในด้านนั้นๆแล้วยังทำให้ได้ทราบข้อมูลที่เป็นจุดแข็งหรือจุดอ่อนในด้านนั้นๆ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงได้ตรงประเด็น และพัฒนาในด้านนั้นๆ ให้ดียิ่งขึ้น

ตัวอย่างการตอบและการให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

เช่น คำถาม ฉันมีความสามารถในการทำสิ่งต่อไปนี้

- |  |          |                     |
|--|----------|---------------------|
| 1) สามารถพัฒนาเครื่องมือได้                      | ...2.... |                     |
| 2) สามารถใช้เครื่องมือเพื่อประเมินนักเรียนได้    | ...1.... | 0 - ไม่สามารถทำได้  |
| 3) สามารถประเมินหลักฐานการเรียนรู้ของนักเรียนได้ | ...1.... | 1 - สามารถทำได้บ้าง |
| 4) สามารถอธิบายเกณฑ์การประเมินต่อนักเรียนได้     | ...0.... | 2 - สามารถทำได้ดี   |
| 5) สามารถปรับใช้เครื่องมือกับวิธีการสอนได้       | ...2.... |                     |

จากคะแนนรวมของข้อคำถามในด้านนี้เป็น 6 คะแนน จะต้องถูกแปลงไปเป็นคะแนนในมาตรวัดประมาณค่า ตามเกณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 2.2 จะพบว่าเมื่อแปลงเป็นคะแนนในมาตรวัดประมาณค่าแล้วได้เท่ากับ 3 คะแนน

## ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงตัวอย่างของเกณฑ์การแปลงคะแนนรวมจากข้อคำถามให้เป็นมาตรวัดประมาณค่า

คะแนนรวม	0-2	3-4	5-6	7-8	9-10
มาตรวัดประมาณค่า	1 (ควรปรับปรุง)	2 (พอใช้)	3 (ปานกลาง)	4 (ดี)	5 (ดีมาก)

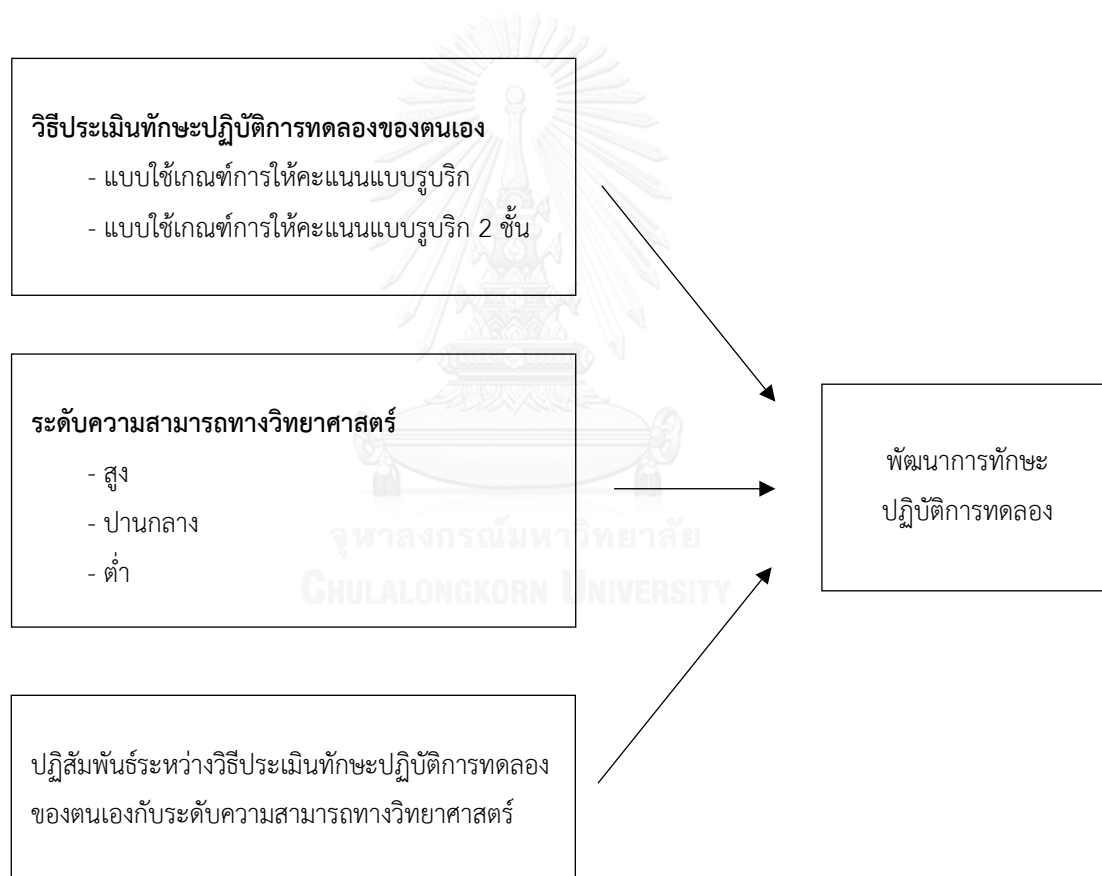
### 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

Hamzah et al. (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือวิจัยเพื่อใช้ทางการศึกษา โดยได้นำวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ซึ่งเป็นวิธีที่พัฒนามาจากการนำวิธีการให้คะแนนแบบมาตรวัดประมาณค่ามาผสมผสานกับวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก ผลที่ได้จากการประเมินนอกจากจะทำให้ทราบคะแนนขององค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินแต่ละด้านแล้ว ยังทำให้ทราบถึงจุดแข็งจุดอ่อนในองค์ประกอบด้านนั้นๆ อีกด้วย ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ไปใช้ในการสำรวจการใช้สื่อของครูผู้สอนในด้านต่างๆ 3 ด้าน ได้แก่ การใช้สื่อประเภทที่ไม่ใช้อิเล็กทรอนิกส์ การใช้สื่อประเภทอิเล็กทรอนิกส์ และผลจากการใช้สื่อทั้ง 2 ประเภท ผลการวิจัยพบว่า เครื่องมือที่ใช้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาร์คเท่ากับ 0.80 ซึ่งถือว่ามีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง

Hamzah et al. (2015) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือวิจัย โดยนำวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มาใช้ในการสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินการนำระบบการประเมินที่ใช้โรงเรียนเป็นฐานไปใช้ของครู ซึ่งองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินมี 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้และทักษะในการประเมิน (knowledge and skill) 2) การวางแผนการประเมินของครู (teachers' planning) การนำไปใช้ของครูเกี่ยวกับระบบประเมินแบบ SBA (implementation of the SBA assessment) 4) การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประเมิน (instrument construction) และ 5) การไม่นำไปปฏิบัติของครูเกี่ยวกับระบบประเมินแบบ SBA (teachers' restraints in implementing SBA) และผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาร์คของทุกองค์ประกอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.863 - 0.887 ซึ่งถือว่ามีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ที่แสดงถึงรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกันของแบบประเมินตนเองด้านทักษะปฏิบัติการ ทดลอง และระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนน ที่สนใจศึกษามี 2 รูปแบบ คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละรูปแบบสามารถประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองได้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เมื่อพิจารณาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธี ประเมินตนเองที่มีรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกันกับระดับความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลอง



แผนภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 2) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

#### รูปแบบการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental designs) ที่มีการแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมออกเป็นทั้งหมด 9 กลุ่ม โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายในการคัดเลือกตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในแผนภาพที่ 3.1

#### แบบแผนการวิจัย

E <sub>1</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>2</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>3</sub>
E <sub>2</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>2</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>3</sub>
E <sub>3</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>2</sub>	X <sub>a</sub>	O <sub>3</sub>
E <sub>4</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>2</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>3</sub>
E <sub>5</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>2</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>3</sub>
E <sub>6</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>2</sub>	X <sub>b</sub>	O <sub>3</sub>
C <sub>1</sub>		O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>
C <sub>2</sub>		O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>
C <sub>3</sub>		O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>

แผนภาพที่ 3.1 แผนภาพการทดลอง

เมื่อ E<sub>1</sub> หมายถึง กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก



จากแบบแผนการวิจัยพบว่า ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งตัวอย่างออกเป็น 9 กลุ่ม ที่มีความแตกต่างกันทั้งหมด โดยแบ่งตามวิธีประเมินตนเองและระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในกลุ่มทดลองให้นักเรียนประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ส่วนกลุ่มควบคุมให้นักเรียนไม่ต้องใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง และจากแบบแผนการทดลองข้างต้น ได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาโรงเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลอง ตัวแปร และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

### ประชากรและตัวอย่าง

**ประชากร** ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 (สพม.2) เหตุที่ผู้วิจัยสนใจศึกษากลุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากขอบเขตเนื้อหาที่มีการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการทดลองมากกว่าในระดับชั้นอื่นๆ

**ตัวอย่าง** ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 90 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ คือ สูง ปานกลาง และต่ำ ได้กลุ่มละ 30 คน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาเลือกโรงเรียนของตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

- เป็นโรงเรียนที่
- 1) มีความพร้อมทางด้านวัสดุอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
  - 2) มีการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ
  - 3) มีการจัดการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาแบบสหศึกษา
  - 4) ผู้บริหารและครูเห็นความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียน ให้ความร่วมมือและอนุญาตให้ผู้วิจัยใช้โรงเรียนเป็นตัวอย่างในการเก็บข้อมูลได้

### การสุ่มตัวอย่าง

ในการสุ่มตัวอย่างได้มีการควบคุมเพื่อให้ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันและเพื่อเป็นการลดความแปรปรวนที่มาจากความคลาดเคลื่อนให้น้อยที่สุด ดังนี้คือ



1. เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อแบ่งนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) มีดังนี้

นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง คือ นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป

นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง คือ นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 65 - 79

นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ คือ นักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ต่ำกว่าร้อยละ 65

2. ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยการจับฉลากเพื่อสุ่มนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ระดับความสามารถละ 10 คน รวมจำนวน 30 คน จากนั้นจึงได้พิจารณาคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เท่ากันหรือใกล้เคียงกับนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่ม จนได้ตัวอย่างที่มีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์เท่าเทียมกันทั้ง 3 กลุ่ม ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.1

**ตาราง 3.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม**

กลุ่ม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
สูง	82.40	82.30	82.60
ปานกลาง	74.80	74.70	74.90
ต่ำ	62.10	61.90	61.90

3. ดำเนินการต่อโดยการสุ่มตัวอย่างที่ได้มา 3 กลุ่ม เข้าสู่กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลาก

จากนั้น ทำการตรวจสอบว่าในการสุ่มตัวอย่างทำให้นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน มีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันเพื่อลดความแปรปรวนจากความคลาดเคลื่อนในการทดลอง โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ด้วยสถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และจากผลการทดสอบพบว่า นักเรียนในแต่ละระดับความสามารถของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ที่ใช้วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของ

ตนเองที่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการสอบกลางภาคไม่แตกต่างกัน ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 3.2 ดังนี้

**ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม**

ระดับ ความสามารถ	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
สูง	Between Groups	0.467	2	0.233	0.115	0.892
	Within Groups	54.900	27	2.033		
	Total	55.367	29			
ปานกลาง	Between Groups	0.200	2	0.100	0.046	0.955
	Within Groups	58.600	27	2.170		
	Total	58.800	29			
ต่ำ	Between Groups	0.267	2	0.133	0.017	0.983
	Within Groups	208.700	27	7.730		
	Total	208.967	29			

ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ด้วยสถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อให้ความแปรปรวนที่เกิดจากความสามารถทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจัดเป็นตัวแปรอิสระในการทดลองครั้งนี้มีค่ามากที่สุด และผลจากการทดสอบพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีคะแนนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อทำการทดสอบรายคู่พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ**

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	6418.467	2	3209.233	864.050**	0.000
Within Groups	323.133	87	3.714		
Total	6741.600	89			

Levene's Test of Homogeneity of Variances: F = 11.838, df1 = 2, df2 = 87, p = .000

**ตารางที่ 3.3 (ต่อ)**

Games-Howell	Mean Difference	Sig
สูง - ปานกลาง	7.633**	0.000
สูง - ต่ำ	20.467**	0.000
ปานกลาง - ต่ำ	12.833**	0.000

\*\*p < .01

หลังจากที่ดำเนินการตามขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่างแล้ว ได้ตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มทดลองที่ 1 ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน รวมจำนวน 30 คน ที่ได้ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก
2. กลุ่มทดลองที่ 2 ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน รวมจำนวน 30 คน ที่ได้ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น
3. กลุ่มควบคุม ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน รวมจำนวน 30 คน ที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2) แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และ 3) แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก มีจำนวน 13 ข้อ คะแนนเต็ม 46 คะแนน ประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเทคนิคการทดลอง 2) ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง 3) ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง 4) ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และ 5) ด้านการรายงานผลการทดลอง สำหรับให้นักเรียนประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

2. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีจำนวน 13 ข้อ คะแนนเต็ม 46 คะแนน ประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเทคนิคการทดลอง 2) ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง 3) ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง 4) ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และ 5) ด้านการรายงานผลการทดลอง โดยหัวข้อย่อยขององค์ประกอบในแต่ละด้านจะประกอบด้วยข้อรายการย่อย สำหรับให้นักเรียนประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

3. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 ที่มีความเป็นคู่ขนานกัน โดยในแบบทดสอบแต่ละชุดประกอบด้วยองค์ประกอบที่ใช้ประเมินทั้งหมด 5 ด้านเช่นเดียวกันกับในแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น อันได้แก่ 1) ด้านเทคนิคการทดลอง 2) ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง 3) ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง 4) ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และ 5) ด้านการรายงานผลการทดลอง จำนวน 33 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน เป็นแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองแบบตอบสั้นที่มีการให้คะแนนแบบ 0,1 สำหรับให้ครูประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

### การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (ตัวอย่างเครื่องมือแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของทักษะปฏิบัติการทดลอง และนำมาพัฒนาเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

2. นำเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากองค์ประกอบของทักษะปฏิบัติการทดลองมาสร้างแบบประเมินที่มีรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแยกองค์ประกอบ (analytic rubric) โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองรวมถึงสอบถามครูที่มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างน้อย 5 ปี เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลองที่นักเรียนมักจะมีการบกพร่องบ่อยๆ

2.2 พัฒนาเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองแล้วนำมาสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ซึ่งจากการสังเคราะห์องค์ประกอบของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง แบ่งออกเป็นองค์ประกอบหลัก 5 ด้าน ดังต่อไปนี้

องค์ประกอบด้านเทคนิคการทดลอง ได้แก่ เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง มีความปลอดภัยในการทดลอง และมีทักษะในการสังเกตการทดลอง ซึ่งมีค่าของน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 14 คะแนน

องค์ประกอบด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง ได้แก่ มีการวางแผนการทดลอง มีการออกแบบการทดลอง และมีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม ซึ่งมีค่าของน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 10 คะแนน

องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง ได้แก่ มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และสามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีค่าของน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 6 คะแนน

องค์ประกอบด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง ได้แก่ จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบเรียบร้อย มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง และมีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม ซึ่งมีค่าของน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 10 คะแนน

องค์ประกอบด้านการรายงานผลการทดลอง ได้แก่ การบันทึกและการใช้ผล การทดลอง และการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ซึ่งมีค่าของน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 6 คะแนน

3. ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่สร้างตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกในด้านความตรงตามเนื้อหา (content validity) และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา 2 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงไว้ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อรายการย่อย 13 ข้อ กับเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเป็นครูที่มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างน้อย 5 ปี ส่วนคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาเป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาในสาขาวิชาการวัดและประเมินผล

การศึกษาในระดับปริญญาโทหรือสูงกว่าจากคณะครุศาสตร์หรือมีประสบการณ์ในการสอน  
วิชาการวัดและประเมินผลการศึกษาในระดับอุดมศึกษาอย่างน้อย 1 ปี โดยใช้เกณฑ์ดัชนี  
ความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ซึ่งจากผลการตัดสิน ความ  
สอดคล้องโดยผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ว่า องค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติ การ  
ทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีดัชนีความสอดคล้องสูงกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้สำหรับ  
องค์ประกอบทั้ง 5 ด้าน ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 3.4



ตารางที่ 3.4 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างองค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินที่ทักษะ  
 ปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ

ด้าน/ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
1. เทคนิคการทดลอง 1.1 เลือกใช้อุปกรณ์ และสารเคมีได้ ถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน</li> <li>• เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• ตรวจสอบสารไปใช้ในปริมาณที่พอดี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน</li> <li>• เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• ตรวจสอบสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน</li> <li>• เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• ตรวจสอบสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน</li> <li>• เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• ตรวจสอบสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน</li> <li>• เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง</li> <li>• ตรวจสอบสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี</li> </ul>	1.00	-

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ) 1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี</li> <li>• ไม่เห็นปฏิกิริยาขณะมีสารเคมีไปทางผู้อื่น</li> <li>• ไม่ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี</li> <li>• ไม่เห็นปฏิกิริยาขณะมีสารเคมีไปทางผู้อื่น</li> <li>• ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี</li> <li>• เห็นปฏิกิริยาขณะมีสารเคมีไปทางผู้อื่น</li> <li>• ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• มีลำดับขั้นตอนในการผสมสารเคมีไม่ถูกต้อง</li> <li>• เห็นปฏิกิริยาขณะมีสารเคมีไปทางผู้อื่น</li> <li>• ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ไม่สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• ไม่ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>• มีลำดับขั้นตอนในการผสมสารเคมีไม่ถูกต้อง</li> <li>• เห็นปฏิกิริยาขณะมีสารเคมีไปทางผู้อื่น</li> <li>• ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง</li> </ul>	0.60	<p>การใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรงไม่ควรถูกเกิดขึ้นเลย</p>



ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
<p>1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ)</p> <p>1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง</li> <li>สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> <li>มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต</li> <li>เข้าใจเป็น</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง</li> <li>สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> <li>ไม่มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต</li> <li>เข้าใจเป็น</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง</li> <li>สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> <li>ไม่มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต</li> <li>เข้าใจเป็น</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง</li> <li>สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> <li>ไม่มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต</li> <li>เข้าใจเป็น</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง</li> <li>สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> <li>ไม่มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต</li> <li>เข้าใจเป็น</li> <li>ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง</li> </ul>	0.60	<p>สลับลำดับของเกณฑ์การประเมิน</p>

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ด้าน/ชื่อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง 2.1 มีการวางแผนการทดลอง	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียน flow chart ได้ถูกต้อง</li> <li>มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบอย่างเท่าเทียมกัน</li> <li>นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมาครบถ้วน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียน flow chart ได้ถูกต้อง</li> <li>มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบอย่างเท่าเทียมกัน</li> <li>นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมาไม่ครบถ้วน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียน flow chart ไม่ถูกต้อง</li> <li>ไม่มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกัน</li> <li>ไม่มีการนำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมา</li> </ul>	1.00	-
2.2 มีการออกแบบการทดลอง	<ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง</li> <li>ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน</li> <li>ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน</li> <li>ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้องตามลำดับขั้นตอน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง</li> <li>ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน</li> <li>ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ออกแบบการทดลองไม่ครบถ้วนและ/หรือไม่ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง</li> <li>ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ตั้งชื่อเรื่องไม่สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ออกแบบการทดลองไม่ครบถ้วนและ/หรือไม่ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดตัวแปรไม่ถูกต้อง</li> <li>ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ตั้งชื่อเรื่องไม่สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ออกแบบการทดลองไม่ครบถ้วนและ/หรือไม่ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน</li> </ul>	1.00	-	

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
<p>3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติกิจกรรม</p> <p>3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความสามารถในการตัดสินใจในการดำเนินการทดลองด้วยตนเอง</li> <li>มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือ</li> <li>มีความตั้งใจขณะปฏิบัติการทดลอง</li> </ul> <p>ปฏิบัติกิจกรรม แก้ไขเป็น</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความสามารถในการตัดสินใจในการดำเนินการทดลองด้วยตนเอง</li> <li>มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือ</li> <li>มีความตั้งใจขณะปฏิบัติการทดลอง</li> </ul> <p>ปฏิบัติกิจกรรม แก้ไขเป็น</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความสามารถในการตัดสินใจในการดำเนินการทดลองด้วยตนเอง</li> <li>มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือ</li> <li>มีความตั้งใจขณะปฏิบัติการทดลอง</li> </ul> <p>ปฏิบัติกิจกรรม แก้ไขเป็น</p>	0.60	<p>สลับลำดับของเกณฑ์การประเมิน</p>

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติกิจกรรมทดลอง (ต่อ) 3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>ทำการทดลองได้ตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน</li> <li>ทำการทดลองได้ทันตามเวลาที่กำหนด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน</li> <li>ทำการทดลองเกินเวลาที่กำหนด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ทำการทดลองไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนและ/หรือไม่ครบขั้นตอน</li> <li>ทำการทดลองเกินเวลาที่กำหนด</li> </ul>	1.00	-
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติกิจกรรม 4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้</li> <li>เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> <li>เก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้</li> <li>เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> <li>เก็บแก้วหลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้</li> <li>เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> <li>ไม่มีการเก็บอุปกรณ์หลังการใช้งาน</li> <li>ไม่มีการเก็บแก้วหลังการใช้งาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไม่มีการเก็บสารเคมีหลังการใช้งาน</li> <li>ไม่มีการเก็บอุปกรณ์หลังการใช้งาน</li> <li>ไม่มีการเก็บแก้วหลังการใช้งาน</li> </ul>	1.00	-

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติตามการทดลอง (ต่อ) 4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้น้ำและพื้นที่ในการทดลอง	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี</li> <li>มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>มีการเก็บเศษขยะที่จุดต้นท่อ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี</li> <li>มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>ไม่มีการเก็บเศษขยะที่จุดต้นท่อ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี</li> <li>ไม่มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>ไม่มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>ไม่มีการเก็บเศษขยะที่จุดต้นท่อ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไม่ล้างอุปกรณ์/เครื่องมือหลังการทดลอง</li> <li>ไม่มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>ไม่มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>ไม่มีการเก็บเศษขยะที่จุดต้นท่อ</li> </ul>	1.00	-
4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>เทสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้</li> <li>กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองแตก ได้ถูกวิธี</li> <li>ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เทสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้</li> <li>กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองแตก ไม่ถูกวิธี</li> <li>ไม่ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เทสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้</li> <li>กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองแตก ไม่ถูกวิธี</li> <li>ไม่ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้</li> </ul>	1.00	-

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
3. การรายงานผล การทดลอง 5.1 การบันทึกและ การใช้ผลการ ทดลอง			<ul style="list-style-type: none"> <li>บันทึกข้อมูลได้ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง</li> <li>แปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง</li> <li>มีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางได้ถูกต้อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>บันทึกข้อมูลได้ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง</li> <li>แปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองไม่ถูกต้อง</li> <li>มีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางไม่ถูกต้อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>บันทึกข้อมูลไม่ตรงตามจุดประสงค์และ/หรือไม่ครบถ้วน</li> <li>แปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองไม่ถูกต้อง</li> <li>มีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางไม่ถูกต้อง</li> </ul>	1.00	-

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
	5	4	3	2	1		
3. การรายงานผล การทดลอง (ต่อ) 5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง			<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์</li> <li>มีการวิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น</li> <li>เขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์</li> <li>ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง</li> <li>เขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์</li> <li>ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง</li> <li>เขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> </ul>	1.00	-

4. นำแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (content validity) แล้ว ไปทดลองใช้ (try out) เพื่อหาคุณภาพด้านความเที่ยง (reliability) โดยการนำแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างแต่ไม่ใช่ตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's coefficient of reliability) และจากการผลการทดสอบพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.798 แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง มีค่าอยู่ในระดับสูง

## 2. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น (ตัวอย่างเครื่องมือแสดงไว้ในภาคผนวก ข)

มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของทักษะปฏิบัติการทดลอง และนำมาพัฒนาเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

2. นำเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากองค์ประกอบของทักษะปฏิบัติการทดลองมาสร้างแบบประเมินที่มีรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแยกองค์ประกอบ (analytic rubric) โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองรวมถึงสอบถามครูที่มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อย่างน้อย 5 ปี เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลองที่นักเรียนมักจะมีกรบกพร่องบ่อยๆ

2.2 พัฒนาเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองแล้วนำมาสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ซึ่งจากการสังเคราะห์องค์ประกอบของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง แบ่งออกเป็นองค์ประกอบหลัก 5 ด้านเช่นเดียวกับในแบบประเมินที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ดังต่อไปนี้

องค์ประกอบด้านเทคนิคการทดลอง ได้แก่ เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง มีความปลอดภัยในการทดลอง และมีทักษะในการสังเกตการทดลอง ซึ่งมีค่าของน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 14 คะแนน

องค์ประกอบด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง ได้แก่ มีการวางแผนการทดลอง มีการออกแบบการทดลอง และมีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม ซึ่งมีค่าของน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 10 คะแนน



องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง ได้แก่ มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และสามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 6 คะแนน

องค์ประกอบด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง ได้แก่ จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบเรียบร้อย มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง และมีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม ซึ่งมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 10 คะแนน

องค์ประกอบด้านการรายงานผลการทดลอง ได้แก่ การบันทึกและการใช้ผลการทดลอง และการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ซึ่งมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 6 คะแนน

### ตารางที่ 3.5 การเปรียบเทียบเกณฑ์การให้คะแนนระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น	
		ก่อนแปลงระดับคะแนน	หลังแปลงระดับคะแนน
1.1 และ 1.2	5	9 - 10	5
	4	7 - 8	4
	3	5 - 6	3
	2	3 - 4	2
	1	0 - 2	1
1.3 , 2.2 และ 4.2	4	7 - 8	4
	3	5 - 6	3
	2	3 - 4	2
	1	0 - 2	1
2.1 , 3.1 , 4.1 , 4.3 , 5.1 และ 5.2	3	5 - 6	3
	2	3 - 4	2
	1	0 - 2	1
2.3 และ 3.2	3	4	3
	2	2 - 3	2
	1	0 - 1	1

3. ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่สร้างตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ในด้านความตรงตามเนื้อหา (content validity) และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อรายการย่อย 44 ข้อ กับเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง โดยใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ซึ่งจากผลการตัดสินความสอดคล้องโดยผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ว่า องค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีดัชนีความสอดคล้องสูงกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้สำหรับองค์ประกอบทั้ง 5 ด้าน ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 3.6



ตารางที่ 3.6 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างองค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินทักษะ  
 ปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ 2 ชั้น

ด้าน	ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		2	1	0		
1. เทคนิคการทดลอง 1.1 เลือกใช้อุปกรณ์ และสารเคมีได้ ถูกต้อง	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	1.1.2 เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	1.1.5 ความพอดีของปริมาณสารที่ตวง/ส่งไปใช้	ตวง/ส่งสารไปใช้ใน ปริมาณที่พอดี แก้วเป็น ตวง/ส่งสารไปใช้ใน ปริมาณที่ถูกต้อง	ตวง/ส่งสารไปเกิน ปริมาณที่ใช้น้อยกว่า 1 ml	ตวง/ส่งสารไปเกิน ปริมาณที่ใช้น้อยกว่า 1 ml ขึ้นไป	0.80	แก้ไขค่า

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ด้าน	ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		2	1	0		
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ) 1.2 มีความปลอดภัย ในการทดลอง	1.2.1 สวมแว่นตาขณะปฏิบัติกาทดลอง	สวมใส่ตลอดเวลา	สวมใส่บางเวลา	ไม่สวมใส่ตลอดเวลา	1.00	-
	1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติกาทดลอง	สวมใส่ตลอดเวลา	สวมใส่บางเวลา	ไม่สวมใส่ตลอดเวลา	1.00	-
	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสม สารเคมี	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	1.2.4 ทันปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น	ไม่เกิน 1 ครั้ง แก้ไขเป็น ไม่พบเลย	มากกว่า 1 ครั้งแต่ ไม่เกิน 3 ครั้ง	มากกว่า 3 ครั้ง	0.60	แก้ไขค่า
	1.2.5 ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง	ไม่เกิน 1 ครั้ง แก้ไขเป็น ไม่พบเลย	มากกว่า 1 ครั้งแต่ ไม่เกิน 3 ครั้ง	มากกว่า 3 ครั้ง	0.60	แก้ไขค่า
1.3 มีทักษะในการ สังเกตการทดลอง	1.3.1 อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	1.3.2 สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับ ความเป็นจริง เช่น สีของสารละลาย	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	1.3.4 มีการจดบันทึกขณะกำลังเกิด	ทุกครั้ง	บางครั้ง	ไม่มี	1.00	-

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ด้าน	ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		2	1	0		
2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง	2.1.1 ความถูกต้องของการเขียน flow chart	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกัน	มีการแบ่งหน้าที่อย่างเท่าเทียมกัน	มีการแบ่งหน้าที่แต่ไม่เท่าเทียมกัน	ไม่มีการแบ่งหน้าที่กัน	1.00	-
	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่รู้สัปดาห์ครบบัณฑิต	นำมาครบถ้วน	นำมาแต่ไม่ครบถ้วน	ไม่นำมาเลย	1.00	-
2.2 มีการออกแบบการทดลอง	2.2.1 ความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร	ถูกต้องทุกตัวแปร	ถูกต้องบางตัวแปร	ไม่ถูกต้องเลย	1.00	-
	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา และมีความชัดเจน	สอดคล้องทั้งหมด	สอดคล้องบางส่วน	ไม่สอดคล้องเลย	1.00	-
	2.2.3 ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับปัญหา และมีความชัดเจน	สอดคล้องทั้งหมด	สอดคล้องบางส่วน	ไม่สอดคล้องเลย	1.00	-
	2.2.4 ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วน และถูกต้องตามลำดับขั้นตอน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม	2.3.1 ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการทดลอง	ตลอดเวลา	บางเวลา	ไม่เคย	1.00	-
	2.3.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ทุกครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย	1.00	-

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ด้าน	ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		2	1	0		
3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติภารกิจ	3.1.1 มีความสามารถในการตัดสินใจในการดำเนินภารกิจด้วยตนเอง	ทุกครั้ง	บางครั้ง	ไม่มี	1.00	-
	3.1.2 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือ	ทุกครั้ง	บางครั้ง	ไม่มี	1.00	-
	3.1.3 มีความตั้งใจขณะปฏิบัติภารกิจตลอด	ตลอดเวลา	บางครั้ง	ไม่มี	1.00	-
3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์	3.2.1 ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	3.2.2 ทำการทดลองได้ทันตามเวลาที่กำหนด	ใช้เวลาภายในเวลาที่กำหนด	ใช้เวลาเกินที่กำหนด 10 นาที	ใช้เวลาเกินที่กำหนดมากกว่า 10 นาที	1.00	-
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติภารกิจ	4.1.1 เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	มีการเก็บทั้งหมด แก้ไขเป็น มีการเก็บ เรียบร้อยทั้งหมด	มีการเก็บบางส่วน	ไม่มีการเก็บเลย	1.00	แก้ไขค่า
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้ เป็นระเบียบเรียบร้อย	มีการเก็บทั้งหมด แก้ไขเป็น มีการเก็บ เรียบร้อยทั้งหมด	มีการเก็บบางส่วน	ไม่มีการเก็บเลย	1.00	แก้ไขค่า
	4.1.3 เก็บเก้าอี้หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	มีการเก็บทั้งหมด แก้ไขเป็น มีการเก็บ เรียบร้อยทั้งหมด	มีการเก็บบางส่วน	ไม่มีการเก็บเลย	1.00	แก้ไขค่า

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ด้าน	ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		2	1	0		
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติราชการทดลอง (ต่อ) 4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง	4.2.1 ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี	มีการจัดการทั้งหมด แก้ไขเป็น มีการจัดการเรียบร้อยทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการเลย	0.80	แก้ไขค่า
	4.2.2 มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง	มีการจัดการทั้งหมด แก้ไขเป็น มีการจัดการเรียบร้อยทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการเลย	1.00	แก้ไขค่า
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร	มีการจัดการทั้งหมด แก้ไขเป็น มีการจัดการเรียบร้อยทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการเลย	1.00	แก้ไขค่า
	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะที่จุดต้นท่อ	มีการจัดการทั้งหมด แก้ไขเป็น มีการจัดการเรียบร้อยทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการเลย	1.00	แก้ไขค่า

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ด้าน	ข้อรายการย่อย	เกณฑ์การประเมิน			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		2	1	0		
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทำงาน (ต่อ) 4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม	4.3.1 เทศสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้	มีการจัดการทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการเลย	1.00	-
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตก ได้ถูกวิธี	มีการจัดการทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการเลย	1.00	-
	4.3.3 มีถังขยะในถังที่เตรียมไว้ให้	มีการจัดการทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการเลย	1.00	-
5. การรายงานผลการทดลอง	5.1.1 ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอน ได้รับความรู้ทุกขั้นตอน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	5.1.2 ทำการทดลองได้ตามตามเวลาที่กำหนด	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
	5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางได้อย่างถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด	1.00	-
5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	สอดคล้องทั้งหมด	สอดคล้องบางส่วน	ไม่สอดคล้องทั้งหมด	1.00	-
	5.2.2 วิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น	ไม่มีการวิเคราะห์	มีการวิเคราะห์บางส่วน	มีการวิเคราะห์ทั้งหมด	0.80	มีความเข้าใจข้อ 5.2.1 กับข้อ 5.2.1
	5.2.3 มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยทั้งหมด	มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยบางส่วน	ไม่มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย	1.00	-



4. นำแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (content validity) แล้ว ไปทดลองใช้ (try out) เพื่อหาคุณภาพด้านความเที่ยง (reliability) โดยการนำแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างแต่ไม่ใช่ตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's coefficient of reliability) และจากการผลการทดสอบพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.786 แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง มีค่าอยู่ในระดับสูง

### 3. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 (ตัวอย่างเครื่องมือแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รวมถึงคู่มือการสอนและแบบเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาที่ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

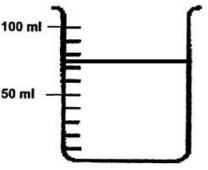
2. กำหนดขอบเขตของเนื้อหา และนำมาสร้างแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีความเป็นคู่ขนานกัน ชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 ในแบบทดสอบแต่ละชุดมีข้อความจำนวน 33 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน เป็นแบบทดสอบแบบตอบสั้นที่มีการให้คะแนนแบบ 0,1 สำหรับแต่ละข้อความ ในแบบทดสอบแต่ละชุดมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบย่อยที่ใช้เป็นเกณฑ์การประเมินในแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น โดยในแต่ละครั้งใช้เวลาในการทดสอบ 40 นาที

3. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองในด้านความตรงตามเนื้อหา (content validity) และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อความย่อยกับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง โดยใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองมีค่าดัชนีความสอดคล้องสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 3.7 - 3.9

ตารางที่ 3.7 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างข้อคำถามย่อยและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
1. เทคนิคการทดลอง 1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	1. หากต้องการใช้เกลือแกงจะต้องหยิบขวดที่มีการเขียนบอกสูตรทางเคมีบนฉลากว่า.....(NaCl).....	1.00	-
	1.1.2 เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน (1 คะแนน)	2. ในห้องปฏิบัติการทดลองเราใช้ ..... (ปิ๊กเกอร์).....ในการตวงปริมาตรของน้ำส้มสายชูจากขวด	1.00	-
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม (1 คะแนน)	3. ใช้ปิ๊กเกอร์ขนาด.....(50).....ml ในการตวงปริมาตรไข่ขาวจำนวน 1 ฟอง จึงจะเหมาะสมที่สุด	1.00	-
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	4. ควรใช้ที่จับหลอดทดลองยึดบริเวณ (ตำแหน่ง)....(หนึ่งในสี่จากปลายหลอด)....ของหลอดทดลอง	1.00	-
	1.1.5 ความพอดีของปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้ <u>แก้ไขเป็น ความถูกต้อง</u> ของปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้ (1 คะแนน)	5. หากต้องการใช้กรดไฮโดรคลอริก ปริมาตร 50 ml ควรตวงสารให้มีปริมาตรไม่เกิน.....(50).....ml จึงจัดเป็นการใช้สารเคมีในปริมาณที่พอเหมาะ	0.80	แก้ไขคำ
1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง	1.2.1 สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง (1 คะแนน)	6. อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้นเพื่อไม่ให้กรดแอซิดที่กระเด็นเข้าตา คือ ..... (แว่นตาสำหรับใส่ทำการทดลอง).....	1.00	-
	1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง (1 คะแนน)	7. อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้นเพื่อไม่ให้สารละลายไฮเดียมไฮดรอกไซด์หกรดใส่ร่างกาย คือ.....(เสื้อกาวน์).....	1.00	-
	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี (1 คะแนน)	8. ถ้าปิ๊กเกอร์ที่ 1 เป็นน้ำกลั่น และปิ๊กเกอร์ที่ 2 เป็นกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น จะมีลำดับในการผสมสารทั้งสองอย่างไร.....(เทกรดจากปิ๊กเกอร์ที่ 2 ใส่ลงในปิ๊กเกอร์ที่ 1 ที่เป็นน้ำกลั่น).....	0.80	-

## ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความ	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ) 1.2 มีความปลอดภัย ในการทดลอง (ต่อ)	1.2.4 หันปากภาชนะที่มี สารเคมีไปทางผู้อื่น (1 คะแนน)	9. ขณะที่นักเรียนกำลังยืนคุยกับเพื่อน และนักเรียนถือหลอดทดลองที่บรรจุกรด ไฮโดรคลอริกอยู่ นักเรียนจะหันปาก หลอดทดลองไปทางทิศใดจึงจะถือว่า เหมาะสม.....(หันไปทางด้านที่ไม่ตรงกับ เพื่อนยืนอยู่).....	1.00	แก้ไขคำ ทิศใด เป็น ทิศไหน
	1.2.5 ใช้มือสัมผัสสารเคมี โดยตรง (1 คะแนน)	10. หากมีผงต่างทาบติดบนเครื่องชั่ง น้ำหนักควรเก็บทิ้งโดย.....(ใช้แปรงขัด สารเคมีออกจากเครื่องชั่ง).....	1.00	-
1.3 มีทักษะในการ สังเกตการทดลอง	1.3.1 อ่าน สเกลบน เครื่องมือได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	11. จากรูป อ่านค่าปริมาตรบนบีกเกอร์ ได้.....(75).....ml 	1.00	-
	1.3.2 สังเกตในสิ่งที่ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (1 คะแนน)	12. สิ่งที่สังเกตเห็นหลังจากหย่อนลวด โลหะแมกนีเซียมลงไปนในสารละลายกรด ไฮโดรคลอริก คือ.....(มีฟองแก๊ส ไฮโดรเจนเกิดขึ้น).....	1.00	-
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้ สอดคล้องกับความเป็น จริง (1 คะแนน)	13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบ สารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไบยูเรต ลงในน้ำนมจะทำให้สารละลาย เปลี่ยนเป็นสี.....(ม่วงน้ำเงิน).....	1.00	-
	1.3.4 มีการจดบันทึก ขณะที่สังเกต	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
2. การวางแผนและ ดำเนินการทดลอง 2.1 การวางแผน การทดลอง	2.1.1 ความถูกต้องของ การเขียน flow chart	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-

## ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
2. การวางแผนและ ดำเนินการทดลอง (ต่อ) 2.1 การวางแผน การทดลอง (ต่อ)	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่ รับผิดชอบกัน (1 คะแนน)	14. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบ สารอาหาร” ถ้าสมาชิกในกลุ่มของ นักเรียนประกอบด้วย หัวหน้า รอง หัวหน้า และสมาชิกอีก 3 คน (รวมตัว นักเรียนด้วย) จะมีการแบ่งหน้าที่กัน อย่างไร จึงจะเกิดความเท่าเทียมกัน..... (สมาชิกทั้ง 5 คน ควรทำหน้าที่รับผิดชอบ เท่าเทียมกัน).....	0.80	เฉลยควร ละเอียดกว่านี้
	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่ ครูสั่ง มา ครบ ถ้วน (1 คะแนน)	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
2.2 มีการออกแบบ การทดลอง	2.2.1 ความถูกต้องของ การกำหนดตัวแปร (3 คะแนน)	15. ในการทดลองเรื่อง “ผลของปริมาณ แสงที่มีต่อการเจริญเติบโต ของพืช” มีตัวแปรต้น คือ...(ปริมาณของแสง).... มีตัวแปรตาม คือ...(การเจริญเติบโต ของพืช).... มีตัวแปรควบคุม คือ...(ชนิดของพืช , อายุของพืช)....	1.00	-
	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับปัญหาและ มีความชัดเจน (2 คะแนน)	16. จากการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผล ต่อการสีกร่อนของโลหะ” นักเรียนจะ ตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (หมายเหตุ : ใช้ ปัจจัยเฉพาะที่นักเรียนได้ทำการ ทดลอง).....(น้ำ อากาศ และกรด มีผลต่อ การสีกร่อนของโลหะ).....	1.00	-
	2.2.3 ตั้งชื่อเรื่องได้ สอดคล้องกับปัญหาและ มีความชัดเจน (1 คะแนน)	17. หากนักเรียนต้องการทราบว่าโลหะ ชนิดใดทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก ได้เร็วที่สุด นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการ ทดลองว่า.....(ชนิดของโลหะกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี).....	1.00	-

## ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)
<p>2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง (ต่อ)</p> <p>2.2 มีการออกแบบการทดลอง (ต่อ)</p>	<p>2.2.4 ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้องตามขั้นตอน (1 คะแนน)</p>	<p>18. จากการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกร่อนของโลหะ” ให้นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของแผนภาพการออกแบบการทดลองให้สมบูรณ์</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>1. นำตะปูเหล็ก 4 ตัว ใส่บีกเกอร์แต่ละใบ</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>2. ....(จัดให้ตะปูเหล็กแต่ละบีกเกอร์อยู่ในสภาวะที่แตกต่างกัน คือ 1) แช่ในกรด 2) ทิ้งไว้ในอากาศ 3) แช่น้ำให้สูงครึ่งหนึ่งของตะปู และ 4) ทาวาลินแล้วทิ้งไว้ในอากาศ)...</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงในบีกเกอร์แต่ละใบ</p> </div>	1.00	-
<p>2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม</p>	<p>2.3.1 ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการทดลอง</p>	<p>(สังเกตจากการปฏิบัติ)</p>	-	-
	<p>2.3.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</p>	<p>(สังเกตจากการปฏิบัติ)</p>	-	-

## ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ความคล่องแคล่วใน การปฏิบัติการทดลอง 3.1 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วในการ ดำเนินการทดลอง	3.1.1 มีความสามารถในการ การตัดสินใจในการ ดำเนินการทดลองด้วย ตนเอง	19. ในขณะที่กรองสารที่เป็นเกลือแกงแต่ ทำกระดาษกรองขาด ทำให้เกลือแกง บางส่วนตกลงไปในภาชนะรองรับที่มีน้ำ กลั่นอยู่ นักเรียนจะดำเนินการอย่างไร เพื่อแยกเกลือแกงออกมาจากน้ำกลั่น..... (นำของผสมนี้ไปให้ความร้อนเพื่อให้ น้ำกลั่นระเหยออกไป จะได้เกลือแกงเหลือ ติดอยู่ที่ภาชนะ).....	1.00	-
	3.1.2 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วในการใช้ เครื่องมือ	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	3.1.3 มีความตั้งใจขณะ ปฏิบัติการทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
3.2 สามารถทำการ ทดลองได้อย่างสมบูรณ์	3.2.1 ทำการทดลอง ตามลำดับขั้นตอนได้ ครบถ้วนทุกขั้นตอน	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	3.2.2 ทำการทดลองได้ ทันตามเวลาที่กำหนด	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
4. ความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ในการ ปฏิบัติการทดลอง 4.1 จัดเก็บอุปกรณ์ และสารเคมีได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย	4.1.1 เก็บสารเคมีหลัง การใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย (1 คะแนน)	20. หลังจากใช้ต่างหีบห่อทำการทดลอง เรียบร้อยแล้ว จะต้องนำขวดสารเคมีชนิด นี้ไปเก็บไว้ในตู้สารเคมีประเภท..... (ของแข็ง).....	1.00	-
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลัง การใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย (1 คะแนน)	21. นักเรียนต้องเก็บหลอดทดลองที่ล้าง สะอาดและแห้งแล้วโดยวางในลักษณะ .....(แนวนอน).....ในตู้เก็บอุปกรณ์การ ทดลองประเภทแก้ว	1.00	-
	4.1.3 เก็บเก้าอี้หลังการ ใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
4.2 มีการทำความสะอาด สะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และพื้นที่ในการทดลอง	4.2.1 ล้างและทำความสะอาด สะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือ ได้สะอาดและถูกวิธี (1 คะแนน)	22. หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว เราใช้.....(แปรงลวด).....ในการทำ ความสะอาดหลอดทดลองซึ่งมีปากแคบ และมีความลึก	1.00	-

## ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติกิจกรรมทดลอง (ต่อ) 4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง (ต่อ)	4.2.2 มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร (1 คะแนน)	23. หลังทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะมีการทำความสะอาดหลอดทดลองที่มีฉลาก (label) ติดอยู่อย่างไร จึงจะเหมาะสม.....(ลอกป้ายชื่อก่อนนำไปล้างทำความสะอาด).....	1.00	-
	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะที่อุดต้นท่อ (1 คะแนน)	24. หลังจากทำความสะอาดอุปกรณ์การทดลองแล้ว หากพบเศษที่อุดต้นท่อนักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร.....(เก็บเศษที่อุดต้นท่อนักเรียน).....	1.00	-
4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม	4.3.1 เทสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้ (1 คะแนน)	25. ภายหลังจากการทดลอง ควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดไฮโดรคลอริกผสมอยู่ทิ้งลงใน.....(ภาชนะสำหรับทิ้งสารเคมีโดยเฉพาะ).....จึงจะมีความเหมาะสม	1.00	-
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตกได้ถูกวิธี (1 คะแนน)	26. เมื่อมีหลอดทดลองแตกหัก นักเรียนจะมีการเก็บทิ้งอย่างไรจึงจะเกิดความปลอดภัย.....(ห่อให้มีฉีกก่อนนำไปทิ้ง).....	1.00	-
	4.3.3 ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้ (1 คะแนน)	27. ถ้ามีถังขยะ 3 ประเภท คือ ถังขยะเปียก ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะประเภทโลหะ หากนักเรียนต้องการทิ้งที่ขู่ ควรทิ้งลงในถังขยะประเภทใด.....(ถังขยะเปียก).....	1.00	-
5. การรายงานผลการทดลอง 5.1 การบันทึกและใช้ผลการทดลอง	5.1.1 บันทึกข้อมูลได้ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง (1 คะแนน)	28. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” สิ่งที่ต้องบันทึก คือ การเปลี่ยนแปลง.....(สีหรือตะกอน).....ของสารละลาย	1.00	-

## ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ										
5. การรายงานผล การทดลอง (ต่อ) 5.1 การบันทึกและ การใช้ผลการทดลอง (ต่อ)	5.1.2 แปลความหมาย ข้อมูลจากผลการทดลอง ได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	29. ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ วิตามินซีในน้ำผลไม้ ดังนี้ <table border="1" data-bbox="805 645 1093 900"> <thead> <tr> <th>น้ำผลไม้</th> <th>จำนวนหยดของ สารละลาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>วิตามินซี 0.01%</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> จากตารางข้างต้น น้ำผลไม้ A มีปริมาณ วิตามินซี...(น้อยกว่า)...น้ำผลไม้ C	น้ำผลไม้	จำนวนหยดของ สารละลาย	A	60	B	18	วิตามินซี 0.01%	7	C	5	1.00	-
	น้ำผลไม้	จำนวนหยดของ สารละลาย												
A	60													
B	18													
วิตามินซี 0.01%	7													
C	5													
5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดย ใช้ตารางได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)	30. กำหนดตาราง <table border="1" data-bbox="833 1057 1069 1176"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” X และ Y ควรเป็นอะไร X คือ.....(ชนิดของโลหะ)..... Y คือ...(การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน)..	X	Y			1.00	-							
X	Y													
5.2 การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (2 คะแนน)	31. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะ กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” คำสำคัญ ที่ต้องมีในการเขียนวิเคราะห์และสรุปผล การทดลอง คือ.....(ชนิดของโลหะ).....และ .....(อัตราการเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน).....	1.00	-										



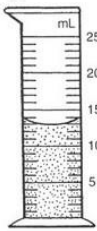
## ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ										
5. การรายงานผลการทดลอง (ต่อ) 5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง (ต่อ)	5.2.2 วิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น แก้ไขเป็น วิเคราะห์และเขียนสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น (3 คะแนน)	32. ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ ดังนี้ <table border="1" data-bbox="805 629 1094 887"> <thead> <tr> <th>น้ำผลไม้</th> <th>จำนวนหยดของสารละลาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>วิตามินซี 0.01%</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>และกำหนดน้ำผลไม้ 3 ชนิด คือ น้ำฝรั่ง น้ำมะนาว และ น้ำสับปะรด จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า น้ำผลไม้ A คือ.....(น้ำสับปะรด)..... น้ำผลไม้ B คือ.....(น้ำมะนาว)..... น้ำผลไม้ C คือ.....(น้ำฝรั่ง).....</p>	น้ำผลไม้	จำนวนหยดของสารละลาย	A	60	B	18	วิตามินซี 0.01%	7	C	5	0.80	แก้ไขค่า
	น้ำผลไม้	จำนวนหยดของสารละลาย												
A	60													
B	18													
วิตามินซี 0.01%	7													
C	5													
5.2.3 มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง (1 คะแนน)	33. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง หากมีรอยยับจากการลบจำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับการเขียนในด้าน.....(ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนการวิเคราะห์ผลการทดลอง).....		0.80	คำถามน่าจะเป็นสถานการณ์จริงๆ แล้วให้นักเรียนตอบ										

ตารางที่ 3.8 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างข้อคำถามย่อยและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 2

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
1. เทคนิคการทดลอง 1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	1. หากต้องการนำน้ำตาลทรายหรือซูโครสไปทำการทดลอง ต้องหยิบขวดสารเคมีที่มีการระบุสูตรทางเคมีว่า.....( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ).....	1.00	-
	1.1.2 เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน (1 คะแนน)	2. ในห้องปฏิบัติการทดลองภาชนะที่ใช้ในการตวงปริมาตรของน้ำมันพืชจากขวดคือ.....(บีกเกอร์).....	1.00	-
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม (1 คะแนน)	3. ควรใช้บีกเกอร์ขนาด.....(10).....ml ในการตวงปริมาตรน้ำมันจำนวน 1 ผล จึงจะเหมาะสมที่สุด	1.00	-
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	4. ขณะที่มีการกรองสารควรใช้ที่จับยึดบริเวณ.....(ปาก).....ของขวดรูปชมพู่	1.00	-
	1.1.5 ความพอดีของปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้ <u>แก้ไขเป็น ความถูกต้อง</u> ของปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้ (1 คะแนน)	5. จะต้องเทกรดแอสติกให้มีปริมาตรไม่เกิน.....(75).....ml หากต้องการใช้สารนี้ ปริมาตร 75 ml จึงจัดเป็นการใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม	0.80	แก้ไขค่า
1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง	1.2.1 สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง (1 คะแนน)	6. ในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันไม่ให้กรดกระเด็นเข้าตาในเบื้องต้น คือ.....(แว่นตาสำหรับใส่ทำการทดลอง).....	1.00	-
	1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง (1 คะแนน)	7. ในการเตรียมสารละลายต่างทับทม อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันไม่ให้สารละลายกระเด็นใส่ร่างกายโดยตรง คือ.....(เสื้อกาวน์).....	1.00	-
	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี (1 คะแนน)	8. มีบีกเกอร์ 2 ใบ ใบที่ 1 ติดฉลากว่า $H_2SO_4$ ส่วนอีกบีกเกอร์เป็นน้ำกลั่น หากต้องการทำให้ความเข้มข้นของกรดลดลงโดยการผสมน้ำ จะมีลำดับในการผสมสารทั้งสองอย่างไร.....(เทกรดจากบีกเกอร์ที่ 1 ใส่ในบีกเกอร์ที่เป็นน้ำกลั่น).....	0.80	-

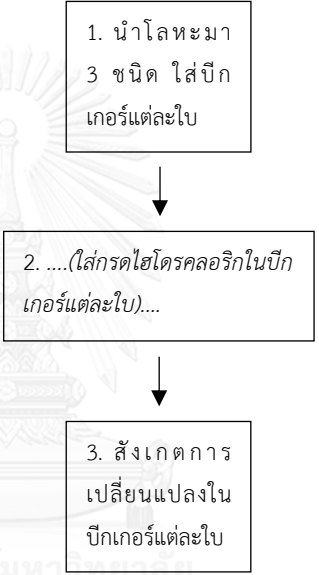
## ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ) 1.2 มีความปลอดภัย ในการทดลอง (ต่อ)	1.2.4 หันปากภาชนะที่มี สารเคมีไปทางผู้อื่น (1 คะแนน)	9. ขณะที่นักเรียนกำลังถือปิ๊กเกอร์ที่บรรจุ กรดซัลฟิวริกอยู่และมีเพื่อนมาคุยด้วย นักเรียนจะหันปากภาชนะไปทางทิศใดจึง จะถือว่าเหมาะสม.....(หันไปทางด้านที่ไม่ ตรงกับเพื่อนยืนอยู่).....	1.00	แก้ไขคำ <u>ทิศใด</u> เป็น <u>ทิศไหน</u>
	1.2.5 ใช้มือสัมผัสสารเคมี โดยตรง (1 คะแนน)	10. หลังการทดลองหากนักเรียนทำเม็ด โซเดียมไฮดรอกไซด์หกบนเครื่องชั่ง น้ำหนักจะมีการเก็บทำความสะอาด อย่างไร จึงจะเกิดความปลอดภัย..... (ใช้แปรงปัดสารเคมีออกจากเครื่อง ชั่ง).....	1.00	-
1.3 มีทักษะในการ สังเกตการทดลอง	1.3.1 อ่านสเกลบน เครื่องมือได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	11. จากรูป อ่านค่าปริมาตรบนกระบอก ตวงได้.....(13).....ml 	1.00	-
	1.3.2 สังเกตในสิ่งที่ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (1 คะแนน)	12. หลังจากหย่อนลวดโลหะอะลูมิเนียม ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก สิ่งที่ สังเกตเห็น คือ.....(มีฟองแก๊สไฮโดรเจน เกิดขึ้น).....	1.00	-
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้ สอดคล้องกับความเป็น จริง (1 คะแนน)	13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบ สารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไบูเร็ด ลงในไข่ขาวดิบ จะทำให้สารละลาย เปลี่ยนเป็นสี.....(ม่วงน้ำเงิน).....	1.00	-
	1.3.4 มีการจดบันทึก ขณะที่สังเกต	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
2. การวางแผนและ ดำเนินการทดลอง 2.1 การวางแผน การทดลอง	2.1.1 ความถูกต้องของ การเขียน flow chart	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-

## ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
2. การวางแผนและ ดำเนินการทดลอง (ต่อ) 2.1 การวางแผน การทดลอง (ต่อ)	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่ รับผิดชอบกัน (1 คะแนน)	14. ในการปฏิบัติการทดลองเรื่อง “การ เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” หากนักเรียนได้รับมอบหมายให้เป็น หัวหน้ากลุ่ม และมีเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม อีก 3 คน จะมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไร จึงจะเกิดความเท่าเทียมกัน.....(สมาชิก ทั้ง 4 คน ควรทำหน้าที่รับผิดชอบเท่าเทียม กัน).....	0.80	เฉลยควร ละเอียดกว่านี้
	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่ ครู ส่ง มา ครบ ถ้วน (1 คะแนน)	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
2.2 มีการออกแบบ การทดลอง	2.2.1 ความถูกต้องของ การกำหนดตัวแปร (3 คะแนน)	15. ในการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อ การสีกร่อนของโลหะ” มีตัวแปรต้น คือ.....(ปัจจัยต่างๆที่ทำให้ โลหะสีกร่อน)..... มีตัวแปรตาม คือ.....(การสีกร่อน ของโลหะ)..... มีตัวแปรควบคุม คือ.....(ชนิดของโลหะ , ขนาดของโลหะ).....	1.00	-
	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับปัญหาและ มีความชัดเจน (2 คะแนน)	16. จากการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะ กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” นักเรียน จะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (หมายเหตุ : ใช้ชนิดของโลหะเฉพาะที่นักเรียนได้ทำ การทดลอง).....(โลหะแมกนีเซียมทำ ปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้เร็ว ที่สุด).....	1.00	-
	2.2.3 ตั้งชื่อเรื่องได้ สอดคล้องกับปัญหาและ มีความชัดเจน (1 คะแนน)	17. หากนักเรียนต้องการเปรียบเทียบว่า น้ำผลไม้ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซี มากกว่ากัน นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการ ทดลองว่า.....(การเปรียบเทียบปริมาณ วิตามินซีในน้ำผลไม้).....	1.00	-

## ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
2. การวางแผนและ ดำเนินการทดลอง (ต่อ) 2.2 มีการออกแบบ การทดลอง (ต่อ)	2.2.4 ออกแบบการ ทดลองได้ครบถ้วนและ ถูกต้องตามขั้นตอน (1 คะแนน)	18. จากการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะ กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” ให้ นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของ แผนภาพการออกแบบการทดลองให้ สมบูรณ์  	1.00	-
2.3 มีทักษะในการ ปฏิบัติงานกลุ่ม	2.3.1 ให้ความร่วมมือ ขณะปฏิบัติการทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	2.3.2 ยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
3. ความคล่องแคล่วใน การปฏิบัติการทดลอง 3.1 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วในการ ดำเนินการทดลอง	3.1.1 มีความสามารถใน การตัดสินใจในการ ดำเนินการทดลองด้วย ตนเอง	19. หากนักเรียนผลทำกระดาษกรอง ขาดขณะที่กรองสารอยู่ ทำให้มีน้ำตาล ซูโครสบางส่วนตกจากกระดาษกรองลงไป ในภาชนะที่มีน้ำกลั่นอยู่ นักเรียนจะมี วิธีดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ได้น้ำตาล ซูโครสกลับคืนมา.....(นำของผสมนี้ไปให้ ความร้อนเพื่อให้ น้ำกลั่นระเหยออกไป จะ ได้น้ำตาลซูโครสเหลือติดอยู่ที่ ภาชนะ).....	1.00	-

## ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ความคล่องแคล่วใน การปฏิบัติการทดลอง (ต่อ) 3.1 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วในการ ดำเนินการทดลอง (ต่อ)	3.1.2 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วในการใช้ เครื่องมือ	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	3.1.3 มีความตั้งใจขณะ ปฏิบัติการทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	3.2 สามารถทำการ ทดลองได้อย่างสมบูรณ์	3.2.1 ทำการทดลอง ตามลำดับขั้นตอนได้ ครบถ้วนทุกขั้นตอน	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-
	3.2.2 ทำการทดลองได้ ทันตามเวลาที่กำหนด	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
4. ความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ในการ ปฏิบัติการทดลอง 4.1 จัดเก็บอุปกรณ์ และสารเคมีได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย	4.1.1 เก็บสารเคมีหลัง การใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย (1 คะแนน)	20. จะต้องนำขวดไซโตเดียมไฮดรอกไซด์ไป เก็บไว้ในตู้สารเคมีประเภท..... (ของแข็ง).....หลังจากทำการทดลอง เรียบร้อยแล้ว	1.00	-
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลัง การใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย (1 คะแนน)	21. หลังจากล้างหลอดหยดและแห้ง แล้ว จะนำไปเก็บไว้ในตู้โดยวางใน ลักษณะ.....(แนวนอน).....ในตู้เก็บ อุปกรณ์การทดลองประเภทแก้ว	1.00	-
	4.1.3 เก็บแก้วอู่หลังการ ใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
4.2 มีการทำความสะอาด สะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และพื้นที่ในการทดลอง	4.2.1 ล้างและทำความสะอาด สะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือ ได้สะอาดและถูกวิธี (1 คะแนน)	22. เราใช้.....(แปรงลวด).....ในการทำ ความสะอาดกระบอกตวงซึ่งมีปากแคบ และมีความลึก ภายหลังจากทำการทดลอง เรียบร้อยแล้ว	1.00	-
	4.2.2 มีการทำความสะอาด สะอาดโต๊ะและแก้วอู่หลัง การทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะ รองรับสาร (1 คะแนน)	23. นักเรียนจะมีการทำความสะอาดปีก เกอร์ที่มีฉลาก (label) ติดอยู่อย่างไร จึง จะเหมาะสม.....(ลอกป้ายชื่อก่อนนำไป ล้างทำความสะอาด).....	1.00	-

## ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ	
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติกรทดลอง (ต่อ) 4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง (ต่อ)	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ (1 คะแนน)	24. หากพบเศษฉลาก (label) อุดตันท่ออยู่ขณะที่นักเรียนล้างอุปกรณ์การทดลอง นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร.....(เก็บเศษฉลากป้ายชื่อที่อุดตันท่ออยู่).....	1.00	-	
	4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม	4.3.1 เทศสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้ (1 คะแนน)	25. ควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดซัลฟิวริกผสมอยู่ทิ้งลงใน.....(ภาชนะสำหรับทิ้งสารเคมีโดยเฉพาะ)..... ภายหลังการทดลอง จึงจะมีความเหมาะสม	1.00	-
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตกได้ถูกวิธี (1 คะแนน)	26. หากนักเรียนเผลอทำบีกเกอร์แตกแตก นักเรียนจะมีการเก็บทิ้งอย่างไรเพื่อให้เกิดความปลอดภัย.....(ห่อให้มีฉิดชิดก่อนนำไปทิ้ง).....	1.00	-	
	4.3.3 ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้ (1 คะแนน)	27. ถ้ามีถังขยะ 3 ประเภท คือ ถังขยะเปียก ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะประเภทโลหะ หากนักเรียนต้องการทิ้งเศษกระดาษลิทมัส ควรทิ้งลงในถังขยะประเภทใด.....(ถังขยะเปียก).....	1.00	-	
5. การรายงานผลการทดลอง 5.1 การบันทึกและ การใช้ผลการทดลอง	5.1.1 บันทึกข้อมูลได้ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง (1 คะแนน)	28. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” สิ่งที่บันทึก คือ การเกิด.....(ฟองแก๊ส).....บนลวดโลหะในสารละลาย	1.00	-	
	5.1.2 แปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	(คำถามอยู่ในหน้าถัดไป)	1.00	-	

## 29. ตารางแสดงสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้

สมบัติ	A	B	C
สถานะ	มี ทั้ง ของ แข็ง ของเหลว และแก๊ส	ของแข็ง บางชนิดนำไฟฟ้า เช่น โบรอน บางชนิดไม่นำไฟฟ้า	เป็นของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะเป็นของเหลว
การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี บางชนิดนำความร้อน	บางชนิดไม่นำความร้อน	นำไฟฟ้าได้
การนำความร้อน	ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย	บางชนิดนำความร้อน บางชนิดไม่นำความร้อน	นำความร้อนได้ดี
จุดเดือด จุดหลอมเหลว	ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโครงผลึกร่างตาข่าย	บางชนิดสูง บางชนิดค่อนข้างสูง	สูง ยกเว้นปรอท
ความเหนียว	เปราะ	เปราะ	เหนียว ทุกเป็นแผ่นได้
ลักษณะผิว	ด้าน	บางชนิดมันวาว บางชนิดด้าน	เป็นมันวาว
การเกิดเสียงเมื่อเคาะ	ไม่กังวาน	ไม่กังวาน	ดังกังวาน
ความหนาแน่น	ความหนาแน่นน้อย	บางชนิดมีความหนาแน่นมาก บางชนิดมีความหนาแน่นค่อนข้างมาก	บางชนิดมีความหนาแน่นมาก บางชนิดมีความหนาแน่นน้อย

จากตารางข้างต้นโลหะ A มีความเป็นโลหะ.....(น้อยกว่า).....โลหะ C



## ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ				
5. การรายงานผล การทดลอง (ต่อ) 5.1 การบันทึกและ การใช้ผลการทดลอง (ต่อ)	5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดย ใช้ตารางได้อย่างถูกต้อง (1 คะแนน)	30. กำหนดตาราง <table border="1" style="margin: 10px auto;"><tr><td>X</td><td>Y</td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table> ในการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบ ปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” X และ Y ควรเป็นอะไร X คือ.....(น้ำผลไม้)..... Y คือ..(จำนวนหยดของสารละลาย)..	X	Y			1.00	-
X	Y							
5.2 การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (2 คะแนน)	31. ในการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อ การเกิดสนิมโลหะ” คำสำคัญที่ต้องมีใน การเขียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง คือ.....(ปัจจัยที่ทำให้โลหะเกิดสนิม)..... และ.....(อัตราการผลิตสนิมของ โลหะ).....	1.00	-				
	5.2.2 วิเคราะห์และ สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จาก การทดลองเท่านั้น แก้ไขเป็น วิเคราะห์และ เขียนสรุปผลจากข้อมูลที่ได้ จากการทดลองเท่านั้น (3 คะแนน)	(คำถามอยู่ในหน้าถัดไป)	0.80	แก้ไขค่า				
	5.2.3 มีความเป็นระเบียบ เรียบร้อยในการเขียนการ วิเคราะห์และสรุปผลการ ทดลอง (1 คะแนน)	32. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผล การทดลอง หากมีรอยน้ำยาลบคำผิด จำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการ ปรับปรุงเกี่ยวกับการเขียนในด้าน..... (ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียน การวิเคราะห์ผลการทดลอง).....	0.80	คำถาม น่าจะเป็น สถานการณ์ จริงๆ แล้วให้ นักเรียนตอบ				

## 32. ตารางแสดงสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้

สมบัติ	A	B	C
สถานะ	มี ทั้ง ของ แข็ง ของเหลว และแก๊ส	ของแข็ง บางชนิดนำไฟฟ้า เช่น โบรอน บางชนิดไม่นำไฟฟ้า	เป็นของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะเป็นของเหลว
การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี บางชนิดนำความร้อน	บางชนิดไม่นำความร้อน	นำไฟฟ้าได้
การนำความร้อน	ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย	บางชนิดนำความร้อน บางชนิดไม่นำความร้อน	นำความร้อนได้ดี
จุดเดือด จุดหลอมเหลว	ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโครงผลึกร่างตาข่าย	บางชนิดสูง บางชนิดค่อนข้างสูง	สูง ยกเว้นปรอท
ความเหนียว	เปราะ	เปราะ	เหนียว ทุกเป็นแผ่นได้
ลักษณะผิว	ด้าน	บางชนิดมันวาว บางชนิดด้าน	เป็นมันวาว
การเกิดเสียงเมื่อเคาะ	ไม่กังวาน	ไม่กังวาน	ดังกังวาน
ความหนาแน่น	ความหนาแน่นน้อย	บางชนิดมีความหนาแน่นมาก บางชนิดมีความหนาแน่นค่อนข้างมาก	บางชนิดมีความหนาแน่นมาก บางชนิดมีความหนาแน่นน้อย

และกำหนดธาตุ 3 ชนิด คือ สังกะสี กำมะถัน และซิลิคอน จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า

สาร A คือ .....(กำมะถัน).....

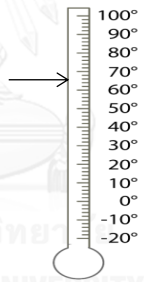
สาร B คือ .....(ซิลิคอน).....

สาร C คือ .....(สังกะสี).....

ตารางที่ 3.9 ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างข้อ  
คำถามย่อยและเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการ  
ทดลองชุดที่ 3

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
1. เทคนิคการทดลอง 1.1 เลือกใช้อุปกรณ์ และสารเคมีได้ถูกต้อง	1.1.1 ระบุชนิดของ สารเคมีที่กำหนดให้ได้ ถูกต้อง (1 คะแนน)	1. ขวดบรรจุสารเคมีชนิดหนึ่งเป็น ของแข็งสีขาวติดป้ายชื่อว่า แคลเซียม คาร์บอเนตจะมีสูตรเคมีเป็น..... (CaCO <sub>3</sub> ).....	1.00	-
	1.1.2 เลือกประเภทของ อุปกรณ์ได้เหมาะสมกับ การใช้งาน (1 คะแนน)	2. ในห้องปฏิบัติการทดลอง หากต้องการ ตวงน้ำนมจะใช้.....(บีกเกอร์).....ในการ ตวงปริมาตร	1.00	-
	1.1.3 เลือกขนาดของ ภาชนะรองรับสารได้อย่าง เหมาะสม (1 คะแนน)	3. หากต้องการตวงน้ำส้มจำนวน 1 ผล ควรใช้บีกเกอร์ขนาด.....(50).....ml จึง จะเหมาะสมที่สุด	1.00	-
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ใน การทดลองได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	4. จะต้องใช้ที่จับยึดบริเวณ.....(ประมาณ หนึ่งในสี่จากปลายด้านบน).....ของ เทอร์โมมิเตอร์ขณะที่วัดอุณหภูมิ	0.80	-
	1.1.5 ความพอดีของ ปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้ แก้ไขเป็น ความถูกต้อง ของปริมาณสารที่ตวง/ชั่ง ไปใช้ (1 คะแนน)	5. หากต้องการใช้แอลกอฮอล์ที่มีปริมาตร 30 ml ควรตวงสารให้มีปริมาตรไม่เกิน .....(30).....ml จึงจัดเป็นการใช้สารเคมี ในปริมาณที่เหมาะสม	0.80	แก้ไขคำ
1.2 มีความปลอดภัย ในการทดลอง	1.2.1 สวมแว่นตาขณะ ปฏิบัติการทดลอง (1 คะแนน)	6. ....(แว่นตาสำหรับใส่ทำการทดลอง).... เป็นสิ่งที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้นเพื่อไม่ให้ สารละลายไฮดรอกไซด์กระเด็นใส่ ลูกตา	1.00	-
	1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะ ปฏิบัติการทดลอง (1 คะแนน)	7. ....(เสื้อกาวน์).....เป็นสิ่งที่ช่วย ป้องกันในเบื้องต้นเพื่อไม่ให้กรดซัลฟิวริก กระเด็นใส่ร่างกาย	1.00	-
	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ ถูกต้องในการผสมสารเคมี (1 คะแนน)	8. มีบีกเกอร์ 2 ใบ ใบที่ 1 เป็นสารละลาย ไฮดรอกไซด์เข้มข้น และใบที่ 2 เป็นน้ำกลั่น หากต้องการนำสาร 2 ชนิด ผสมกัน จะมีลำดับในการผสมเป็นอย่างไร .....(เทสารละลายไฮดรอกไซด์จาก บีกเกอร์ที่ 1 ใส่ลงในบีกเกอร์ที่ 2 ที่เป็น น้ำกลั่น).....	1.00	-

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ) 1.2 มีความปลอดภัย ในการทดลอง (ต่อ)	1.2.4 หันปากภาชนะที่มี สารเคมีไปทางผู้อื่น (1 คะแนน)	9. ขณะที่นักเรียนกำลังเดินถือกระบอ กตวงที่บรรจุสารละลายไฮโดรเจนไฮดรอก ไซด์เข้มข้นอยู่กลับไปโต๊ะ และมีเพื่อน มาถามคำถาม นักเรียนควรจะหันปาก กระบอกลงไปทางทิศใดจึงจะถือว่า เหมาะสม.....(หันไปทางด้านที่ไม่ตรงกับ เพื่อนยืนอยู่).....	0.80	แก้ไขคำ <u>ทิศใด</u> เป็น <u>ทิศไหน</u>
	1.2.5 ใช้มือสัมผัสสารเคมี โดยตรง (1 คะแนน)	10. หลังการทดลองหากมีผงจุนสีหูกอยู่ บนเครื่องชั่งน้ำหนัก นักเรียนจะเก็บทำ ความสะอาดโดยวิธีใด.....(ใช้แปรงปัด สารเคมีออกจากเครื่องชั่ง).....	1.00	-
1.3 มีทักษะในการ สังเกตการทดลอง	1.3.1 อ่านสเกลบน เครื่องมือได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	11. จากรูป อ่านค่าเทอร์โมมิเตอร์ได้ .....(68).....°C 	0.80	ขยายภาพ ให้ใหญ่ขึ้น
	1.3.2 สังเกตในสิ่งที่ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (1 คะแนน)	12. สิ่งที่สังเกตเห็นเมื่อหย่อนลวดโลหะ สังกะสีลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอ ริก คือ.....(มีฟองแก๊สไฮโดรเจน เกิดขึ้น).....	1.00	-
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้ สอดคล้องกับความเป็น จริง (1 คะแนน)	13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบ สารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไบยูเรต ลงในเนื้อหมูดิบ จะทำให้สารละลาย เปลี่ยนเป็นสี.....(ม่วงน้ำเงิน).....	1.00	-
	1.3.4 มีการจดบันทึก ขณะที่สังเกต	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
2. การวางแผนและ ดำเนินการทดลอง 2.1 การวางแผน การทดลอง	2.1.1 ความถูกต้องของ การเขียน flow chart	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-

## ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
2. การวางแผนและ ดำเนินการทดลอง (ต่อ) 2.1 การวางแผน การทดลอง (ต่อ)	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่ รับผิดชอบกัน (1 คะแนน)	14. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะ กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” หากมีการ แบ่งกลุ่ม ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย หัวหน้ากลุ่ม รองหัวหน้ากลุ่ม และสมาชิก อีก 4 คน จะมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไร จึงจะเกิดความเท่าเทียมกัน.....(สมาชิก ทั้ง 6 คน ควรมีหน้าที่รับผิดชอบเท่าเทียม กัน).....	0.80	เฉลยควร ละเอียดกว่านี้
	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่ ครูสั่ง มา ครบถ้วน (1 คะแนน)	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
2.2 มีการออกแบบ การทดลอง	2.2.1 ความถูกต้องของ การกำหนดตัวแปร (3 คะแนน)	15. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะ กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” มีตัวแปรต้น คือ....(โลหะชนิดต่างๆ)..... มีตัวแปรตาม คือ....(อัตราการเกิดแก๊ส ไฮโดรเจน)..... มีตัวแปรควบคุม คือ....(ขนาดของแผ่น โลหะ , ชนิดของกรดที่ใช้).....	1.00	-
	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับปัญหาและ มีความชัดเจน (2 คะแนน)	16. จากการทดลองเรื่อง “การ เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (หมายเหตุ : ใช้ชนิดของน้ำผลไม้เฉพาะที่ นักเรียนได้ทำการทดลอง).....(น้ำมะนาว ใช้จำนวนหยดของสารละลายน้อย ที่สุด).....	1.00	-
	2.2.3 ตั้งชื่อเรื่องได้ สอดคล้องกับปัญหาและ มีความชัดเจน (1 คะแนน)	17. หากนักเรียนต้องการทราบว่าปัจจัย ใดบ้างที่ทำให้โลหะเกิดการสึกกร่อน นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการทดลองว่า..... (ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกกร่อนของ โลหะ).....	1.00	-

## ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)
<p>2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง (ต่อ)</p> <p>2.2 มีการออกแบบการทดลอง (ต่อ)</p>	<p>2.2.4 ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้องตามขั้นตอน (1 คะแนน)</p>	<p>18. จากการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” ให้นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของแผนภาพการออกแบบการทดลองให้สมบูรณ์</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">1. นำน้ำแบ่งที่ผสมสารละลายไอโอดีนใส่ในหลอดทดลอง 5 หลอด</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">2. ....(หยดน้ำผลไม้ 5 ชนิดลงในหลอดทดลองชนิดละ 1 หลอด จนกระทั่งสีของสารละลายในหลอดทดลองจางหายไป)....</div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">3. นับจำนวนหยดของสารละลายที่ใช้</div>	1.00	-
<p>2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม</p>	<p>2.3.1 ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการทดลอง</p>	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	<p>2.3.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</p>	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
<p>3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง</p> <p>3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง</p>	<p>3.1.1 มีความสามารถในการตัดสินใจในการดำเนินการทดลองด้วยตนเอง</p>	<p>19. ขณะที่กรองสารผ่านกระดาษกรองอยู่นักเรียนเผลอทำกระดาษกรองขาด ทำให้ผงจุนสีจากกระดาษกรองบางส่วนตกลงไปในภาชนะรองรับสารที่มีน้ำกลั่นอยู่ หากต้องการผงจุนสีกลับคืนมา นักเรียนจะมีวิธีดำเนินการอย่างไรจึงจะมีความเหมาะสม.....(นำของผสมนี้ไปให้ความร้อนเพื่อให้ น้ำกลั่นระเหยออกไป จะได้ผงจุนสีเหลือติดอยู่ที่ภาชนะ).....</p>	1.00	-

## ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ความคล่องแคล่วใน การปฏิบัติการทดลอง (ต่อ) 3.1 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วในการ ดำเนินการทดลอง (ต่อ)	3.1.2 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วในการใช้ เครื่องมือ	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	3.1.3 มีความตั้งใจขณะ ปฏิบัติการทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	3.2 สามารถทำการ ทดลองได้อย่างสมบูรณ์	3.2.1 ทำการทดลอง ตามลำดับขั้นตอนได้ ครบถ้วนทุกขั้นตอน	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-
	3.2.2 ทำการทดลองได้ ทันตามเวลาที่กำหนด	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
4. ความเป็นระเบียบ เรียบร้อย ในการ ปฏิบัติการทดลอง 4.1 จัดเก็บอุปกรณ์ และสารเคมีได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย	4.1.1 เก็บสารเคมีหลัง การใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย (1 คะแนน)	20. ภายหลังจากการทดลองเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำขวดแคลเซียมคาร์บอเนตไปเก็บ ไว้ใน ตู้ สาร เคมี ประ เภ ท . . . . . (ของแข็ง).....	1.00	-
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลัง การใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย (1 คะแนน)	21. ภายหลังจากทำความสะอาดและตากจน แห้งแล้ว จะเก็บวางแห้งแก้วคนใน ลักษณะ.....(แนวนอน).....ในตู้เก็บ อุปกรณ์การทดลองประเภทแก้ว	1.00	-
	4.1.3 เก็บแก้วอู่หลังการ ใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
4.2 มีการทำความสะอาด อุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และพื้นที่ในการทดลอง	4.2.1 ล้างและทำความสะอาด สะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือ ได้สะอาดและถูกวิธี (1 คะแนน)	22. หลังการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว เราใช้.....(แปรงลวด).....ในการทำ ความสะอาดขวดรูปชมพู่ซึ่งมีปากแคบ และมีความลึก	1.00	-
	4.2.2 มีการทำความสะอาด สะอาดโต๊ะและแก้วอู่หลัง การทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	-	-
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะ รองรับสาร (1 คะแนน)	23. หลังจากใช้กระบอกตวงที่มีฉลาก (label) ติดอยู่เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียน จะมีการเก็บล้างทำความสะอาดอย่างไร จึงจะเหมาะสม.....(ลอกป้ายชื่อก่อน นำไปล้างทำความสะอาด).....	1.00	-

## ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อความคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติกรทดลอง (ต่อ) 4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง (ต่อ)	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ (1 คะแนน)	24. ขณะที่ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์การทดลองแล้วพบเศษกระดาษกรองอุดตันท่ออยู่ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร..... (เก็บเศษกระดาษกรองที่อุดตันท่ออยู่).....	1.00	-
4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม	4.3.1 เทศารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้ (1 คะแนน)	25. หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้วควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดไนตริกผสมอยู่ทิ้งลงใน.....(ภาชนะสำหรับทิ้งสารเคมีโดยเฉพาะ).....จึงจะมีความเหมาะสม	1.00	-
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตกได้ถูกวิธี (1 คะแนน)	26. นักเรียนจะมีวิธีการเก็บทิ้งแกว้แก้วคนที่เผลอทำแตกขณะล้างทำความสะอาดอย่างไร จึงจะเกิดความปลอดภัย.....(ท่อให้มัดชิดก่อนนำไปทิ้ง).....	1.00	-
	4.3.3 ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้ (1 คะแนน)	27. ถ้ามีถังขยะ 3 ประเภท คือ ถังขยะเปียก ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะประเภทโลหะ หากนักเรียนต้องการทิ้งกระดาษกรอง ควรทิ้งลงในถังขยะประเภทใด.....(ถังขยะเปียก).....	1.00	-
5. การรายงานผลการทดลอง 5.1 การบันทึกและการใช้ผลการทดลอง	5.1.1 บันทึกข้อมูลได้ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง (1 คะแนน)	28. ในการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” สิ่งที่คุณบันทึกคือ.....(จำนวนหยด).....ของสารละลายที่ใช้	1.00	-



## ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ								
5. การรายงานผลการทดลอง (ต่อ) 5.1 การบันทึกและ การใช้ผลการทดลอง (ต่อ)	5.1.2 แปลความหมาย ข้อมูลจากผลการทดลอง ได้ถูกต้อง (1 คะแนน)	29. กำหนดตารางแสดงผลการทดลอง เรื่อง “ชนิดของโลหะต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี” <table border="1" data-bbox="778 667 1123 900"> <thead> <tr> <th></th> <th>การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. A + HCl</td> <td>เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว</td> </tr> <tr> <td>2. B + HCl</td> <td>เกิดขึ้นอย่างช้าๆ</td> </tr> <tr> <td>3. C + HCl</td> <td>ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง</td> </tr> </tbody> </table> จากตารางข้างต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมีของโลหะ B.....(เร็วกว่า).....โลหะ C		การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน	1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว	2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ	3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	1.00	-
		การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน										
1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว											
2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ											
3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง											
5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดย ใช้ตารางได้อย่างถูกต้อง (2 คะแนน)	30. กำหนดตาราง <table border="1" data-bbox="833 1055 1069 1173"> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> ในการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการ เกิดสนิมโลหะ” X และ Y ควรเป็นอะไร X คือ.....(สภาวะต่างๆ)..... Y คือ..(การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น)..	X	Y			1.00	-					
X	Y											
5.2 การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (2 คะแนน)	31. ในการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบ ปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” คำสำคัญที่ ต้องมีในการเขียนวิเคราะห์และสรุปผล การทดลอง คือ.....(ปริมาณวิตามินซีใน น้ำผลไม้ชนิดต่างๆ).....และ..... (จำนวนหยดของน้ำผลไม้ที่ใช้).....	1.00	-								

## ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม	ดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะ ของ ผู้ทรงคุณวุฒิ								
5. การรายงานผลการทดลอง (ต่อ) 5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง (ต่อ)	5.2.2 วิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น แก้ไขเป็น วิเคราะห์และเขียนสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น (3 คะแนน)	32. กำหนดตารางแสดงผลการทดลอง เรื่อง “ชนิดของโลหะต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” <table border="1" data-bbox="778 667 1109 900"> <thead> <tr> <th></th> <th>การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. A + HCl</td> <td>เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว</td> </tr> <tr> <td>2. B + HCl</td> <td>เกิดขึ้นอย่างช้าๆ</td> </tr> <tr> <td>3. C + HCl</td> <td>ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง</td> </tr> </tbody> </table> และกำหนดโลหะ 3 ชนิด คือ ทองแดง สังกะสี และแมกนีเซียม จากตารางข้างต้นจะสรุปผลการทดลองได้ว่า โลหะ A คือ .....(แมกนีเซียม)..... โลหะ B คือ .....(สังกะสี)..... โลหะ C คือ .....(ทองแดง).....		การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน	1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว	2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ	3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	0.80	แก้ไขค่า
		การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน										
1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว											
2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ											
3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง											
5.2.3 มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง (1 คะแนน)	33. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง หากมีครบสกปรกจากการลบจำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับการเขียนในด้าน.....(ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนการวิเคราะห์ผลการทดลอง).....		0.80	คำถาม น่าจะเป็นสถานการณ์จริงๆ แล้วให้นักเรียนตอบ								

5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองในด้านความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองที่สร้างขึ้น 3 ฉบับ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 3.11 , 3.12 และ 3.13

6. นำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองที่ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (content validity) แล้ว ไปทดลองใช้ (try out) เพื่อหาคุณภาพด้านความเที่ยง (reliability) โดยการนำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างแต่ไม่ใช่ตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's coefficient of reliability) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.895, 0.879

และ 0.882 ตามลำดับ แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ฉบับ อยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ ยังได้มีการเปรียบเทียบค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 เป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน ดังแสดงรายละเอียดในตาราง ที่ 3.10

**ตารางที่ 3.10 การเปรียบเทียบค่าความเที่ยงแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค**

ด้าน/ข้อรายการ	ค่าความเที่ยง (สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค)		
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
<b>1. เทคนิคการทดลอง</b>			
1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และ สารเคมีได้ถูกต้อง	0.824	0.853	0.868
1.2 มีความปลอดภัย ในการทดลอง	0.788	0.843	0.835
1.3 มีทักษะในการสังเกต การทดลอง	0.836	0.816	0.792
<b>2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง</b>			
2.1 มีการวางแผน การทดลอง	0.795	0.791	0.811
2.2 มีการออกแบบ การทดลอง	0.821	0.856	0.787
2.3 มีทักษะในการปฏิบัติ งานกลุ่ม	0.832	0.845	0.854
<b>3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง</b>			
3.1 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วในการ ดำเนินการทดลอง	0.817	0.807	0.826
3.2 สามารถทำการทดลอง ได้อย่างสมบูรณ์	0.763	0.846	0.819

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ค่าความเที่ยง (สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค)		
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
<b>4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย</b>			
<b>ในการปฏิบัติการทดลอง</b>			
4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และ สารเคมีได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย	0.791	0.773	0.815
4.2 มีการทำความสะอาด อุปกรณ์ที่ใช้แล้วและ พื้นที่ในการทดลอง	0.832	0.796	0.828
4.3 มีการกำจัดสาร เหลือทิ้งและขยะได้ อย่างเหมาะสม	0.854	0.823	0.811
<b>5. การรายงานผลการทดลอง</b>			
5.1 การบันทึกและการใช้ ผลการทดลอง	0.827	0.767	0.781
5.2 การวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง	0.788	0.802	0.815

ตารางที่ 3.11 ผลการตรวจสอบความคู่ขนานของแบบทดสอบโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ระหว่างข้อคำถามย่อยในแบบทดสอบวัดทักษะ  
ปฏิบัติการทดลอง ชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
1. เทคนิคการทดลอง 1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	1. หากต้องการใช้เกลือแกงจะต้องหยิบขวดที่มีการเขียนบอกสูตรทางเคมีบนฉลากว่า.....	1. หากต้องการนำน้ำตาลทรายหรือชูโครสไปทำการทดลอง ต้องหยิบขวดสารเคมีที่มีการระบุสูตรทางเคมีว่า.....	1. ขวดบรรจุสารเคมีชนิดหนึ่งเป็นของแข็งสีขาวติดป้ายชื่อว่าแคลเซียมคาร์บอเนต จะมีสูตรเคมีเป็น.....	1.00	-
	1.1.2 เลือกประเภทของอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน	2. ในห้องปฏิบัติการทดลองเราใช้.....ในการตวงปริมาตรของน้ำส้มสายชูจากขวด.....	2. ในห้องปฏิบัติการทดลองภาชนะที่ใช้ในการตวงปริมาตรของน้ำมันพืชจากขวดคือ.....	2. ในห้องปฏิบัติการทดลอง หากต้องการตวงน้ำนมจะใช้..... ในการตวงปริมาตร	1.00	-
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม	3. ควรใช้ปิเปตอร์ขนาด.....ml ในการตวงปริมาตรไข่ขาวจำนวน 1 ฟอง จึงจะเหมาะสมที่สุด	3. ควรใช้ปิเปตอร์ขนาด.....ml ในการตวงปริมาตรน้ำมะนาวจำนวน 1 ผล จึงจะเหมาะสมที่สุด	3. หากต้องการตวงน้ำส้มจำนวน 1 ผล ควรใช้ปิเปตอร์ขนาด.....ml จึงจะเหมาะสมที่สุด	1.00	-
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง	4. ควรใช้ที่จับหลอดทดลองยึดบริเวณ(ตำแหน่ง).....ของหลอดทดลอง	4. ขณะที่มีการกรองสารควรใช้ที่จับยีสต์บริเวณ.....ของขวดรูปชมพู่	4. จะต้องใช้ที่จับยีสต์บริเวณ.....ของเทอร์โมมิเตอร์ขณะที่วัดอุณหภูมิ	1.00	-

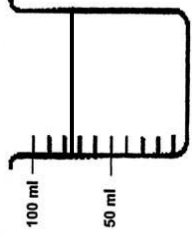
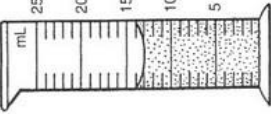

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ)	1.1.5 ความพอดีของปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้	5. หากต้องการใช้กรดไฮดรอกซิดริก ปริมาตร 50 ml ควรตวงสารให้มีปริมาตรไม่เกิน.....ml จึงจัดเป็นการใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม	5. จะต้องเทกรดแอซิดิกให้มีปริมาตรไม่เกิน.....ml หากต้องการใช้สารนี้ ปริมาตร 75 ml จึงจัดเป็นการใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม	5. หากต้องการใช้แอลกอฮอล์ที่มีปริมาตร 30 ml ควรตวงสารให้มีปริมาตรไม่เกิน.....ml จึงจัดเป็นการใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม	1.00	-
		6. อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้น เพื่อให้กรดแอซิดิกกระเด็นเข้าตา คือ.....	6. ในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันไม่ให้กรดกระเด็นเข้าตาในเบื้องต้น คือ.....	6. .... เป็นสิ่งที่ช่วยป้องกันเบื้องต้นเพื่อไม่ให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย		
1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง	1.2.1 สวมแว่นตาขณะปฏิบัติ การทดลอง	7. อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้นเพื่อให้สารละลายไฮเดรียมไฮดรอกไซด์ที่กรดใส่ร่างกาย คือ.....	7. ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ที่ใช้ อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันไม่ให้สารละลายที่ใส่ร่างกายโดยตรง คือ.....	7. .... เป็นสิ่งที่ช่วยป้องกันเบื้องต้นเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุที่ร่างกาย	1.00	-
		1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติ การทดลอง	7. ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ที่ใช้ อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันไม่ให้สารละลายที่ใส่ร่างกายโดยตรง คือ.....	7. .... เป็นสิ่งที่ช่วยป้องกันเบื้องต้นเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุที่ร่างกาย		

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ) 1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี	8. ถ้าบีกเกอร์ที่ 1 เป็นน้ำกลั่น และบีกเกอร์ที่ 2 เป็นกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น จะมีลำดับในการผสมสารทั้งสองอย่างไร.....	8. มีบีกเกอร์ 2 ใบ ใบที่ 1 คิดฉลากว่า H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ส่วนอีกบีกเกอร์ เป็นน้ำกลั่น หากต้องการทำให้ความเข้มข้นของกรดลดลงโดยการผสมน้ำ จะมีลำดับในการผสมสารทั้งสองอย่างไร.....	8. มีบีกเกอร์ 2 ใบ ใบที่ 1 เป็นสารละลายไฮเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น และใบที่ 2 เป็นน้ำกลั่น หากต้องการนำสาร 2 ชนิดผสมกัน จะมีลำดับในการผสมเป็นอย่างไร.....	1.00	-
	1.2.4 หันปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น	9. ขณะที่นักเรียนกำลังยืนคุยกับเพื่อนและนักเรียนถือหลอดทดลองที่บรรจุกรดไฮดรคลอริกอยู่ นักเรียนจะหันปากหลอดทดลองไปทางที่ใดจริงจะถือว่าเหมาะสม.....	9. ขณะที่นักเรียนกำลังถือบีกเกอร์ที่บรรจุกรดซัลฟิวริกอยู่และมีเพื่อนมาคุยด้วย นักเรียนจะหันปากภาชนะไปทางที่ใดจริงจะถือว่าเหมาะสม.....	9. ขณะที่นักเรียนกำลังเดินถือกระบอกตวงที่บรรจุสารละลายไฮเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นอยู่ กลับไปที่โต๊ะ และมีเพื่อนมาถามคำถาม นักเรียนควรจะหันปากกระบอกตวงไปทางที่ใดจริงจะถือว่าเหมาะสม.....	1.00	-

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ) 1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง (ต่อ)	1.2.5 ใช้มีส้นสี่เหลี่ยมโดยตรง	10. หากมีสิ่งต่างที่บดทับบนเครื่องชั่งน้ำหนักควรเก็บทิ้งโดย.....	10. หลังการทดลองหากนักเรียนทำเมตโซเดียมไฮดรอกไซด์หกบนเครื่องชั่งน้ำหนักจะมีการเก็บทำความสะอาดอย่างไร จึงจะเกิดความปลอดภัย.....	10. หลังการทดลองหากมีสิ่งสกปรกอยู่บนเครื่องชั่งน้ำหนักนักเรียนจะเก็บทำความสะอาดโดยวิธีใด.....	1.00	-
1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง	1.3.1 อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง	11. จากรูป อ่านค่าปริมาตรบนบีกเกอร์ได้.....ml 	11. จากรูป อ่านค่าปริมาตรบนกระบอกตวงได้.....ml 	11. จากรูป อ่านค่าของเทอร์มิเตอร์ได้.....°C 	1.00	-



ตารางที่ 3.1.1 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
1. เทคนิคการทดลอง (ต่อ) 1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง (ต่อ)	1.3.2 สิ่งที่ไม่สังเกตเห็นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	12. สิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากหย่อนลวดโลหะแมกนีเซียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก คือ.....	12. หลังจากหย่อนลวดโลหะอะลูมิเนียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก สิ่งที่เกิดขึ้นคืออะไร.....	12. สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อหย่อนลวดโลหะสังกะสีลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก คือ.....	1.00	-
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง เช่น สีของสารละลาย	13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไปยูเร็ดลงในน้ำมัน จะทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสี.....	13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไปยูเร็ดลงในไข่ขาวดิบ จะทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสี.....	13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไปยูเร็ดลงในเนื้อหมูดิบ จะทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสี.....	1.00	-
	1.3.4 มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต		(สังเกตจากการปฏิบัติ)		-	-
2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง 2.1 มีการวางแผนการทดลอง	2.1.1 ความถูกต้องของการเขียน flow chart		(สังเกตจากการปฏิบัติ)		-	-

ตารางที่ 3.1.1 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง 2.1 มีการวางแผนการทดลอง (ต่อ)	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกัน	14. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” ถ้าสมาชิกในกลุ่มของนักเรียนประกอบด้วยหัวหน้า รองหัวหน้า และสมาชิกอีก 3 คน (รวมตัวนักเรียนด้วย) จะมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไรจึงจะเกิดความเท่าเทียมกัน.....	14. ในการปฏิบัติการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” หากนักเรียนได้รับมอบหมายให้เป็นหัวหน้ากลุ่ม และมีเพื่อนสมาชิกในกลุ่มอีก 3 คน จะมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไรจึงจะเกิดความเท่าเทียมกัน.....	14. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” หากมีการแบ่งกลุ่ม ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย หัวหน้ากลุ่ม รองหัวหน้ากลุ่ม และสมาชิกอีก 4 คน จะมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไร จึงจะเกิดความเท่าเทียมกัน.....	-	
	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมาครบถ้วน		(สังเกตจากการปฏิบัติ)			-
2.2 มีการออกแบบการทดลอง	2.2.1 ความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร	15. ในการทดลองเรื่อง “ผลของปริมาณแสง ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช” มีตัวแปรต้น คือ..... มีตัวแปรตาม คือ..... มีตัวแปรควบคุม คือ..... (บอกมา 2 อย่าง)	15. ในการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกร่อนของโลหะ” มีตัวแปรต้น คือ..... มีตัวแปรตาม คือ..... มีตัวแปรควบคุม คือ..... (บอกมา 2 อย่าง)	15. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” มีตัวแปรต้น คือ..... มีตัวแปรตาม คือ..... มีตัวแปรควบคุม คือ..... (บอกมา 2 อย่าง)	1.00	

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง (ต่อ) 2.2 มีการออกแบบการทดลอง (ต่อ)	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้ สอดคล้องกับปัญหา และมีความชัดเจน	16. จากการศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกกรณ์ของโลหะ” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร..... (หมายเหตุ : ใช้ปัจจัยเฉพาะที่นักเรียนใช้ในการทดลอง)	16. จากการศึกษาเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร..... (หมายเหตุ : ใช้ชนิดของโลหะเฉพาะที่นักเรียนใช้ในการทดลอง)	16. จากการศึกษาเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร..... (หมายเหตุ : ใช้ชนิดของน้ำผลไม้เฉพาะที่นักเรียนใช้ในการทดลอง)	1.00	-
	2.2.3 ตั้งข้อเรื่องได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน	17. หากนักเรียนต้องการทราบว่าโลหะชนิดใดทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้เร็วที่สุด นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการศึกษาทดลองว่า.....	17. หากนักเรียนต้องการเปรียบเทียบว่าน้ำผลไม้ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมากกว่ากัน นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการศึกษาทดลองว่า.....	17. หากนักเรียนต้องการทราบว่าปัจจัยใดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการศึกษาทดลองว่า.....	1.00	-

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง	2.2.4 ออกแบบการทดลอง "ได้ครบถ้วนและถูกต้องตามลำดับขั้นตอน"	<p>18. จากการศึกษาทดลองเรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสึกกร่อนของโลหะ" ให้นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของแผนภาพการออกแบบการทดลองให้สมบูรณ์</p>	<p>18. จากการศึกษาทดลองเรื่อง "ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี" ให้นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของแผนภาพการออกแบบการทดลองให้สมบูรณ์</p>	<p>18. จากการศึกษาทดลองเรื่อง "การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้" ให้นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของแผนภาพการออกแบบการทดลองให้สมบูรณ์</p>	1.00	-
2.2 มีการออกแบบการทดลอง (ต่อ)						

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง (ต่อ)	2.3.1 ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติตามทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	ชุดที่ 3	-	-
	2.3.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				-	-
3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ การทดลอง	3.1.1 มีความสามารถในการตัดสินใจในการดำเนินการทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	ชุดที่ 3	1.00	-
3.1 มีความมั่นใจ และคล่องแคล่ว ในการดำเนินการทดลอง	3.1.1 มีความสามารถในการตัดสินใจในการดำเนินการทดลอง	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	(สังเกตจากการปฏิบัติ)	ชุดที่ 3	1.00	-

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ การทดลอง	3.1.2 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือ				-	
	3.1.3 มีความตั้งใจขณะปฏิบัติ การทดลอง		(สังเกตจากการปฏิบัติ)		-	
	3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์	3.2.1 ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน		(สังเกตจากการปฏิบัติ)	1.00	-
	3.2.2 ทำการทดลองได้ตามเวลาที่กำหนด		(สังเกตจากการปฏิบัติ)			

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติกิจกรรม	4.1.1 เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	20. หลังจากใช้ต่างทิ้งทิ้งทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำขวดสารเคมีชนิดนี้ไปเก็บไว้ในตู้สารเคมีประเภท.....หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว	20. จะต้องนำขวดโซเดียมไฮดรอกไซด์ไปเก็บไว้ในตู้สารเคมีประเภท.....หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว	20. ภายหลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำขวดแคลเซียมคาร์บอเนตไปเก็บไว้ในตู้สารเคมีประเภท.....	1.00	-
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	21. นักเรียนต้องเก็บหลอดทดลองที่ล้างสะอาดและแห้งแล้ว โดยวางในลักษณะ.....ในตู้เก็บอุปกรณ์การทดลองประเภทแก้ว	21. หลังจากล้างหลอดทดลองและแห้งแล้ว จะนำไปเก็บไว้ในตู้โดยวางในลักษณะ.....ในตู้เก็บอุปกรณ์การทดลองประเภทแก้ว	21. ภายหลังจากความสะอาดและตากจนแห้งแล้ว จะเก็บวางแห้งไว้ในตู้เก็บอุปกรณ์การทดลองประเภทแก้ว	1.00	-
	4.1.3 เก็บเก้าอี้หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	(สังเกตจากการปฏิบัติ)			-	-
4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง	4.2.1 ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี	22. หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว เราใช้.....ในการทำความสะอาดระบอบอกตวงซึ่งมีปากแคบและมีความลึก ภายหลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว	22. เราใช้.....ในการทำความสะอาดระบอบอกตวงซึ่งมีปากแคบและมีความลึก ภายหลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว	22. หลังจากทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว เราใช้.....ในการทำความสะอาดของรูปขมพูซึ่งมีปากแคบและมีความลึก	1.00	-

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติกิจกรรม (ต่อ)	4.2.2 มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง		(สังเกตจากการปฏิบัติ)		-	-
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร	23. หลังทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะมีการทำความสะอาดห้องที่มีฉลาก (label) ติดอยู่หรือไม่	23. นักเรียนจะมีการทำความสะอาดบีกเกอร์ที่มีฉลาก (label) ติดอยู่หรือไม่	23. หลังจากใช้กระบอกตวงที่มีฉลาก (label) ติดอยู่เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะมีการเก็บฉลากที่ความสะอาดอย่างไร จึงจะเหมาะสม	1.00	-
	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะที่จุดต้นท่อ	24. หลังจากทำความสะอาดอุปกรณ์การทดลองแล้ว หากพบเศษขยะที่จุดต้นท่ออยู่ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร	24. หากพบเศษฉลาก (label) จุดต้นท่ออยู่ ขณะที่นักเรียนล้างอุปกรณ์การทดลอง นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร	24. ขณะล้างทำความสะอาดอุปกรณ์การทดลองแล้วพบเศษกระดาษที่จุดต้นท่ออยู่ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร	1.00	-



ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติกรทดลอง (ต่อ) 4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม	4.3.1 เทศาเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้	25. ภายหลังกการทดลอง ควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดซัลฟิวริกผสมอยู่ทิ้งลงใน.....ภายหลังการทดลอง จึงจะมีความเหมาะสม	25. ควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดซัลฟิวริกผสมอยู่ทิ้งลงใน.....ภายหลังการทดลอง จึงจะมีความเหมาะสม	25. หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว ควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดซัลฟิวริกผสมอยู่ทิ้งลงใน.....จึงจะมีความเหมาะสม	1.00	-
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตกได้ถูกวิธี	26. เมื่อมีหลอดทดลองแตกหัก นักเรียนจะมีการเก็บทิ้งอย่างไร จึงจะเกิดความปลอดภัย	26. หากนักเรียนแปลอทำปึกเกอร์ตกแตก นักเรียนจะมีการเก็บทิ้งอย่างไรเพื่อให้เกิดความปลอดภัย	26. นักเรียนจะมีวิธีการเก็บทิ้ง แก้วแก้วคนที่แตกทำแตกขณะล้างทำความสะอาดอย่างไร จึงจะเกิดความปลอดภัย	1.00	-
	4.3.3 ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้	27. ถังขยะในถังที่เตรียมไว้ให้ และถังขยะประเภทโลหะ ทากนักเรียนต้องการทิ้งขยะประเภทใด	27. ถังขยะเปียก ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะประเภทโลหะ ทากนักเรียนต้องการทิ้งขยะประเภทใด	27. ถังขยะเปียก ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะประเภทโลหะ ทากนักเรียนต้องการทิ้งขยะประเภทใด	1.00	-

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
5. การรายงานผลการทดลอง 5.1 การบันทึกและการใช้ผลการทดลอง	5.1.1 บันทึกข้อมูลได้ตรงตามจุดประสงค์ ครบถ้วนและถูกต้อง	28. ในกาารทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” สิ่งที่เกิดขึ้นคือการเปลี่ยนแปลง.....ของสารละลาย	28. ในกาารทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะ กับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” สิ่งที่เกิดขึ้นคือการเกิด.....บนลวดโลหะในสารละลาย	28. ในกาารทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” สิ่งที่เกิดขึ้นคือ.....ของสารละลายที่ใช้	1.00	-
	5.1.2 แปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง	29. (คำถามอยู่ในหน้าถัดไป)	29. (คำถามอยู่ในหน้าถัดไป)	29. (คำถามอยู่ในหน้าถัดไป)	1.00	-
	5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางได้อย่างถูกต้อง	30. กำหนดตาราง	30. กำหนดตาราง	30. กำหนดตาราง	1.00	-

<p>คำถามชุดที่ 1</p>	<p>คำถามชุดที่ 2</p>	<p>คำถามชุดที่ 3</p>																																				
<p>29. ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ ดังนี้</p> <table border="1" data-bbox="496 1435 804 1883"> <thead> <tr> <th>น้ำผลไม้</th> <th>จำนวนหยดของสารละลาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>วิตามินซี 0.01%</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากตารางข้างต้นน้ำผลไม้ A มีปริมาณวิตามินซี ..... น้ำผลไม้ C</p>	น้ำผลไม้	จำนวนหยดของสารละลาย	A	60	B	18	วิตามินซี 0.01%	7	C	5	<p>29. ตารางแสดงสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้</p> <table border="1" data-bbox="475 882 1385 1352"> <thead> <tr> <th>สมบัติ</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">สถานะ</td> <td>มีทั้ง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส</td> <td>ของแข็ง บางชนิด นำไฟฟ้า เช่น โบรอน บางชนิด ไม่นำไฟฟ้า</td> <td>เป็น ของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะ เป็น ของเหลว</td> </tr> <tr> <td>การนำไฟฟ้า</td> <td>ไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี</td> <td>บางชนิด นำความร้อน บางชนิด ไม่นำความร้อน</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">การนำความร้อน</td> <td>ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย</td> <td>บางชนิด นำความร้อน บางชนิด ไม่นำความร้อน</td> <td>นำความร้อนได้ดี</td> </tr> <tr> <td>จุดเดือด จุดหลอมเหลว</td> <td>ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโครงสร้างตาข่าย</td> <td>สูง ยกเว้นปรอท</td> </tr> </tbody> </table>	สมบัติ	A	B	C	สถานะ	มีทั้ง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	ของแข็ง บางชนิด นำไฟฟ้า เช่น โบรอน บางชนิด ไม่นำไฟฟ้า	เป็น ของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะ เป็น ของเหลว	การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี	บางชนิด นำความร้อน บางชนิด ไม่นำความร้อน	การนำความร้อน	ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย	บางชนิด นำความร้อน บางชนิด ไม่นำความร้อน	นำความร้อนได้ดี	จุดเดือด จุดหลอมเหลว	ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโครงสร้างตาข่าย	สูง ยกเว้นปรอท	<p>29. กำหนดตารางแสดงผลการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”</p> <table border="1" data-bbox="507 331 740 792"> <thead> <tr> <th></th> <th>การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. A + HCl</td> <td>เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว</td> </tr> <tr> <td>2. B + HCl</td> <td>เกิดขึ้นอย่างช้าๆ</td> </tr> <tr> <td>3. C + HCl</td> <td>ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากตารางข้างต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของโลหะ B ..... โลหะ C</p>		การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน	1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว	2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ	3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
น้ำผลไม้	จำนวนหยดของสารละลาย																																					
A	60																																					
B	18																																					
วิตามินซี 0.01%	7																																					
C	5																																					
สมบัติ	A	B	C																																			
สถานะ	มีทั้ง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	ของแข็ง บางชนิด นำไฟฟ้า เช่น โบรอน บางชนิด ไม่นำไฟฟ้า	เป็น ของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะ เป็น ของเหลว																																			
	การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี	บางชนิด นำความร้อน บางชนิด ไม่นำความร้อน																																			
การนำความร้อน	ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย	บางชนิด นำความร้อน บางชนิด ไม่นำความร้อน	นำความร้อนได้ดี																																			
	จุดเดือด จุดหลอมเหลว	ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโครงสร้างตาข่าย	สูง ยกเว้นปรอท																																			
	การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน																																					
1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว																																					
2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ																																					
3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง																																					

ความ เหนื่อย	เปราะ	เปราะ	เหนื่อย ทุบ เป็นแผ่นได้
ลักษณะ ผิว	ด้าน	บางชนิดมัน วาว บางชนิด ด้าน	เป็นมันวาว
การเกิด เสียงเมื่อ เคาะ	ไม่กังวาน	ไม่กังวาน	ดังกังวาน
ความ หนาแน่น	ความ หนาแน่น น้อย	บางชนิดมี ความ หนาแน่นมาก บางชนิดมี ความ หนาแน่น ค่อนข้างมาก	บางชนิดมี ความ หนาแน่นมาก บางชนิดมี ความ หนาแน่น น้อย

จากตารางข้างต้นโลหะ A มีความเป็นโลหะ.....โลหะ C

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

ด้าน/ข้อรายการ	ข้อรายการย่อย	ข้อคำถาม			ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ข้อเสนอแนะของ ผู้ทรงคุณวุฒิ
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3		
5. การรายงานผลการทดลอง (ต่อ) 5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	31. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” คำสำคัญที่ต้องมีในการเขียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง คือ.....และ.....	31. ในการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสนิมโลหะ” คำสำคัญที่ต้องมีในการเขียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง คือ.....และ.....	31. ในการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” คำสำคัญที่ต้องมีในการเขียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง คือ.....และ.....	1.00	-
	5.2.2 วิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น	32. (คำถามอยู่ในหน้าถัดไป)	32. (คำถามอยู่ในหน้าถัดไป)	32. (คำถามอยู่ในหน้าถัดไป)	1.00	-
	5.2.3 มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	33. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง หากมีรอยยับจากการลบจำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับ การเขียนในด้าน.....	33. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง หากมีรอยยับลดบดคำผิดจำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับ การเขียนในด้าน.....	33. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง หากมีรอยยับลดบดคำผิดจำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับ การเขียนในด้าน.....	1.00	-

คำถามชุดที่ 1	คำถามชุดที่ 2	คำถามชุดที่ 3																																						
<p>32. ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ ดังนี้</p> <table border="1" data-bbox="507 1435 815 1883"> <thead> <tr> <th>น้ำผลไม้</th> <th>จำนวนหยดของสารละลาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>วิตามินซี 0.01%</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>และกำหนดน้ำผลไม้ 3 ชนิด คือ น้ำฝรั่ง น้ำมะนาว และน้ำสับปะรด จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า</p> <p>น้ำผลไม้ A คือ .....</p> <p>น้ำผลไม้ B คือ .....</p> <p>น้ำผลไม้ C คือ .....</p>	น้ำผลไม้	จำนวนหยดของสารละลาย	A	60	B	18	วิตามินซี 0.01%	7	C	5	<p>32. ตารางแสดงสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้</p> <table border="1" data-bbox="485 882 1353 1352"> <thead> <tr> <th>สมบัติ</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>สถานะ</td> <td>มีทั้งของแข็งของเหลวและแก๊ส</td> <td>ของแข็งบางชนิดนำไฟฟ้าเช่นโบรอนบางชนิดไม่นำไฟฟ้า</td> <td>เป็นของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะเป็นของเหลว</td> </tr> <tr> <td>การนำไฟฟ้า</td> <td>ไม่นำไฟฟ้ายกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี</td> <td>บางชนิดนำความร้อนบางชนิดไม่นำความร้อน</td> <td>นำไฟฟ้าได้</td> </tr> <tr> <td>การนำความร้อน</td> <td>ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย</td> <td>บางชนิดนำความร้อน</td> <td>นำความร้อนได้ดี</td> </tr> <tr> <td>จุดเดือด จุดหลอมเหลว</td> <td>ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโมเลกุลเล็ก ง่าย ต่ำ</td> <td>บางชนิดสูง บางชนิดค่อนข้างสูง</td> <td>สูง ยกเว้นปรอท</td> </tr> </tbody> </table>	สมบัติ	A	B	C	สถานะ	มีทั้งของแข็งของเหลวและแก๊ส	ของแข็งบางชนิดนำไฟฟ้าเช่นโบรอนบางชนิดไม่นำไฟฟ้า	เป็นของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะเป็นของเหลว	การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้ายกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี	บางชนิดนำความร้อนบางชนิดไม่นำความร้อน	นำไฟฟ้าได้	การนำความร้อน	ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย	บางชนิดนำความร้อน	นำความร้อนได้ดี	จุดเดือด จุดหลอมเหลว	ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโมเลกุลเล็ก ง่าย ต่ำ	บางชนิดสูง บางชนิดค่อนข้างสูง	สูง ยกเว้นปรอท	<p>32. กำหนดตารางแสดงผลการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”</p> <table border="1" data-bbox="517 331 746 792"> <thead> <tr> <th></th> <th>การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. A + HCl</td> <td>เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว</td> </tr> <tr> <td>2. B + HCl</td> <td>เกิดขึ้นอย่างช้าๆ</td> </tr> <tr> <td>3. C + HCl</td> <td>ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง</td> </tr> </tbody> </table> <p>และกำหนดโลหะ 3 ชนิด คือ ทองแดง สังกะสี และแมกนีเซียม จากตารางข้างต้นจะสรุปผลการทดลองได้ว่า</p> <p>โลหะ A คือ .....</p> <p>โลหะ B คือ .....</p> <p>โลหะ C คือ .....</p>		การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน	1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว	2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ	3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
น้ำผลไม้	จำนวนหยดของสารละลาย																																							
A	60																																							
B	18																																							
วิตามินซี 0.01%	7																																							
C	5																																							
สมบัติ	A	B	C																																					
สถานะ	มีทั้งของแข็งของเหลวและแก๊ส	ของแข็งบางชนิดนำไฟฟ้าเช่นโบรอนบางชนิดไม่นำไฟฟ้า	เป็นของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะเป็นของเหลว																																					
การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้ายกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี	บางชนิดนำความร้อนบางชนิดไม่นำความร้อน	นำไฟฟ้าได้																																					
การนำความร้อน	ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย	บางชนิดนำความร้อน	นำความร้อนได้ดี																																					
จุดเดือด จุดหลอมเหลว	ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโมเลกุลเล็ก ง่าย ต่ำ	บางชนิดสูง บางชนิดค่อนข้างสูง	สูง ยกเว้นปรอท																																					
	การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน																																							
1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว																																							
2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ																																							
3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง																																							

ความ เหนียว	เปราะ	เปราะ	เหนียว ทุบ เป็นแผ่นได้
ลักษณะ ผิว	ด้าน	บางชนิดมัน วาว บางชนิด ด้าน	เป็นมันวาว
การเกิด เสียงเมื่อ เคาะ	ไม่กังวาน	ไม่กังวาน	ดังกังวาน
ความ หนาแน่น	ความ หนาแน่น น้อย	บางชนิดมี ความ หนาแน่นมาก บางชนิดมี ความ หนาแน่น ค่อนข้างมาก	บางชนิดมี ความ หนาแน่นมาก บางชนิดมี ความ หนาแน่น น้อย

และกำหนดค่า 3 ชนิด คือ สังกะสี กำมะถัน และซิลิคอน จาก  
ตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า

สาร A คือ .....

สาร B คือ .....

สาร C คือ .....

นอกจากการวิเคราะห์ความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง ทั้ง 3 ฉบับ โดยการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบทุกฉบับในเชิงสถิติด้วยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ฉบับ มีค่าเฉลี่ยของคะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.12 และ 3.13 ดังนี้

**ตารางที่ 3.12 ผลการวิเคราะห์ความเป็นคู่ขนานระหว่างแบบทดสอบชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3 ด้วยค่าเฉลี่ยของคะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก**

	ค่าเฉลี่ย			แบบทดสอบวัดทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	Mean Difference	Std. Error	Sig
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3				
ค่าเฉลี่ยของ คะแนน	0.53	0.53	0.54	ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 2	-0.007	0.025	0.789
				ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 3	-0.037	0.025	0.140
				ชุดที่ 2 กับ ชุดที่ 3	-0.030	0.025	0.225
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.50	0.50	0.50	ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 2	-0.001	0.004	0.876
				ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 3	0.002	0.004	0.640
				ชุดที่ 2 กับ ชุดที่ 3	0.002	0.004	0.533
ค่าความยาก	0.55	0.54	0.55	ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 2	-0.011	0.037	0.777
				ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 3	-0.056	0.037	0.136
				ชุดที่ 2 กับ ชุดที่ 3	-0.045	0.037	0.226
ค่าอำนาจ จำแนก	0.21	0.20	0.23	ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 2	0.008	0.013	0.567
				ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 3	0.011	0.013	0.423
				ชุดที่ 2 กับ ชุดที่ 3	0.003	0.013	0.819



ตารางที่ 3.13 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยาก และ  
ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง ชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 3

ข้อคำถามที่	แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง											
	ชุดที่ 1				ชุดที่ 2				ชุดที่ 3			
	M	SD	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก	M	SD	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก	M	SD	ความ ยาก	อำนาจ จำแนก
1	0.53	0.51	0.55	0.15	0.47	0.51	0.45	0.15	0.50	0.51	0.50	0.20
2	0.47	0.51	0.45	0.25	0.43	0.50	0.40	0.20	0.53	0.51	0.55	0.25
3	0.37	0.49	0.30	0.20	0.33	0.48	0.25	0.25	0.43	0.50	0.40	0.20
4	0.40	0.50	0.35	0.25	0.47	0.51	0.45	0.25	0.47	0.51	0.45	0.25
5	0.57	0.50	0.60	0.20	0.53	0.51	0.55	0.15	0.53	0.50	0.55	0.25
6	0.70	0.47	0.80	0.10	0.63	0.49	0.70	0.10	0.67	0.47	0.75	0.15
7	0.67	0.48	0.75	0.15	0.70	0.47	0.80	0.10	0.73	0.43	0.85	0.15
8	0.43	0.50	0.40	0.20	0.47	0.51	0.45	0.25	0.50	0.51	0.50	0.20
9	0.57	0.50	0.60	0.20	0.60	0.50	0.65	0.15	0.63	0.49	0.70	0.20
10	0.50	0.51	0.50	0.20	0.57	0.50	0.60	0.20	0.57	0.49	0.60	0.30
11	0.67	0.48	0.75	0.15	0.57	0.50	0.60	0.10	0.60	0.50	0.65	0.15
12	0.47	0.51	0.45	0.25	0.47	0.51	0.45	0.25	0.57	0.50	0.60	0.20
13	0.57	0.51	0.60	0.20	0.57	0.50	0.60	0.20	0.57	0.50	0.60	0.20
14	0.43	0.50	0.40	0.20	0.47	0.51	0.45	0.25	0.50	0.51	0.50	0.20
15	0.50	0.50	0.50	0.30	0.47	0.49	0.45	0.15	0.37	0.49	0.30	0.20
16	0.53	0.51	0.55	0.25	0.47	0.50	0.45	0.15	0.50	0.51	0.50	0.20
17	0.47	0.51	0.45	0.25	0.47	0.51	0.45	0.25	0.50	0.51	0.50	0.30
18	0.47	0.47	0.45	0.15	0.37	0.47	0.30	0.30	0.37	0.49	0.30	0.20
19	0.47	0.51	0.45	0.25	0.53	0.51	0.55	0.25	0.53	0.51	0.55	0.25
20	0.63	0.49	0.70	0.20	0.60	0.50	0.65	0.25	0.60	0.48	0.65	0.35
21	0.53	0.51	0.55	0.25	0.53	0.51	0.55	0.25	0.60	0.50	0.65	0.25
22	0.70	0.47	0.80	0.20	0.73	0.45	0.85	0.15	0.60	0.45	0.65	0.35
23	0.57	0.50	0.60	0.20	0.60	0.50	0.65	0.25	0.57	0.50	0.60	0.20
24	0.57	0.50	0.60	0.20	0.60	0.50	0.65	0.15	0.63	0.49	0.70	0.20
25	0.47	0.51	0.45	0.25	0.50	0.51	0.50	0.20	0.47	0.51	0.45	0.25
26	0.67	0.48	0.75	0.15	0.63	0.49	0.70	0.10	0.60	0.48	0.65	0.25
27	0.70	0.47	0.80	0.10	0.67	0.48	0.75	0.15	0.67	0.48	0.65	0.25
28	0.50	0.51	0.50	0.30	0.53	0.51	0.55	0.25	0.50	0.51	0.50	0.20
29	0.53	0.51	0.55	0.25	0.57	0.50	0.60	0.20	0.57	0.50	0.60	0.20
30	0.47	0.50	0.45	0.25	0.47	0.51	0.45	0.25	0.43	0.50	0.40	0.30
31	0.47	0.49	0.45	0.25	0.43	0.50	0.40	0.30	0.47	0.51	0.45	0.25
32	0.53	0.51	0.55	0.25	0.57	0.50	0.60	0.30	0.50	0.51	0.50	0.30
33	0.47	0.51	0.45	0.25	0.47	0.51	0.45	0.25	0.50	0.51	0.50	0.20

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยในแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

#### ขั้นก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สร้าง พัฒนา และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
2. พิจารณาคัดเลือกโรงเรียนของตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3. ดำเนินการสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลอง
4. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนได้รับทราบ และสร้างความเข้าใจกับ

นักเรียนกลุ่มนี้เกี่ยวกับวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ในคาบเรียนที่มีการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

#### ขั้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

นำแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองทั้ง 2 วิธี ที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และความเที่ยง (reliability) ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งการจัดกระทำในการทดลองครั้งนี้ คือ วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง โดยให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มทดลองประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองทั้งหมด 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์ ด้วยวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ส่วนนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมไม่ต้องใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ซึ่งข้อรายการในแบบประเมินตนเองทั้ง 2 วิธีมีความสอดคล้องกัน นอกจากนี้ ก่อนการให้นักเรียนประเมินตนเองในครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง และหลังจากการประเมินตนเองในแต่ละครั้ง ได้ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง จนนักเรียนประเมินตนเองครบ 3 ครั้ง โดยการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามลำดับขั้นตอนต่างๆ มีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 แสดงรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับ  
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ครั้งที่ทำ กิจกรรม	ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	รายละเอียดของกิจกรรม	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ครั้งที่ 1	1.1 ขั้นอภิปรายทบทวน ความรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับองค์ประกอบของทักษะปฏิบัติการทดลองในด้านต่างๆ ดังนี้</li> <li>1. ด้านเทคนิคการทดลอง ซึ่งจะพิจารณาเกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง มีความปลอดภัยในการทดลอง และการมีทักษะในการสังเกตการทดลอง</li> <li>2. ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง ซึ่งจะพิจารณาเกี่ยวกับการวางแผนการทดลอง การออกแบบการทดลอง และการมีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม</li> <li>3. ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะพิจารณาเกี่ยวกับการมีความมั่นใจและความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และสามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์</li> <li>4. ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะพิจารณาเกี่ยวกับการจัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบเรียบร้อย การทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง และมีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม</li> <li>5. ด้านการรายงานผลการทดลอง ซึ่งจะพิจารณาเกี่ยวกับการบันทึกและการใช้ผลการทดลอง และการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง</li> </ul>	
	1.2 ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกร่อนของโลหะ” และให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจและคำนึงถึงความปลอดภัย</li> </ul>	
	1.3 ขั้นดำเนินกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มการทดลองตามที่ได้กำหนดไว้ โดยให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 5 คนที่มีความสามารถคละกัน และดำเนินการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกร่อนของโลหะ” ตามคู่มือการปฏิบัติการทดลองและตามคำแนะนำของครูผู้สอน</li> </ul>	
	1.4 ขั้นอธิบายสร้าง ความเข้าใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนและวิธีในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองดังต่อไปนี้</li> <li>- ให้นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1 พิจารณาและทบทวนลักษณะการปฏิบัติการทดลองของตนเองจากนั้นให้พิจารณาข้อรายการย่อยต่างๆ ของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรบริก แล้วจึงประเมินลักษณะการปฏิบัติการทดลองของตนเองที่สอดคล้องกับข้อรายการย่อยนั้นๆ</li> <li>- ให้นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2 พิจารณาและทบทวนลักษณะการปฏิบัติการทดลองของตนเองจากนั้นให้พิจารณาข้อรายการย่อยต่างๆ ของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรบริก 2 ชั้น แล้วจึงประเมินลักษณะการปฏิบัติการทดลองของตนเองที่สอดคล้องกับข้อรายการย่อยนั้นๆ</li> </ul>	

## ตารางที่ 3.14 (ต่อ)

ครั้งที่ทำ กิจกรรม	ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	รายละเอียดของกิจกรรม		
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	
ครั้งที่ 1 (ต่อ)	1.4 ชั้นอธิบายสร้าง ความเข้าใจ (ต่อ)	- ให้นักเรียนในกลุ่มควบคุม พิจารณาและทบทวนลักษณะการปฏิบัติการทดลอง ของตนเอง โดยไม่ต้องใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ● ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในกรณีที่มีข้อสงสัย		
	1.5 ชั้นการประเมิน ทักษะปฏิบัติการ ทดลองของตนเอง (ครั้งที่ 1)	● ให้นักเรียนในกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่ม ตรวจสอบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ของตนเองด้วยเครื่องมือที่ได้จัดเตรียมไว้ ได้แก่ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการ ทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้ คะแนนแบบรูบริก (สำหรับกลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 1) และแบบประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์ การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น (สำหรับ กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2) จากนั้นจึงนำผลที่ ได้จากการประเมินตนเองมาปรับปรุง และพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของ ตนเองต่อไป	● ให้นักเรียนในกลุ่มควบคุมประเมิน ทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วย การพิจารณาและทบทวนการปฏิบัติการ ทดลองตามแนวทางของตนเองโดยไม่ใช้ เครื่องมือ จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการ ประเมินตนเองมาปรับปรุงและพัฒนา ทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองต่อไป	
	1.6 ชั้นการประเมิน ทักษะปฏิบัติ โดย ครูผู้สอน (ครั้งที่ 1)	● ผู้วิจัยประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะ ปฏิบัติการทดลองชุดที่ 1		
	ครั้งที่ 2	2.1 ชั้นอภิปรายทบทวน ความรู้	● ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนเกี่ยวกับลักษณะของทักษะปฏิบัติการ ทดลองที่ดีในด้านต่างๆ รวมถึงข้อดี-ข้อบกพร่องที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการ ทดลองของตนเองครั้งที่ 1	
		2.2 ชั้นนำเข้าสู่กิจกรรม	● ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง “ชนิด ของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” และให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยความ ตั้งใจและคำนึงถึงความปลอดภัย	
		2.3 ชั้นดำเนินกิจกรรม	● ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มการทดลองตามที่ได้กำหนดไว้ โดยให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วย สมาชิกจำนวน 5 คนที่มีความสามารถคละกัน และดำเนินการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” ตามคู่มือการปฏิบัติการทดลองและ ตามคำแนะนำของครูผู้สอน	
2.4 ชั้นทบทวนความ เข้าใจ	● ผู้วิจัยอธิบายทบทวนขั้นตอนและวิธีในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของ ตนเอง รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามหากมีข้อสงสัย			
2.5 ชั้นการประเมินทักษะ ปฏิบัติการ ทดลองของตนเอง (ครั้งที่ 2)	● ให้นักเรียนในกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่ม ตรวจสอบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ของตนเองด้วยเครื่องมือที่ได้จัดเตรียมไว้ ได้แก่ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการ ทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้	● ให้นักเรียนในกลุ่มควบคุมประเมิน ทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วย การพิจารณาและทบทวนการปฏิบัติการ ทดลองตามแนวทางของตนเองโดยไม่ใช้ เครื่องมือ จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการ		

ตารางที่ 3.14 (ต่อ)

ครั้งที่ทำ กิจกรรม	ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	รายละเอียดของกิจกรรม	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ครั้งที่ 2 (ต่อ)	2.5 ขั้นการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง (ครั้งที่ 2) (ต่อ)	คะแนนแบบรูบริก (สำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1) และแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น (สำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2) จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการประเมินตนเองมาปรับปรุงและพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองต่อไป	ประเมินตนเองมาปรับปรุงและพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองต่อไป
	2.6 ขั้นการประเมินทักษะปฏิบัติโดยครูผู้สอน (ครั้งที่ 2)	• ผู้วิจัยประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองชุดที่ 2	
ครั้งที่ 3	3.1 ขั้นอภิปรายทบทวนความรู้	• ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนเกี่ยวกับลักษณะของทักษะปฏิบัติการทดลองที่ดีในด้านต่างๆ รวมถึงข้อดี-ข้อบกพร่องที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองครั้งที่ 2	
	3.2 ขั้นนำเข้าสู่กิจกรรม	• ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” และให้นักเรียนปฏิบัติการกิจกรรมด้วยความตั้งใจและคำนึงถึงความปลอดภัย	
	3.3 ขั้นดำเนินกิจกรรม	• ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มการทดลองตามที่กำหนดไว้ โดยให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 5 คนที่มีความสามารถคละกัน และดำเนินการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” ตามคู่มือการปฏิบัติการทดลองและตามคำแนะนำของครูผู้สอน	
	3.4 ขั้นทบทวนความเข้าใจ	• ผู้วิจัยอธิบายทบทวนขั้นตอนและวิธีในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามหากมีข้อสงสัย	
ครั้งที่ 3	3.5 ขั้นการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง (ครั้งที่ 3)	• ให้นักเรียนในกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มตรวจสอบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยเครื่องมือที่ได้จัดเตรียมไว้ได้แก่ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (สำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1) และแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น (สำหรับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2) จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการประเมินตนเองมาปรับปรุงและพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองต่อไป	• ให้นักเรียนในกลุ่มควบคุมประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยการพิจารณาและทบทวนการปฏิบัติการทดลองตามแนวทางของตนเองโดยไม่ใช้เครื่องมือ จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการประเมินตนเองมาปรับปรุงและพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองต่อไป

### ตารางที่ 3.14 (ต่อ)

ครั้งที่ทำ กิจกรรม	ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	รายละเอียดของกิจกรรม	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ครั้งที่ 3 (ต่อ)	3.6 ชั้นการประเมิน ทักษะปฏิบัติโดย ครูผู้สอน (ครั้งที่ 3)	ผู้วิจัยประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะ ปฏิบัติการทดลองชุดที่ 3	

### ขั้นหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภายหลังการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์จนครบจำนวนครั้งตามที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 3 ที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบมาดำเนินการวิเคราะห์พัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

### ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรของการวิจัย 4 ประเภท คือ ตัวแปรจัดกระทำ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ซึ่งตัวแปรแต่ละประเภทยังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ตัวแปรจัดกระทำ คือ วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง มี 3 ระดับ ได้แก่
  - 1) วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก
  - 2) วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก
2. ตัวแปรต้น
  - 3) วิธีที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง
2. ตัวแปรต้น คือ ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ มี 3 ระดับ ดังนี้
  - 1) ระดับสูง
  - 2) ระดับปานกลาง
  - 3) ระดับต่ำ
3. ตัวแปรตาม มี 1 ตัวแปร ได้แก่ คะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลอง
4. ตัวแปรควบคุม มี 4 ตัวแปร ได้แก่
  - 1) จำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง โดยควบคุมให้เท่ากัน คือ 6 คาบเรียนคาบเรียนละ 50 นาที
  - 2) จำนวนครั้งที่ให้นักเรียนประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง โดยจัดให้นักเรียนที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองทุกวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองจำนวน 3 ครั้งเท่ากัน ซึ่งแต่ละครั้งห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์

3) วิธีในการจัดการเรียนการสอน ควบคุมโดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบเดียวกันสำหรับทุกกลุ่ม

4) เรื่องที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการทดลองเป็นเรื่องเดียวกัน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 2 วิธี และแบบทดสอบ จำนวน 3 ชุด

1.1 การหาค่าความตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองกับข้อรายการย่อย ในแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และความสอดคล้องระหว่างข้อรายการย่อยในแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับข้อคำถามในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

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

เมื่อ IOC (Item Objective Congruence) คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองกับข้อรายการย่อยในแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และความสอดคล้องระหว่างข้อรายการย่อยในแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับข้อคำถามในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง

R คือ คะแนนที่ได้จากผลการตัดสินของผู้ทรงคุณวุฒิ

+1 หมายถึง แนใจว่ามีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แนใจว่ามีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึง แนใจว่าไม่มีความสอดคล้องกัน

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

1.2 การวิเคราะห์ความคู่ขนานของแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลอง ทั้ง 3 ชุด โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC (สูตรเดียวกับที่ใช้ในหัวข้อ 1.1) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามย่อยในแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองแต่ละชุด

1.3 การวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency reliability) ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง และแบบทดสอบวัด

ทักษะปฏิบัติการทดลอง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Method) (กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์, 2557)

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

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับภูมิหลังของตัวอย่าง โดยวิเคราะห์จากค่าความถี่และร้อยละ

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย (mean) ค่ามัธยฐาน (median) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าต่ำสุด (minimum) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) สัมประสิทธิ์ของการกระจาย (CV) รวมถึงคุณลักษณะการกระจายและการแจกแจงของคะแนนจากค่าความเบ้ (skewness) และค่าความโด่ง (kurtosis)

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน และการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ด้วยสถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA)

4. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 3 ของนักเรียนที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ด้วยสูตรการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain score) ที่ได้รับการเสนอโดยศิริชัย กาญจนาวาสี (Kanjanawasee, 1989 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนาวาสี, 2556)

5. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 3 และการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองโดยพิจารณาจากคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ช่วงที่ 1 - ช่วงที่ 3 ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยใช้สถิติภาคบรรยายและสถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way repeated measure ANOVA)



6. การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA)



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการประเมินตนเองและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน และ 2) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้จัดเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental designs) โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายในการคัดเลือกตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยแต่ละกลุ่มได้มีการแบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามระดับความสามารถและวิธีในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ซึ่งจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มเป็นดังนี้

กลุ่มทดลองที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก จำนวน 30 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 10 คน

กลุ่มทดลองที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น จำนวน 30 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 10 คน

กลุ่มควบคุมที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง จำนวน 30 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 10 คน

ใช้สถิติภาคบรรยายในการวิเคราะห์ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองจำนวน 3 ครั้ง วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น จากนั้นใช้สูตรคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain score) วิเคราะห์คะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน นอกจากนี้ ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way repeated measure ANOVA) ในการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่

แตกต่างกัน รวมถึงการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองโดยใช้สถิติวิเคราะห์ ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA)

ดำเนินการศึกษาพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ตั้งแต่วันที่ 11 มกราคม - 12 กุมภาพันธ์ 2559 โดยได้ทำการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองจำนวน 3 ครั้ง ซึ่งห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์ ได้แก่

ครั้งที่ 1 (ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนครั้งที่ 1)

วันที่ 11 - 15 มกราคม 2559

ครั้งที่ 2 (ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนครั้งที่ 2)

วันที่ 25 - 29 มกราคม 2559

ครั้งที่ 3 (ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนครั้งที่ 3)

วันที่ 8 - 12 กุมภาพันธ์ 2559

ในครั้งนี้นำผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่าง

**ตอนที่ 2** ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

**ตอนที่ 3** ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ))

**ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่าง

**1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างจำแนกตามเพศ**

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างเมื่อจำแนกตามเพศ พบว่า ในการวิจัยครั้งนี้ตัวอย่างที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีจำนวนรวมทั้งหมด 90 คน เป็นนักเรียนเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยในแต่ละกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีนักเรียนจำนวนกลุ่มละ 30 คน (คิดเป็นร้อยละ 33.33) เท่ากัน ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างจำแนกตามเพศ

กลุ่ม	จำนวนนักเรียนชาย (ร้อยละ)	จำนวนนักเรียนหญิง (ร้อยละ)	รวม
กลุ่มทดลองที่ 1	9 (30.00)	21 (70.00)	30 (33.33)
กลุ่มทดลองที่ 2	11 (36.67)	19 (63.33)	30 (33.33)
กลุ่มควบคุม	16 (53.33)	14 (46.67)	30 (33.33)
รวม	36 (40.00)	54 (60.00)	90 (100.00)

## 1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างจำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์กับวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

จากการวิเคราะห์ระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่าง พบว่ากลุ่มทดลอง (กลุ่มที่ประเมินโดยใช้เกณฑ์รูบริกและกลุ่มที่ประเมินโดยใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น) และกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือ) แต่ละกลุ่มแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับความสามารถ คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ซึ่งในแต่ละระดับความสามารถมีจำนวน 10 คน (คิดเป็นร้อยละ 11.11) เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างจำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์กับวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ระดับความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน	วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง			รวม
	ประเมินโดยใช้ เกณฑ์รูบริก	ประเมินโดยใช้ เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	ไม่ใช้เครื่องมือ	
สูง (คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ80ขึ้นไป)	10 (11.11)	10 (11.11)	10 (11.11)	30 (33.33)
ปานกลาง (คะแนนเฉลี่ยร้อยละ65-79)	10 (11.11)	10 (11.11)	10 (11.11)	30 (33.33)
ต่ำ (คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ65)	10 (11.11)	10 (11.11)	10 (11.11)	30 (33.33)
รวม	30 (33.33)	30 (33.33)	30 (33.33)	90 (100.00)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

ในส่วนนี้ได้แบ่งการนำเสนอเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

**ส่วนที่ 1** ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง

**ส่วนที่ 2** ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง จำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

**ส่วนที่ 3** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

**ส่วนที่ 4** ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

**ส่วนที่ 5** ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

**2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง**

จากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ซึ่งคะแนนเต็มของแบบทดสอบในแต่ละครั้งเท่ากับ 40 คะแนน พบว่าคะแนนต่ำสุดจากการประเมินในแต่ละครั้งมีค่าสูงขึ้นตามลำดับและมีค่าสูงที่สุดในการประเมินครั้งที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12 คะแนน ส่วนคะแนนสูงสุดที่ได้จากการประเมินในแต่ละครั้งมีค่าสูงขึ้นตามลำดับเช่นกัน โดยคะแนนที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 3 ได้แก่ 24, 31 และ 35 คะแนน สำหรับคะแนนเฉลี่ยที่มีค่าสูงที่สุดที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ 3 ซึ่งมีค่า 21.97 คะแนน

ส่วนคะแนนเฉลี่ยที่มีค่ารองลงมาได้มาจากการประเมินในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 คือ 19.83 และ 17.16 คะแนน ตามลำดับ ค่ามัธยฐานของคะแนนที่มีค่าสูงที่สุดได้จากผลการประเมินในครั้งที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 22 คะแนน ส่วนค่ามัธยฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 มีค่ารองลงมาตามลำดับ คือ 20 และ 18 คะแนน ในส่วนของความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการประเมินพบว่า ค่าความแปรปรวนที่ได้จากผลการประเมินในครั้งที่ 1 มีค่าสูงที่สุด ( $CV(\%) = 25.12$ ) ส่วนการประเมินในครั้งที่ 3 และครั้งที่ 2 มีค่าความแปรปรวนรองลงมาตามลำดับ คือ  $CV(\%) = 23.49$  และ  $23.45$  นอกจากนี้หากพิจารณาค่าความเบ้และความโด่ง พบว่า รูปร่างการแจกแจงของคะแนนที่ได้จากการประเมินทั้ง 3 ครั้ง มีการแจกแจงที่มีลักษณะเป็นเบ้ซ้ายเหมือนกัน โดยคะแนนที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ 1 มีลักษณะการเบ้มากที่สุด ( $Sk = -0.22$ ) รองลงมาคือคะแนนที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ 3 ( $Sk = -0.08$ ) และครั้งที่ 2 ( $Sk = -0.06$ ) ตามลำดับ ส่วนลักษณะความโด่งของลักษณะการแจกแจงของคะแนนที่ได้จากการประเมินทั้ง 3 ครั้ง พบว่ามีลักษณะแบนกว่าโค้งปกติเหมือนกัน โดยคะแนนที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ 3 มีค่าความโด่งมากที่สุด คือ  $-0.43$  รองลงมาได้แก่ คะแนนที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ซึ่งมีค่า  $-0.86$  และ  $-1.17$  ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่ง พบว่า คะแนนที่ได้จากการประเมินในแต่ละครั้งมีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของความเบ้และความโด่งที่มีค่าไม่เกิน 2.00 หรือไม่น้อยกว่า  $-2.00$  จะยังคงถือได้ว่ามีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (SPSS Base 8.0, 1998 อ้างถึงใน อวยพร เรื่องตระกูล, 2544) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง

ค่าสถิติพื้นฐาน	ครั้งที่ประเมิน		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
Minimum	9.00	10.00	12.00
Maximum	24.00	31.00	35.00
Mean	17.16	19.83	21.97
Median	18.00	20.00	22.00
SD	4.31	4.65	5.16
CV (%)	25.12	23.45	23.49
Variance	18.58	21.62	26.57
Skewness	-0.22	-0.06	-0.08
SE (Sk)	0.25	0.25	0.25
Kurtosis	-1.17	-0.86	-0.43
SE (Ku)	0.50	0.50	0.50

## 2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง จำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ผลจากการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง จำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองของตัวอย่างจำนวน 90 คน แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงด้วย 3 วิธีที่แตกต่างกัน พบว่า ในการประเมินทุกครั้ง นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.4

หากพิจารณาในแผนภาพที่ 4.1 จะพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงที่สุด โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของคะแนนระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 สูงกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของคะแนนระหว่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วย 3 วิธีที่แตกต่างกัน พบว่า ในการประเมินทั้ง 3 ครั้ง นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.4

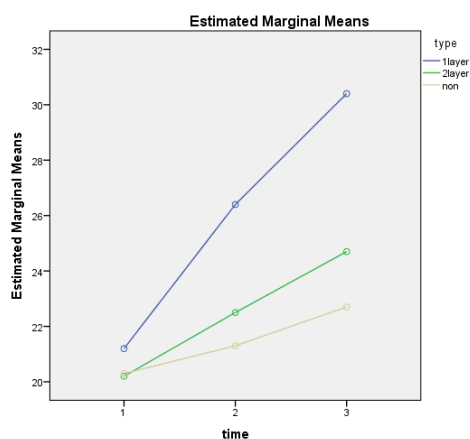
นอกจากนี้ หากพิจารณาในแผนภาพที่ 4.2 จะพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงที่สุด โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของคะแนนระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 สูงกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของคะแนนระหว่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วย 3 วิธีที่แตกต่างกัน พบว่า ในการประเมินครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ( $M_2 = 15.40$  ,  $SD_2 = 1.43$  และ  $M_3 = 19.10$  ,  $SD_3 = 1.60$  ) มีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบ

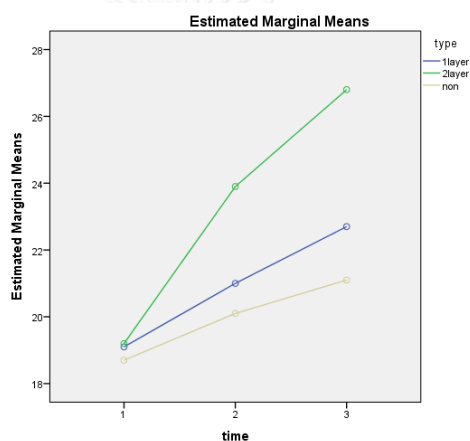
วัดทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ( $M_2 = 15.00$  ,  $SD_2 = 1.76$  และ  $M_3 = 16.50$  ,  $SD_3 = 1.90$  ) และนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ( $M_2 = 12.90$  ,  $SD_2 = 1.37$  และ  $M_3 = 13.70$  ,  $SD_3 = 1.06$  ) ซึ่งต่างจากการประเมินในครั้งที่ 1 ที่นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ( $M_1 = 12.40$  ,  $SD_1 = 1.58$  ) มีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ( $M_1 = 11.50$  ,  $SD_1 = 1.43$  ) และนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง ( $M_1 = 11.80$  ,  $SD_1 = 1.55$  ) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.4

หากพิจารณาแผนภาพ 4.3 จะพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองมากที่สุด โดยช่วงระหว่างการประเมินครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของคะแนนสูงที่สุด และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของคะแนนลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงระหว่างการประเมินครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

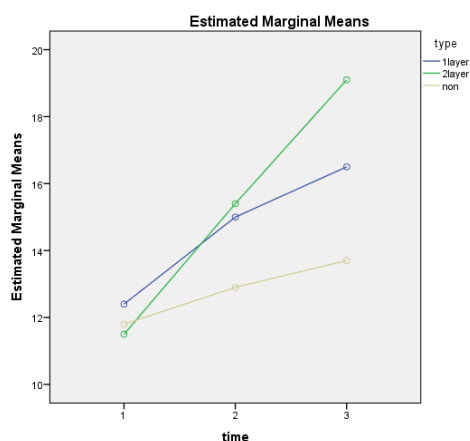




แผนภาพที่ 4.1 พัฒนาการของคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง



แผนภาพที่ 4.2 พัฒนาการของคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง



แผนภาพที่ 4.3 พัฒนาการของคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ

**ตารางที่ 4.4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง จำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง**

ระดับความสามารถและวิธีประเมิน ทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง (จำนวนคน)	คะแนนที่ได้จากการแบบทดสอบ					
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
สูง – ใช้เกณฑ์ประเมินแบบรูบริก (n=10)	21.20	2.35	26.40	2.37	30.40	2.59
สูง – ใช้เกณฑ์ประเมินแบบรูบริก 2 ชั้น (n=10)	20.20	2.30	22.50	1.65	24.70	0.67
สูง – ไม่ใช้เครื่องมือ (n=10)	20.30	2.50	21.30	2.00	22.70	1.49
กลาง – ใช้เกณฑ์ประเมินแบบรูบริก (n=10)	19.10	2.13	21.00	2.58	22.70	2.31
กลาง – ใช้เกณฑ์ประเมินแบบรูบริก 2 ชั้น (n=10)	19.20	2.66	23.90	1.85	26.80	1.87
กลาง – ไม่ใช้เครื่องมือ (n=10)	18.70	2.16	20.10	2.23	21.10	1.91
ต่ำ – ใช้เกณฑ์ประเมินแบบรูบริก (n=10)	12.40	1.58	15.00	1.76	16.50	1.90
ต่ำ – ใช้เกณฑ์ประเมินแบบรูบริก 2 ชั้น (n=10)	11.50	1.43	15.40	1.43	19.10	1.60
ต่ำ – ไม่ใช้เครื่องมือ (n=10)	11.80	1.55	12.90	1.37	13.70	1.06

นอกจากนี้ นำคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง มาดำเนินการวิเคราะห์ต่อดังนี้ คือ วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยของคะแนน วิเคราะห์คะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในส่วนที่ 2.3, 2.4 และ 2.5 ตามลำดับ

**2.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน**

ในส่วนนี้เป็นผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity ซึ่งเป็นข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ ซึ่งผลการทดสอบ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีค่าสถิติ Mauchly's *W* เป็น 0.306, 0.344 และ 0.228 ค่าของ Approx. Chi-square เป็น 33.169, 29.839 และ 41.390 ค่า *df* เท่ากับ 2, 2 และ 2 และค่า *p* ของนักเรียนในทุกุระดับความสามารถมีค่า 0.000 เท่ากัน แสดงว่าการประเมินทักษะปฏิบัติการ

ทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ครั้งมีความแปรปรวนของคะแนนไม่เป็น compound symmetry จึงใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Greenhouse Geisser แทนการประมาณค่าแบบ sphericity assumed สำหรับแต่ละกลุ่มระดับความสามารถ ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 ดังนี้

**ตารางที่ 4.5 การทดสอบเงื่อนไข sphericity ของค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน**

ระดับ ความสามารถ	Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi- square	df	Sig	Epsilon		
						Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Lower- bound
สูง	time	0.306	33.169	2	0.000	0.590	0.601	0.500
กลาง	time	0.344	29.839	2	0.000	0.604	0.616	0.500
ต่ำ	time	0.228	41.390	2	0.000	0.564	0.572	0.500

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบของนักเรียนในทุกระดับความสามารถมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถเป็นรายคู่จะพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 1 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินครั้งที่ 2 และ 3 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 1 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินครั้งที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 1 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินครั้งที่ 2 และ 3 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ หากพิจารณาตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

พบว่า ในการประเมินครั้งที่ 2 และ 3 นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบมากกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบมากกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองในการประเมินครั้งที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบมากกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองในการประเมินครั้งที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.6 – 4.10

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ตามระดับความสามารถและวิธีในการประเมิน

ระดับ ความสามารถ	Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
สูง	time	Sphericity Assumed	432.467	2	216.233	70.643	0.000
		Greenhouse-Geisser	432.467	1.181	366.329	70.643**	0.000
		Huynh-Feldt	432.467	1.201	360.034	70.643	0.000
		Lower-bound	432.467	1.000	432.467	70.643	0.000
	Error(time)	Sphericity Assumed	177.533	58	3.061		
		Greenhouse-Geisser	177.533	34.236	5.186		
		Huynh-Feldt	177.533	34.834	5.097		
		Lower-bound	177.533	29.000	6.122		
กลาง	time	Sphericity Assumed	311.467	2	155.733	75.355	0.000
		Greenhouse-Geisser	311.467	1.208	257.817	75.355**	0.000
		Huynh-Feldt	311.467	1.232	252.790	75.355	0.000
		Lower-bound	311.467	1.000	311.467	75.355	0.000
	Error(time)	Sphericity Assumed	119.867	58	2.067		
		Greenhouse-Geisser	119.867	35.035	3.421		
		Huynh-Feldt	119.867	35.731	3.355		
		Lower-bound	119.867	29.000	4.133		
ต่ำ	time	Sphericity Assumed	309.689	2	154.844	75.064	0.000
		Greenhouse-Geisser	309.689	1.129	274.378	75.064**	0.000
		Huynh-Feldt	309.689	1.143	270.911	75.064	0.000
		Lower-bound	309.689	1.000	309.689	75.064	0.000
	Error(time)	Sphericity Assumed	119.644	58	2.063		
		Greenhouse-Geisser	119.644	32.732	3.655		
		Huynh-Feldt	119.644	33.151	3.609		
		Lower-bound	119.644	29.000	4.126		

\*\*p < .01

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบครั้งที่ 1 ตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ระดับ ความสามารถ	วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง	Mean Difference	Std. Error	Sig
สูง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	1.000	1.060	0.354
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	0.800	1.060	0.457
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	-0.200	1.060	0.852
กลาง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-0.100	1.042	0.924
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	0.400	1.042	0.704
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	0.500	1.042	0.635
ต่ำ	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	0.900	0.680	0.197
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	0.600	0.680	0.386
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	-0.300	0.680	0.663

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบครั้งที่ 2 ตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ระดับ ความสามารถ	วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง	Mean Difference	Std. Error	Sig
สูง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	3.900**	0.907	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	5.100**	0.907	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	1.200	0.907	0.197
กลาง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-2.900**	1.003	0.007
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	0.900	1.003	0.377
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	3.800**	1.003	0.001
ต่ำ	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	1.400	1.086	0.211
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	1.400	1.086	0.211
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	4.174E-15	0.821	1.000

\*\*p < .01

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบครั้งที่ 3 ตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ระดับ ความสามารถ	วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง	Mean Difference	Std. Error	Sig
สูง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	5.700**	0.792	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	7.700**	0.792	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	2.000	0.792	0.018
กลาง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-4.100**	0.913	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	1.600	0.913	0.091
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	5.700**	0.913	0.000
ต่ำ	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-2.600**	0.697	0.001
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	2.800	0.697	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	5.400**	0.697	0.000

\*\*p < .01

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ

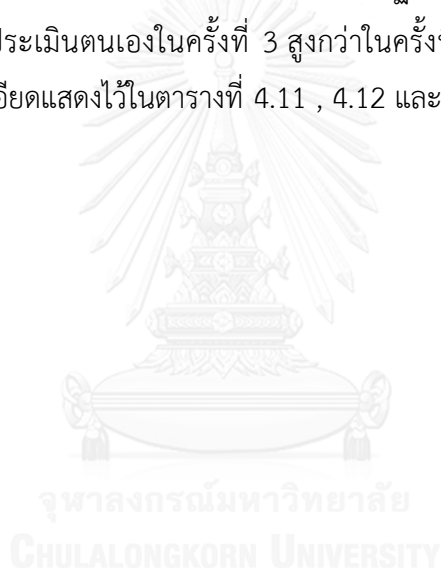
ระดับ ความสามารถ	TIME	Mean Difference	Std. Error	Sig
สูง	ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 2	-2.833**	0.384	0.000
	ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 3	-5.367**	0.609	0.000
	ครั้งที่ 2 กับ ครั้งที่ 3	-2.533**	0.306	0.000
กลาง	ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 2	-2.667**	0.366	0.000
	ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 3	-4.533**	0.486	0.000
	ครั้งที่ 2 กับ ครั้งที่ 3	-1.867	0.208	0.000
ต่ำ	ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 2	-2.533**	0.248	0.000
	ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 3	-4.533**	0.507	0.000
	ครั้งที่ 2 กับ ครั้งที่ 3	-2.000**	0.307	0.000

\*\*p < .01

นอกจากนี้ ในการศึกษาผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากการศึกษาผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก มีการพิจารณาในการให้คะแนนการประเมินตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการ

ทดลอง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเทคนิคการทดลอง ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และด้านการรายงานผลการทดลอง โดยเงื่อนไขสำหรับการตรวจประเมิน คือ ให้นักเรียนเลือกตอบ “5”, “4”, “3”, “2” หรือ “1” ตามความสอดคล้องกับข้อรายการนั้น กล่าวคือ 5 = มากที่สุด , 4 = มาก , 3 = ปานกลาง , 2 = น้อย และ 1 = น้อยที่สุด จากการวิเคราะห์ผลการประเมิน พบว่านักเรียนทุกกลุ่มระดับความสามารถ กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเทคนิคการทดลอง ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และด้านการรายงานผลการทดลอง จากการประเมินตนเองในครั้งที่ 3 สูงกว่าในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ในทุกกลุ่มระดับความสามารถ ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.11 , 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ





ตารางที่ 4.11 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง

องค์ประกอบเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
1. ด้านเทคนิคการทดลอง (14 คะแนน)	1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง (5)	3.50	0.85	3.90	0.57	4.70	0.48
	1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง (5)	3.50	0.97	3.80	1.03	4.60	0.52
	1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง (4)	2.90	0.57	3.30	0.67	3.60	0.52
		9.90	1.73	11.00	1.76	12.90	0.99
2. ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง (10 คะแนน)	2.1 มีการวางแผนการทดลอง (3)	2.20	0.63	2.50	0.53	2.90	0.32
	2.2 มีการออกแบบการทดลอง (4)	2.60	0.84	3.30	0.67	3.90	0.32
	2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม (3)	2.20	0.79	2.50	0.53	2.70	0.48
		7.00	1.89	8.30	1.34	9.50	0.85
3. ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง (6 คะแนน)	3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง (3)	1.90	0.74	2.20	0.63	2.60	0.52
	3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ (3)	2.30	0.67	2.80	0.42	3.00	0.00
		4.20	1.03	5.00	0.82	5.60	0.52
4. ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง (10 คะแนน)	4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบเรียบร้อย (3)	2.30	0.67	2.70	0.48	3.00	0.00
	4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง (4)	2.90	0.57	3.60	0.70	3.90	0.32
	4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่างเหมาะสม (3)	2.10	0.57	2.50	0.53	2.70	0.48
		7.30	1.16	8.80	0.92	9.60	0.52
5. ด้านการรายงานผลการทดลอง (6 คะแนน)	5.1 การบันทึกและการใช้ผลการทดลอง (3)	2.20	0.63	2.60	0.52	2.90	0.32
	5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง (3)	2.00	0.67	2.30	0.48	2.50	0.53
		4.20	0.79	4.90	0.57	5.40	0.52

ตารางที่ 4.12 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองของ นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1. ด้านเทคนิคการ ทดลอง (14 คะแนน)	1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมี ได้ถูกต้อง (5)	2.70	0.67	2.80	0.63	3.20	0.63
	1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง (5)	2.70	0.48	3.10	0.88	3.10	0.74
	1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง (4)	2.20	0.79	2.50	0.53	2.90	0.74
		7.60	1.58	8.40	1.26	9.20	1.32
2. ด้านการวางแผน และดำเนินการ ทดลอง (10 คะแนน)	2.1 มีการวางแผนการทดลอง (3)	2.10	0.88	2.30	0.48	2.40	0.52
	2.2 มีการออกแบบการทดลอง (4)	2.10	0.88	2.60	0.52	3.00	0.67
	2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม (3)	2.10	0.57	2.60	0.52	2.50	0.53
		6.30	1.42	7.50	0.71	7.90	1.37
3. ด้านความ คล่องแคล่วในการ ปฏิบัติการทดลอง (6 คะแนน)	3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการ ดำเนินการทดลอง (3)	1.90	0.74	2.20	0.63	2.50	0.53
	3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่าง สมบูรณ์ (3)	2.00	0.67	2.50	0.53	2.80	0.42
		3.90	0.99	4.70	0.67	5.30	0.67
4. ด้านความเป็น ระเบียบเรียบร้อยใน การปฏิบัติการ ทดลอง (10 คะแนน)	4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย (3)	2.00	0.67	2.40	0.70	2.80	0.42
	4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และพื้นที่ในการทดลอง (4)	2.40	0.84	3.10	0.74	3.80	0.42
	4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้ อย่างเหมาะสม (3)	2.10	0.57	2.50	0.53	2.90	0.32
		6.50	1.08	8.00	1.15	9.50	0.85
5. ด้านการรายงาน ผลการทดลอง (6 คะแนน)	5.1 การบันทึกและการใช้ผลการทดลอง (3)	2.00	0.82	2.50	0.53	2.80	0.42
	5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง (3)	1.80	0.63	2.40	0.52	2.40	0.52
		3.80	1.03	4.90	0.74	5.20	0.63

ตารางที่ 4.13 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองของ นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
1. ด้านเทคนิคการ ทดลอง (14 คะแนน)	1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมี ได้ถูกต้อง (5)	1.80	0.63	1.90	0.57	3.30	0.48
	1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง (5)	2.10	0.57	2.40	0.52	3.70	0.82
	1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง (4)	1.60	0.52	1.90	0.57	3.10	0.57
		5.50	0.97	6.20	1.03	10.10	0.88
2. ด้านการวางแผน และดำเนินการ ทดลอง (10 คะแนน)	2.1 มีการวางแผนการทดลอง (3)	1.60	0.70	1.80	0.79	2.50	0.53
	2.2 มีการออกแบบการทดลอง (4)	1.60	0.52	2.30	0.67	3.10	0.32
	2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม (3)	1.70	0.48	2.10	0.57	2.90	0.32
		4.90	0.74	6.20	1.40	8.50	0.85
3. ด้านความ คล่องแคล่วในการ ปฏิบัติการทดลอง (6 คะแนน)	3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการ ดำเนินการทดลอง (3)	1.70	0.48	2.00	0.67	2.50	0.53
	3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่าง สมบูรณ์ (3)	1.80	0.42	2.00	0.67	2.70	0.48
		3.50	0.71	4.00	0.94	5.20	0.79
4. ด้านความเป็น ระเบียบเรียบร้อยใน การปฏิบัติการ ทดลอง (10 คะแนน)	4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็น ระเบียบเรียบร้อย (3)	1.80	0.42	2.10	0.57	2.70	0.48
	4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และพื้นที่ในการทดลอง (4)	2.10	0.74	2.40	0.84	3.10	0.74
	4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้ อย่างเหมาะสม (3)	1.70	0.67	2.10	0.57	2.80	0.42
		5.60	1.17	6.60	1.17	8.60	0.84
5. ด้านการรายงาน ผลการทดลอง (6 คะแนน)	5.1 การบันทึกและการใช้ผลการทดลอง (3)	1.70	0.48	2.10	0.57	2.30	0.48
	5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง (3)	1.80	0.42	2.20	0.79	2.40	0.52
		3.50	0.53	4.30	0.95	4.70	0.82

เมื่อศึกษาผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ซึ่งมีการพิจารณาในการให้คะแนนการประเมินตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน เช่นเดียวกับวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ได้แก่ ด้านเทคนิคการทดลอง ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และด้านการรายงานผลการทดลอง โดยมีเงื่อนไขสำหรับการตรวจประเมิน คือ ให้นักเรียนเลือกตอบ “2”, “1” หรือ “0” ตามความสอดคล้องกับข้อรายการนั้น จากนั้นจึงนำผลรวมของคะแนนในแต่ละด้านไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์คะแนนที่กำหนดไว้เพื่อใช้ในการแปลงระดับคะแนน เพื่อให้มีระดับคะแนนเทียบเท่ากับวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.14

**ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบเกณฑ์คะแนนระหว่างก่อนและหลังแปลงระดับของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น**

ข้อที่	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน)	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน)
1.1 และ 1.2	9-10	5
	7-8	4
	5-6	3
	3-4	2
	0-2	1
1.3 , 2.2 และ 4.2	7-8	4
	5-6	3
	3-4	2
	0-2	1
2.1 , 3.1 , 4.1 , 4.3 , 5.1 และ 5.2	5-6	3
	3-4	2
	0-2	1
2.3 และ 3.2	4	3
	2-3	2
	0-1	1

จากการวิเคราะห์ผลการประเมิน พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเทคนิคการทดลอง ด้านการวางแผนและดำเนินการทดลอง ด้านความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง และด้านการรายงานผลการทดลอง จากการประเมินตนเองในครั้งที่ 3 สูงกว่าในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.15 , 4.16 และ 4.17 ตามลำดับ



ตารางที่ 4.15 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ 2 ชั้น ตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
1. ด้านเทคนิค การทดลอง (14 คะแนน)	1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง						
	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	1.20	0.63	1.70	0.48	1.90	0.32
	1.1.2 เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	1.20	0.63	1.50	0.53	1.80	0.42
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม	1.40	0.52	1.70	0.48	1.90	0.32
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง	0.80	0.42	1.20	0.63	1.60	0.52
	1.1.5 ความพอดีของปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้	0.90	0.32	1.40	0.52	1.70	0.48
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (10 คะแนน)	5.50	1.18	7.50	0.97	8.90	0.74
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (5 คะแนน)	2.90	0.57	3.90	0.57	4.70	0.48
	1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง						
	1.2.1 สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง	1.40	0.52	1.60	0.52	1.90	0.32
	1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง	1.60	0.52	1.70	0.48	1.90	0.32
	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี	1.10	0.32	1.50	0.53	1.80	0.42
	1.2.4 หันปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น	0.90	0.57	1.10	0.32	1.80	0.42
	1.2.5 ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง	1.40	0.52	1.50	0.53	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (10 คะแนน)	6.40	1.17	7.40	0.84	9.20	0.63
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (5 คะแนน)	3.50	0.53	4.00	0.47	4.90	0.32

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
1. ด้านเทคนิค	1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง						
การทดลอง (ต่อ)	1.3.1 อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง	1.50	0.53	1.50	0.53	1.70	0.48
(14 คะแนน)	1.3.2 สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	1.50	0.53	1.60	0.52	1.80	0.42
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับ ความเป็นจริง เช่น สีของ สารละลาย	1.80	0.42	1.90	0.32	1.90	0.32
	1.3.4 มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต	0.80	0.42	1.20	0.42	1.70	0.48
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	5.60	0.70	6.20	0.42	7.10	0.74
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	3.10	0.32	3.20	0.42	3.80	0.42
	<b>คะแนน (รวม) (14 คะแนน)</b>	<b>9.50</b>	<b>0.85</b>	<b>11.10</b>	<b>1.10</b>	<b>13.40</b>	<b>0.70</b>
2. ด้านการวางแผน และดำเนินการ	2.1 มีการวางแผนการทดลอง						
ทดลอง	2.1.1 ความถูกต้องของการเขียน flow chart	1.00	0.47	1.50	0.53	1.80	0.42
(10 คะแนน)	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกัน	1.30	0.48	1.60	0.52	2.00	0.00
	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมา ครบถ้วน	1.30	0.67	1.60	0.52	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.60	1.07	4.70	0.95	5.60	0.52
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.00	0.67	2.60	0.52	3.00	0.00
	2.2 มีการออกแบบการทดลอง						
	2.2.1 ความถูกต้องของการกำหนด ตัวแปร	1.30	0.48	1.50	0.53	1.70	0.48
	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับ ปัญหาและมีความชัดเจน	0.90	0.32	1.30	0.48	1.70	0.48
	2.2.3 ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับ ปัญหาและมีความชัดเจน	1.20	0.42	1.60	0.52	1.80	0.42
	2.2.4 ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วน และถูกต้องตามลำดับขั้นตอน	0.90	0.32	1.70	0.48	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	4.30	0.95	6.10	1.10	7.10	0.88
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.40	0.52	3.40	0.52	3.90	0.32

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง (10 คน)																																																											
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3																																																							
		M	SD	M	SD	M	SD																																																						
2. ด้านการวางแผน และดำเนินการ ทดลอง (10 คะแนน) (ต่อ)	2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม 2.3.1 ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการ ทดลอง 2.3.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน) คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน) <b>คะแนน (รวม) (10 คะแนน)</b>	1.20	0.63	1.80	0.42	1.90	0.32	1.40	0.52	1.80	0.42	1.90	0.32	2.60	0.70	3.60	0.52	3.80	0.42	1.80	0.42	2.60	0.52	2.80	0.42	<b>6.20</b>	<b>1.32</b>	<b>8.60</b>	<b>1.17</b>	<b>9.70</b>	<b>0.67</b>																														
3. ด้านความ คล่องแคล่วในการ ปฏิบัติการทดลอง (6 คะแนน)	3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการ ทดลอง 3.1.1 มีความสามารถในการตัดสินใจ ในการดำเนินการทดลองด้วย ตนเอง 3.1.2 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วใน การใช้เครื่องมือ 3.1.3 มีความตั้งใจขณะปฏิบัติการ ทดลอง คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน) คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน) 3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ 3.2.1 ทำการทดลองตามลำดับ ขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน 3.2.2 ทำการทดลองได้ทันตามเวลาที่ กำหนด คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน) คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน) <b>คะแนน (รวม) (6 คะแนน)</b>	0.60	0.52	1.20	0.42	1.70	0.48	1.20	0.42	1.50	0.53	1.70	0.48	1.60	0.52	1.70	0.48	1.80	0.42	3.40	0.84	4.40	0.84	5.20	0.79	2.00	0.47	2.40	0.52	2.80	0.42	3.20	0.70	1.70	0.48	1.90	0.32	1.60	0.52	1.90	0.32	2.00	0.00	3.00	0.82	3.60	0.52	3.90	0.32	2.10	0.57	2.60	0.52	2.90	0.32	<b>4.10</b>	<b>0.57</b>	<b>5.00</b>	<b>0.67</b>	<b>5.70</b>	<b>0.48</b>



ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
4. ด้านความเป็น ระเบียบเรียบร้อย	4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบ เรียบร้อย						
ในการปฏิบัติ การทดลอง (10 คะแนน)	4.1.1 เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	0.90	0.74	1.20	0.42	1.80	0.42
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานไว้ ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	1.50	0.53	1.90	0.32	1.90	0.32
	4.1.3 เก็บแก้วหลังการใช้งานไว้ที่เดิม ได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	1.80	0.42	1.80	0.42	2.00	0.00
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	4.20	0.63	4.90	0.32	5.70	0.48
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.30	0.48	2.90	0.32	3.00	0.00
	4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และพื้นที่ในการทดลอง						
	4.2.1 ล้างและทำความสะอาด อุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาด และถูกวิธี	1.40	0.52	1.80	0.42	1.90	0.32
	4.2.2 มีการทำความสะอาดโต๊ะและ เก้าอี้หลังการทดลอง	1.20	0.42	1.60	0.52	1.80	0.42
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร	1.20	0.63	1.50	0.53	1.90	0.32
	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ	1.10	0.57	1.90	0.32	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	4.90	0.88	6.80	0.79	7.50	0.71
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.60	0.52	3.80	0.42	3.90	0.32
	4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่าง เหมาะสม						
	4.3.1 เทสารเหลือทิ้ง (waste) ใน ภาชนะที่เตรียมไว้ให้	1.10	0.32	1.60	0.52	1.90	0.32
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตก ได้ถูกวิธี	1.00	0.00	1.70	0.48	1.80	0.42
	4.3.3 ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้	1.50	0.53	1.70	0.48	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.60	0.52	5.00	0.82	5.60	0.70
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.00	0.00	2.70	0.48	2.90	0.32
	<b>คะแนน (รวม) (10 คะแนน)</b>	<b>6.90</b>	<b>0.74</b>	<b>9.40</b>	<b>0.70</b>	<b>9.80</b>	<b>0.42</b>

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
5. ด้านการรายงาน ผลการทดลอง (10 คะแนน)	5.1 การบันทึกและใช้ผลการทดลอง						
	5.1.1 บันทึกข้อมูลได้ตรงตาม จุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง	1.30	0.48	1.60	0.52	1.90	0.32
	5.1.2 แปลความหมายข้อมูลจากผล การทดลองได้ถูกต้อง	1.40	0.52	1.50	0.53	1.90	0.32
	5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางได้ อย่างถูกต้อง	1.40	0.52	1.70	0.48	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	4.10	0.57	4.80	0.63	5.70	0.48
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.20	0.42	2.70	0.48	3.00	0.00
	5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง						
	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์และสรุปผล การทดลองได้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	1.40	0.52	1.60	0.52	1.70	0.48
	5.2.2 วิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูล ที่ได้จากการทดลองเท่านั้น	1.10	0.57	1.40	0.70	1.70	0.48
	5.2.3 มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ในการเขียนการวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง	1.50	0.53	1.80	0.42	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	4.00	1.05	4.80	0.92	5.30	0.48
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.30	0.67	2.70	0.48	3.00	0.00
	คะแนน (รวม) (6 คะแนน)	4.50	0.85	5.40	0.70	6.00	0.00

ตารางที่ 4.16 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ 2 ชั้น ตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับ ปานกลาง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
1. ด้านเทคนิค การทดลอง (14 คะแนน)	1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง						
	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	1.10	0.74	1.50	0.53	1.80	0.42
	1.1.2 เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	1.00	0.67	1.40	0.52	1.70	0.48
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม	1.10	0.57	1.40	0.52	1.50	0.53
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง	0.80	0.42	1.10	0.32	1.50	0.53
	1.1.5 ความพอดีของปริมาณสารที่ตวง/ชั่งไปใช้	0.80	0.42	1.10	0.32	1.40	0.52
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (10 คะแนน)	4.80	1.32	6.50	0.97	7.90	0.88
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (5 คะแนน)	2.70	0.82	3.40	0.52	4.30	0.48
	1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง						
	1.2.1 สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการทดลอง	1.20	0.79	1.50	0.53	1.60	0.52
	1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการทดลอง	1.40	0.52	1.50	0.53	1.70	0.48
	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี	0.90	0.57	1.20	0.42	1.30	0.48
	1.2.4 หันปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น	0.90	0.57	1.20	0.42	1.40	0.52
	1.2.5 ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง	1.40	0.52	1.50	0.53	1.50	0.53
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (10 คะแนน)	5.80	1.55	6.90	1.10	7.50	0.97
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (5 คะแนน)	3.20	0.79	3.60	0.52	4.10	0.57

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับ ปานกลาง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
1. ด้านเทคนิค	1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง						
การทดลอง (ต่อ)	1.3.1 อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง	1.20	0.63	1.30	0.48	1.30	0.48
(14 คะแนน)	1.3.2 สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	1.10	0.57	1.40	0.52	1.40	0.52
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับ ความเป็นจริง เช่น สีของ สารละลาย	1.60	0.52	1.50	0.53	1.70	0.48
	1.3.4 มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต	1.00	0.47	1.30	0.48	1.40	0.52
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	4.90	1.10	5.50	0.85	5.80	0.92
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.80	0.42	3.00	0.47	2.90	0.57
	<b>คะแนน (รวม) (14 คะแนน)</b>	<b>8.70</b>	<b>1.06</b>	<b>10.00</b>	<b>0.82</b>	<b>11.30</b>	<b>1.25</b>
2. ด้านการวางแผน	2.1 มีการวางแผนการทดลอง						
และดำเนินการ	2.1.1 ความถูกต้องของการเขียน flow chart	0.70	0.48	1.10	0.32	1.40	0.52
ทดลอง	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกัน	1.30	0.82	1.60	0.52	1.80	0.42
(10 คะแนน)	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมา ครบถ้วน	1.50	0.71	1.70	0.48	1.70	0.48
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.50	1.18	4.40	0.97	4.90	1.10
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.10	0.57	2.50	0.53	2.60	0.52
	2.2 มีการออกแบบการทดลอง						
	2.2.1 ความถูกต้องของการกำหนด ตัวแปร	1.30	0.48	1.40	0.52	1.60	0.52
	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับ ปัญหาและมีความชัดเจน	1.00	0.47	1.40	0.52	1.50	0.53
	2.2.3 ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับ ปัญหาและมีความชัดเจน	1.10	0.32	1.50	0.53	1.60	0.52
	2.2.4 ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วน และถูกต้องตามลำดับขั้นตอน	1.00	0.47	1.10	0.32	1.30	0.48
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	4.40	1.07	5.40	0.70	6.00	0.67
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.40	0.70	3.10	0.32	3.20	0.42

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับ ปานกลาง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
2. ด้านการวางแผน และดำเนินการ ทดลอง (10 คะแนน) (ต่อ)	2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม						
	2.3.1 ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการ ทดลอง	1.30	0.67	1.60	0.52	1.70	0.48
	2.3.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	1.60	0.70	1.70	0.48	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.90	1.10	3.30	0.82	3.50	0.71
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.10	0.74	2.50	0.53	2.70	0.48
	<b>คะแนน (รวม) (10 คะแนน)</b>	<b>6.60</b>	<b>0.84</b>	<b>8.10</b>	<b>0.74</b>	<b>8.50</b>	<b>0.71</b>
3. ด้านความ คล่องแคล่วในการ ปฏิบัติการทดลอง (6 คะแนน)	3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการ ทดลอง						
	3.1.1 มีความสามารถในการตัดสินใจ ในการดำเนินการทดลองด้วย ตนเอง	0.90	0.57	1.30	0.48	1.60	0.52
	3.1.2 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วใน การใช้เครื่องมือ	1.40	0.70	1.60	0.52	1.80	0.42
	3.1.3 มีความตั้งใจขณะปฏิบัติการ ทดลอง	1.50	0.53	1.60	0.52	1.70	0.48
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.80	0.79	4.50	0.71	5.10	0.57
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.20	0.42	2.40	0.52	2.90	0.32
	3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์						
	3.2.1 ทำการทดลองตามลำดับ ขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	1.70	0.48	1.80	0.42	1.90	0.32
	3.2.2 ทำการทดลองได้ทันตามเวลาที่ กำหนด	1.40	0.84	1.70	0.48	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	3.10	1.20	3.50	0.71	3.70	0.67
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.30	0.82	2.60	0.52	2.80	0.42
	<b>คะแนน (รวม) (6 คะแนน)</b>	<b>4.50</b>	<b>1.08</b>	<b>5.00</b>	<b>0.94</b>	<b>5.70</b>	<b>0.48</b>

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับ ปานกลาง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
4. ด้านความเป็น ระเบียบเรียบร้อย	4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบ เรียบร้อย						
ในการปฏิบัติ การทดลอง (10 คะแนน)	4.1.1 เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	1.30	0.67	1.50	0.53	1.80	0.42
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานไว้ ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	1.30	0.67	1.70	0.48	1.80	0.42
	4.1.3 เก็บแก้วหลังการใช้งานไว้ที่เดิม ได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	1.70	0.48	1.70	0.48	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	4.30	0.48	4.90	0.74	5.50	0.53
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.30	0.48	2.70	0.48	3.00	0.00
	4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และพื้นที่ในการทดลอง						
	4.2.1 ล้างและทำความสะอาด อุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาด และถูกวิธี	1.30	0.48	1.40	0.52	1.60	0.52
	4.2.2 มีการทำความสะอาดโต๊ะและ เก้าอี้หลังการทดลอง	1.30	0.67	1.60	0.52	1.80	0.42
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร	1.30	0.48	1.60	0.52	1.80	0.42
	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ	1.10	0.57	1.30	0.48	1.60	0.52
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	5.00	0.82	5.90	0.74	6.80	0.92
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.70	0.48	3.20	0.42	3.70	0.48
	4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่าง เหมาะสม						
	4.3.1 เทสารเหลือทิ้ง (waste) ใน ภาชนะที่เตรียมไว้ให้	1.10	0.32	1.60	0.52	1.70	0.48
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตก ได้ถูกวิธี	1.20	0.42	1.80	0.42	1.90	0.32
	4.3.3 ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้	1.30	0.48	1.70	0.48	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.60	0.70	5.10	0.57	5.50	0.53
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.10	0.32	2.90	0.32	3.00	0.00
	<b>คะแนน (รวม) (10 คะแนน)</b>	<b>7.10</b>	<b>0.74</b>	<b>8.80</b>	<b>0.79</b>	<b>9.70</b>	<b>0.48</b>

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับ ปานกลาง (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
5. ด้านการรายงาน ผลการทดลอง (10 คะแนน)	5.1 การบันทึกและใช้ผลการทดลอง						
	5.1.1 บันทึกข้อมูลได้ตรงตาม จุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง	1.50	0.53	1.60	0.52	1.80	0.42
	5.1.2 แปลความหมายข้อมูลจากผล การทดลองได้ถูกต้อง	1.40	0.52	1.80	0.42	2.00	0.00
	5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางได้ อย่างถูกต้อง	1.10	0.32	1.80	0.42	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	4.00	0.47	5.20	0.79	5.60	0.70
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.10	0.32	2.80	0.42	2.90	0.32
	5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง						
	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์และสรุปผล การทดลองได้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	1.20	0.63	1.50	0.53	1.60	0.52
	5.2.2 วิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูล ที่ได้จากการทดลองเท่านั้น	1.20	0.63	1.50	0.53	1.70	0.48
	5.2.3 มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ในการเขียนการวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง	1.50	0.53	1.80	0.42	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.90	0.99	4.80	0.79	5.20	0.79
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.20	0.63	2.60	0.52	2.80	0.42
	<b>คะแนน (รวม) (6 คะแนน)</b>	<b>4.30</b>	<b>0.82</b>	<b>5.40</b>	<b>0.70</b>	<b>5.70</b>	<b>0.48</b>

ตารางที่ 4.17 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ 2 ชั้น ตามองค์ประกอบของเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง 5 ด้าน ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
1. ด้านเทคนิค	1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง						
การทดลอง (14 คะแนน)	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมีที่ กำหนดให้ได้ถูกต้อง	0.50	0.53	1.10	0.32	1.30	0.48
	1.1.2 เลือกประเภทของอุปกรณ์ ได้เหมาะสมกับการใช้งาน	0.80	0.42	1.10	0.57	1.40	0.52
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะรองรับ สารได้อย่างเหมาะสม	0.70	0.48	1.00	0.47	1.40	0.52
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลอง ได้ถูกต้อง	0.70	0.48	1.10	0.32	1.20	0.42
	1.1.5 ความพอดีของปริมาณสาร ที่ตวง/ชั่งไปใช้	0.70	0.48	0.90	0.32	1.00	0.00
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (10 คะแนน)	3.40	1.07	5.20	0.63	6.30	0.82
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (5 คะแนน)	2.00	0.67	2.90	0.32	3.50	0.53
	1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง						
	1.2.1 สวมแว่นตาขณะปฏิบัติการ ทดลอง	0.70	0.48	0.90	0.32	1.40	0.52
	1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะปฏิบัติการ ทดลอง	0.80	0.42	1.00	0.00	1.40	0.52
	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการ ผสมสารเคมี	0.70	0.48	0.90	0.57	1.30	0.48
	1.2.4 หันปากภาชนะที่มีสารเคมีไป ทางผู้อื่น	0.80	0.42	1.10	0.57	1.30	0.48
	1.2.5 ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง	0.90	0.32	1.00	0.47	1.30	0.48
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (10 คะแนน)	3.90	1.10	4.90	0.74	6.70	0.82
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (5 คะแนน)	2.30	0.67	2.70	0.48	3.70	0.48



ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
1. ด้านเทคนิค	1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง						
การทดลอง (ต่อ)	1.3.1 อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง	0.90	0.32	1.20	0.42	1.40	0.52
(14 คะแนน)	1.3.2 สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	1.20	0.42	1.20	0.42	1.30	0.48
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับ ความเป็นจริง เช่น สีของ สารละลาย	1.00	0.47	1.30	0.48	1.70	0.48
	1.3.4 มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต	0.90	0.57	1.20	0.42	1.40	0.52
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	4.00	0.82	4.90	0.57	5.80	0.79
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.30	0.48	2.80	0.42	3.20	0.42
	<b>คะแนน (รวม) (14 คะแนน)</b>	<b>6.60</b>	<b>0.52</b>	<b>8.40</b>	<b>0.70</b>	<b>10.40</b>	<b>0.97</b>
2. ด้านการวางแผน	2.1 มีการวางแผนการทดลอง						
และดำเนินการ	2.1.1 ความถูกต้องของการเขียน flow chart	0.90	0.57	1.10	0.32	1.20	0.42
ทดลอง	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกัน	1.30	0.95	1.60	0.52	1.80	0.42
(10 คะแนน)	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมา ครบถ้วน	1.20	0.79	1.50	0.53	1.70	0.48
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.40	1.26	4.20	0.63	4.70	0.82
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.00	0.67	2.30	0.48	2.50	0.53
	2.2 มีการออกแบบการทดลอง						
	2.2.1 ความถูกต้องของการกำหนด ตัวแปร	0.90	0.32	1.10	0.32	1.20	0.42
	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับ ปัญหาและมีความชัดเจน	0.90	0.32	0.80	0.42	1.00	0.47
	2.2.3 ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับ ปัญหาและมีความชัดเจน	1.00	0.47	1.20	0.42	1.30	0.48
	2.2.4 ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วน และถูกต้องตามลำดับขั้นตอน	0.90	0.32	0.80	0.42	1.00	0.47
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	3.70	0.48	3.90	0.88	4.50	0.97
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.00	0.00	2.10	0.57	2.40	0.52

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
2. ด้านการวางแผน และดำเนินการ ทดลอง (10 คะแนน) (ต่อ)	2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม						
	2.3.1 ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการ ทดลอง	0.90	0.32	0.90	0.32	1.60	0.52
	2.3.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	1.10	0.57	1.20	0.42	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.00	0.47	2.10	0.32	3.40	0.70
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	1.90	0.32	2.00	0.00	2.50	0.53
	<b>คะแนน (รวม) (10 คะแนน)</b>	<b>5.90</b>	<b>0.74</b>	<b>6.40</b>	<b>0.52</b>	<b>7.40</b>	<b>0.84</b>
3. ด้านความ คล่องแคล่วในการ ปฏิบัติการทดลอง (6 คะแนน)	3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง						
	3.1.1 มีความสามารถในการตัดสินใจ ในการดำเนินการทดลองด้วย ตนเอง	0.80	0.42	0.80	0.42	1.20	0.42
	3.1.2 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วใน การใช้เครื่องมือ	1.50	0.53	1.60	0.52	1.80	0.42
	3.1.3 มีความตั้งใจขณะปฏิบัติการ ทดลอง	1.50	0.53	1.70	0.48	2.00	0.00
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.80	0.63	4.10	0.74	5.00	0.47
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.10	0.32	2.30	0.48	2.90	0.32
	3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์						
	3.2.1 ทำการทดลองตามลำดับ ขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	1.60	0.52	1.40	0.70	1.80	0.42
	3.2.2 ทำการทดลองได้ทันตามเวลาที่ กำหนด	1.10	0.74	1.30	0.48	1.70	0.48
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.70	1.06	2.70	0.95	3.50	0.71
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.00	0.67	2.10	0.57	2.60	0.52
	<b>คะแนน (รวม) (6 คะแนน)</b>	<b>4.10</b>	<b>0.74</b>	<b>4.40</b>	<b>0.84</b>	<b>5.50</b>	<b>0.53</b>

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
4. ด้านความเป็น ระเบียบเรียบร้อย	4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบ เรียบร้อย						
ในการปฏิบัติ การทดลอง (10 คะแนน)	4.1.1 เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	1.20	0.63	1.10	0.88	1.60	0.52
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานไว้ ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	1.20	0.42	1.30	0.67	1.70	0.48
	4.1.3 เก็บแก้วหลังการใช้งานไว้ที่เดิม ได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	1.40	0.52	1.30	0.67	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.80	0.92	3.70	1.25	5.10	0.74
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	2.10	0.57	2.00	0.67	2.80	0.42
	4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว และพื้นที่ในการทดลอง						
	4.2.1 ล้างและทำความสะอาด อุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาด และถูกวิธี	1.00	0.47	1.30	0.48	1.90	0.32
	4.2.2 มีการทำความสะอาดโต๊ะและ เก้าอี้หลังการทดลอง	1.40	0.52	1.50	0.53	1.90	0.32
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร	0.90	0.32	1.20	0.42	1.60	0.52
	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ	1.10	0.57	1.40	0.52	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (8 คะแนน)	4.40	1.07	5.40	0.52	7.20	0.92
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (4 คะแนน)	2.40	0.52	3.00	0.00	3.90	0.32
	4.3 มีการกำจัดสารเหลือทิ้งและขยะได้อย่าง เหมาะสม						
	4.3.1 เทสารเหลือทิ้ง (waste) ใน ภาชนะที่เตรียมไว้ให้	0.70	0.48	1.00	0.47	1.50	0.53
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตก ได้ถูกวิธี	0.90	0.57	0.60	0.52	1.40	0.52
	4.3.3 ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้	1.20	0.63	1.60	0.52	1.90	0.32
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	2.80	0.92	3.20	1.03	4.80	0.79
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	1.50	0.53	1.80	0.42	2.80	0.42
	<b>คะแนน (รวม) (10 คะแนน)</b>	<b>6.00</b>	<b>0.94</b>	<b>6.80</b>	<b>0.42</b>	<b>9.50</b>	<b>0.53</b>

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

องค์ประกอบเกณฑ์ การประเมินทักษะ ปฏิบัติการทดลอง	รายการประเมิน	ผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ (10 คน)					
		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
		M	SD	M	SD	M	SD
5. ด้านการรายงาน ผลการทดลอง (10 คะแนน)	5.1 การบันทึกและใช้ผลการทดลอง						
	5.1.1 บันทึกข้อมูลได้ตรงตาม จุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง	0.90	0.32	1.20	0.42	1.70	0.48
	5.1.2 แปลความหมายข้อมูลจากผล การทดลองได้ถูกต้อง	0.90	0.57	1.30	0.48	1.70	0.48
	5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางได้ อย่างถูกต้อง	0.90	0.32	1.20	0.42	1.60	0.52
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	2.70	0.82	3.70	0.82	5.00	0.82
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	1.70	0.48	2.20	0.42	2.70	0.48
	5.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง						
	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์และสรุปผล การทดลองได้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	0.60	0.52	1.10	0.32	1.50	0.53
	5.2.2 วิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูล ที่ได้จากการทดลองเท่านั้น	1.00	0.00	1.10	0.32	1.40	0.52
	5.2.3 มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ในการเขียนการวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง	1.40	0.52	1.40	0.52	1.80	0.42
	คะแนน (ก่อนแปลงระดับคะแนน) (6 คะแนน)	3.00	0.94	3.60	0.70	4.70	0.67
	คะแนน (หลังแปลงระดับคะแนน) (3 คะแนน)	1.60	0.52	2.10	0.32	2.60	0.52
	<b>คะแนน (รวม) (6 คะแนน)</b>	<b>3.30</b>	<b>0.67</b>	<b>4.30</b>	<b>0.67</b>	<b>5.30</b>	<b>0.48</b>

## 2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

คะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน สามารถคำนวณได้จากสูตรการคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ที่ได้รับการเสนอโดยศิริชัย กาญจนวาสี (Kanjanawasee, 1989 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ เป็นดังนี้

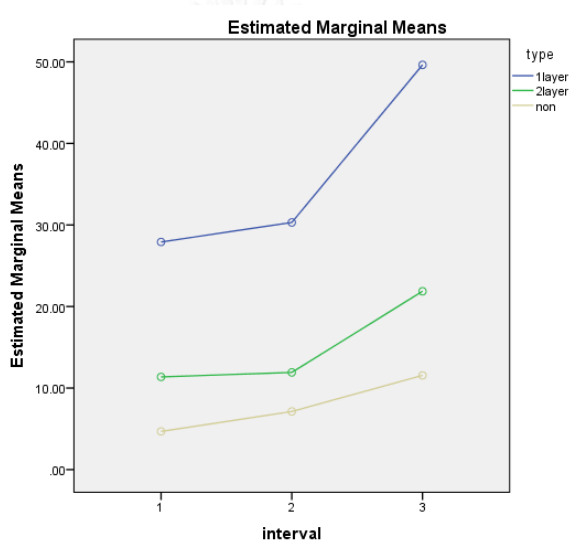
$$S = 100 (Y - X) / (F - X)$$

เมื่อ	S	คือ	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของนักเรียน
	X	คือ	คะแนนจากการวัดครั้งก่อน
	Y	คือ	คะแนนจากการวัดครั้งหลัง
	F	คือ	คะแนนเต็ม

เมื่อนำมาใช้คำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างทั้ง 3 ช่วง จำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ได้ผลการวิเคราะห์ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

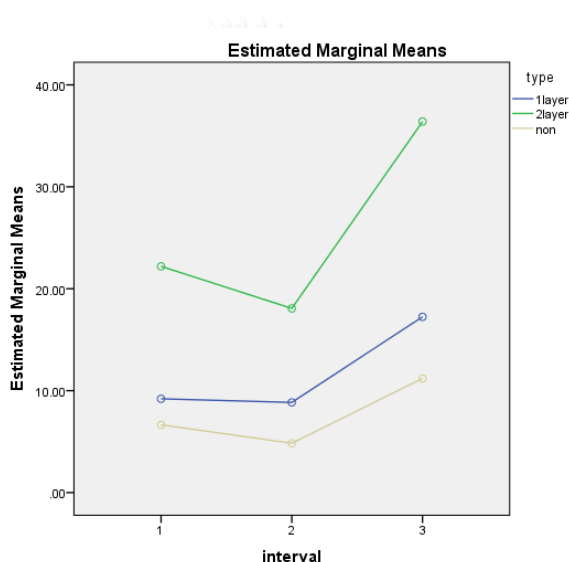
หากพิจารณาในภาพรวม พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้ง 3 ช่วง โดยช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงที่สุด ( $M = 21.77, SD = 14.53$ ) ส่วนในช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) และช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) มีคะแนนรองลงมาตามลำดับ ( $M = 12.84, SD = 22.73$ ) และ ( $M = 11.66, SD = 9.99$ ) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.18

ผลจากการวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงทั้ง 3 ช่วง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงที่สุดในทุกช่วงการประเมิน คือ ช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) ( $M = 27.91$ ,  $SD = 6.69$ ) ช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) ( $M = 30.31$ ,  $SD = 9.93$ ) และช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) ( $M = 49.63$ ,  $SD = 8.86$ ) นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีค่าต่ำที่สุดได้จากนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองในทุกช่วงการประเมิน คือ ช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) ( $M = 4.68$ ,  $SD = 6.62$ ) ช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) ( $M = 7.13$ ,  $SD = 6.15$ ) และช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) ( $M = 11.56$ ,  $SD = 7.34$ )



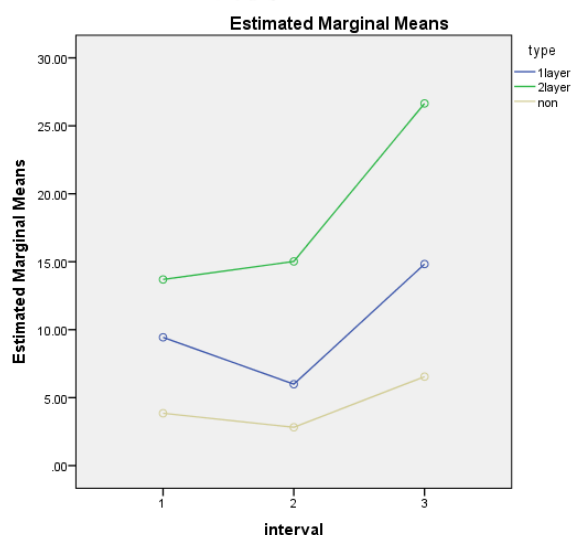
แผนภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง จำแนกตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

หากวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางทั้ง 3 ช่วง จะพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงที่สุดในทุกช่วงการประเมิน คือ ช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) ( $M = 22.20$ ,  $SD = 6.88$ ) ช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) ( $M = 18.07$ ,  $SD = 6.53$ ) และช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) ( $M = 36.40$ ,  $SD = 6.01$ ) ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองต่ำที่สุดในทุกช่วงการประเมิน คือ ช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) ( $M = 6.65$ ,  $SD = 2.61$ ) ช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) ( $M = 4.84$ ,  $SD = 3.86$ ) และช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) ( $M = 11.19$ ,  $SD = 3.70$ )



แผนภาพที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง จำแนกตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำทั้ง 3 ช่วงแล้ว พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงที่สุดในทุกช่วงการประเมิน คือ ช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) ( $M = 13.70$ ,  $SD = 1.94$ ) ช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) ( $M = 15.02$ ,  $SD = 4.55$ ) และช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) ( $M = 26.65$ ,  $SD = 4.49$ ) ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองต่ำที่สุดในทุกช่วงการประเมิน คือ ช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) ( $M = 3.85$ ,  $SD = 2.54$ ) ช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) ( $M = 2.82$ ,  $SD = 4.52$ ) และช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) ( $M = 6.55$ ,  $SD = 5.24$ )



แผนภาพที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ จำแนกตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง



**ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการทั้ง 3 ช่วง จำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง**

ระดับความสามารถและวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง (จำนวนคน)	คะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลอง (ร้อยละ)					
	ช่วงที่ 1 (d <sub>21</sub> ) เทียบระหว่างครั้งที่ 1 และ 2		ช่วงที่ 2 (d <sub>32</sub> ) เทียบระหว่างครั้งที่ 2 และ 3		ช่วงที่ 3 (d <sub>31</sub> ) เทียบระหว่างครั้งที่ 1 และ 3	
	M	SD	M	SD	M	SD
	สูง - แบบใช้เกณฑ์รูบริก (n=10)	27.91	6.69	30.31	9.93	49.63
สูง - แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น (n=10)	11.37	3.81	11.92	8.58	21.87	8.81
สูง - แบบไม่ใช้เครื่องมือ (n=10)	4.68	6.62	7.13	6.15	11.56	7.34
กลาง - แบบใช้เกณฑ์รูบริก (n=10)	9.20	7.05	8.85	3.19	17.24	6.96
กลาง - แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น (n=10)	22.20	6.88	18.07	6.53	36.40	6.01
กลาง - แบบไม่ใช้เครื่องมือ (n=10)	6.65	2.61	4.84	3.86	11.19	3.70
ต่ำ - แบบใช้เกณฑ์รูบริก (n=10)	9.44	3.23	5.99	4.19	14.83	5.50
ต่ำ - แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น (n=10)	13.70	1.94	15.02	4.55	26.65	4.49
ต่ำ - แบบไม่ใช้เครื่องมือ (n=10)	3.85	2.54	2.82	4.52	6.55	5.24
รวม	12.84	22.73	11.66	9.99	21.77	14.53

**2.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน**

ในส่วนนี้เป็นผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity ซึ่งเป็นข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีค่าสถิติ Mauchly's W เป็น 0.947, 0.851 และ 0.828 ค่าของ Approx. Chi-square เป็น 1.517, 4.522 และ 5.279 ค่า df เท่ากับ 2, 2 และ 2 และค่า p เท่ากับ 0.468, 0.104 และ 0.071 ตามลำดับ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง มีความแปรปรวนของคะแนนเป็น compound symmetry ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการประมาณค่าแบบ sphericity assumed สำหรับแต่ละกลุ่มระดับความสามารถ ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.19 ดังนี้

ตารางที่ 4.19 การทดสอบเงื่อนไข sphericity ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

ระดับ ความสามารถ	Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi- square	df	Sig	Epsilon		
						Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Lower- bound
สูง	interval	0.947	1.517	2	0.468	0.950	1.000	0.500
กลาง	interval	0.851	4.522	2	0.104	0.870	0.921	0.500
ต่ำ	interval	0.828	5.279	2	0.071	0.853	0.901	0.500

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มระดับความสามารถมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถเป็นรายคู่ พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มระดับความสามารถ กล่าวคือ นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการในช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) สูงกว่าช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) และช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งรายละเอียดแสดงดังในตารางที่ 4.20 - 4.24

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ตามระดับความสามารถและวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ระดับ ความสามารถ	Source		Type III		Mean Square	F	Sig
			Sum of Squares	df			
สูง	interval	Sphericity Assumed	2993.081	2	1496.541	38.251**	0.000
		Greenhouse-Geisser	2993.081	1.900	1575.485	38.251	0.000
		Huynh-Feldt	2993.081	2.000	1496.541	38.251	0.000
		Lower-bound	2993.081	1.000	2993.081	38.251	0.000
	Error(interval)	Sphericity Assumed	2269.193	58			
		Greenhouse-Geisser	2269.193	55.094			
		Huynh-Feldt	2269.193	58.000			
		Lower-bound	2269.193	29.000			
กลาง	interval	Sphericity Assumed	2057.073	2	1028.537	39.376**	0.000
		Greenhouse-Geisser	2057.073	1.740	1181.911	39.376	0.000
		Huynh-Feldt	2057.073	1.842	1116.720	39.376	0.000
		Lower-bound	2057.073	1.000	2057.073	39.376	0.000
	Error(interval)	Sphericity Assumed	1515.020	58	26.121		
		Greenhouse-Geisser	1515.020	50.473	30.016		
		Huynh-Feldt	1515.020	53.420	28.361		
		Lower-bound	1515.020	29.000	52.242		
ต่ำ	interval	Sphericity Assumed	1153.249	2	576.625	45.804**	0.000
		Greenhouse-Geisser	1153.249	1.707	675.705	45.804	0.000
		Huynh-Feldt	1153.249	1.803	639.728	45.804	0.000
		Lower-bound	1153.249	1.000	1153.249	45.804	0.000
	Error(interval)	Sphericity Assumed	730.160	58	12.589		
		Greenhouse-Geisser	730.160	49.495	14.752		
		Huynh-Feldt	730.160	52.279	13.967		
		Lower-bound	730.160	29.000	25.178		

\*\*p < .01

ตารางที่ 4.21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบช่วงที่ 1 ตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ระดับ ความสามารถ	วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง	Mean Difference	Std. Error	Sig
สูง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	16.546**	2.622	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	23.231**	2.622	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	6.685	2.622	0.017
กลาง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-12.994**	2.632	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	2.554	2.632	0.340
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	15.548	2.632	0.000
ต่ำ	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-4.259**	1.172	0.001
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	5.587**	1.172	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	9.846**	1.182	0.000

\*\*p < .01

ตารางที่ 4.22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบช่วงที่ 2 ตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ระดับ ความสามารถ	วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง	Mean Difference	Std. Error	Sig
สูง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	18.391**	3.740	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	23.182**	3.740	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	4.791	3.740	0.211
กลาง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-9.217**	2.127	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	4.013	2.127	0.070
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	13.230**	2.127	0.000
ต่ำ	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-9.030**	1.979	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	3.173	1.979	0.120
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	12.203**	1.979	0.000

\*\*p < .01

**ตารางที่ 4.23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบช่วงที่ 3 ตามวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง**

ระดับ ความสามารถ	วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง	Mean Difference	Std. Error	Sig
สูง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	27.765**	3.741	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	38.075**	3.741	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	10.310	3.741	0.010
กลาง	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-19.155**	2.560	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	6.049	2.560	0.026
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	25.204**	2.560	0.000
ต่ำ	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-11.822**	2.277	0.000
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	8.283**	2.277	0.001
	แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น – แบบไม่ใช้เครื่องมือ	20.105**	2.277	0.000

\*\*p < .01

**ตารางที่ 4.24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ**

ระดับ ความสามารถ	INTERVAL	Mean Difference	Std. Error	Sig
สูง	ช่วงที่ 1 กับ ช่วงที่ 2	-1.799	1.968	0.363
	ช่วงที่ 1 กับ ช่วงที่ 3	-13.033**	1.968	0.000
	ช่วงที่ 2 กับ ช่วงที่ 3	-11.234**	1.968	0.000
กลาง	ช่วงที่ 1 กับ ช่วงที่ 2	2.093	1.414	0.143
	ช่วงที่ 1 กับ ช่วงที่ 3	-8.932**	1.414	0.000
	ช่วงที่ 2 กับ ช่วงที่ 3	-11.025**	1.414	0.000
ต่ำ	ช่วงที่ 1 กับ ช่วงที่ 2	1.051	1.079	0.333
	ช่วงที่ 1 กับ ช่วงที่ 3	-7.013**	1.079	0.000
	ช่วงที่ 2 กับ ช่วงที่ 3	-8.064**	1.079	0.000

\*\*p < .01

### ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ))

ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) ด้วยสถิติความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกันที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน มีพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) แตกต่างกัน และจากการวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด เมื่อประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำ มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด เมื่อประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) ดำเนินการวิเคราะห์ต่อ โดยเริ่มจากการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) ด้วย Levene Statistic พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสำหรับทุกกลุ่มระดับความสามารถไม่แตกต่างกัน จากนั้นจึงใช้สถิติ Bonferroni ในการทดสอบภายหลัง พบว่า นักเรียนที่ใช้แบบประเมินเป็นเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองทั้งวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช่เครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ หากพิจารณาตามความแตกต่างกันของระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงสุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ))

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15307.697	8	1913.462	44.615	0.000
Intercept	42650.913	1	42650.913	994.461	0.000
ระดับความสามารถ	2046.958	2	1023.479	23.864	0.000
วิธี	6500.315	2	3250.158	75.782	0.000
ระดับความสามารถ * วิธี	6760.424	4	1690.106	39.407**	0.000
Error	3473.966	81	42.888		
Total	61432.576	90			
Corrected Total	18781.663	89			

R Squared = .815 (Adjusted R Squared = .797)

Levene's Test of Equality of Error Variances: F = 1.063, df1 = 8, df2 = 81, p = .398

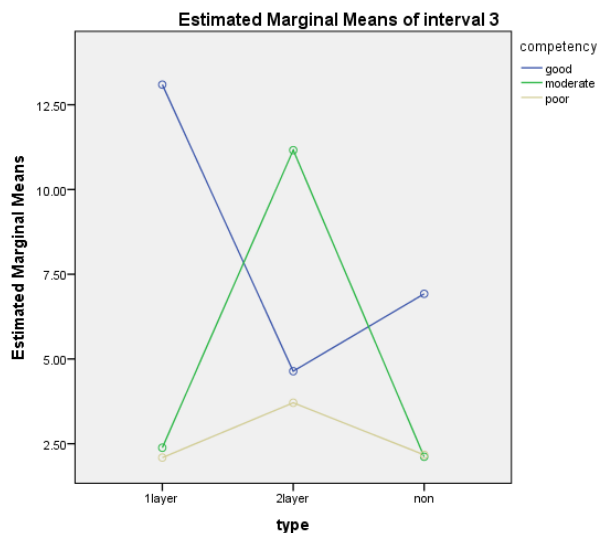
ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

Bonferroni	Mean Difference	Sig.
แบบใช้เกณฑ์รูบริก * แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น	-1.0707	1.000
แบบใช้เกณฑ์รูบริก * ไม่ใช่เครื่องมือ	17.4690**	0.000
แบบใช้เกณฑ์รูบริก 2 ชั้น * ไม่ใช่เครื่องมือ	18.5397**	0.000
ระดับสูง * ระดับกลาง	6.0727**	0.002
ระดับสูง * ระดับต่ำ	11.6787**	0.000
ระดับกลาง * ระดับต่ำ	5.6060**	0.004

\*\*p < .01

จากผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงสุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกันที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ต่างกัน มีพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองที่ต่างกัน และจากการวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการสูงสุด เมื่อประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำ มีคะแนนพัฒนาการสูงสุด เมื่อ

ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ซึ่งแสดงเป็นแผนภาพได้ดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 4.7 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ))



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน โดยมีรูปแบบของการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental designs) ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 4 สัปดาห์ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 60 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้ 1) แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2) แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และ 3) แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองจำนวน 3 ชุด ใช้สถิติภาคบรรยายในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สูตรคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (relative gain score) ในการวิเคราะห์ค่าคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน นอกจากนี้ วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วงของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ต่างกันโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way repeated measure ANOVA) รวมถึงการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA)

#### สรุปผลการวิจัย

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

**ตอนที่ 1** การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่าง

**ตอนที่ 2** การวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

**ตอนที่ 3** การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ))

ซึ่งผลการวิจัยได้สรุปตามการวิเคราะห์ในแต่ละตอน ดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม รวมจำนวน 90 คน ซึ่งเป็นนักเรียนเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยกลุ่มทดลองที่ 1 มีนักเรียนเพศหญิงจำนวน 21 คน (คิดเป็นร้อยละ 70.00) กลุ่มทดลองที่ 2 มีนักเรียนเพศหญิงจำนวน 19 คน (คิดเป็นร้อยละ 63.33) และกลุ่มควบคุมมีนักเรียนเพศหญิงจำนวน 14 คน (คิดเป็นร้อยละ 46.67) และหากพิจารณาตามระดับความสามารถ ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง (มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป) ปานกลาง (มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65-79) และต่ำ (มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 65) ระดับละ 10 คน (คิดเป็นร้อยละ 11.11) เท่ากันทุกกลุ่ม

### 2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง และคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ช่วง พบว่า ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ครั้ง จำแนกตามระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์และวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง นักเรียนทุกกลุ่มระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองสูงที่สุดจากการประเมินในครั้งที่ 3 โดยนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้นและนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในการประเมินทั้ง 3 ครั้ง ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะ

ปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในการประเมินทั้ง 3 ครั้ง สำหรับนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในการประเมินครั้งที่ 1 ส่วนในการประเมินครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

นอกจากนี้ หากพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ในภาพรวมจะพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกช่วง โดยช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) เป็นช่วงที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองสูงสุด ส่วนในช่วงที่ 1 ( $d_{21}$ ) และช่วงที่ 2 ( $d_{32}$ ) มีคะแนนรองลงมาตามลำดับ และหลังจากการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากการประเมินด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มระดับความสามารถมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### 3. การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงสุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ))

ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงสุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) ด้วยสถิติความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากการวิเคราะห์ พบว่า วิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส่งผลให้นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการสูงสุด ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำมีคะแนนพัฒนาการสูงสุดเมื่อประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

นอกจากนี้ ยังได้สารสนเทศเพิ่มเติมจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) คือ หากพิจารณาตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง จะพบว่า นักเรียนที่ใช้แบบประเมินเป็นเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง ทั้งวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการช่วงสูงสุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช่เครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหากพิจารณาตามความแตกต่างกันของระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการช่วงสูงสุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการช่วงสูงสุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### อภิปรายผลการวิจัย

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอประเด็นการอภิปรายที่น่าสนใจที่ได้จากผลการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีประเมินตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น

ผลจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธี

ที่แตกต่างกัน ในภาพรวมจะเห็นได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ นอกจากนี้ ผลจากการประเมินในช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) ของนักเรียนทุกกลุ่มระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการสูงกว่าช่วงอื่นๆ อาจเนื่องมาจากในช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ) เป็นช่วงที่เป็นการศึกษาวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการเปรียบเทียบระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 ซึ่งมีช่วงระยะเวลาที่นานกว่าการพิจารณาคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงอื่นๆ จึงเป็นการเพิ่มโอกาสให้แก่นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองเพิ่มมากขึ้นผ่านการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองในหลายๆ ครั้ง นอกจากนี้ นักเรียนยังมีโอกาสได้ฝึกประเมินตนเองพร้อมทั้งมีการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ตนเอง จึงทำให้ทราบถึงทักษะปฏิบัติการทดลองที่ตนเองยังบกพร่องอยู่เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเกี่ยวกับทักษะในด้านนั้นๆ ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ McDonald and Boud (2003) ที่กล่าวว่าการฝึกประเมินตนเอง (self-assessment training) สามารถส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

นอกจากนี้ หากพิจารณาจากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่า ผลการวิจัยที่ได้มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่คาดว่านักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกันจะมีพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่น่าสนใจที่ได้จากการพิจารณาเกี่ยวกับความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการที่ได้จากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบทดสอบทั้ง 3 ช่วง ของนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน คือ นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น และกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมิน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกที่ใช้สำหรับประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในการวิจัยครั้งนี้สร้างขึ้นตามความบกพร่องของทักษะที่นักเรียนมักจะพบบ่อยๆ โดยเกณฑ์การประเมินในแต่ละระดับคุณภาพของการปฏิบัติประกอบด้วยกลุ่มของพฤติกรรมที่แสดงถึงระดับความบกพร่องจากน้อยไปมากของทักษะในด้านนั้น ดังนั้น ผลที่ได้จากการประเมินจึง

เป็นผลการประเมินในภาพรวมของทักษะด้านนั้นๆ ทำให้วิธีการประเมินในลักษณะดังกล่าวมีลักษณะที่เอื้อต่อธรรมชาติของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงซึ่งมักจะสามารถในการมองเป็นภาพรวมแล้วสามารถประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองในด้านนั้นๆ ได้ทันที พร้อมทั้งยังสามารถนำข้อบกพร่องที่ได้จากการประเมินมาพัฒนาตนเองได้อย่างตรงประเด็นอีกด้วย ในขณะที่นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือในการประเมิน อาจเป็นเพราะลักษณะของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น เป็นวิธีที่ให้นักเรียนพิจารณาลักษณะของทักษะที่เป็นพฤติกรรมเดี่ยวๆ แล้วตรวจประเมินตามระดับคุณภาพของการปฏิบัติได้ของตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายและสามารถนำผลการประเมินมาเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองได้ดีกว่าวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก กล่าวคือ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองในด้านที่ตรวจประเมินแล้วได้คะแนนต่ำ ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถจำกัดสำหรับใช้ในการพัฒนาตนเอง โดยสอดคล้องตามที่ Heilenman (1990) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีที่ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อข้อรายการและเกณฑ์ในการประเมินสามารถส่งผลต่อผลการประเมินตนเองได้ นอกจากนี้ อาจเนื่องมาจากรูปแบบของพฤติกรรมปฏิบัติการทดลองของนักเรียนไม่เป็นไปตามคำบรรยายพฤติกรรมตามเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และจำนวนของพฤติกรรมปฏิบัติการทดลองของนักเรียนไม่สอดคล้องตามที่ได้กำหนดไว้ในเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก จึงอาจทำให้นักเรียนจำเป็นต้องประเมินตนเองในระดับคะแนนที่มีคำบรรยายพฤติกรรมใกล้เคียงกับพฤติกรรมของตนเองมากที่สุด นอกจากนี้ยังได้ข้อสรุปเพิ่มเติมอีกว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันจะตอบสนองต่อเครื่องมือที่มีความแตกต่างกันด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ และ กมลวรรณ ตังชนกานนท์ (2553) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางภาษาไทยแตกต่างกันเหมาะสมสำหรับวิธีประเมินงานเขียนเรียงความของตนเองที่แตกต่างกันด้วย

## 2. การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ ))

ผลจากการใช้สถิติทดสอบความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) ทำให้พบว่า นักเรียนที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกันและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน จะมีพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3

( $d_{31}$ ) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 2 ที่คาดว่าจะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีประเมินตนเองกับระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพัฒนาการทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียน นอกจากนี้ ยังมีข้อสังเกต คือ วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส่งผลให้นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ส่วนวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำมีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อที่ 1 สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการทางทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

หากพิจารณาตามวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จะพบว่า นักเรียนที่ใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองทั้งวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการในช่วงสูงที่สุด (ช่วงที่ 3 ( $d_{31}$ )) สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช้เครื่องมือ ในการประเมินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในการประเมินตนเองหากมีการใช้เครื่องมือโดยเฉพาะการใช้รูบริกเป็นเครื่องมือในการประเมินย่อมจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถประเมินการปฏิบัติการทดลองของตนเอง และนำผลการประเมินที่ได้ไปพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองที่ตนเองยังบกพร่องอยู่ ซึ่งแตกต่างจากการที่ไม่มีกรอบหรือแนวทางในการประเมินทักษะปฏิบัติที่ชัดเจนและครอบคลุม โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ronis (2000) ที่แสดงว่า ระบบการประเมินด้วยรูบริกช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลงานของตนเองและระบุสิ่งที่ต้องการปรับปรุงและพัฒนาได้ด้วยตนเอง

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการวิจัยครั้งนี้ การเลือกวิธีสำหรับใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองนับว่ามีความสำคัญ เนื่องจากการที่นักเรียนจะสามารถพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองให้ดียิ่งขึ้นได้นั้น จะต้องอาศัยวิธีในการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรเลือกวิธีที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อเพิ่มความสามารถและพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ วิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกเหมาะสำหรับนักเรียนที่มี

ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ส่วนวิธีประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น เหมาะสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลางและระดับต่ำ

2. เนื่องจากสิ่งที่เป็นทักษะจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจึงจะเกิดความชำนาญ ดังนั้น หากมีเวลาควรจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการทดลองให้มากขึ้น นอกจากนี้ การประเมินตนเองและความสามารถในการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาตนเองก็มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยให้นักเรียนได้นำผลจากการประเมินไปพัฒนาจุดเด่นให้ดียิ่งขึ้นรวมถึงการนำข้อบกพร่องไปปรับปรุงแก้ไข ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรสนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงให้มีการฝึกประเมินตนเองไปพร้อมๆ กันด้วย นอกจากนี้ ก่อนให้นักเรียนทำการประเมินตนเอง ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำบรรยายของการประเมินในแต่ละระดับและวิธีในการประเมินตนเองให้เสียก่อน

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสอบถามนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อการประเมินตนเองด้วยวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกและที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่วิธีการประเมินตนเองในแต่ละวิธีเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน

2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ไปใช้กับรายวิชาอื่นๆ เนื่องจากวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนในรูปแบบนี้สามารถให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดมากกว่าวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกทุกๆ ไป รวมถึงยังช่วยอำนวยความสะดวกให้กับครูผู้สอนและเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินนักเรียนอีกด้วย

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลจากการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองด้วยตัวนักเรียนเองและผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองโดยเพื่อนซึ่งปฏิบัติการทดลองในกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับจากผู้เกี่ยวข้องมากขึ้น

4. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำวิธีที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก 2 ชั้น ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา เนื่องจากเป็นวิธีการประเมินโดยพิจารณาจากพฤติกรรมต่างๆ จึงสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กมลวรรณ ตังชนกานนท์. (2557). *การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กุลชลี ตาลช่วง. (2546). *การพัฒนาวิธีการประเมินปฏิบัติงานกลุ่ม สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2548). *รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียนพร รังษีอนุวัตรกูร. (2532). *การพัฒนาแบบสอบภาคปฏิบัติหมวดวิชาคหกรรมศาสตร์*. ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย ชิวปรีชา. (2537). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- พรพรหม สัมฤทธิ์. (2540). *ทักษะปฏิบัติในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพา เวียงกมล. (2541). *ผลของการประเมินตนเองโดยใช้แฟ้มสะสมงานที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชนีวรรณ สงชู. (2544). *การพัฒนาแบบประเมินตนเองด้านการปฏิบัติงานตามเกณฑ์มาตรฐานระดับคุณภาพ สำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรีลักษณ์ มาโกมล. (2530). *ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบถามภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2524). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สรรพสิทธิ์ สีหาอินทร์. (2547). การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะการปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริพรรณ พรรณโกสุม. (2537). ผลของการประเมินตนเองที่มีต่อความสนใจในกิจกรรมและผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ และ กมลวรรณ ตั้งชนกานนท์. (2553). การเปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะการเขียนเรียงความภาษาไทยของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ประเมินตนเองโดยใช้แบบตรวจสอบรายการกับแบบสอบถามปลายเปิด. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 6(1), 500-514.
- สุรางค์ โคว์ตระกูล. (2552). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อวยพร เรืองตระกูล. (2544). การพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อวยพร เรืองตระกูล และ สุนทรพจน์ ดำรงค์พานิช. (2553). การประเมินตนเอง (self-evaluation). from [www.ednet.kku.ac.th/edad/research\\_article/selfEvaluation.doc](http://www.ednet.kku.ac.th/edad/research_article/selfEvaluation.doc)

### ภาษาอังกฤษ

- Allen, M. J. (2004). The use of scoring rubrics for assessment and teaching. from [www.cai.cc.ca.us/Resources/RubricsByMaryAllen.doc](http://www.cai.cc.ca.us/Resources/RubricsByMaryAllen.doc)
- Andrade, H., Du, Y., & Mycek, K. (2010). Rubric-Referenced Self-Assessment and Middle School Students' Writing. *Assessment in Education*, 17(2), 199-214.
- Andrade, H., & Valtcheva, A. (2009). Promoting learning and achievement through self-assessment. *Theory into Practice*, 48(1), 12-19.
- Arthur, H. (1995). Student self-evaluation: How useful? How valid? *Journal of Nurse Studies*, 32, 271-276.
- Bruce, L. B. (2001). Student self-assessment: Encouraging active engagement in learning. *Dissertation Abstracts International*, 62-04A, 1309.
- Clawson, J. G., Kotter, J. P., Faux, V. A., & McArthur, C. C. (1992). *Self-assessment and career development*. NJ: Prentice-Hall Inc.

- Defina, A. (1992). *Portfolios assessment: Getting started*. NY: Scholastic Professional Books.
- Dixon, J. A., & Moore, C. F. (2000). The logic of interpreting evidence of developmental ordering: Strong inference and categorical measures. *Developmental Psychology*, 36, 826-834.
- Eggleston, J. F. (1967). *Process and Product of Science Teaching*. London: Macmillan Education.
- Eglen, J. R., & Kempa, R. F. (1974). Assessing manipulative skills in practical chemistry. *School Science Review*, 56, 737-740.
- Ganiel, U., & Hofstein, A. (1982). Objective and continues assessment of student performance in the physics laboratory. *Science Education*, 66, 581-591.
- Hamzah, M. S. G., Abdullah, S. K., Muhammad, M. M., & Nasri, H. Z. K. (2014). *Transformation of Research Instrument Development in Education*. Malaysia: David Publishing.
- Hamzah, M. S. G., Idris, N., Abdullah, S. K., Abdullah, N., & Muhammad, M. M. (2015). *Development of the Double Layer Rubric for the Study on the Implementation of School-based Assessment Among Teachers*. Malaysia: David Publishing.
- Heilenman, L. K. (1990). Self-assessment of second language ability: The role of response effects. *Language testing*, 7(2), 174-201.
- Judge, T. A., Bono, J. E., Erez, A., & Lock, E. A. (2005). Core self-evaluation and job satisfaction: The role of self-concordance and goal attainment. *Journal of Applied Psychology*, 90, 257-268.
- Liebovich, B. J. (2000). Children's self-assessment. from [www.ericee.org/pubs/books/katzsym/liebovich.pdf](http://www.ericee.org/pubs/books/katzsym/liebovich.pdf)
- McDonald, B., & Boud, D. (2003). The Impact of Self-assessment on Achievement: the effects of self-assessment training on performance in external examinations. *Assessment in Education*, 10(2), 209-220.
- McMillan, J. H., & Hearn, J. (2008). Student self-assessment: The key to stronger student motivation and higher achievement. *Educational HORIZONS*, 87, 40-49.
- Rolheiser, C., & Ross, J. A. (2007). Student self-evaluation: What research says and what practice shows.

- Ronis, D. (2000). *Brain-compatible assessments*. New York: Skylight Traininh and Publishing Inc.
- Ross, J. A., Hogaboam-Gray, A., & Rolheiser, C. (2002). Student selfevaluation in grade 5 – 6 mathematics: Effects on problem solving achievement. *Educational Assessment*, 8(1), 43-58.
- Sherman, R., Dobbins, D., Tibbetts, J., Crocker, J., & Dlott, M. (2002). Management competencies assessment instrument. from [www.pronet2000.org/CM/content\\_files/71.pdf](http://www.pronet2000.org/CM/content_files/71.pdf)
- Waltman, K., Kahn, A., & Koency, G. (1998). Alternatives approaches to scoring: The effect to use difference scoring methods on validity of score from a performance assessment. from [www.eric.ed.gov/ERICDos/data/ericdocs2sql/content\\_storage\\_01/0000019b/80/17/48/d4.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDos/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/17/48/d4.pdf)





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

อาจารย์สุกัญญา ก้อนสมบัติ	อาจารย์ประจำโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
อาจารย์มนวิภา อ่อนศรี	อาจารย์ประจำโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
อาจารย์จิราพร แววสง่า	อาจารย์ประจำโรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า

2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์	อาจารย์ประจำภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษศีกาสน์	อาจารย์ประจำภาควิชาการประเมิน และการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง



ภาคผนวก ข  
ตัวอย่างเครื่องมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/.....เลขที่.....

**แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองสำหรับนักเรียน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองฉบับนี้ประกอบด้วยข้อรายการจำนวน 13 ข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับลักษณะของการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน
3. การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองในครั้งนี้ จะไม่นำผลการประเมินมาคิดเป็นคะแนน ดังนั้น ขอให้นักเรียนตรวจประเมินตามความเป็นจริง เพื่อนำผลไปใช้ในการพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>1. เทคนิคการทดลอง</b> 1.1 เลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> ● ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ● เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน ● เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม ● ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง ● ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่พอดี	<input type="checkbox"/> ● ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ● เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน ● เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม ● ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง ● ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี	<input type="checkbox"/> ● ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ● เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน ● เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารได้อย่างเหมาะสม ● ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองไม่ถูกต้อง ● ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี	<input type="checkbox"/> ● ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ● เลือกประเภทของอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับการใช้งาน ● เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารไม่เหมาะสม ● ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองไม่ถูกต้อง ● ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี	<input type="checkbox"/> ● ระบุชนิดของสารเคมีที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง ● เลือกประเภทของอุปกรณ์ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ● เลือกขนาดของภาชนะรองรับสารไม่เหมาะสม ● ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลองไม่ถูกต้อง ● ตวง/ชั่งสารไปใช้ในปริมาณที่เกินพอดี

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1.2 มีความปลอดภัยในการทดลอง	<input type="checkbox"/> ●สวมแว่นตา ขณะปฏิบัติการทดลอง ●ใส่เสื้อกาวน ขณะปฏิบัติการทดลอง ●มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี ●ไม่หั่นปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น ●ไม่ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง	<input type="checkbox"/> ●สวมแว่นตา ขณะปฏิบัติการทดลอง ●ใส่เสื้อกาวน ขณะปฏิบัติการทดลอง ●มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี ●ไม่หั่นปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น ●ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง	<input type="checkbox"/> ●สวมแว่นตา ขณะปฏิบัติการทดลอง ●ใส่เสื้อกาวน ขณะปฏิบัติการทดลอง ●มีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องในการผสมสารเคมี ●มีการหั่นปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น ●ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง	<input type="checkbox"/> ●สวมแว่นตา ขณะปฏิบัติการทดลอง ●ใส่เสื้อกาวน ขณะปฏิบัติการทดลอง ●มีลำดับขั้นตอนในการผสมสารเคมีไม่ถูกต้อง ●มีการหั่นปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น ●ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง	<input type="checkbox"/> ●ไม่สวมแว่นตา ขณะปฏิบัติการทดลอง ●ไม่ใส่เสื้อกาวน ขณะปฏิบัติการทดลอง ●มีลำดับขั้นตอนในการผสมสารเคมีไม่ถูกต้อง ●มีการหั่นปากภาชนะที่มีสารเคมีไปทางผู้อื่น ●ใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรง
1.3 มีทักษะในการสังเกตการทดลอง		<input type="checkbox"/> ●อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง ●สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ●ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง ●มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต	<input type="checkbox"/> ●อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง ●สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ●ระบุสิ่งที่สังเกตได้สอดคล้องกับความเป็นจริง ●ไม่มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต	<input type="checkbox"/> ●อ่านสเกลบนเครื่องมือได้ถูกต้อง ●สังเกตในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ●ระบุสิ่งที่สังเกตไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ●ไม่มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต	<input type="checkbox"/> ●อ่านสเกลบนเครื่องมือไม่ถูกต้อง ●สังเกตในสิ่งที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ●ระบุสิ่งที่สังเกตไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง ●ไม่มีการจดบันทึกขณะที่สังเกต

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<p>2. การวางแผนและดำเนินการทดลอง</p> <p>2.1 มีการวางแผนการทดลอง</p>			<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>เขียน flow chart ได้ถูกต้อง</li> <li>มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบอย่างเท่าเทียมกัน</li> <li>นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมาครบถ้วน</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>เขียน flow chart ได้ถูกต้อง</li> <li>มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบแต่ไม่เท่าเทียมกัน</li> <li>นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมาไม่ครบถ้วน</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>เขียน flow chart ไม่ถูกต้อง</li> <li>ไม่มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกัน</li> <li>ไม่มีการนำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมา</li> </ul>
<p>2.2 มีการออกแบบการทดลอง</p>		<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง</li> <li>ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน</li> <li>ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน</li> <li>ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้องตามลำดับขั้นตอน</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง</li> <li>ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน</li> <li>ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน</li> <li>ออกแบบการทดลองไม่ครบถ้วนและ/หรือถูกต้องตามลำดับขั้นตอน</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง</li> <li>ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ตั้งชื่อเรื่องไม่สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ออกแบบการทดลองไม่ครบถ้วนและ/หรือถูกต้องตามลำดับขั้นตอน</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>กำหนดตัวแปรไม่ถูกต้อง</li> <li>ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ตั้งชื่อเรื่องไม่สอดคล้องกับปัญหา</li> <li>ออกแบบการทดลองไม่ครบถ้วนและ/หรือถูกต้องตามลำดับขั้นตอน</li> </ul>
<p>2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม</p>			<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>ไม่ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการทดลอง</li> <li>ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น</li> </ul>

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<p>3. ความคล่องแคล่วใน การปฏิบัติการทดลอง</p> <p>3.1 มีความมั่นใจและ คล่องแคล่วใน การดำเนินการ ทดลอง</p>			<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● สามารถ ตัดสินใจ ในการดำเนินการ ทดลองด้วย ตนเอง</li> <li>● มีความมั่นใจ และคล่องแคล่ว ในการใช้ เครื่องมือ</li> <li>● มีความตั้งใจ ขณะปฏิบัติการ ทดลอง</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● สามารถ ตัดสินใจ ในการดำเนินการ ทดลองด้วย ตนเอง</li> <li>● ไม่มี ความ มั่นใจและ คล่องแคล่วใน การใช้เครื่องมือ</li> <li>● ไม่มี ความตั้งใจ ขณะปฏิบัติการ ทดลอง</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ไม่สามารถ ตัดสินใจ ในการดำเนินการ ทดลองด้วย ตนเอง</li> <li>● ไม่มี ความ มั่นใจและ คล่องแคล่วใน การใช้เครื่องมือ</li> <li>● ไม่มี ความตั้งใจ ขณะปฏิบัติการ ทดลอง</li> </ul>
<p>3.2 สามารถทำ การทดลองได้ อย่างสมบูรณ์</p>			<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ทำการทดลอง ตามลำดับ ขั้นตอนได้ ครบถ้วนทุก ขั้นตอน</li> <li>● ทำการทดลอง ได้ทันตามเวลาที่ กำหนด</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ทำการทดลอง ตามลำดับ ขั้นตอนได้ ครบถ้วนทุก ขั้นตอน</li> <li>● ทำการทดลอง เกินเวลาที่ กำหนด</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ทำการทดลอง ไม่เป็นไป ตามลำดับ ขั้นตอนและ/ หรือไม่ครบ ขั้นตอน</li> <li>● ทำการทดลอง เกินเวลาที่ กำหนด</li> </ul>

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<p>4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง</p> <p>4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบเรียบร้อย</p>			<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> <li>● เก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> <li>● เก็บเก้าอี้หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย</li> <li>● ไม่มีการเก็บอุปกรณ์หลังการใช้งาน</li> <li>● ไม่มีการเก็บเก้าอี้หลังการใช้งาน</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ไม่มีการเก็บสารเคมีหลังการใช้งาน</li> <li>● ไม่มีการเก็บอุปกรณ์หลังการใช้งาน</li> <li>● ไม่มีการเก็บเก้าอี้หลังการใช้งาน</li> </ul>
<p>4.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วและพื้นที่ในการทดลอง</p>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี</li> <li>● มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>● มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>● มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี</li> <li>● มีการทำความสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>● ไม่มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>● ไม่มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี</li> <li>● ไม่มีการทำสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>● ไม่มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>● ไม่มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์/เครื่องมือได้สะอาดและถูกวิธี</li> <li>● ไม่มีการทำสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>● ไม่มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>● ไม่มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ไม่ล้างอุปกรณ์/เครื่องมือหลังการทดลอง</li> <li>● ไม่มีการทำสะอาดโต๊ะและเก้าอี้หลังการทดลอง</li> <li>● ไม่มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจากภาชนะรองรับสาร</li> <li>● ไม่มีการเก็บเศษขยะที่อุดตันท่อ</li> </ul>

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน				
	5	4	3	2	1
4.3 มีการกำจัดสาร เหลือทิ้งและขยะ ได้อย่างเหมาะสม			<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• เทสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้</li> <li>• กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตก ได้ถูกวิธี</li> <li>• ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• เทสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้</li> <li>• กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตก ไม่ถูกวิธี</li> <li>• ไม่ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ไม่เทสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้</li> <li>• กำจัดอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตก ไม่ถูกวิธี</li> <li>• ไม่ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ให้</li> </ul>
5. การรายงานผล การทดลอง 5.1 การบันทึกและ การใช้ผลการ ทดลอง			<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• บันทึกข้อมูลได้ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง</li> <li>• แปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง</li> <li>• มีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางได้ถูกต้อง</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• บันทึกข้อมูลได้ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วนและถูกต้อง</li> <li>• แปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองไม่ถูกต้อง</li> <li>• มีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางไม่ถูกต้อง</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• บันทึกข้อมูลไม่ตรงตามจุดประสงค์และ/หรือไม่ครบถ้วน</li> <li>• แปลความหมายข้อมูลจากผลการทดลองไม่ถูกต้อง</li> <li>• มีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางไม่ถูกต้อง</li> </ul>

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน				
	5	4	3	2	1
5.2 การวิเคราะห์ และสรุปผลการ ทดลอง			<input type="checkbox"/> ● เขียนการ วิเคราะห์และ สรุปผลการ ทดลองได้ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ ● มีการวิเคราะห์ และสรุปผลจาก ข้อมูลที่ได้จาก การทดลอง เท่านั้น ● เขียนการ วิเคราะห์และ สรุปผลการ ทดลองได้เป็น ระเบียบ เรียบร้อย	<input type="checkbox"/> ● เขียนการ วิเคราะห์และ สรุปผลการ ทดลองได้ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ ● ใสความ คิดเห็นส่วนตัวใน การวิเคราะห์ และสรุปผลการ ทดลอง ● เขียนการ วิเคราะห์และ สรุปผลการ ทดลองไม่เป็น ระเบียบ เรียบร้อย	<input type="checkbox"/> ● เขียนการ วิเคราะห์และ สรุปผลการ ทดลองไม่ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ ● ใสความ คิดเห็นส่วนตัวใน การวิเคราะห์ และสรุปผลการ ทดลอง ● เขียนการ วิเคราะห์และ สรุปผลการ ทดลองไม่เป็น ระเบียบ เรียบร้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/.....เลขที่.....

**แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองสำหรับนักเรียน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองฉบับนี้ประกอบด้วยข้อรายการจำนวน 44 ข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับลักษณะของการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน
3. การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเองในครั้งนี้ จะไม่นำผลการประเมินมาคิดเป็นคะแนน ดังนั้น ขอให้นักเรียนตรวจประเมินตามความเป็นจริง เพื่อนำผลไปใช้ในการพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
1. เทคนิคการทดลอง 1.1 เลือกใช้อุปกรณ์ และสารเคมีได้ ถูกต้อง	1.1.1 ระบุชนิดของสารเคมี ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.1.2 เลือกประเภทของ อุปกรณ์ได้เหมาะสม กับการใช้งาน	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.1.3 เลือกขนาดของภาชนะ รองรับสารได้อย่าง เหมาะสม	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.1.4 ติดตั้งอุปกรณ์ในการ ทดลองได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.1.5 ความพอดีของปริมาณ สารที่ตวง/ชั่งไปใช้	<input type="checkbox"/> ตวง/ชั่งสารไปใช้ใน ปริมาณที่พอดี	<input type="checkbox"/> ตวง/ชั่งสารไปเกิน ปริมาณที่ใช้ตั้ง น้อยกว่า 1 ml	<input type="checkbox"/> ตวง/ชั่งสารไปเกิน ปริมาณที่ใช้ตั้งแต่ 1 ml ขึ้นไป
คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน				



ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
1.2 มีความปลอดภัย ในการทดลอง	1.2.1 สวมแว่นตาขณะ ปฏิบัติการทดลอง	<input type="checkbox"/> สวมใส่ตลอดเวลา	<input type="checkbox"/> สวมใส่บางเวลา	<input type="checkbox"/> ไม่สวมใส่ ตลอดเวลา
	1.2.2 ใส่เสื้อกาวน์ขณะ ปฏิบัติการทดลอง	<input type="checkbox"/> สวมใส่ตลอดเวลา	<input type="checkbox"/> สวมใส่บางเวลา	<input type="checkbox"/> ไม่สวมใส่ ตลอดเวลา
	1.2.3 มีลำดับขั้นตอนที่ ถูกต้องในการผสม สารเคมี	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.2.4 หันปากภาชนะที่มี สารเคมีไปทางผู้อื่น	<input type="checkbox"/> ไม่เกิน 1 ครั้ง	<input type="checkbox"/> มากกว่า 1 ครั้งแต่ ไม่เกิน 3 ครั้ง	<input type="checkbox"/> มากกว่า 3 ครั้ง
	1.2.5 ใช้มือสัมผัสสารเคมี โดยตรง	<input type="checkbox"/> ไม่เกิน 1 ครั้ง	<input type="checkbox"/> มากกว่า 1 ครั้งแต่ ไม่เกิน 3 ครั้ง	<input type="checkbox"/> มากกว่า 3 ครั้ง
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			
1.3 มีทักษะในการ สังเกตการทดลอง	1.3.1 อ่านสเกลบนเครื่องมือ ได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.3.2 สังเกตในสิ่งที่ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.3.3 ระบุสิ่งที่สังเกตได้ สอดคล้องกับ ความเป็นจริง เช่น สีของสารละลาย	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	1.3.4 มีการจดบันทึกขณะที่ สังเกต	<input type="checkbox"/> ทุกครั้ง	<input type="checkbox"/> บางครั้ง	<input type="checkbox"/> ไม่มี
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
2.1 มีการวางแผนการทดลอง	2.1.1 ความถูกต้องของการเขียน flow chart	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2.1.2 มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกัน	<input type="checkbox"/> มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างเท่าเทียม	<input type="checkbox"/> มีการแบ่งหน้าที่กันแต่ไม่เท่าเทียม	<input type="checkbox"/> ไม่มีการแบ่งหน้าที่กัน
	2.1.3 นำวัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งมาครบถ้วน	<input type="checkbox"/> นำมาครบถ้วน	<input type="checkbox"/> นำมาแต่ไม่ครบถ้วน	<input type="checkbox"/> ไม่นำมาเลย
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			
2.2 มีการออกแบบการทดลอง	2.2.1 ความถูกต้องของการกำหนดตัวแปร	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทุกตัวแปร	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางตัวแปร	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องเลย
	2.2.2 ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน	<input type="checkbox"/> สอดคล้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> สอดคล้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่สอดคล้องเลย
	2.2.3 ตั้งชื่อเรื่องได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความชัดเจน	<input type="checkbox"/> สอดคล้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> สอดคล้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่สอดคล้องเลย
	2.2.4 ออกแบบการทดลองได้ครบถ้วนและถูกต้องตามลำดับขั้นตอน	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			
2.3 มีทักษะในการปฏิบัติงานกลุ่ม	2.3.1 ให้ความร่วมมือขณะปฏิบัติการทดลอง	<input type="checkbox"/> ตลอดเวลา	<input type="checkbox"/> บางเวลา	<input type="checkbox"/> ไม่เคย
	2.3.2 ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	<input type="checkbox"/> ทุกครั้ง	<input type="checkbox"/> บางครั้ง	<input type="checkbox"/> ไม่เคย
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
3. ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติกาทดลอง 3.1 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง	3.1.1 มีความสามารถในการตัดสินใจในการดำเนินการทดลองด้วยตนเอง	<input type="checkbox"/> ทุกครั้ง	<input type="checkbox"/> บางครั้ง	<input type="checkbox"/> ไม่มี
	3.1.2 มีความมั่นใจและคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือ	<input type="checkbox"/> ทุกครั้ง	<input type="checkbox"/> บางครั้ง	<input type="checkbox"/> ไม่มี
	3.1.3 มีความตั้งใจขณะปฏิบัติการทดลอง	<input type="checkbox"/> ตลอดเวลา	<input type="checkbox"/> บางเวลา	<input type="checkbox"/> ไม่มี
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			
3.2 สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์	3.2.1 ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3.2.2 ทำการทดลองได้ทันตามเวลาที่กำหนด	<input type="checkbox"/> ใช้เวลาภายในเวลาที่กำหนด	<input type="checkbox"/> ใช้เวลาเกินที่กำหนดไม่เกิน 10 นาที	<input type="checkbox"/> ใช้เวลาเกินที่กำหนดมากกว่า 10 นาที
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการทดลอง 4.1 จัดเก็บอุปกรณ์และสารเคมีได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	4.1.1 เก็บสารเคมีหลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	<input type="checkbox"/> มีการเก็บทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการเก็บบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการเก็บเลย
	4.1.2 เก็บอุปกรณ์หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	<input type="checkbox"/> มีการเก็บทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการเก็บบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการเก็บเลย
	4.1.3 เก็บเก้าอี้หลังการใช้งานไว้ที่เดิมได้เป็นระเบียบเรียบร้อย	<input type="checkbox"/> มีการเก็บทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการเก็บบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการเก็บเลย
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
4.2 มีการทำความสะอาด สะอาดอุปกรณ์ที่ ใช้แล้วและพื้นที่ ในการทดลอง	4.2.1 ล้างและทำความสะอาด สะอาดอุปกรณ์/ เครื่องมือได้สะอาด และถูกวิธี	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ ทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการจัดการเลย
	4.2.2 มีการทำความสะอาด โต๊ะและเก้าอี้หลังการ ทดลอง	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ ทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการจัดการเลย
	4.2.3 มีการลอกป้ายชื่อ (label) ออกจาก ภาชนะรองรับสาร	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ ทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการจัดการเลย
	4.2.4 มีการเก็บเศษขยะ ที่อุดตันท่อ	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ ทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการจัดการเลย
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			
4.3 มีการกำจัดสาร เหลือทิ้งและขยะ ได้อย่างเหมาะสม	4.3.1 เทสารเหลือทิ้ง (waste) ในภาชนะ ที่เตรียมไว้ให้	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ ทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการจัดการเลย
	4.3.2 กำจัดอุปกรณ์ที่ เสียหาย เช่น หลอดทดลองที่แตก ได้ถูกวิธี	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ ทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการจัดการเลย
	4.3.3 ทิ้งขยะในถังที่เตรียม ไว้ให้	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ ทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการจัดการ บางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการจัดการเลย
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			

ด้าน/ข้อรายการย่อย	ข้อรายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
5. การรายงานผล การทดลอง 5.1 การบันทึก และการใช้ ผลการทดลอง	5.1.1 บันทึกข้อมูลได้ตรงตาม จุดประสงค์ครบถ้วน และถูกต้อง	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	5.1.2 แปลความหมายข้อมูล จากผลการทดลอง ได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	5.1.3 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ ตารางได้อย่างถูกต้อง	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			
5.2 การวิเคราะห์ และสรุปผล การทดลอง	5.2.1 เขียนการวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง ได้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	<input type="checkbox"/> สอดคล้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> สอดคล้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่สอดคล้อง ทั้งหมด
	5.2.2 วิเคราะห์และสรุปผล จากข้อมูลที่ได้จาก การทดลองเท่านั้น	<input type="checkbox"/> ไม่มีการใส่ความ คิดเห็นส่วนตัวลงไป	<input type="checkbox"/> มีการใส่ความ คิดเห็นส่วนตัวลงไป บางส่วน	<input type="checkbox"/> มีการใส่ความ คิดเห็นส่วนตัวลงไป ทั้งหมด
	5.2.3 มีความเป็นระเบียบ เรียบร้อยในการเขียน การวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง	<input type="checkbox"/> มีความเป็นระเบียบ เรียบร้อยทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีความเป็นระเบียบ เรียบร้อยบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีความเป็น ระเบียบเรียบร้อย
	คะแนนรวม = ..... คะแนน คิดเป็น = ..... คะแนน			





ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/.....เลขที่.....

**แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสำหรับนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2 (ชุดที่ 1)**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 33 ข้อ  
คะแนนเต็ม 40 คะแนน
2. ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

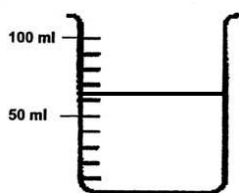
- 
1. หากต้องการใช้เกลือแกงจะต้องหยิบขวดที่มีการเขียนบอกสูตรทางเคมีบนฉลากว่า.....  
(1 คะแนน)
  2. ในห้องปฏิบัติการทดลองเราใช้.....ในการตวงปริมาตรของน้ำส้มสายชูจากขวด  
(1 คะแนน)
  3. ใช้ปิเกตอร์ขนาด.....ml ในการตวงปริมาตรไข่ขาวจำนวน 1 ฟอง จึงจะเหมาะสมที่สุด  
(1 คะแนน)
  4. ควรใช้ที่จับหลอดทดลองยึดบริเวณ (ตำแหน่ง) .....ของหลอดทดลอง  
(1 คะแนน)
  5. หากต้องการใช้กรดไฮโดรคลอริกปริมาตร 50 ml ควรตวงสารให้มีปริมาตรไม่เกิน.....ml  
จึงจัดเป็นการใช้สารเคมีในปริมาณที่พอเหมาะ (1 คะแนน)
  6. อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้นเพื่อไม่ให้กรดแอซิดิกกระเด็นเข้าตา คือ.....  
(1 คะแนน)
  7. อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้นเพื่อไม่ให้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หกใส่ร่างกาย คือ  
..... (1 คะแนน)
  8. ถ้าปิเกตอร์ที่ 1 เป็นน้ำกลั่น และปิเกตอร์ที่ 2 เป็นกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น จะมีลำดับใน  
การผสมสารทั้งสองอย่างไร (1 คะแนน) .....

9. ขณะที่นักเรียนกำลังยืนคุยกับเพื่อนและนักเรียนถือหลอดทดลองที่บรรจุกรดไฮโดรคลอริกอยู่ นักเรียนจะหันปากหลอดทดลองไปทางทิศใดจึงจะถือว่าเหมาะสม (1 คะแนน)

.....

10. หากมีผงต่างทับทิมหกบนเครื่องชั่งน้ำหนักควรเก็บทิ้งโดย (1 คะแนน).....

11. จากรูป อ่านค่าปริมาตรบนปิกเกอร์ได้.....ml (1 คะแนน)



12. สิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากหย่อนลวดโลหะแมกนีเซียมลงไปนสารละลายกรดไฮโดรคลอริก คือ  
..... (1 คะแนน)

13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไยยูเรตลงในน้ำนม จะทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสี..... (1 คะแนน)

14. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” หากสมาชิกในกลุ่มของนักเรียนประกอบด้วยหัวหน้า รองหัวหน้า และสมาชิกอีก 3 คน (รวมตัวนักเรียนด้วย) จะมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไร จึงจะเกิดความเท่าเทียม (1 คะแนน) .....

15. ในการทดลองเรื่อง “ผลของปริมาณแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช” (3 คะแนน)

มีตัวแปรต้น คือ.....

มีตัวแปรตาม คือ.....

มีตัวแปรควบคุม คือ.....(บอกมา 2 อย่าง)

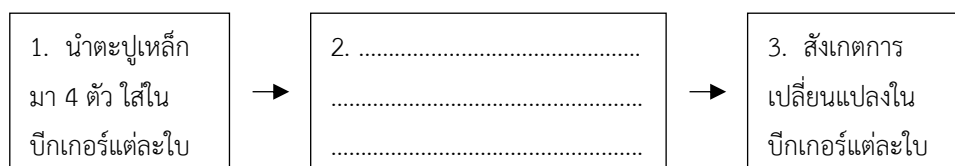
16. จากการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกร่อนของโลหะ” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร (หมายเหตุ : ใช้ปัจจัยเฉพาะที่นักเรียนใช้ทำการทดลอง) (2 คะแนน)

.....

17. หากนักเรียนต้องการทราบว่าโลหะชนิดใดทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้เร็วที่สุด นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการทดลองว่า (1 คะแนน).....



18. จากการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกร่อนของโลหะ” ให้นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของแผนภาพการออกแบบการทดลองให้สมบูรณ์ (1 คะแนน)



19. ในขณะที่กรองสารที่เป็นเกลือแคงแต่ทำกระดาษกรองขาด ทำให้เกลือแคงบางส่วนตกลงไปในภาชนะรองรับ ที่มีน้ำกลั่นอยู่ นักเรียนจะดำเนินการอย่างไรเพื่อแยกเกลือแคงออกมาจากน้ำกลั่น (1 คะแนน).....

20. หลังจากใช้ต่างหีบตีทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำขวดสารเคมีชนิดนี้ไปเก็บไว้ในตู้สารเคมีประเภท..... (1 คะแนน)

21. นักเรียนต้องเก็บหลอดทดลองที่ล้างสะอาดและแห้งแล้วโดยวางในลักษณะ.....ในตู้เก็บอุปกรณ์การทดลองประเภทแก้ว (1 คะแนน)

22. หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว เราใช้.....ในการทำความสะอาดหลอดทดลองซึ่งมีปากแคบและมีความลึก (1 คะแนน)

23. หลังทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะมีการทำความสะอาดหลอดทดลองที่มีฉลาก (label) ติดอยู่อย่างไร จึงจะเหมาะสม (1 คะแนน).....

24. หลังจากทำความสะอาดอุปกรณ์การทดลองแล้ว หากพบเศษที่ขูดติดที่ท่ออยู่ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร (1 คะแนน).....

25. ภายหลังกการทดลอง ควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดไฮโดรคลอริกผสมอยู่ที่ตั้งใน..... จึงจะมีความเหมาะสม (1 คะแนน)

26. เมื่อมีหลอดทดลองแตกหัก นักเรียนจะมีการเก็บทิ้งอย่างไรจึงจะเกิดความปลอดภัย (1 คะแนน)  
.....

27. ถ้ามีถังขยะ 3 ประเภท คือ ถังขยะเปียก ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะประเภทโลหะ หากนักเรียนต้องการทิ้งที่ขูด ควรทิ้งลงในถังขยะประเภทใด..... (1 คะแนน)

28. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” สิ่งที่บันทึก คือ การเปลี่ยนแปลง.....  
ของสารละลาย (1 คะแนน)

29. ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ ดังนี้ (1 คะแนน)

น้ำผลไม้	จำนวนหยดของ สารละลาย
A	60
B	18
วิตามินซี 0.01%	7
C	5

จากตารางข้างต้นน้ำผลไม้ A มีปริมาณวิตามินซี.....น้ำผลไม้ C

30. กำหนดตาราง

X	Y

ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” X และ Y ควรเป็นอะไร  
(2 คะแนน)

X คือ .....

Y คือ .....

31. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” คำสำคัญที่ต้องมีในการเขียน  
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง คือ.....และ..... (2 คะแนน)

32. ตารางแสดงการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ ดังนี้ (3 คะแนน)

น้ำผลไม้	จำนวนหยดของ สารละลาย
A	60
B	18
วิตามินซี 0.01%	7
C	5

และกำหนดน้ำผลไม้ 3 ชนิด คือ น้ำฝรั่ง น้ำมะนาว และน้ำสับปะรด จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า

น้ำผลไม้ A คือ .....

น้ำผลไม้ B คือ .....

น้ำผลไม้ C คือ .....

33. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง หากมีรอยยับจากการลบจำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับการเขียนในด้าน (1 คะแนน).....



ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/.....เลขที่.....

**แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสำหรับนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2 (ชุดที่ 2)**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 33 ข้อ  
คะแนนเต็ม 40 คะแนน
2. ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

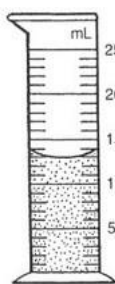
- 
1. หากต้องการนำน้ำตาลทรายหรือซูโครสไปทำการทดลอง ต้องหยิบขวดสารเคมีที่มีการระบุสูตรทางเคมีว่า..... (1 คะแนน)
  2. ในห้องปฏิบัติการทดลองภาชนะที่ใช้ในการตวงปริมาตรของน้ำมันพืชจากขวด คือ..... (1 คะแนน)
  3. ควรใช้ปิเกตอร์ขนาด.....ml ในการตวงปริมาตรน้ำมะนาวจำนวน 1 ผล จึงจะเหมาะสมที่สุด (1 คะแนน)
  4. ขณะที่มีการกรองสารควรใช้ที่จับยึดบริเวณ.....ของขวดรูปชมพู่ (1 คะแนน)
  5. จะต้องเทกรดแอสติกให้มีปริมาตรไม่เกิน.....ml หากต้องการใช้สารนี้ปริมาตร 75 ml จึงจัดเป็นการใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม (1 คะแนน)
  6. ในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันไม่ให้กรดกระเด็นเข้าตาในเบื้องต้น คือ..... (1 คะแนน)
  7. ในการเตรียมสารละลายต่างทาบิอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันไม่ให้สารละลายกระเด็นใส่ร่างกายโดยตรง คือ..... (1 คะแนน)
  8. มีปิเกตอร์ 2 ใบ ใบที่ 1 ติดฉลากว่า  $H_2SO_4$  ส่วนอีกปิเกตอร์เป็นน้ำกลั่น หากต้องการทำให้ความเข้มข้นของกรดลดลงโดยการผสมน้ำ จะมีลำดับในการผสมสารทั้งสองอย่างไร (1 คะแนน)
-

9. ขณะที่นักเรียนกำลังถือปิกเกอร์ที่บรรจุกรดซัลฟิวริกอยู่และมีเพื่อนมาคุยด้วย นักเรียนจะหันปากภาชนะไปทางทิศใดจึงจะถือว่าเหมาะสม (1 คะแนน)

.....

10. หลังการทดลองหากนักเรียนทำเม็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์หกบนเครื่องชั่งน้ำหนักจะมีการเก็บทำความสะอาดอย่างไร จึงจะเกิดความปลอดภัย (1 คะแนน).....

11. จากรูป อ่านค่าปริมาตรบนกระบอกตวงได้.....ml (1 คะแนน)



12. หลังจากหย่อนลวดโลหะอะลูมิเนียมลงไปในการละลายกรดไฮโดรคลอริก สิ่งที่สังเกตเห็น คือ..... (1 คะแนน)

13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไบูเรตลงในไข่ขาวดิบ จะทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสี..... (1 คะแนน)

14. ในการปฏิบัติการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” หากนักเรียนได้รับมอบหมายให้เป็นหัวหน้ากลุ่ม และมีเพื่อนสมาชิกในกลุ่มอีก 3 คน จะมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไรจึงจะเกิดความเท่าเทียมกัน (1 คะแนน)

.....

15. ในการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสีกร่อนของโลหะ” (3 คะแนน)

มีตัวแปรต้น คือ.....

มีตัวแปรตาม คือ.....

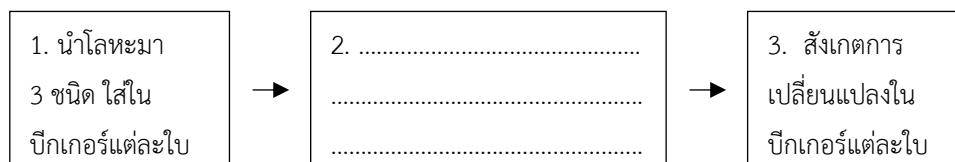
มีตัวแปรควบคุม คือ.....(บอกมา 2 อย่าง)

16. จากการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร (หมายเหตุ : ใช้ชนิดของโลหะเฉพาะที่นักเรียนใช้ทำการทดลอง) (2 คะแนน)

.....

17. หากนักเรียนต้องการเปรียบเทียบว่าน้ำผลไม้ชนิดใดมีปริมาณวิตามินซีมากกว่ากัน นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการทดลองว่า (1 คะแนน).....

18. จากการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” ให้นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของแผนภาพการออกแบบการทดลองให้สมบูรณ์ (1 คะแนน)



19. หากนักเรียนเผลอทำกระดาษกรองขาดขณะที่กรองสารอยู่ ทำให้มีน้ำตาลซูโครสบางส่วนตกจากกระดาษกรองลงไปใต้อ่างขณะที่มีน้ำกลั่นอยู่ นักเรียนจะมีวิธีดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ได้น้ำตาลซูโครสกลับคืนมา (1 คะแนน) .....

20. จะต้องนำขวดโซเดียมไฮดรอกไซด์ไปเก็บไว้ในตู้สารเคมีประเภท.....หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว (1 คะแนน)

21. หลังจากล้างหลอดหยดและแห้งแล้ว จะนำไปเก็บไว้ในตู้โดยวางในลักษณะ.....ในตู้เก็บอุปกรณ์การทดลองประเภทแก้ว (1 คะแนน)

22. เราใช้.....ในการทำความสะอาดกระบอกตวงซึ่งมีปากแคบและมีความลึกภายหลังทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว (1 คะแนน)

23. นักเรียนจะมีการทำความสะอาดบีกเกอร์ที่มีฉลาก (label) ติดอยู่อย่างไร จึงจะเหมาะสม (1 คะแนน).....

24. หากพบเศษฉลาก (label) อุดตันท่ออยู่ ขณะที่นักเรียนล้างอุปกรณ์การทดลอง นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร (1 คะแนน).....

25. ควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดซัลฟิวริกผสมอยู่ทิ้งลงใน.....ภายหลังการทดลอง จึงจะมีความเหมาะสม (1 คะแนน)

26. หากนักเรียนเผลอทำบีกเกอร์แตก นักเรียนจะมีการเก็บทิ้งอย่างไรเพื่อให้เกิดความปลอดภัย (1 คะแนน).....

27. ถ้ามีถังขยะ 3 ประเภท คือ ถังขยะเปียก ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะประเภทโลหะ หากนักเรียนต้องการทิ้งเศษกระดาษลิทมัส ควรทิ้งลงในถังขยะประเภทใด (1 คะแนน).....
28. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” สิ่งที่บ้านทีก คือ การเกิด.....บนลวดโลหะในสารละลาย (1 คะแนน)
29. ตารางแสดงสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้ (1 คะแนน)

สมบัติ	A	B	C
สถานะ	มีทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	ของแข็ง บางชนิดนำไฟฟ้า เช่น โบรอน บางชนิดไม่นำไฟฟ้า	เป็นของแข็ง ยกเว้นปรอท มีสถานะเป็นของเหลว
การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี	บางชนิดนำความร้อน บางชนิดไม่นำความร้อน	นำไฟฟ้าได้
การนำความร้อน	ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย	บางชนิดนำความร้อน บางชนิดไม่นำความร้อน	นำความร้อนได้ดี
จุดเดือด จุดหลอมเหลว	ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโครงผลึกร่างตาข่าย	บางชนิดสูง บางชนิดค่อนข้างสูง	สูง ยกเว้นปรอท
ความเหนียว	เปราะ	เปราะ	เหนียว ทบเป็นแผ่นได้
ลักษณะผิว	ด้าน	บางชนิดมันวาว บางชนิดด้าน	เป็นมันวาว
การเกิดเสียงเมื่อเคาะ	ไม่กังวาน	ไม่กังวาน	ดังกังวาน
ความหนาแน่น	ความหนาแน่นน้อย	บางชนิดมีความหนาแน่นมาก บางชนิดมีความหนาแน่นค่อนข้างมาก	บางชนิดมีความหนาแน่นมาก บางชนิดมีความหนาแน่นน้อย

จากตารางข้างต้นโลหะ A มีความเป็นโลหะ.....โลหะ C

30. กำหนดตาราง

X	Y

ในการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” X และ Y ควรเป็นอะไร  
(2 คะแนน)

X คือ .....

Y คือ .....

31. ในการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสนิมโลหะ” คำสำคัญที่ต้องมีในการเขียนวิเคราะห์  
และสรุปผลการทดลอง คือ.....และ..... (2 คะแนน)

32. ตารางแสดงสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้ (3 คะแนน)

สมบัติ	A	B	C
สถานะ	มีทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	ของแข็ง บางชนิดนำไฟฟ้า เช่น โบรอน บางชนิดไม่นำไฟฟ้า	เป็นของแข็ง ยกเว้นปรอท มีสถานะเป็นของเหลว
การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดี	บางชนิดนำความร้อน บางชนิดไม่นำความร้อน	นำไฟฟ้าได้
การนำความร้อน	ไม่นำความร้อน หรือนำความร้อนได้น้อย	บางชนิดนำความร้อน บางชนิดไม่นำความร้อน	นำความร้อนได้ดี
จุดเดือด จุดหลอมเหลว	ต่ำ ยกเว้นคาร์บอนที่เป็นโครงสร้างตาข่าย	บางชนิดสูง บางชนิดค่อนข้างสูง	สูง ยกเว้นปรอท
ความเหนียว	เปราะ	เปราะ	เหนียว ทบเป็นแผ่นได้
ลักษณะผิว	ด้าน	บางชนิดมันวาว บางชนิดด้าน	เป็นมันวาว
การเกิดเสียงเมื่อเคาะ	ไม่กังวาน	ไม่กังวาน	ดังกังวาน
ความหนาแน่น	ความหนาแน่นน้อย	บางชนิดมีความหนาแน่นมาก บางชนิดมีความหนาแน่นค่อนข้างมาก	บางชนิดมีความหนาแน่นมาก บางชนิดมีความหนาแน่นน้อย

และกำหนดธาตุ 3 ชนิด คือ สังกะสี กำมะถัน และซิลิคอน จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า

สาร A คือ .....

สาร B คือ .....

สาร C คือ .....



33. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง หากมีรอยน้ำยาลบคำผิดจำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับการเขียนในด้าน (1 คะแนน).....



ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/.....เลขที่.....

**แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองสำหรับนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2 (ชุดที่ 3)**

**คำชี้แจง**

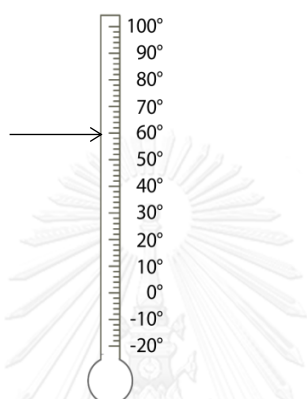
1. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติการทดลองฉบับนี้ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 33 ข้อ  
คะแนนเต็ม 40 คะแนน
2. ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

- 
1. ขวดบรรจุสารเคมีชนิดหนึ่งเป็นของแข็งสีขาวติดป้ายชื่อว่า แคลเซียมคาร์บอเนต จะมีสูตรเคมีเป็น  
..... (1 คะแนน)
  2. ในห้องปฏิบัติการทดลอง หากต้องการตวงน้ำนมจะใช้.....ในการตวงปริมาตร  
(1 คะแนน)
  3. หากต้องการตวงน้ำส้มจำนวน 1 ผล ควรใช้ปิកเกอร์ขนาด.....ml จึงจะเหมาะสมที่สุด  
(1 คะแนน)
  4. จะต้องใช้ที่จับยึดบริเวณ.....ของเทอร์โมมิเตอร์ขณะที่วัดอุณหภูมิ (1 คะแนน)
  5. หากต้องการใช้แอลกอฮอล์ที่มีปริมาตร 30 ml ควรตวงสารให้มีปริมาตรไม่เกิน.....ml  
จึงจัดเป็นการใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม (1 คะแนน)
  6. ....เป็นสิ่งที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้นเพื่อไม่ให้สารละลายไฮดรอกไซด์  
กระเด็นใส่ลูกตา (1 คะแนน)
  7. ....เป็นสิ่งที่ช่วยป้องกันในเบื้องต้นเพื่อไม่ให้กรดซัลฟิวริกกระเด็นใส่ร่างกาย  
(1 คะแนน)
  8. มีปิกเกอร์ 2 ใบ ใบที่ 1 เป็นสารละลายไฮดรอกไซด์เข้มข้น และใบที่ 2 เป็นน้ำกลั่น หาก  
ต้องการนำสาร 2 ชนิดผสมกัน จะมีลำดับในการผสมเป็นอย่างไร (1 คะแนน)
-

9. ขณะที่นักเรียนกำลังเดินถือกระบอกตวงที่บรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นอยู่กลับไปโต๊ะ และมีเพื่อนมาถามคำถาม นักเรียนควรจะหันปากกระบอกตวงไปทางทิศใดจึงจะถือว่าเหมาะสม (1 คะแนน).....

10. หลังการทดลองหากมีผงจุนสีหูกอยู่บนเครื่องชั่งน้ำหนัก นักเรียนจะเก็บทำความสะอาดโดยวิธีใด (1 คะแนน).....

11. จากรูป อ่านค่าเทอร์โมมิเตอร์ได้..... $^{\circ}\text{C}$  (1 คะแนน)



12. สิ่งที่สังเกตเห็นเมื่อหย่อนลวดโลหะสังกะสีลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก คือ..... (1 คะแนน)

13. ในการทดลองเรื่อง “การทดสอบสารอาหาร” เมื่อหยดสารละลายไบยูเรตลงในเนื้อหมูดิบ จะทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสี..... (1 คะแนน)

14. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” หากมีการแบ่งกลุ่มซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย หัวหน้ากลุ่ม รองหัวหน้ากลุ่ม และสมาชิกอีก 4 คน จะมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างไร จึงจะเกิดความเท่าเทียมกัน (1 คะแนน)

15. ในการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” (3 คะแนน)

มีตัวแปรต้น คือ.....

มีตัวแปรตาม คือ.....

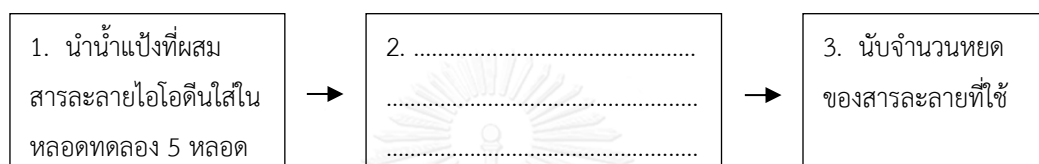
มีตัวแปรควบคุม คือ.....(บอกมา 2 อย่าง)

16. จากการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร (หมายเหตุ : ใช้ชนิดของน้ำผลไม้เฉพาะที่นักเรียนใช้ทำการทดลอง) (2 คะแนน)

.....

17. หากนักเรียนต้องการทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่ทำให้โลหะเกิดการสึกกร่อน นักเรียนจะตั้งชื่อเรื่องการทดลองว่า (1 คะแนน).....

18. จากการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” ให้นักเรียนเติมข้อความลงในข้อ 2 ของแผนภาพการออกแบบการทดลองให้สมบูรณ์ (1 คะแนน)



19. ขณะที่กรองสารผ่านกระดาษกรองอยู่นักเรียนเผลอทำกระดาษกรองขาด ทำให้ผงจุนสีจากกระดาษกรองบางส่วนตกลงไปในภาชนะรองรับสารที่มีน้ำกลั่นอยู่ หากต้องการผงจุนสีกลับคืนมา นักเรียนจะมีวิธีดำเนินการอย่างไรจึงจะมีความเหมาะสม (1 คะแนน)

.....

20. ภายหลังทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำขวดแคลเซียมคาร์บอเนตไปเก็บไว้ในตู้สารเคมีประเภท..... (1 คะแนน)

21. ภายหลังทำความสะอาดและตากจนแห้งแล้ว จะเก็บวางแท่งแก้วคนในลักษณะ.....ในตู้เก็บอุปกรณ์การทดลองประเภทแก้ว (1 คะแนน)

22. หลังการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว เราใช้.....ในการทำความสะอาดขวดรูปชมพู่ซึ่งมีปากแคบและมีความลึก (1 คะแนน)

23. หลังจากใช้กระบอกตวงที่มีฉลาก (label) ติดอยู่เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะมีการเก็บล้างทำความสะอาดอย่างไร จึงจะเหมาะสม (1 คะแนน).....

24. ขณะที่ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์การทดลองแล้วพบเศษกระดาษกรองอุดตันท่ออยู่ นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร (1 คะแนน)

.....

25. หลังจากทำการทดลองเรียบร้อยแล้ว ควรนำสารเคมีที่มีส่วนผสมของกรดไนตริกผสมอยู่ทิ้งลงใน .....จึงจะมีความเหมาะสม (1 คะแนน)

26. นักเรียนจะมีวิธีการเก็บทิ้งแท่งแก้วคนที่เผลอทำแตกขณะล้างทำความสะอาดอย่างไร จึงจะเกิดความปลอดภัย (1 คะแนน)

27. ถ้ามีถังขยะ 3 ประเภท คือ ถังขยะเปียก ถังขยะรีไซเคิล และถังขยะประเภทโลหะ หากนักเรียนต้องการทิ้งกระดาษกรอง ควรทิ้งลงในถังขยะประเภทใด..... (1 คะแนน)

28. ในการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” สิ่งที่บ้านทัก คือ.....ของสารละลายที่ใช้ (1 คะแนน)

29. กำหนดตารางแสดงผลการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” (1 คะแนน)

	การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน
1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ
3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

จากตารางข้างต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของโลหะ B .....โลหะ C

30. กำหนดตาราง

X	Y

ในการทดลองเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสนิมโลหะ” X และ Y ควรเป็นอะไร (2 คะแนน)

X คือ .....

Y คือ .....

31. ในการทดลองเรื่อง “การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้” คำสำคัญที่ต้องมีในการเขียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง คือ.....และ..... (2 คะแนน)

32. กำหนดตารางแสดงผลการทดลองเรื่อง “ชนิดของโลหะต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” (3 คะแนน)

	การเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน
1. A + HCl	เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
2. B + HCl	เกิดขึ้นอย่างช้าๆ
3. C + HCl	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

และกำหนดโลหะ 3 ชนิด คือ ทองแดง สังกะสี และแมกนีเซียม จากตารางข้างต้นจะสรุปผลการทดลองได้ว่า

โลหะ A คือ .....

โลหะ B คือ .....

โลหะ C คือ .....

33. ในการเขียนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง หากมีคราบสกปรกจากการลบจำนวนมาก ถือว่านักเรียนควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับการเขียนในด้าน (1 คะแนน).....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวณัฐธณี ศิริโชติ เกิดวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ.2526 สำเร็จการศึกษาวិทยาศาสตร์บัณฑิต จากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548 และศึกษาต่อในระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

