ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นางสาวกรกนก เลิศเดชาภัทร

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
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# EFFECTS OF COLLABORATIVE INQUIRY ON ABILITY IN SCIENTIFIC EXPLANATION MAKING AND COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Kornkanok Lertdechapat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2016
Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น |
| โดย | นางสาวกรกนก เลิศเดชาภัทร |
| สาขาวิชา | การศึกษาวิทยาศาสตร์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ |

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรกนก เลิศเดชาภัทร : ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (EFFECTS OF COLLABORATIVE INQUIRY ON ABILITY IN SCIENTIFIC EXPLANATION MAKING AND COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์, 176 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง และ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 73 คน โดยกำหนด 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง 37 คน และกลุ่มควบคุมคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.68 และ 2) แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้สังเกตตั้งแต่ 0.98-1.00 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (*t*-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 82.14 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป จัดอยู่ในความสามารถระดับดีมาก โดยมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและหลักฐานอยู่ในระดับดีมาก และองค์ประกอบการให้เหตุผลอยู่ในระดับดี

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาทั้งคะแนนรวม 3 องค์ประกอบและคะแนนองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อพิจารณาคะแนนรวม 3 สมรรถนะหลัก 2.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน และมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอยู่ในระดับสูงทั้งหมด เมื่อพิจารณาทั้งคะแนนรวม 3 สมรรถนะหลัก คะแนนสมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน สมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และสมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาทั้งคะแนนรวม 3 สมรรถนะหลัก คะแนนสมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน สมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และสมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

# # 5783303927 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: COLLABORATIVE INQUIRY / SCIENTIFIC EXPLANATION MAKING / COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING

KORNKANOK LERTDECHAPAT: EFFECTS OF COLLABORATIVE INQUIRY ON ABILITY IN SCIENTIFIC EXPLANATION MAKING AND COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: PARINDA LIMPANONT PROMRATANA, Ed.D., 176 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were to 1) study the ability in scientific explanation making of an experimental group who learned science through collaborative inquiry, 2) compare the ability in scientific explanation making of students between experimental group and control group who learned science through the 5Es learning cycle model, 3) study the ability in collaborative problem solving of the experimental group, and 4) compare the ability in collaborative problem solving of students between experimental group and control group. The samples were 73 grade $8^{th}$ students of a private school in Bangkok who studied in first semester of academic year 2016 which were divided into two groups. The research instruments were 1) the scientific explanation making test with reliability at 0.68, and 2) the individual observation form of collaborative problem solving ability with interrater reliability at 0.98-1.00. The collected data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, and *t*-test.

The research findings were found that:

1. The mean percentage score of ability in scientific explanation making was 82.14 percent which was higher than the criterion score set at 50 percent. The total score of ability in scientific explanation making as well as its two component aspects in claim making and evidence identifying were at very good level. Meanwhile, the component aspect in reasoning was at good level.

2. Considering the total score and individual components of ability in scientific explanation making (claim making, evidence identifying, and reasoning), the experimental group had higher ability in scientific explanation making than the control group at a .05 level of significance.

3. The mean score of ability in collaborative problem solving was 2.71 out of 3. Considering the total score and individual competencies (establishing and maintaining shared understanding, taking appropriate action to solve the problem, and establishing and maintaining team organization), the score are all considered as high level.

4. Considering the total score and individual competencies (establishing and maintaining shared understanding, taking appropriate action to solve the problem, and establishing and maintaining team organization), the experimental group had higher ability in collaborative problem solving than the control group at .05 level of significance.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature .....
Field of Study: Science Education Advisor's Signature .....
Academic Year: 2016

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคำแนะนำและกำลังใจ ในการใช้ชีวิต ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณา ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จ รวมทั้งขอขอบคุณ คณาจารย์จากสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยชิบะ ประเทศญี่ปุ่น ที่กรุณาให้ คำแนะนำในการพัฒนาวิทยานิพนธ์ และมุมมองในการทำวิทยานิพนธ์ทางการศึกษาวิทยาศาสตร์

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยใน ครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะครูที่กรุณาติดต่อ ประสานงาน และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาใน การดำเนินการวิจัย รวมทั้งผู้วิจัยขอขอบคุณคุณครูบุษรินทร์ ปรีทอง นายธนกร อรรจนาวัฒน์ และนางสาวปาริฉัตร ปิติสุทธิ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเป็นผู้ช่วยวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 และ 2/4 ปีการศึกษา 2559 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือใน การทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวเป็นอย่างสูงที่ดูแล ห่วงใย ให้กำลังใจ และ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ที่เรียน สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจในการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา และ ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุน รัชดาภิเษกสมโภช ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอย่างสูง

**สารบัญ**

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญแผนภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย ..... 1
คำถามวิจัย ..... 8
วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 8
สมมติฐานของการวิจัย ..... 9
ขอบเขตของการวิจัย ..... 10
นิยามเชิงปฏิบัติการ ..... 11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 13
1. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 14
1.1 กลุ่มและทีม ..... 14
1.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) ..... 18
1.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry) ..... 21
1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 24
1.5 ความหมายของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 25
1.6 ลักษณะและองค์ประกอบหลักของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 26
1.7 ขั้นตอนของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

1.8 เทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง ..... 27
2. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ..... 31
2.1 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ..... 31
2.2 ความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ..... 33
2.3 ลักษณะและองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ..... 35
2.4 การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ..... 39
3. การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 42
3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 42
3.2 สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 43
3.3 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 44
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 51
5. กรอบแนวคิดในการวิจัย ..... 56
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 57
1. รูปแบบการวิจัย ..... 57
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ..... 58
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 59
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 75
5. การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 78
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 80
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 81
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ..... 86

หน้า

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ..... 88

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ..... 91

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 94

สรุปผลการวิจัย ..... 94

อภิปรายผล ..... 95

ข้อเสนอแนะ ..... 103

รายการอ้างอิง ..... 105

ภาคผนวก ..... 113

รายการภาคผนวก ..... 114

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ..... 115

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 116

ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 162

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ..... 176

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สรุปเทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังตามรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้..... 27

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลการตรวจสอบสมบัติของของเหลวตัวอย่าง ..... 36

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006) ..... 39

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ BSCS Center for Professional Development (2008)..... 40

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ McNeill & Krajcik (2008)..... 41

ตารางที่ 2.6 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อพิจารณาตามสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (OECD, 2013a)..... 47

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ระหว่างนักเรียนทั้ง 4 ห้องเรียน ..... 59

ตารางที่ 3.2 มโนทัศน์หลักของเนื้อหาในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ..... 60

ตารางที่ 3.3 นิยามและเกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยปรับจาก McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006) BSCS Center for Professional Development (2008) และ McNeill & Krajcik (2008)..... 61

ตารางที่ 3.4 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนรวม..... 63

ตารางที่ 3.5 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนแต่ละองค์ประกอบ..... 63

ตารางที่ 3.6 ประเด็นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเมื่อพิจารณาตามสมรรถนะหลัก..... 67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ตารางที่ 3.7 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อพิจารณาจาก
คะแนนรวมและพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแยกตามสมรรถนะหลัก..... 67

ตารางที่ 3.8 เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้..... 71

ตารางที่ 3.9 เทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ..... 72

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}$ ร้อยละ) และ
ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
(n=37)..... 81

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียน
กลุ่มทดลอง (n=37) และกลุ่มควบคุม (n=36)..... 86

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับความสามารถ
ในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=37)..... 88

ตารางที่ 4.4 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังแต่ละประเด็น..... 89

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียน
กลุ่มทดลอง (n=37) และกลุ่มควบคุม (n=35)..... 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดย Sampson & Clark (2011) ..... 38

แผนภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย ..... 56

แผนภาพที่ 3.1 รูปแบบการวิจัยแบบ Two-group posttest only design ..... 57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

เป้าหมายสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) (AAAS, 1990; Nelson, 1999) การเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิต เนื่องจากความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การเติบโตในอนาคตของแต่ละบุคคลจึงขึ้นกับความสามารถของแต่ละบุคคลในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการดำเนินชีวิตได้มากน้อยเพียงใด การให้การศึกษาแก่บุคคลจึงนับเป็นการพัฒนาให้เกิดสังคมที่มีความรู้อย่างเป็นสากล (Universally literate society) (Nelson, 1999)

ลักษณะหนึ่งของการแสดงว่าเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ (Science-literacy person) คือ ความสามารถในการเข้าใจมโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น (Nelson, 1999; OECD, 2013b) สอดคล้องกับมุมมองของ Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott (1994) Duschl & Osborne (2002) McNeill, Lizotte, & Krajcik (2005) และ Next Generation Science Standards (2013) ที่กล่าวถึงเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์โดยใช้หลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม

ในปัจจุบันการพัฒนาประชาชนให้รู้วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญและมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากการริเริ่มโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษา ในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยมุ่งเน้นการประเมิน “การรู้ (Literacy)” ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ การรู้การอ่าน (Reading literacy) การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics literacy) และการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) (OECD, 2013b)

ถึงแม้ว่าประเทศไทยไม่ได้อยู่ในองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) แต่ประเทศไทยได้เข้าร่วมการประเมิน PISA เช่นกัน นับย้อนหลังไปในการประเมิน เมื่อ พ.ศ.

2555 เป็น PISA 2012 มีนักเรียนไทยอายุ 12 ปี จำนวน 6,606 คน จาก 239 โรงเรียนได้เข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างตามระบบอย่างเคร่งครัด รวมทั้งกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดเป็นพิเศษที่เข้าร่วมการประเมินทุกโรงเรียนคือ กลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ก)

จากการศึกษาผลการประเมิน PISA 2012, PISA 2009 และ PISA 2006 ของนักเรียนไทย พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 444, 425 และ 421 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยที่กำหนดไว้คือ 501, 501 และ 500 คะแนน ตามลำดับ (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพลิกา ประโมจนีย์, 2550; โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ก) เมื่อพิจารณาเฉพาะผลคะแนน PISA 2012 ข้างต้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ก) ได้วิเคราะห์แนวโน้มการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่างกลุ่มโรงเรียน พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD คือ นักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยที่มีผลการประเมิน 565 คะแนน และกลุ่มโรงเรียนสาธิต ที่มีผลการประเมิน 533 คะแนน กลุ่มโรงเรียนนอกจากนั้นมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD ทั้งหมด ได้แก่ กลุ่มโรงเรียน สพป. หรือ สพฐ. 1 มีผลการประเมิน 472 คะแนน กลุ่มโรงเรียน สพม. หรือ สพฐ. 2 มีผลการประเมิน 456 คะแนน โรงเรียนเอกชนมีผลการประเมิน 415 คะแนน วิทยาลัยอาชีวศึกษาของรัฐมีผลการประเมิน 412 คะแนน และโรงเรียน/วิทยาลัยอาชีวศึกษาของเอกชนมีผลการประเมิน 386 คะแนน จากผลการประเมินของ PISA 3 ปีย้อนหลังที่นำเสนอข้างต้น พบว่า คะแนนของนักเรียนไทยอยู่ต่ำกว่าคะแนนมาตรฐานที่ OECD กำหนดไว้ สะท้อนปัญหาของนักเรียนไทยที่ยังไม่สามารถเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้น บุคลากรที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาจำเป็นต้องดำเนินการเพื่อพัฒนาให้นักเรียนไทยเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มโรงเรียนเอกชน ผลการประเมิน PISA 2012 และ PISA 2009 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 437 และ 424 คะแนน จากคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 444 และ 425 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มนักเรียนโรงเรียนเอกชน มีผลการประเมินต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม การประเมิน PISA 2009 โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้นำเสนอผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มนักเรียนโรงเรียนเอกชนมีคะแนนต่ำกว่านักเรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิต อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นความแตกต่างกับกลุ่มอื่น ๆ ไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้ โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้สังเคราะห์การประเมินผลนานาชาติ PISA 2006 และ TIMSS 2007 เพื่อประเมินคุณภาพของนักเรียนไทย พบว่า กลุ่มนักเรียน

โรงเรียนเอกชนสามารถเรียนรู้ตามที่ครูสอนได้ แต่นักเรียนมีจุดอ่อนในด้านศักยภาพการใช้ประโยชน์จากความรู้วิทยาศาสตร์ในอนาคต หรือยังสามารถจัดการกับความรู้ที่ได้เรียนมาให้เป็นประโยชน์ หรือเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ไม่ดีนัก ทั้งนี้ แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนในห้องเรียน แต่ถ้าไม่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ก็จะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถดำเนินชีวิตในประจำวันได้อย่างเต็มศักยภาพ และย่อมส่งผลให้การพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านอื่นที่ต้องมีความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสามารถทำได้ยาก กล่าวโดยสรุป กลุ่มนักเรียนที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนหรือกลุ่มนักเรียนโรงเรียนเอกชน ควรได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้มาใช้ในการดำเนินชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การประเมินสมรรถนะของนักเรียน นอกเหนือจากการรู้การอ่าน การรู้คณิตศาสตร์ และการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative problem solving) ซึ่งปรากฏใน PISA 2015 โดยนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจ พยายามและทำงานร่วมกัน เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในการแสวงหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แลกเปลี่ยนความคิด มุมมอง และประสบการณ์ เพื่อนำสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีคุณภาพ (OECD, 2013a)

การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังส่งผลให้เกิดการแก้ปัญหาที่ดีกว่าการแก้ปัญหาเพียงบุคคลใดบุคคลหนึ่ง เนื่องจากการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีการแบ่งหน้าที่กันทำงานภายในกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสวงหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงแนวคิด มุมมอง และประสบการณ์ต่าง ๆ ภายในกลุ่ม อีกทั้งการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังส่งผลให้เกิดการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และมีคุณภาพ อันเป็นผลเนื่องจากการแบ่งปันความคิดภายในกลุ่ม (OECD, 2013a) สอดคล้องกับ Barron (2000) ที่กล่าวถึงการร่วมมือรวมพลัง (Collaboration) ว่าเป็นรูปแบบหลักของกิจกรรมของมนุษย์ โดยต้องอาศัยความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เชิงลึก (Deeper scientific understanding) เช่น การเรียนรู้ในโรงเรียนเกิดขึ้นผ่านการทำงานเป็นทีม (Team-based project) ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนเพื่อจัดเรียงการเรียนรู้ใหม่นำสู่การมีส่วนร่วมเชิงลึกในเนื้อหาวิชาและสนับสนุนให้เกิดการแก้ปัญหาอย่างสำเร็จผล โดยการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อนักเรียนทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา (Daigle, Doran, & Pardue, 1996) นอกจากนั้น Hesse, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin (2015) ได้อธิบายถึงการดำเนินชีวิตประจำวันว่าได้รับอิทธิพลจากการร่วมมือรวมพลัง (Collaboration) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้ทักษะทางสังคม (Social skills) ในการประสานงานกับบุคคลอื่น ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะทางสังคมและทักษะการร่วมมือรวมพลัง (Collaborative skills) ให้เกิดขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติ

โดยสามารถจัดการประเมินแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ในบรรยากาศห้องเรียนที่ผู้สอนสามารถสอนและวัดทักษะดังกล่าวได้

ในบริบทประเทศไทย การร่วมมือรวมพลังนับว่ามีความสำคัญเช่นเดียวกัน ดังที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2558) ได้ระบุทักษะการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลัง (Collaborative skills) ไว้เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญสำหรับการดำเนินชีวิตรวม 7 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving skills) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking skills) ทักษะการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลัง (Collaborative skills) ทักษะการสื่อสาร (Communicative skills) ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ (Computing skills) ทักษะอาชีพและทักษะการใช้ชีวิต (Career and life skills) และทักษะการใช้ชีวิตในวัฒนธรรมข้ามชาติ (Cross-cultural skills)

อย่างไรก็ตาม Nelson (1999) ได้ระบุปัญหาของการจัดการเรียนการสอนที่ไม่สอดคล้องกับการพัฒนาให้นักเรียนเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ประการหนึ่งคือ การจัดการเรียนการสอนไม่สนับสนุนให้นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อแบ่งปันความคิดและข้อมูลกับสมาชิกในกลุ่มได้อย่างอิสระ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียนควรจัดให้เกิดขึ้นได้จริงในห้องเรียนหรือสถานการณ์จริง ซึ่งมีความสอดคล้องกับทักษะศตวรรษที่ 21 ของเด็กไทย ในด้านทักษะการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลังและทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังที่กล่าวไปข้างต้น นอกจากนั้น AAAS (1990) ได้ระบุการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นการใช้การเรียนรู้เป็นทีม (Team learning) เพื่อสนับสนุนการเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน เพื่อก้าวไปสู่เป้าหมายของการเรียนการสอนร่วมกันโดยไม่มุ่งเน้นการเรียนแบบแข่งขันระหว่างกัน

เมื่อพิจารณาผลการประเมิน PISA 2012, PISA 2009, PISA 2006 รวมทั้งปัญหาและความสำคัญของการทำงานเป็นทีมดังที่กล่าวมาข้างต้น เป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยต้องได้รับการพัฒนาความรู้ความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นับเป็นสมรรถนะประการหนึ่งของการเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ การประเมินการเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์สามารถพิจารณาจากองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ 4 ด้านที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ บริบท (Context) ความรู้ (Knowledge) สมรรถนะ (Competencies) และเจตคติ (Attitudes) (OECD, 2013b) โดยสรุปรายละเอียดขององค์ประกอบทั้ง 4 ด้านได้ดังนี้ 1) ด้านบริบท เป็นการรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) ด้านความรู้ เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ

ความรู้วิทยาศาสตร์ (Knowledge of science) และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Knowledge about science) 3) ด้านสมรรถนะ เป็นการแสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) ที่ประกอบด้วยการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) การประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and design scientific enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Interpret data and evidence scientifically) และ 4) ด้านเจตคติ เป็นตัวชี้วัดความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่าง ๆ เช่น ในประเด็นทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

จากองค์ประกอบด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดใน PISA พบว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับสมรรถนะประการที่ 2 คือ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาให้สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และร่วมมือกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ จะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และพัฒนาให้เป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ได้

เมื่อพิจารณาการพัฒนาให้นักเรียนเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์นั้น พบว่ายังคงประสบปัญหาและมีอุปสรรคประการหนึ่ง คือปัญหาเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาของชาติ หนังสือแบบเรียน และการสอนของครู ซึ่งขาดจุดเน้นในการพัฒนาให้นักเรียนสำรวจและค้นหาคำตอบ การคิดวิเคราะห์ การทำความเข้าใจบทเรียน การลงมือปฏิบัติ การโต้แย้ง การทำงานร่วมกับผู้อื่น การแสดงความคิดและข้อมูล การใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการพัฒนาศักยภาพทางสมอง (Nelson, 1999) นอกจากนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูในแต่ละคาบเรียน พบว่าการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเองเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากและสร้างความท้าทายต่อครูและนักเรียนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ก) ได้ยกตัวอย่างปัญหาของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ เช่น ความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิมของนักเรียนไม่เพียงพอที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ทำการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนขาดความมั่นใจในการตอบคำถามของครู นักเรียนตอบคำถามของครูแบบสั้น ๆ ไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ นักเรียนไม่แสดงออกถึงความสามารถในการอธิบายและลงข้อสรุปจากสิ่งที่ได้จากการสืบสอบและหาความรู้อย่างมีเหตุผล และคำตอบของนักเรียนได้มาจากการดูหนังสือหรือใบความรู้ ดังนั้น หากนักเรียนร่วมมือกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ช่วยกันระดม

ความคิด ช่วยกันวิเคราะห์ และช่วยกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้นและนักเรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้น

ที่ผ่านมา พบว่าในประเทศไทยมีงานวิจัยที่พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการต่าง ๆ อาทิ สุพัตรา จันทรโฆษิต (2552) ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทเสริมศักยภาพ สันติชัย อนุวรชัย (2553) ใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง (2553) ใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA อนงรัตน์ แก้วบำรุง (2554) ใช้รูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐาน และพจีลักษณ์ ขวัญใจ (2555) ใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาเลิร์นนิ่ง โดยผลการวิจัยของงานวิจัยข้างต้นพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ตัวแปรจัดกระทำในงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้นล้วนอยู่บนพื้นฐานของวิธีสอนแบบสืบสอบ ซึ่งมีแนวคิดในการให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือทำการทดลองหรือกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียนการสอน ส่งผลให้นักเรียนสามารถจดจำความรู้ที่ได้ในระยะยาวและเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2557)

งานวิจัยทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่ม ทีม และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมบนพื้นฐานรูปแบบการเรียนรู้อย่างร่วมมือ (Gillies, 2003) การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม (Howe et al., 2007) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และการปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของโลกผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Chang & Mao, 2010) การพัฒนาการร่วมมือรวมพลังในการแก้ปัญหาผ่านการทำงานเป็นทีม (Kyprianidou, Demetriadis, Tsiatsos, & Pombortsis, 2012) และการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม (Mudadigwa, 2015) เป็นต้น นอกจากนี้ ปัจจุบันยังมีการร่วมมือรวมพลังซึ่งเป็นการปฏิบัติของบุคคลที่เข้ากลุ่มร่วมกันอย่างสมัครใจเพื่อบรรลุเป้าหมายการทำงานที่ได้กำหนดไว้ร่วมกัน (Bray, Lee, Smith, & York, 2000; Stoll, 2010)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่พบการศึกษาโดยการใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังในประเทศไทย แต่พบตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังในต่างประเทศ อาทิ การใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังในการพัฒนาการสร้างผังมโนทัศน์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1

ในประเทศไต้หวัน (Chang, Sung, & Lee, 2003) การพัฒนาการสร้างคำอธิบายของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่เรียนรายวิชาการสอนเคมีในประเทศฟินแลนด์ (Kaartinen & Kumpulainen, 2002) การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการร่วมมือรวมพลังระหว่างนักการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา (Thompson, Braaten, Windschitl, Sjoberg, Jones, & Martinez, 2009) การพัฒนาการให้เหตุผลโดยใช้ภาระงานการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศเนเธอร์แลนด์ (Sins, Savelsbergh, van Joolingen, & van Hout-Wolters, 2011) เป็นต้น

งานวิจัยข้างต้นได้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง มีข้อสังเกตที่สำคัญ ได้แก่ การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังสามารถพัฒนาให้นักเรียนอภิปรายและแบ่งปันข้อมูลกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยระหว่างการทำกิจกรรมนั้น นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล ซึ่งคำตอบของแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกัน จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันปรับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แต่ละบุคคลสร้างขึ้นให้มีความถูกต้องและเหมาะสม เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนศึกษา อีกทั้งการเรียนการสอนที่เน้นการทำงานเป็นทีม ร่วมกันวางแผนและปฏิบัติตามแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้วางแผนไว้ จะสามารถพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้

การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้นั้นอาจมีหลายรูปแบบหรือวิธีสอน จากงานวิจัยข้างต้น พบว่าการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry) เป็นรูปแบบหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนได้ โดยประยุกต์รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังของ Chang, Sung, & Lee (2003) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนแต่ละบุคคลได้ค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง วิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในลักษณะของผังมโนทัศน์ จากนั้นนักเรียนจะพัฒนาข้อมูลดังกล่าวให้เป็นผังมโนทัศน์หรือชิ้นงานของกลุ่มโดยผ่านการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเริ่มต้นตั้งหลักและการวางแผน (Anchoring and planning) 2) การสืบสอบรายบุคคล (Individual inquiry) 3) การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry) 4) การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม (Concluding group's results) และ 5) การขยายความรู้ (Elaboration)

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง พบว่าการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังสามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนกลุ่มโรงเรียนเอกชนที่ต้องได้รับการพัฒนาในด้านการประยุกต์ความรู้ในห้องเรียนมาใช้ใน

ชีวิตประจำวัน โดยผ่านการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้จากเพื่อน แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม ร่วมกันสร้างและปรับแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง โดยอยู่บนพื้นฐานของการร่วมมือรวมพลังระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

**คำถามวิจัย**

การวิจัยในครั้งนี้มีคำถามวิจัย 4 ประการ ได้แก่

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง จะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง จะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปหรือไม่

3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นอย่างไร

4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปหรือไม่

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ ได้แก่

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

**สมมติฐานของการวิจัย**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ อาทิ งานวิจัยของ Kaartinen & Kumpulainen (2002) ที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง พบว่า นักเรียนประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่แสดงถึงผลลัพธ์ สาเหตุ และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น เช่นเดียวกับ Chang, Sung, & Lee (2003) ที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง พบว่า นักเรียนสามารถอภิปรายและแบ่งปันความคิดของตนเอง ซึ่งนำสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนทำให้ผลการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้ McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006) BSCS Center for Professional Development (2008) และ McNeill & Krajcik (2008) ได้กำหนดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับควรปรับปรุง ระดับดี และระดับดีมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐาน 2 ข้อ ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังจะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังจะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนั้น การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ อาทิ Engelmann & Hesse (2010) ที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Computer-supported collaborative learning: CSCL) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพการทำงานกลุ่มสูง ส่งผลให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเพิ่มขึ้นและสามารถแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับ Strough, Berg, & Meegen (2001) ที่ใช้แนวคิดการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังในการทำวิจัย พบว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่ากลุ่มควบคุม และการเลือก

ทำงานร่วมกับเพื่อนเพศเดียวกันและการทำงานในกลุ่มที่เป็นเพื่อนกัน ส่งผลให้มีปฏิสัมพันธ์กันได้สบายใจมากกว่า ทั้งนี้ OECD (2013a) ได้ระบุความสามารถของผู้ที่แก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐาน 2 ข้อ ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอยู่ในระดับสูง

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ขอบเขตของการวิจัย**

1. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

2. ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่

2.1.1 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

2.1.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ตามวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5Es learning cycle model)

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

2.3.1 เนื้อหาวิชาและจำนวนเรื่องที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเนื้อหาเดียวกัน คือ การจำแนกสาร และปฏิกิริยาเคมี

2.3.2 ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3.3 จำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**นิยามเชิงปฏิบัติการ**

งานวิจัยนี้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 5 ประการ ดังนี้

1. การเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสะท้อนความคิดและปฏิบัติร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อตอบคำถามสำคัญที่กำหนด โดยประยุกต์ขั้นตอนของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังของ Chang, Sung, & Lee (2003) กับรูปแบบการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5Es learning cycle model) ที่นำเสนอโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ข) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 การเริ่มต้นตั้งหลักและการวางแผน (Anchoring and planning) เป็นขั้นตอนในการเริ่มต้นการทำกิจกรรม โดยครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละบุคคลระบุสมมติฐาน อธิบายเหตุผลประกอบการสร้างสมมติฐาน และวางแผนการทดลองหรือการทำกิจกรรมโดยการสร้างผังกราฟิกที่มีข้อมูลพื้นฐานในการทดลองหรือการทำกิจกรรม

1.2 การสืบสอบรายบุคคล (Individual inquiry) นักเรียนค้นคว้าสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการทดลองหรือการทำกิจกรรมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นรายบุคคล เพื่อหาหลักฐานที่นำมาสนับสนุนสมมติฐาน โดยบันทึกประเด็นสำคัญลงในเอกสาร จากนั้นนักเรียนทบทวนและปรับแก้ไขผังกราฟิกที่ได้จากขั้นที่ 1 ตามหลักฐานที่สืบค้นได้เพื่อสนับสนุนสมมติฐานที่สร้างขึ้น และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล

1.3 การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry) นักเรียนแบ่งปันข้อมูลจากการสืบค้น ผังกราฟิก และแบ่งปันความคิดผ่านการอภิปรายร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่มของตนเอง โดยใช้เทคนิคที่ใช้ในการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อนักเรียนมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน นักเรียนสามารถปรับความเข้าใจของตนเองและของเพื่อนโดยผ่านการอภิปราย การตั้งคำถาม การอธิบายและการทดลอง

1.4 การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม (Concluding group's results) นักเรียนร่วมกันสร้างผังกราฟิกของกลุ่ม โดยใช้ผังกราฟิกของนักเรียนที่ได้รับการลงคะแนนสูงสุดเป็นผลงานหลัก นักเรียนแต่ละคนให้ข้อสังเกตและข้อมูลย้อนกลับ จากนั้นร่วมกันปรับแก้ไขผังกราฟิกให้มีความสมบูรณ์ขึ้นโดยผ่านการอภิปรายร่วมกัน เชื่อมโยงกับการคาดคะเนคำตอบในขั้นที่ 1 และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม

1.5 การขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เผยแพร่ผลงานผังกราฟิกของกลุ่ม และประเมินการทำกิจกรรมหรือการทดลอง

2. วิธีสอนแบบทั่วไป หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5Es learning cycle model) ที่นำเสนอโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ข) ได้แก่

2.1 การสร้างความสนใจ (Engage) ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือกล่าวถึงเรื่องที่สนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างคำถามและอยากเรียนรู้

2.2 การสำรวจและค้นหา (Explore) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา รวมทั้งวางแผนการสำรวจตรวจสอบหรือออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติ

2.3 การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงกับการคาดคะเนคำตอบในขั้นที่ 1

2.4 การขยายความรู้ (Elaborate) นักเรียนประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

2.5 การประเมิน (Evaluate) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ในด้านกระบวนการและผลผลิต

3. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเขียนอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยระบุข้อกล่าวอ้าง (Claim) ซึ่งเป็นข้อความที่แสดงข้อสรุปหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา หลักฐาน (Evidence) ซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเป็นข้อความที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยเป็นการแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลดังกล่าวสามารถเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง วัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งนักเรียนต้องมีสมรรถนะในการกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม เพื่อนำสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ วัดโดยใช้แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

5. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยม สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง
    1.1 กลุ่มและทีม
    1.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ
    1.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง
    1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง
    1.5 ความหมายของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง
    1.6 ลักษณะและองค์ประกอบของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง
    1.7 ขั้นตอนของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง
    1.8 เทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง
2. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
    2.1 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
    2.2 ความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
    2.3 ลักษณะและองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
    2.4 การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. กระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
    3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
    3.2 สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
    3.3 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียด ดังนี้

**1. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถนำเสนอได้ 8 ประเด็น ดังนี้

**1.1 กลุ่มและทีม**

การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับกลุ่มและทีม สามารถนำเสนอได้ 2 ประเด็น ได้แก่ ความหมายของกลุ่มและทีม และความแตกต่างของกลุ่มและทีม ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

**1.1.1 ความหมายของกลุ่ม (Group) และทีม (Team)**

จากการศึกษาความหมายของกลุ่มและทีม สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Surbhi (2015) ได้ให้ความหมายของกลุ่มและทีมว่า กลุ่ม หมายถึง การรวมตัวของบุคคลที่ทำงาน มีปฏิสัมพันธ์ และร่วมมือกับบุคคลอื่นที่จะบรรลุเป้าหมายร่วมกันในช่วงเวลาที่ระบุไว้ สมาชิกแบ่งปันข้อมูลและทรัพยากรกับสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม ส่วนทีม หมายถึง กลุ่มของบุคคลที่มารวมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกันในช่วงเวลาที่กำหนด และมีความรับผิดชอบร่วมกัน โดยบุคคลเพื่อทีมและทีมเพื่อบุคคล (One for all and all for one) นอกเหนือจากการแบ่งปันข้อมูลแล้ว ทีมจะต้องแบ่งปันความรับผิดชอบต่อการทำภาระงานโดยรับผิดชอบต่อผลที่ได้

Myers (2013) ได้ให้ความหมายของกลุ่มและทีมว่า กลุ่ม หมายถึง ชุมชนทางสังคมที่ประกอบด้วยบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมารวมกันทำงาน ส่วน ทีม หมายถึง กลุ่มที่มีลักษณะพิเศษที่มีเป้าหมายร่วมกัน สมาชิกในกลุ่มพึ่งพากันเพื่อนำสู่ความสำเร็จ

MyManagementLab (2016) ได้ให้ความหมายของกลุ่มและทีมว่า กลุ่ม หมายถึง ลักษณะของสถานการณ์ทางสังคมที่สมาชิกมารวมตัวกันเพื่อทำงานร่วมกันและหัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้จัดการกลุ่มของตนเอง และสมาชิกแต่ละคนมีอิทธิพลต่อสมาชิกในกลุ่ม ส่วนทีม หมายถึง บุคคลจำนวนหนึ่งที่มีเป้าหมายร่วมกันและพึ่งพากัน โดยยอมรับและให้ความสำคัญว่าความสำเร็จของแต่ละบุคคลขึ้นกับความสำเร็จของสมาชิกคนอื่นในกลุ่มด้วย กล่าวคือ สมาชิกในทีมจะสนับสนุนทักษะและความสามารถของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกันให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสำเร็จ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ความหมายของกลุ่มและทีม สรุปได้ว่า กลุ่ม หมายถึง การรวมตัวของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ที่มาทำงานร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ ร่วมมือกับสมาชิกในกลุ่ม แบ่งปันข้อมูลและทรัพยากรกับสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม เพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกันในช่วงเวลาที่กำหนด โดยหัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้จัดการกลุ่มของตนเอง และสมาชิกแต่ละคนมีอิทธิพลต่อสมาชิกในกลุ่ม ส่วนทีม หมายถึง กลุ่มของบุคคลที่มารวมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกันในช่วงเวลาที่กำหนด และมีความรับผิดชอบร่วมกัน สมาชิกในทีมจะมีทักษะที่แตกต่างกันและพึ่งพากันเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จ

**1.1.2 ความแตกต่างของกลุ่มและทีม**

จากการศึกษาความแตกต่างของกลุ่มและทีม สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Buschman (2012) ได้อธิบายความแตกต่างของกลุ่มและทีม ดังนี้

1) วัตถุประสงค์ (Purpose) กล่าวคือ เป้าหมายของกลุ่มมีขึ้นเพื่อการจัดการ โดยมีการควบคุมและการบริหาร แต่เป้าหมายของทีมนั้นสมาชิกแต่ละคนรู้สึกถึงในการบรรลุเป้าหมายร่วมกันที่ไม่สามารถทำได้เพียงคนใดคนหนึ่ง

2) ความตระหนักถึงหน้าที่ (Role awareness) กล่าวคือ สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีหน้าที่เฉพาะ และเป็นที่รับรู้หรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับภาระงานของสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม โดยไม่มีการมองภาพรวมของการสนับสนุนที่แต่ละคนจะมุ่งไปที่เป้าหมาย ทำให้กลุ่มขาดความเข้าใจและมีความสงสัย ส่วนสมาชิกในทีมจะตระหนักว่า แต่ละคนมีหน้าที่ในการสนับสนุนผลและรับรู้ภาระงานของสมาชิกคนอื่นในกลุ่มที่นำสู่การทำให้เกิดผลหรือเป้าหมายที่ดีขึ้น

3) การแก้ไขความขัดแย้ง (Conflict resolution) กล่าวคือ เมื่อมีความขัดแย้งเกิดขึ้น สมาชิกภายในกลุ่มจะบอกให้สมาชิกคนอื่นเป็นผู้แก้ไข โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวหน้ากลุ่ม ดังนั้นหัวหน้ากลุ่มจึงมีความสำคัญในการสร้างความมั่นใจให้กับสมาชิกในกลุ่มในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนสมาชิกในทีมจะรู้สึกถึงความสัมพันธ์ระหว่างกันและมีความรับผิดชอบในการร่วมมือรวมพลังโดยผ่านการปรึกษาพูดคุยร่วมกัน ทั้งนี้ หัวหน้ากลุ่มจะมีบทบาทมากขึ้นเมื่อเห็นว่าปัญหาจะบานปลาย

4) ความเชื่อใจ (Trust) กล่าวคือ ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการทำงานกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มอาจมีความสงสัยในการปฏิบัติหน้าที่ของกันและกัน และอาจพูดประเด็นที่ทำให้เกิดปัญหาระหว่างกัน ดังนั้น สมาชิกในกลุ่มจึงต้องมีความระมัดระวังในการพูดหรือการสื่อสารด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการทำงานระหว่างกัน ส่วนสมาชิกในทีมนั้น ความเชื่อใจระหว่างกันจะนำสู่การสื่อสารอย่างเปิดเผย (Open communication) ซึ่งสมาชิกในทีมจะรับฟังมุมมองความคิดเห็นของกันและกัน และตระหนักถึงประโยชน์ของความแตกต่างของมุมมองในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ทำให้เห็นคุณค่าของการสนับสนุนจากสมาชิกในทีมที่มีต่อผลที่ได้จากการทำงานร่วมกัน

5) การจัดการ (Managing) กล่าวคือ การจัดการภายในกลุ่มจะกำหนดโดยหัวหน้ากลุ่ม โดยหัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้แบ่งหน้าที่ในการทำงานของสมาชิกแต่ละคนอย่างชัดเจน ส่วนการจัดการภายในทีมนั้น หัวหน้าทีมจะมีบทบาทในการกระตุ้นให้สมาชิกในทีมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเป้าหมายและวิธีการปฏิบัติ โดยต้องคำนึงถึงความรู้สึกและการปฏิบัติของสมาชิกในการบรรลุเป้าหมายของทีม นอกจากนั้น ภายในทีมจะมีการสร้างบรรยากาศที่กระตุ้นการร่วมมือรวมพลังเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตกลงกัน โดยสมาชิกแต่ละคนจะรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงหรือความกดดันในการทำภาระงาน

6) การพัฒนา (Development) กล่าวคือ ภายในกลุ่มมีกิจกรรมในลักษณะการฝึกฝน (Training) เพื่อพัฒนาทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญ ส่วนการพัฒนาภายในทีมนั้น สมาชิกได้รับการกระตุ้นในการปฏิบัติอย่างร่วมมือรวมพลัง กล้ายอมรับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและเปิดโอกาสให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ร่วมกัน

7) การชมเชย (Appreciation) กล่าวคือ ภายในกลุ่มจะไม่มีการชื่นชมยินดี (Celebration) กับผลของการทำงานที่ได้ ไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาการทำงานของกลุ่ม แต่หัวหน้ากลุ่มเป็นผู้ระบุความสำเร็จด้วยตนเอง ส่วนภายในทีมมีการยอมรับ (Recognize) และชื่นชมยินดีกับความสำเร็จของทีมร่วมกัน ภูมิใจกับความสำเร็จที่ได้ โดยหัวหน้าทีมจะตระหนักถึงความสามารถของสมาชิกทุกคนที่ส่งต่อความสำเร็จของทีม

Surbhi (2015) ได้อธิบายความแตกต่างของกลุ่มและทีม ดังนี้

1) กลุ่มมีหัวหน้าเพียง 1 คน แต่ทีมมีหัวหน้ามากกว่า 1 คนได้

2) สมาชิกกลุ่มไม่ได้รับผิดชอบร่วมกัน แต่ในทีมจะรับผิดชอบร่วมกัน

3) กลุ่มมุ่งเน้นการบรรลุเป้าหมายรายบุคคล แต่ทีมมุ่งเน้นการบรรลุเป้าหมายของทีม

4) กลุ่มจะสร้างผลงานเป็นรายบุคคล แต่ทีมจะสร้างผลงานร่วมกันของทีม

5) กระบวนการกลุ่มมีลักษณะเป็นการอภิปรายปัญหา จากนั้นตัดสินใจและมอบหมายหน้าที่ให้สมาชิกแต่ละคน แต่ในทีมจะอภิปรายปัญหา จากนั้นตัดสินใจวิธีการแก้ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกัน

6) สมาชิกในกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน แต่สมาชิกในทีมจะพึ่งพากัน

Brounstein (2016) ได้อธิบายความแตกต่างของกลุ่มและทีม ดังนี้

1) ความรับผิดชอบในกลุ่มจะเป็นความรับผิดชอบรายบุคคล แต่ความรับผิดชอบในทีมจะเป็นความรับผิดชอบรายบุคคลและรับผิดชอบร่วมกัน

2) กลุ่มรวมตัวกันเพื่อแบ่งปันข้อมูลและมุมมองระหว่างกัน ส่วนทีมรวมตัวกันบ่อยครั้งเพื่ออภิปราย ตัดสินใจ แก้ปัญหา และวางแผนร่วมกัน

3) เป้าหมายของกลุ่มมุ่งเน้นที่เป้าหมายรายบุคคล ส่วนเป้าหมายของทีมมุ่งเน้นที่เป้าหมายของทีม

4) กลุ่มจะสร้างผลงานเป็นรายบุคคล แต่ทีมจะสร้างผลงานร่วมกันของทีม

5) ภายในกลุ่มจะระบุหน้าที่ ความรับผิดชอบ และภาระงานรายบุคคล ส่วนภายในทีมจะระบุหน้าที่ ความรับผิดชอบ และภาระงานรายบุคคล เพื่อช่วยกันทำงานของทีม โดยมีการแบ่งหน้าที่และหมุนเวียนหน้าที่อยู่บ่อยครั้ง

6) ภายในกลุ่ม หัวหน้ากลุ่มเป็นผู้กำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และแนวคิดในการทำงาน ส่วนภายในทีม หัวหน้าทีมและสมาชิกในทีมจะร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และแนวคิดในการทำงาน

Kane (1998) ได้จำแนกรูปแบบของกลุ่มและทีมเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1) กลุ่มเพื่อการทำงาน (Working group) มีลักษณะคือสมาชิกในกลุ่มปฏิสัมพันธ์เพื่อแบ่งปันข้อมูล การปฏิบัติที่เหมาะสมหรือมุมมองร่วมกัน เพื่อตัดสินใจในการช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มให้ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย โดยไม่มีแนวคิดของการทำงานเป็นทีมหรือความรับผิดชอบร่วมกัน

2) ทีมไม่แท้จริง (Pseudo-team) มีลักษณะคือ เป็นกลุ่มไม่ได้เน้นที่การปฏิบัติร่วมกันและไม่ได้พยายามบรรลุเป้าหมายของการทำงาน ไม่กำหนดเป้าหมายของการทำงานร่วมกัน ผลรวมของงานกลุ่มจะน้อยกว่าศักยภาพของงานรายบุคคล การสนับสนุนความจำเป็นในการปฏิบัติงานจะเกิดขึ้นน้อยกว่าการทำงานกลุ่ม เพราะปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกให้ความสนใจกับสิ่งอื่นนอกเหนือจากงานที่ได้รับ

3) ทีมที่มีศักยภาพ (Potential team) มีลักษณะคือ เป็นทีมที่มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ และพยายามพัฒนาการปฏิบัติงาน โดยต้องการความชัดเจนในด้านวัตถุประสงค์ เป้าหมายหรือผลของการทำงาน แต่ยังไม่ได้กำหนดความรับผิดชอบที่มีร่วมกัน (Collective accountability)

4) ทีมที่แท้จริง (Real team) มีลักษณะคือ สมาชิกในทีมที่มีจำนวนไม่มากที่มีทักษะต่างกันมารวมกัน โดยมีวัตถุประสงค์ เป้าหมาย มีแนวคิดในการทำงาน และมีความรับผิดชอบร่วมกัน

ทีมที่แท้จริงเป็นหน่วยพื้นฐานของการปฏิบัติงาน ผลของการปฏิบัติงานที่เป็นไปได้จะมีคุณภาพสูงกว่ากลุ่มเพื่อการทำงาน

5) ทีมที่มีประสิทธิภาพสูง (High-performance team) มีลักษณะคือ เป็นกลุ่มที่มีเงื่อนไขของการเป็นทีมครบ และสมาชิกมีการกระทำที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จส่วนบุคคลของสมาชิกคนอื่นในทีม การแสดงออกของทีมจะแสดงถึงสมาชิกภาพและมีคุณภาพสูงกว่าทีมที่มีศักยภาพและทีมที่แท้จริง

จากการศึกษาและวิเคราะห์ความแตกต่างของกลุ่มและทีม สรุปได้ว่า

กลุ่ม มีเป้าหมายเพื่อการบริหารจัดการ สมาชิกแต่ละคนมีหน้าที่เฉพาะ ไม่มีการมองภาพรวมของการทำงาน เมื่อมีความขัดแย้งเกิดขึ้นภายในกลุ่ม สมาชิกจะบอกให้สมาชิกคนอื่นเป็นผู้แก้ไข โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวหน้ากลุ่ม สมาชิกในกลุ่มจะได้รับการบอกหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติ การฝึกฝนมุ่งไปที่การพัฒนาหรือการเพิ่มทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ไม่มีการชื่นชมยินดีกับผลการทำงานที่ได้ การให้ข้อมูลย้อนกลับเกิดขึ้นเมื่อทำสิ่งใดผิดหรือถูก และเพื่อให้พัฒนาในสิ่งต่าง ๆ ความสำเร็จของกลุ่มจะระบุโดยหัวหน้ากลุ่ม

ทีม สมาชิกแต่ละคนรู้สึกถึงการบรรลุเป้าหมายร่วมกันที่ไม่สามารถทำได้เพียงคนใดคนหนึ่ง สมาชิกจะมีความรับผิดชอบในการร่วมมือรวมพลัง โดยปรึกษาพูดคุยร่วมกัน มีความเชื่อใจซึ่งนำสู่การสื่อสารอย่างเปิดเผย รับฟังมุมมองของกันและกัน และตระหนักถึงประโยชน์ของมุมมองที่แตกต่างกันในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา สมาชิกในทีมจะแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเป้าหมายและวิธีการบรรลุเป้าหมายร่วมกัน มีการหมุนเวียนบทบาทหน้าที่ในกลุ่มตามความเหมาะสมของตนเอง นอกจากนั้น สมาชิกได้รับการกระตุ้นเพื่อร่วมมือรวมพลัง ไม่กลัวต่อการยอมรับข้อผิดพลาด และเปิดโอกาสให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ ทีมจะรู้ความสำคัญในการยอมรับและชื่นชมยินดีกับความสำเร็จร่วมกัน

## 1.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)

### 1.2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Gikkies (2007) ได้ให้ความหมายว่า เป็นการปฏิบัติทางการศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของนักเรียนร่วมกันในกลุ่มย่อยเพื่อทำเป้าหมายที่มีร่วมกันให้สำเร็จ โดยสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มต้องทำหน้าที่เพื่อบรรลุเป้าหมายของตนเอง และมั่นใจว่าสมาชิกคนอื่นในกลุ่มทำหน้าที่ของตนเพื่อบรรลุเป้าหมายของแต่ละบุคคล

Hesse, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin (2015) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกิจกรรมที่ทำให้สำเร็จได้โดยผ่านการแบ่งหน้าที่การทำงาน โดยใช้ศักยภาพของกลุ่มและทักษะทางสังคมในการทำงานร่วมกัน

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกิจกรรมการทำงานกลุ่มย่อยร่วมกันให้สำเร็จ โดยทำหน้าที่ของของตนเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

**1.2.2 องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ**

การเรียนรู้แบบร่วมมือมีองค์ประกอบ 5 ประการ (Gikkies, 2007) ดังนี้

1) การเกื้อกูลกันทางบวก (Positive interdependence) เกิดขึ้นเมื่อสมาชิกทุกคนมีความเกี่ยวข้องกันในแนวทางที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งไม่สามารถประสบความสำเร็จได้เพียงคนเดียว ต้องประสานความพยายามที่มั่นใจว่าสมาชิกทุกคนทำงานเพื่อบรรลุเป้าหมาย กล่าวคือ ถ้าแต่ละบุคคลทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม จะรับรู้ได้ว่าการเกื้อกูลกันย่อมดีกว่าการทำงานเพื่อแข่งขันกับบุคคลอื่น กล่าวโดยสรุปคือ สมาชิกทุกคนมีความเกี่ยวข้องกัน ถ้างานของแต่ละคนประสบความสำเร็จ งานของกลุ่มจะต้องประสบความสำเร็จด้วยเช่นกัน

2) ปฏิสัมพันธ์เชิงสนับสนุน (Promotive interaction) ทำให้เกิดการสนับสนุนและเกิดการช่วยเหลือระหว่างบุคคลในการพยายามทำงานร่วมกัน โดยการกำหนดข้อมูล การให้ข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาการปฏิบัติงาน และการเข้าถึงทรัพยากรที่จำเป็นในการทำภาระงาน เมื่อมีพูดคุยสื่อสารกันจะได้เรียนรู้การใช้ภาษาในการอธิบายความคิด ประสบการณ์ และการสื่อสารที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับภาระงาน กล่าวโดยสรุปคือ สมาชิกในกลุ่มสนับสนุนการเรียนรู้โดยผ่านการอภิปราย

3) ความรับผิดชอบรายบุคคล (Individual accountability) ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบงานส่วนบุคคลเพื่อนำมารวมกันแล้วบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม นอกเหนือจากกิจกรรมในการทำภาระงานส่วนบุคคลแล้ว ยังมีการสำรวจว่าสมาชิกคนใดต้องการความช่วยเหลือในการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างการทำงานเป็นรายบุคคลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กล่าวโดยสรุปคือ สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการทำภาระงาน

4) ทักษะสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและกลุ่มย่อย (Interpersonal and small-group skills) สมาชิกในกลุ่มต้องมีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม โดยจะต้องมีทักษะสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ได้แก่ การเป็นผู้ฟังที่ตื่นตัว การแสดงความคิดเห็น การยอมรับความรับผิดชอบในการปฏิบัติของบุคคล และการวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ ส่วนทักษะสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มย่อย ได้แก่ การหมุนเวียนหน้าที่ การแบ่งภาระงาน การตัดสินใจอย่างเป็นธรรม

การทำความเข้าใจมุมมองผู้อื่น และการทำความแตกต่างให้ชัดเจน กล่าวโดยสรุปคือ สมาชิกในกลุ่มใช้ทักษะทางสังคมที่เหมาะสมในการทำงานร่วมกัน

5) กระบวนการกลุ่ม (Group processing) ทำให้เกิดทักษะทางสังคม 3 ประการ ได้แก่ การสรุปความคิดและข้อมูลของกลุ่ม การกระตุ้นสมาชิกในกลุ่มให้มีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่ม และการตรวจสอบความมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มในการตัดสินใจ กล่าวโดยสรุปคือ สมาชิกในกลุ่มอภิปรายสิ่งที่บรรลุและการจัดการความสัมพันธ์ในการทำงาน

**1.2.3 บทบาทของครูในการสร้างการเรียนรู้แบบร่วมมือ**

ครูมีบทบาทในการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Gikkies, 2007) ดังนี้

1) ครูเป็นผู้กำหนดบรรยากาศการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative environment) กล่าวคือ ครูช่วยให้นักเรียนทำงานร่วมกันและมีส่วนร่วมในเป้าหมายของกลุ่ม แบ่งปันความคิดและทรัพยากร ช่วยเหลือผู้อื่นในการเรียนรู้ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นธรรม โดยครูต้องอภิปรายพฤติกรรมดังกล่าวในห้องเรียนก่อนเรียนการทำงาน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ชัดเจนในสิ่งที่พึงปฏิบัติ

2) การเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered learning) กล่าวคือ นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างตื่นตัว และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง

3) การกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นในกลุ่มย่อย (Negotiate expectations for small-group behaviors) ก่อนเริ่มการทำงานกลุ่ม ควรกำหนดข้อควรปฏิบัติที่สมาชิกทุกคนเห็นชอบ และครูเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติพฤติกรรมในกลุ่ม เช่น การรับฟังความคิดเห็น การแสดงความคิดเห็น และการสรุปประเด็นสำคัญ นักเรียนต้องรู้จักชื่อและรายละเอียดของเพื่อน เช่น ความสนใจ ความใฝ่ฝัน ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนรู้จักกันและสร้างบรรยากาศในการทำงานร่วมกัน

4) การเลือกภาระงานสำหรับการอภิปรายในกลุ่มย่อย (Choosing tasks for small-group discussions) ครูกำหนดภาระงานที่เหมาะสม โดยภาระงานมี 3 ประเภท ได้แก่ ภาระงานที่ใช้การร่วมมือในระดับสูง (High-level cooperative tasks) เป็นภาระงานที่อาศัยปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน อภิปรายการดำเนินการร่วมกัน การตัดสินใจ การแบ่งหน้าที่ และการจัดการเนื้อหาที่มีภาระงานที่มีโครงสร้างชัดเจน (Well-structured tasks) เป็นภาระงานที่มีคำตอบที่ได้กำหนดไว้แล้ว นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล หรืออธิบายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับภาระงานดังกล่าว และภาระงานที่มีโครงสร้างแบบหลวม ๆ (Ill-structured tasks) เป็นภาระงานที่นักเรียนต้องแลกเปลี่ยน

ความคิดและข้อมูลเพื่อสร้างคำตอบที่สร้างสรรค์และค้นพบคำตอบภายใต้หลักการที่มีอยู่ โดยการเลือกภาระงานควรคำนึงถึงผลที่มีต่อการสนทนาของนักเรียนในกลุ่ม

5) การกำกับติดตามความก้าวหน้าและการประเมินผลลัพธ์ (Monitoring students' progress and evaluating outcomes) ครูควบคุมการปฏิบัติงานของนักเรียนเพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนได้ทำภาระงานที่มอบหมายอย่างร่วมมือ และกลุ่มของนักเรียนมีองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อให้นักเรียนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที

6) การกำหนดขนาดของกลุ่ม ความสามารถ และเพศ ของสมาชิกภายในกลุ่ม (Determine the size and the ability and gender composition of the group) โดยกลุ่มของนักเรียนควรเป็นกลุ่มขนาดเล็ก มีสมาชิก 3-4 คน เพราะถ้าจำนวนนักเรียนมากกว่านี้จะทำให้นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม แต่ละกลุ่มควรคละความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนที่มีความสามารถสูงช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มที่มีความสามารถปานกลางและมีความสามารถน้อย ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถน้อยและความสามารถปานกลางจะได้พัฒนาตนเอง และนักเรียนที่มีความสามารถสูงได้เรียนรู้ความคิดและมุมมองจากเพื่อนในกลุ่ม การจัดสมาชิกแต่ละกลุ่มควรคละเพศของนักเรียนเท่า ๆ กัน เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มแสดงประสบการณ์และความสามารถของตนให้เหมาะสมกับหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

### 1.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry)

#### 1.3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง

Bosworth & Hamilton (1994) ได้ให้ความหมายว่า เป็นการใช้การเรียนรู้ของนักเรียนที่มีลักษณะเป็นกลุ่มในการสนับสนุนการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ข้อมูลที่ผู้สอนกำหนด โดยนักเรียนเป็นผู้รับข้อมูลไม่ใช้ผู้สร้างความรู้

Panitz (1999) ได้ให้ความหมายว่า เป็นปฏิสัมพันธ์หรือวิถีชีวิตของบุคคลที่แต่ละคนมีความรับผิดชอบในการกระทำ รวมถึงการเรียนรู้และการเคารพความสามารถและการมีส่วนร่วมของเพื่อน โดยอยู่บนพื้นฐานของหลักการที่ว่า การทำงานร่วมกันเป็นผลมาจากความเข้าใจที่มากขึ้นที่เกิดขึ้นในการทำงานร่วมกันมากกว่าทำงานคนเดียว ปฏิสัมพันธ์ที่อาศัยการพูดและการเขียนส่งผลให้มีความเข้าใจเพิ่มขึ้น และการมีส่วนร่วมจะต้องเป็นไปด้วยความสมัครใจและมีอิสระในการเข้าร่วม โดยอาจเป็นการร่วมมือรวมพลังระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันก็ได้

Hesse, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin (2015) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนร่วมมือกันเพื่อนำเสนอปัญหาหรือภาระงานที่มีความจำเพาะ กิจกรรมดังกล่าวมีแนวคิดมาจากผู้เรียนที่มีความสัมพันธ์กัน ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และร่วมมือกันปฏิบัติหรือสานต่อการกระทำของบุคคลใดบุคคลหนึ่งให้สำเร็จ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนประสานความร่วมมือ รับผิดชอบในการเรียนรู้ เคารพความสามารถผู้อื่น ทำงานร่วมกันโดยอาศัยการปฏิสัมพันธ์ร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่มที่เข้าร่วมกลุ่มด้วยความสมัครใจ

**1.3.2 ลักษณะของการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง**

การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ (Bosworth & Hamilton, 1994) ดังนี้

1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ตื่นตัวและสร้างความรู้ โดยนักเรียนจะเป็นผู้บูรณาการความรู้ใหม่กับความรู้พื้นฐานเพื่อสร้างความรู้ใหม่ที่มีความหมาย

2) การเรียนรู้ขึ้นกับบริบทที่นักเรียนร่วมมือรวมพลังกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อระบุและแก้ปัญหา โดยใช้การให้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหา

3) ผู้เรียนมีภูมิหลังและประสบการณ์แตกต่างกัน มุมมองที่มีความหลากหลายที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลังจะทำให้เกิดการเรียนรู้

4) การเรียนรู้เป็นการปฏิบัติทางสังคมที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นที่กำลังศึกษา

5) การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนรับฟังมุมมองและความคิดเห็นของผู้อื่น เพื่อสร้างความรู้และความเข้าใจร่วมกัน การเรียนรู้จึงไม่ได้อยู่ที่ผู้สอนและหนังสือแบบเรียนเพียงอย่างเดียว

นอกจากนั้น Baker & Bielaczyc (1995) ได้กล่าวถึง โอกาสที่ขาดหาย (Missed opportunity) ในกิจกรรมการร่วมมือรวมพลัง อาทิ สมาชิกกลุ่มไม่มีส่วนร่วมในการทำงานของกลุ่ม หากสมาชิกคนใดทำหน้าที่เดิมซ้ำ ๆ จะไม่มีโอกาสได้ฝึกฝนและเรียนรู้หน้าที่อื่น ๆ เช่น การฝึกการให้เหตุผลในการแก้ปัญหา สมาชิกไม่มีส่วนร่วมในการสร้างคำอธิบาย เป็นต้น

### 1.3.3 ขั้นตอนและบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง

ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังที่ครูเป็นผู้ออกแบบนั้น สามารถมีความแตกต่างในวัตถุประสงค์ วิธีการจัดการเรียนรู้ และผลลัพธ์การเรียนรู้ แต่โดยรวมแล้วมีขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลักษณะร่วมกัน (Bosworth & Hamilton, 1994) ดังนี้

1) ครูกำหนดเวลาให้นักเรียนได้รวมกลุ่มพูดคุยกัน

2) ครูให้นักเรียนปฏิบัติภาระงานที่ได้รับมอบหมายภายในเวลาที่กำหนด

3) สมาชิกในกลุ่มกำหนดหน้าที่ของแต่ละคน

4) ครูกระตุ้นกลุ่มของนักเรียนในทำงานอย่างสมานฉันท์ โดยเคารพและตระหนักถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคล และความคิดเห็นที่แตกต่างกันในกลุ่ม

5) นักเรียนและครูร่วมมือรวมพลังกันเพื่อให้การทำงานของกลุ่มสำเร็จ

6) นักเรียนและครูร่วมกันประเมินกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังที่ประสบผลสำเร็จและไม่ประสบผลสำเร็จ

การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง ครูมีบทบาทที่เอื้อให้เกิดกระบวนการร่วมมือรวมพลัง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้จัดการ กล่าวคือ เป็นผู้กำหนดเวลาในการทำภาระงาน สังเกตการทำงานของนักเรียนในกลุ่มและกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับ เช่น ผู้บันทึก (Recorder) ผู้นำเสนอ (Reporter) และผู้สังเคราะห์ (Synthesizer) โดยจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ จัดบรรยากาศห้องเรียนที่เอื้อต่อการเข้ากลุ่มของนักเรียนโดยจัดโต๊ะและเก้าอี้ในลักษณะเป็นกลุ่ม ครูจะช่วยนักเรียนทั้งห้องเรียนในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มเมื่ออยู่ในขั้นสุดท้ายของกระบวนการร่วมมือรวมพลัง (Bosworth & Hamilton, 1994)

### 1.3.4 บรรยากาศการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง

Bosworth & Hamilton (1994) ได้อธิบายลักษณะของห้องเรียนทั่วไปและห้องเรียนแบบการร่วมมือรวมพลัง ไว้ดังนี้

ห้องเรียนแบบทั่วไป ครูยืนหน้าชั้นเรียน บรรยายความรู้จากหนังสือแบบเรียน นักเรียนบันทึกคำพูดของครูลงในสมุดเพื่อท่องจำในการสอบ บรรยากาศห้องเรียนเงียบสงบและมีระเบียบ การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เนื่องจากความสงบของห้องเรียน นาน ๆ ครั้งนักเรียนจะมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน นักเรียนจะพูดเมื่อตอบคำถามของครูหรือรายงานเกี่ยวกับเนื้อหาที่ศึกษาตาม

ที่ครูมอบหมาย การเรียนในห้องเรียนเป็นการเรียนด้วยนักเรียนแต่ละบุคคล กล่าวคือ นักเรียนทำงานเดี่ยวและแข่งขันกับเพื่อนในห้องเรียน

ห้องเรียนแบบการร่วมมือรวมพลัง นักเรียนจะสำรวจตรวจสอบโดยเลือกประเด็นที่นักเรียนสนใจ หรือจากการอ่านนิยาย หรือการเขียนความเรียงด้วยตัวของนักเรียนเอง หลังจากนั้น นักเรียนแต่ละคนจำเป็นต้องทำงานร่วมกับเพื่อนอย่างร่วมมือรวมพลังเพื่ออภิปรายและทำความเข้าใจประเด็นดังกล่าว นักเรียนสามารถเดินไปรอบห้องเรียนได้อย่างอิสระเพื่ออภิปรายความคิดและมุมมองกับเพื่อน การฟังมุมมองที่แตกต่างจากมุมมองของตนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา หรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ จะทำให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในประเด็นนั้น ๆ ดังนั้น ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะก่อให้เกิดการพัฒนาด้านความรู้ และสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นมากกว่าการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

**1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีความเกี่ยวข้องกับ 2 ทฤษฎี ดังนี้

1.4.1 ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) ทิศนา แขมมณี และคณะ (2545) และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2556) ได้อธิบายโดยสรุปว่า สรรคนิยมเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ทฤษฎีนี้จะเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่

1.4.2 ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม (Social constructivism) เป็นทฤษฎีของ Lev S. Vygotsky ซึ่งมีแนวคิดสำคัญบนพื้นฐานของบริบททางสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural context) กล่าวคือ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา โดยการสร้างความรู้ของนักเรียนเกิดจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างกัน โดยศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่า Potential development หรือ Zone of proximal development ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการของผู้เรียนหรือเชาวน์ปัญญาที่

ผู้เรียนอยู่ในปัจจุบันกับระดับพัฒนา (Actual development) ที่มีศักยภาพจะไปถึงได้ ถ้าผู้เรียนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าช่วงดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้จากผู้ใหญ่หรือเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่าตนเอง ที่เรียกว่า Scaffolding (Vygotsky,1978; GSI Teaching & Resource Center, 2016)

**1.5 ความหมายของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

จากการศึกษาความหมายของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Bray, Lee, Smith, & York (2000) ได้ให้ความหมายว่า การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกระบวนการทำงานของสมาชิกในกลุ่ม ที่ประกอบด้วยการสะท้อนความคิดและการปฏิบัติอย่างซ้ำ ๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบคำถามสำคัญที่กำหนด

Jackson & Street (2005) ได้ให้ความหมายว่า การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญซึ่งการเรียนรู้และการสืบสอบมีความสัมพันธ์กัน มีการปฏิบัติที่มีลักษณะได้รับการกระตุ้นและความท้าทาย

David (2009) ได้ให้ความหมายว่า การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกระบวนการที่สมาชิกในกลุ่มทำงานร่วมกัน มีเป้าหมายเพื่อระบุประเด็นที่มีความท้าทาย วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และทดสอบแนวความคิดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของกลุ่ม

Stoll (2010) ได้ให้ความหมายว่า การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกิจกรรมการทำงานร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม โดยมีกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสนับสนุนและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากความหมายของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังข้างต้น สรุปได้ว่า การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนหรือสมาชิกแต่ละคนร่วมมือกันในการสะท้อนความคิด การทำงานร่วมกัน การปฏิบัติอย่างซ้ำ ๆ อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อตอบคำถามสำคัญที่ได้กำหนดไว้

**1.6 ลักษณะและองค์ประกอบหลักของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2558) ได้อธิบายลักษณะของกระบวนการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังไว้ว่า เป็นการผสมผสานการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative learning) กับการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry learning) เข้าด้วยกัน จุดเน้นที่สำคัญคือ การเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้เป็นทีม (Team learning) มีเป้าหมายในการเรียนรู้โดยปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) และการสะท้อนผล (Reflection)

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2558) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง 2 ประการ ได้แก่

1) กลุ่มการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดให้ผู้เรียนที่มีความสนใจหรือความต้องการที่คล้ายคลึงกันและมีลีลาการเรียนรู้ (Learning style) ที่หลากหลาย อยู่กลุ่มเดียวกัน เพื่อให้มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

2) กระบวนการเรียนรู้ โดยทั่วไปประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การสร้างความสนใจ (2) การสำรวจและค้นหา (3) การอธิบายและสรุป (4) การขยายความรู้ และ (5) การประเมินและสะท้อนผล

**1.7 ขั้นตอนของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังตามแนวคิดของ Chang, Sung, & Lee (2003) มีกิจกรรมทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) การเริ่มต้นตั้งหลักและการวางแผน (Anchoring and planning) เป็นขั้นตอนในการเริ่มต้นการทำกิจกรรม โดยนักเรียนจะได้รับวัสดุอุปกรณ์และเอกสารความรู้ (Reading material) เมื่อนักเรียนอ่านเอกสารดังกล่าวแล้ว นักเรียนจะระบุปัญหาและสร้างสมมติฐานชั่วคราว นำสู่การสร้างผังมโนทัศน์ (Concept map) ที่ระบุหลักฐานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาสนับสนุนสมมติฐาน

2) การสืบสอบรายบุคคล (Individual inquiry) นักเรียนจะสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อหาหลักฐานที่นำมาสนับสนุนสมมติฐาน โดยบันทึกลงในสมุดบันทึก จากนั้นนักเรียนทบทวนและปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 1 ตามหลักฐานที่สืบค้นได้เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่สร้างขึ้น

3) การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry) นักเรียนในกลุ่มจะแบ่งปันข้อมูล (Data sharing) โดยการแบ่งปันสมุดบันทึก การแบ่งปันผลงาน (Product sharing) โดยการแบ่งปันผังมโนทัศน์ และการแบ่งปันความคิด (Idea sharing) โดยการอภิปรายความคิดร่วมกัน เมื่อนักเรียนมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน นักเรียนสามารถปรับความเข้าใจของตนเองและของเพื่อนโดยผ่านการอภิปราย การตั้งคำถาม และการอธิบาย

4) การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม (Concluding group's results) นักเรียนร่วมกันสร้างผังมโนทัศน์ของกลุ่ม โดยใช้ผังมโนทัศน์ของนักเรียนที่ได้รับการลงคะแนนสูงสุดเป็นผลงานหลัก นักเรียนแต่ละคนจะให้ข้อสังเกตและข้อมูลย้อนกลับ จากนั้นร่วมกันปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ดังกล่าวให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นโดยผ่านการสื่อสารและอภิปรายร่วมกัน

### 1.8 เทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง

Barkley, Major, & Cross (2014) ได้นำเสนอเทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative learning technique: CoLT) แบ่งเป็น 6 รูปแบบ ตามกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การอภิปราย (Discussion) การสลับบทบาทการสอน (Reciprocal peer teaching) การแก้ปัญหา (Problem-solving) การจัดระบบข้อมูล (Information organizing) การเขียนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative writing) และการเล่นเกม (Gaming) รวมทั้งสิ้น 35 เทคนิค สามารถสรุปโดยอิงตามรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ดังตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** สรุปเทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังตามรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้

| รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ | เทคนิค |
|---|---|
| การอภิปราย | |
| วัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นการแสดงความคิด ความรู้สึก และความเชื่อของตนเอง และสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ | คิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดร่วมกัน (Think-pair-share) การพูดรอบวง (Round robin) การพูดอย่างฉับพลัน (Buzz groups) การใช้สิทธิ์ในการอภิปราย (Talking chips) การสัมภาษณ์สามชั้น (Three-step Interview) และการโต้แย้ง (Critical debate) |
| การสลับบทบาทการสอน | |
| วัตถุประสงค์เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนที่รับบทบาทเป็น | การจับคู่ตรวจสอบการบันทึก (Note-taking pairs) การสลับกันตรวจสอบความรู้ (Learning cells) |

| รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ | เทคนิค |
|---|---|
| ทั้งผู้สอนและผู้เรียน เรียนรู้การช่วยเหลือกันในการเรียน | การเป็นแบบอย่างและการแนะนำ (Fishbowl) บทบาทสมมติ (Role-play) การต่อภาพ (Jigsaw) และการทดสอบเป็นทีม (Test-taking team) |
| การแก้ปัญหา<br>วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นความท้าทายและความสนใจของนักเรียน | การจับคู่แก้ปัญหา (Think-aloud pair problem-solving) การแบ่งปันวิธีการแก้ปัญหา (Send-a-problem) กรณีศึกษา (Case study) การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา (Structures problem solving) การวิเคราะห์การแก้ปัญหาเป็นทีม (Analytic teams) และการสำรวจตรวจสอบเป็นกลุ่ม (Group investigation) |
| การจัดระบบข้อมูล<br>วัตถุประสงค์เพื่อจัดกระทำข้อมูลที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ และนำเสนอข้อมูลอย่างมีความหมาย | การจัดกลุ่มข้อมูล (Affinity grouping) การจัดกลุ่มข้อมูลในตาราง (Group grid) การจำแนกมโนทัศน์เป็นทีม (Team matrix) การเรียงลำดับข้อมูล (Sequence chains) และการเชื่อมโยงมโนทัศน์ (Word webs) |
| การเขียน<br>วัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนอย่างลึงซึ้งและจัดระบบการคิดผ่านการสรุปเนื้อหา บูรณาการและสังเคราะห์งานเขียน | การบันทึกการพูดคุย (Dialog journals) การเขียนรอบวง (Round table) Dyadic essays, การปรับแก้ไขโดยเพื่อน (Peer editing) การเขียนงานร่วมกัน (Collaborative writing) การเขียนงานจากการศึกษาแหล่งข้อมูล (Team anthologies) และการสัมมนา (Paper seminar) |
| การเล่นเกม<br>วัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน พัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน | ทีมล่าสมบัติ (Team scavenger hunt) ตารางบิงโก (Quizo) การแข่งขันตอบคำถาม (Friendly feud) การตอบคำถาม (Team jeopardy) การแข่งขันระหว่างกลุ่ม (Team games tournament) |

การเลือกใช้เทคนิคในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่ได้นำมาใช้ในขั้นที่ 3 การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังนั้น พิจารณาจากวัตถุประสงค์ของเทคนิค ลักษณะ และระยะเวลาที่ใช้ กล่าวคือ เลือกใช้เทคนิคที่มีวัตถุประสงค์ในการระดมความคิดภายในกลุ่มโดยผ่านการอภิปรายและการเขียน โดยคำนึงถึงระยะเวลาที่นำเทคนิคไปใช้ที่เหมาะสม ประมาณ 10-15 นาทีต่อกิจกรรมในแต่ละครั้ง ทั้งนี้ กิจกรรมการเรียนการสอนมีการเขียนเป็นส่วนใหญ่ จึงมุ่งเน้นการใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่ให้นักเรียนได้พูดอภิปรายในการระดมความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งเทคนิคที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังที่เหมาะสมกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมี 2 รูปแบบการเรียนรู้ รวม 4 เทคนิค ได้แก่ รูปแบบการอภิปราย ประกอบด้วยเทคนิคคิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดร่วมกัน (Think-pair-share) เทคนิคการพูดรอบวง (Round robin) เทคนิคการใช้สิทธิ์ในการอภิปราย (Talking chips) และรูปแบบการเขียน ได้แก่ เทคนิคการเขียนรอบวง (Round table) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**รูปแบบการอภิปราย**

การอภิปรายเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดและเรียนรู้วิธีการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยการอภิปรายที่ดีนั้น นักเรียนจะต้องแสดงความคิด ความรู้สึก และความเชื่อของตนเองอย่างแท้จริง ไม่ว่านักเรียนจะกล้าหรือไม่กล้าในการมีส่วนร่วมในการอภิปรายนั้น ๆ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนการอภิปรายทั้งชั้นเรียน โดยเลือกใช้เทคนิคการอภิปรายตามที่ Barkley, Major, & Cross (2014) ได้ระบุไว้ 3 เทคนิค ดังนี้

1. คิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดร่วมกัน (Think-pair-share) ใช้เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับกิจกรรมการอภิปรายทั้งชั้นเรียน โดยใช้เวลาประมาณ 5-15 นาที มีกระบวนการดังนี้

1) ครูกำหนดคำถาม ให้นักเรียนคิดคำตอบเป็นรายบุคคล 1-2 นาที

2) ครูให้นักเรียนจับคู่กับนักเรียนที่นั่งใกล้ ๆ กัน

3) นักเรียนแบ่งปันความคิดของตนเองกับคู่ โดยสลับกันพูด ถ้าในคู่มีความคิดไม่ตรงกัน ให้นักเรียนอธิบายว่า ทำไมความคิดจึงแตกต่างกันและแตกต่างกันอย่างไร จากนั้นให้สร้างข้อสรุปร่วมกันจากพื้นฐานความคิดของแต่ละคน

2. การพูดรอบวง (Round robin) ใช้เพื่อระดมความคิดของนักเรียนในกลุ่ม โดยการสร้างและนำเสนอความคิดของตนเอง โดยไม่ประยุกต์ อธิบาย ประเมิน หรือตั้งคำถาม โดยใช้เวลาประมาณ 5-15 นาที มีกระบวนการดังนี้

1) นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน

2) ครูอธิบายวัตถุประสงค์ของการระดมความคิด นั่นคือ เพื่อสร้างและนำเสนอความคิดต่าง ๆ โดยนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำเสนอความคิดของตนเอง และเวียนในลักษณะตามเข็มนาฬิกา นักเรียนคนอื่น ๆ ในกลุ่มห้ามรบกวนการนำเสนอของเพื่อนด้วยการถาม การประเมินและการอภิปรายคำตอบของเพื่อน

3) นักเรียนกำหนดบทบาทภายในกลุ่ม เช่น ผู้บันทึก ผู้ควบคุมกติกา เป็นต้น

4) ครูให้นักเรียน 1 คนเป็นผู้ริเริ่มกิจกรรม โดยการนำเสนอความคิดของตนเอง นักเรียนคนถัดไปจะนำเสนอความคิดใหม่ และเวียนไปจนสมาชิกทุกคนได้นำเสนอความคิดของตนเอง

3. การใช้สิทธิ์ในการอภิปราย (Talking Chips) ใช้เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายอย่างเท่าเทียมกันโดยการกำหนดจำนวนครั้งในการอภิปรายของนักเรียนแต่ละคน ใช้ระยะเวลาประมาณ 10-20 นาที โดยมีกระบวนการดังนี้

1) นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน

2) ครูให้นักเรียนแต่ละคนมีดินสอ ปากกา หรืออุปกรณ์อื่น ๆ คนละ 3-5 อัน เพื่อใช้สิทธิ์ของตนเองในการแบ่งปัน การมีส่วนร่วม หรือการโต้แย้งกันระหว่างการสนทนา

3) นักเรียนจะต้องคืนอุปกรณ์ดังกล่าว 1 ชิ้น เมื่อนักเรียนต้องการจะพูดอภิปรายในแต่ละครั้ง

4) เมื่อนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายและนักเรียนได้คืนอุปกรณ์หมดทุกชิ้นแล้ว ถ้ากิจกรรมเสร็จสมบูรณ์แล้ว ก็จะจบการอภิปราย แต่ถ้ายังไม่เสร็จการอภิปราย ครูให้นักเรียนแจกอุปกรณ์ดังกล่าวให้สมาชิกครั้งเท่า ๆ กัน เพื่อเริ่มการอภิปรายในรอบต่อไป

**รูปแบบการเขียน**

การเขียนเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ลึกซึ้งและพัฒนาทักษะการคิดได้ โดยนักเรียนจะได้รับการพัฒนาในด้านการจัดระบบความคิด การสรุปเนื้อหา การบูรณาการและการสังเคราะห์งานเขียนต่าง ๆ ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเลือกใช้เทคนิคในการเขียนตามที่ Barkley, Major, & Cross (2014) ได้ระบุไว้ 1 เทคนิค ดังนี้

1. การเขียนรอบวง (Round table) ใช้เพื่อให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมกัน และนักเรียนนำเสนอความคิดหรือมุมมองที่มีความหลากหลาย ใช้ระยะเวลาประมาณ 10-20 นาที มีกระบวนการดังนี้

1) ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน จากนั้นครูแจกกระดาษให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยกระดาษดังกล่าวจะระบุคำหรือประโยคไว้ที่ด้านหน้ากระดาษ

2) แต่ละกลุ่มกำหนดคนเริ่มกิจกรรม จากนั้นครูอธิบายการทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนเขียนความคิดของตน แล้วส่งกระดาษต่อไปทางขวามือในลักษณะตามเข็มนาฬิกา

3) นักเรียนคนที่ 1 ของแต่ละกลุ่ม เขียนคำ วลี หรือประโยคให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อ่านออกเสียงคำตอบดังกล่าว เพื่อให้นักเรียนคนอื่นในกลุ่มได้คิดคำตอบของตนเอง

4) นักเรียนคนที่ 1 ส่งกระดาษไปทางขวาให้นักเรียนคนถัดไป ทำในลักษณะเดียวกัน

5) ครูให้สัญญาณเมื่อหมดเวลา หรือให้นักเรียนสิ้นสุดการทำกิจกรรมเมื่อนักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมและเขียนความคิดของตนเองลงในกระดาษครบทุกคนแล้ว

**2. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอได้ 4 ประเด็น ดังนี้

**2.1 ความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Chin & Brown (2000) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจว่าปรากฏการณ์นั้น ๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเกิดขึ้น

Sandoval & Reiser (2004) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำตอบของคำถามที่มีความเจาะจง และความเชื่อมโยงระหว่างคำถามกับคำตอบมีความสำคัญในการได้คำตอบนั้นมา

Gagnon & Abell (2008) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่อธิบายว่าทำไมปรากฏการณ์ดังกล่าวจึงเกิดขึ้น โดยมีการระบุหลักฐานและหลักการวิทยาศาสตร์สนับสนุน

Sampson & Clark (2009) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ใช้ในการอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

Reiser, Berland, & Kenyon (2012) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่เชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับการสังเกตทางวิทยาศาสตร์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบของคำอธิบายในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายเชิงเหตุผล (Causal explanation) ที่ระบุสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น

Saglam, Karaaslan, & Ayas (2014) กล่าวว่า คำอธิบายมีหลายความหมายโดยขึ้นอยู่กับการปฏิบัติของนักวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ Braaten & Windschitl (2011) ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากปรัชญาของวิทยาศาสตร์ และสามารถนำเสนอความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบดังกล่าว ได้ดังนี้

1) The covering law model of explanation หรือ The deductive-nomological (D-N) model of explanation เป็นรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นข้อโต้แย้งเชิงนิรนัย (Deductive argument) ที่ใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ตามธรรมชาติ แสดงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในเชิงเหตุผลที่อธิบายได้ด้วยกฎ (Law)

2) Statistic model of explanation เป็นรูปแบบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการอุปนัยจากแนวโน้มหรือรูปแบบของข้อมูล โดยอาจใช้หรือไม่ใช้การหาสาเหตุภายใต้เหตุการณ์นั้น ๆ

3) Causal model of explanation เป็นรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการอุปนัยจากรูปแบบของข้อมูลโดยใช้การหาสาเหตุภายใต้เหตุการณ์นั้น ๆ

4) Pragmatics of explanation เป็นรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้คำถาม เพื่อแสดงความชัดเจนเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้น ๆ ในห้องเรียนที่ผู้เรียนมีความคิดเห็นแตกต่างกัน และแสดงรายละเอียดของคำอธิบายที่ถูกต้องอย่างชัดเจน

5) Explanatory unification view of scientific explanation เป็นรูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง โดยใช้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติในระดับโลกมากกว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติในระดับท้องถิ่น

Falk & Broadsky (2015) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่แสดงให้เห็นว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือสถานการณ์ในธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

จากการศึกษาความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความหรือคำตอบของคำถามที่อธิบายว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไม

จึงเป็นเช่นนั้น โดยอธิบายในเชิงการให้เหตุผล หรืออธิบายจากแนวโน้มของข้อมูล โดยมีการระบุหลักฐาน หลักการหรือทฤษฎีวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

**2.2 ความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมหนึ่งที่ระบุในสมรรถนะสำคัญของการเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ ลักษณะหนึ่งของการเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์คือสามารถอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวโดยใช้หลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการระบุคำตอบของสถานการณ์ที่ศึกษา (McNeill, Lizotte, & Krajcik, 2005) และลักษณะดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Duschl & Osborne, 2002 การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถดังกล่าวนั้นหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังจะเห็นได้จากองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD ได้จัดการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยมีการประเมินการรู้การอ่าน การรู้คณิตศาสตร์ และการรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ สำหรับการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์นั้น PISA 2015 และ PISA 2012 ได้ระบุสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2013b) สามารถแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

PISA 2015 ได้กำหนดสมรรถนะ 3 ประการของการเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ได้แก่ สมรรถนะที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) สมรรถนะที่ 2 การประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and design scientific enquiry) และสมรรถนะที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Interpret data and evidence scientifically) (OECD, 2013b) โดยมีรายละเอียดดังนี้

สมรรถนะที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) เป็นการถ่ายทอดความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ ความรู้ดังกล่าวทำให้มนุษย์พัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนชีวิตของมนุษย์ เช่น การป้องกันโรคระบาด รวมทั้งการสื่อสารกันได้ทั่วโลก ดังนั้น สมรรถนะในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นกับความรู้ (Knowledge) ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

สมรรถนะที่ 2 การประเมินและออกแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and design scientific enquiry) โดยการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูล ผ่านการสังเกตหรือการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการและสถานที่จริง ซึ่งจะนำสู่การพัฒนาแบบจำลองและสมมติฐานที่สามารถคาดคะเนผลการทดลองได้ นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักทำงานเป็นกลุ่มนักวิจัย ที่ส่งเสริมการทำงานอย่างรวมมือทั้งระดับประเทศและระดับนานาชาติ มีการลงความเห็นข้อมูล (Justification) ของข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น ๆ (Critical peer review) ซึ่งเป็นกลไกของชุมชนวิทยาศาสตร์ (Scientific community) ในการรับรองความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงมีข้อตกลงในการประกาศ การรายงานข้อค้นพบและวิธีการที่ใช้ในการได้มาซึ่งหลักฐาน อย่างไรก็ตาม ในการวัดไม่มีความแม่นยำที่แท้จริง ต้องมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงต้องทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ สร้างเครื่องมือที่มีความแม่นยำ และใช้เทคนิคทางสถิติในการประเมินความเชื่อมั่นของผลการทดลอง

สมรรถนะที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ (Interpret data and evidence scientifically) โดยการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเป็นกิจกรรมหลักของนักวิทยาศาสตร์ในการทำความเข้าใจกระบวนการที่มีความจำเป็นของการรู้วิทยาศาสตร์ ในการแปลความหมายข้อมูลเริ่มจากการหาแบบแผน (Pattern) ของข้อมูล สร้างตารางและกราฟในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภูมิวงกลม กราฟแท่ง กราฟการกระจาย หรือแผนภาพเวนน์ อย่างไรก็ตามแต่ละบุคคลอาจแปลความหมายของข้อมูลแตกต่างกัน ดังนั้น การโต้แย้ง (Argumentation) และการวิเคราะห์ (Critique) มีความจำเป็นในการกำหนดว่าข้อสรุปใดมีความถูกต้องมากที่สุด ซึ่งความไม่เห็นพ้องต้องกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นเรื่องปกติ การรู้วิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลจะทำให้เข้าใจหน้าที่และวัตถุประสงค์ของข้อโต้แย้งและการวิเคราะห์ และสามารถตอบคำถามได้ว่า ทำไมข้อโต้แย้งจึงมีความจำเป็นในการสร้างความรู้ในวิทยาศาสตร์ มากกว่านั้น นักเรียนควรมีสมรรถนะในการสร้างข้อกล่าวอ้างที่ตัดสินความถูกต้องของข้อมูลและการระบุข้อบกพร่องของข้อโต้แย้งของบุคคลอื่น

สมรรถนะ 3 ประการของการเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ที่ระบุใน PISA 2015 ข้างต้น สอดคล้องกับ PISA 2012 ซึ่งประกอบด้วยสมรรถนะ 3 ประการ (OECD, 2013b) ดังนี้

สมรรถนะที่ 1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issue) คือสิ่งที่ตอบได้ด้วยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนต้องแยกแยะปัญหาหรือคำถามที่เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ออกจากประเด็นอื่น ๆ ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ ระบุได้ว่าต้องใช้สาระ หลักฐาน หรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ และต้องรู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะที่ 2 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain phenomena scientifically) โดยนักเรียนใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หนึ่ง ๆ รวมถึงการบรรยายและการแปลความปรากฏการณ์ และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น นักเรียนต้องสามารถระบุได้ว่า คำบรรยายหรือคำอธิบายนั้น ๆ มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร โดยการพยากรณ์ดังกล่าวจะเป็นไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น

สมรรถนะที่ 3 การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) นักเรียนต้องทราบความหมายและความสำคัญของสิ่งที่พบจากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิด การลงข้อสรุป การบอกเล่า และการสื่อสาร นักเรียนจะต้องแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลหรือหลักฐานใดจากการค้นคว้าที่มารับรองหรือเป็นพื้นฐานของการกล่าวอ้าง การลงข้อสรุป และการสร้างข้อโต้แย้ง

จากสมรรถนะที่ระบุใน PISA 2015 และ PISA 2012 พบว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะประการหนึ่งที่ได้ระบุไว้ จึงอาจกล่าวได้ว่า ถ้านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก็จะพัฒนาสู่การเป็นบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ได้

### 2.3 ลักษณะและองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Osborne & Patterson (2011) ได้อธิบายลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า เป็นคำอธิบายที่แสดงลักษณะของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่อยู่บนพื้นฐานของข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ (Scientific facts) ดังนั้น คำอธิบายจึงเริ่มต้นด้วยข้อความที่กล่าวถึงปรากฏการณ์ที่ต้องได้รับการอธิบาย และไม่ใช่ข้อความที่แสดงความไม่แน่ใจ (Doubt) ทั้งนี้ คำอธิบายมีลักษณะเป็นคำตอบที่สำคัญ (Essentially answers) ในการตอบคำถาม ดังนั้น คำอธิบายจึงทำให้เกิดความชัดเจน และสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์เพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างสถานการณ์คำถามและคำตอบในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของ McNeil & Krajcik (2008) แสดงได้ดังนี้

สถานการณ์ที่กำหนด ในการตรวจสอบของเหลว 2 ชนิด ได้แก่ กรดบิวทานิก และบิวทานอล โดยการนำของเหลวทั้งสองชนิดมาคนให้เข้ากันแล้วให้ความร้อน หลังการทดลองพบว่าของเหลวมีการแยกชั้น กำหนดให้เป็นชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 จากนั้นใช้หลอดหยดสารนำตัวอย่างของเหลวที่ได้จากชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ไปตรวจสอบ ได้ผลดังตารางที่ 2.2

**ตารางที่ 2.2** ข้อมูลการตรวจสอบสมบัติของของเหลวตัวอย่าง

| ของเหลว | ประเด็นการตรวจสอบ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ความหนาแน่น ($g/cm^3$) | จุดเดือด (°C) | มวล (g) | ปริมาณ ($cm^3$) | การละลายในน้ำ |
| ก่อนนำของเหลวมาผสมกันแล้วให้ความร้อน | | | | | |
| กรดบิวทานิก | 0.96 | -7.9 | 9.78 | 10.18 | ละลายได้ |
| บิวทานอล | 0.81 | -89.5 | 8.22 | 10.15 | ละลายได้ |
| หลังจากนำของเหลวมาผสมกันแล้วให้ความร้อน | | | | | |
| ชั้นที่ 1 | 0.87 | -91.5 | 1.74 | 2.00 | ละลายไม่ได้ |
| ชั้นที่ 2 | 1.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | ละลายได้ |

เมื่อนำกรดบิวทานิกและบิวทานอลมาคนให้เข้ากันแล้วให้ความร้อนกับสารทั้งสองชนิดจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร อธิบายในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างแนวทางการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แสดงได้ดังนี้

ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนระบุได้อย่างถูกต้องว่าเมื่อนำกรดบิวทานิกและบิวทานอลมาคนให้เข้ากันแล้วให้ความร้อนกับสารทั้งสองชนิด จะไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

หลักฐาน ระบุได้ว่า กรดบิวทานิกและบิวทานอลมีความแตกต่างกันในด้านความสามารถในการละลาย จุดเดือด และความหนาแน่น และเปรียบเทียบกับของเหลวจากชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2

การให้เหตุผล ระบุได้ว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นที่มีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม และสารต่างชนิดกันจะมีสมบัติแตกต่างกัน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงได้ดังนี้

Kuhn & Reiser (2005) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อความที่แสดงถึงสิ่งที่เกิดขึ้น และสาเหตุของการเกิด โดยเป็นข้อความที่อ้างหรือข้อความที่สามารถทดสอบได้ภายใต้การศึกษาปรากฏการณ์นั้น ๆ

2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อความที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการตัดสินความถูกต้องของหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

McNeill, Lizotte, & Krajcik (2005) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหา

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง การลงความเห็นข้อมูลที่ได้มาจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงว่าหลักฐานสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

BSCS Center for Professional Development (2008) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง การยืนยันหรือข้อสรุปที่เป็นคำตอบของคำถาม

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนซึ่งมีความถูกต้องและเพียงพอ โดยหลักฐานสามารถนำมาจากการสำรวจตรวจสอบหรือแหล่งอื่น ๆ เช่น การสังเกต หรือข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง การลงความเห็นที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลดังกล่าวสามารถเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างไร สามารถแสดงการให้เหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม

Berland & Reiser (2009) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง คำตอบของคำถาม

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง การลงความเห็นที่แสดงว่าหลักฐานสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

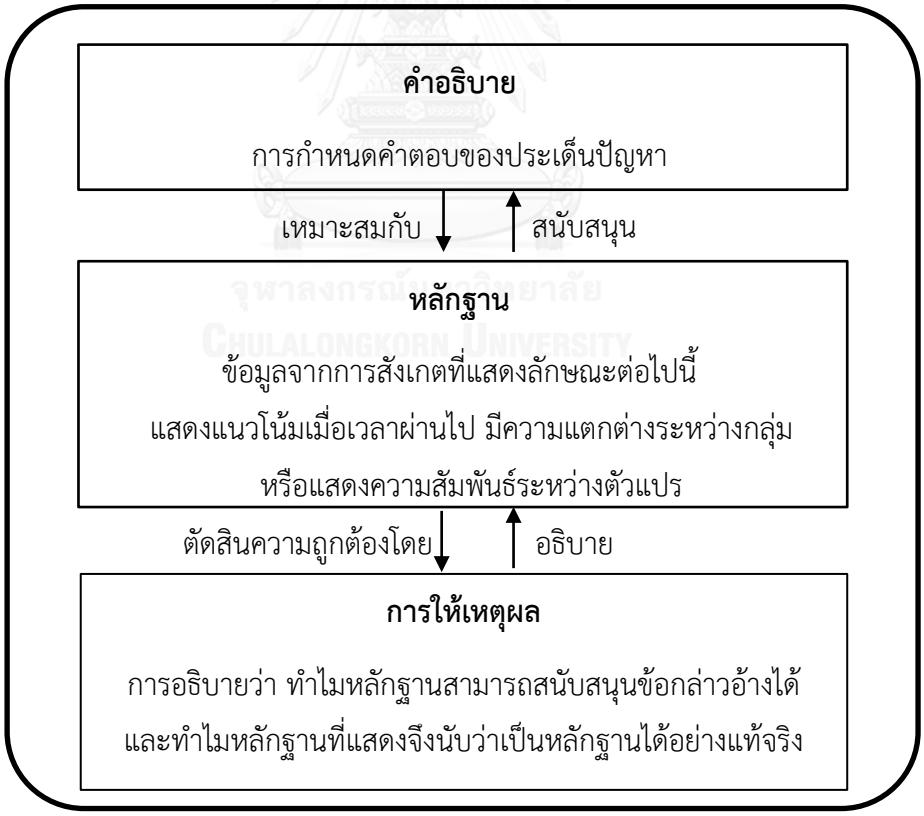
Sampson & Clark (2011) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) คำอธิบาย (Explanation) เป็นการกำหนดคำตอบหรือกลไกเชิงสาเหตุ (Causal mechanism) เพื่อตอบคำถามวิจัย นำสู่การสำรวจตรวจสอบ คำอธิบายนี้ขึ้นกับคำถามวิจัย โดยสามารถแสดงคำอธิบายในลักษณะการอธิบายการแก้ปัญหา บรรยายความสัมพันธ์ หรือการกำหนดเชิงกลไกเชิงสาเหตุ

2) หลักฐาน (Evidence) เป็นการกำหนดวัดหรือการสังเกต เพื่อสนับสนุนความถูกต้องของคำอธิบาย หลักฐานมีหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลที่เป็นตัวเลข จนกระทั่งข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเหล่านี้จะนับว่าเป็นหลักฐานก็ต่อเมื่อแสดงแนวโน้มเมื่อเวลาผ่านไป มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการหาเหตุผลเพื่อแสดงว่า ทำไมหลักฐานสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ และทำไมหลักฐานที่แสดงจึงนับว่าเป็นหลักฐานได้อย่างแท้จริง

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงได้ดังแผนภาพ




**แผนภาพที่ 2.1** องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดย Sampson & Clark (2011)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อความที่เป็นข้อสรุปหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา

2) หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง ข้อความที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยเป็นการแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลดังกล่าวสามารถเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

### 2.4 การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอได้ดังนี้

McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006) ได้ระบุเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังตารางที่ 2.3

**ตารางที่ 2.3** เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006)

| องค์ประกอบ | ระดับ | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| ข้อกล่าวอ้าง | ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือสร้างข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง | สร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ | สร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและสมบูรณ์ |
| หลักฐาน | ไม่กำหนดหลักฐาน หรือกำหนดหลักฐานที่ไม่เหมาะสม (หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) | กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอในการสรุปข้อกล่าวอ้าง | กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอในการสรุปข้อกล่าวอ้าง |

| องค์ประกอบ | ระดับ | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| การให้เหตุผล | ไม่กำหนดการให้เหตุผลหรือกำหนดการให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง | กำหนดการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยครอบคลุมหลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่เพียงพอ | กำหนดการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยครอบคลุมหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ |

BSCS Center for Professional Development (2008) ได้ระบุเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังตารางที่ 2.4

**ตารางที่ 2.4** เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ BSCS Center for Professional Development (2008)

| องค์ประกอบ | ระดับ 1 | ระดับ 2 | ระดับ 3 |
|---|---|---|---|
| ข้อกล่าวอ้าง | ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างหรือสร้างข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง | สร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ | สร้างข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ |
| หลักฐาน | ไม่กำหนดหลักฐานหรือกำหนดหลักฐานที่ไม่เหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอในการสรุปข้อกล่าวอ้าง หรืออาจกำหนดหลักฐานที่ไม่เหมาะสม | กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอในการสรุปข้อกล่าวอ้าง |
| การให้เหตุผล | ไม่กำหนดการให้เหตุผลหรือกำหนดการให้เหตุผลแต่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง | กำหนดการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ระบุหลักการทางวิทยาศาสตร์บาง | กำหนดการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ระบุหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ |

| องค์ประกอบ | ระดับ 1 | ระดับ 2 | ระดับ 3 |
|---|---|---|---|
| | | ประการแต่ยังไม่เพียงพอ | เหมาะสมและเพียงพอ |

McNeill & Krajcik (2008) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 2.5

**ตารางที่ 2.5** เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ McNeill & Krajcik (2008)

| องค์ประกอบ | ระดับคะแนน | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| ข้อกล่าวอ้าง<br>ข้อความหรือข้อสรุปที่ตอบคำถามหรือปัญหา | ไม่มีข้อกล่าวอ้างหรือสร้างข้อกล่าวอ้างที่ไม่แม่นยำ | (ไม่มีการประเมินในส่วนนี้) | ข้อกล่าวอ้างมีความแม่นยำและสมบูรณ์ |
| หลักฐาน<br>ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยข้อมูลต้องมีความเหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | ไม่กำหนดหลักฐานหรือกำหนดหลักฐานที่ไม่เหมาะสม (หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) | กำหนดหลักฐานที่เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรืออาจมีหลักฐานที่ไม่เหมาะสมบางประการ | กำหนดหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง |
| การให้เหตุผล<br>การตรวจสอบความถูกต้องที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ซึ่งเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ | ไม่กำหนดเหตุผลหรือกำหนดเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง | ใช้หลักฐานซ้ำ และมีความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง มีหลักการวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอ | กำหนดเหตุผลที่แม่นยำ และมีความสมบูรณ์ โดยมีความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง มีหลักการวิทยาศาสตร์ที่ |

| องค์ประกอบ | ระดับคะแนน | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| เหมาะสมและเพียงพอในการป้องกันข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน | | | เหมาะสมและเพียงพอ |

**3. การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถนำเสนอได้ 3 ประเด็น ดังนี้

**3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถแสดงได้ดังนี้

Strough, Berg, & Meegan (2001) ให้ความหมายว่า การปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของสังคม ที่สมาชิกแต่ละคนได้กำหนดสมมติฐาน เพื่อนำสู่การแปลความหมายของสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเจตนาหรือสมมติฐานที่กำหนดไว้

Weber, Lovrich, & Gaffney (2005) ให้ความหมายว่า การมีส่วนร่วมและการร่วมมือรวมพลังของสมาชิกในกลุ่ม รวมถึงการมีส่วนร่วมในชุมชนและองค์กรต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา

Hilliges, Terrenghi, Boring, Kim, Richter, & Butz (2007) ให้ความหมายว่า การทำงานร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อมูล และทักษะที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการแปลความหมายข้อมูลที่สื่อสารกัน ซึ่งเป็นความคิดใหม่และนำสู่การแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ได้

OECD (2013a) ให้ความหมายว่า ความสามารถของบุคคลแต่ละคนในการมีส่วนร่วมในกระบวนการพยายามแก้ปัญหา ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยการแบ่งปันความเข้าใจและความพยายามในการหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการรวบรวมความรู้ ทักษะ และความพยายามที่จะได้มาซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหานั้น ๆ

Hesse, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin (2015) ให้ความหมายว่า การทำงานร่วมกันและแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อแก้ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาที่มีความซับซ้อน ทั้งนี้ต้องอาศัยความพร้อมในการมีส่วนร่วม ความเข้าใจที่มีร่วมกัน และความสามารถในการจัดการความขัดแย้งระหว่างบุคคล

Kuhn (2015) ให้ความหมายว่า การทำงานร่วมกันในกลุ่ม โดยเริ่มตั้งแต่การกำหนดปัญหาและหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่ในการโต้แย้ง หรือหาความรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อนำสู่การแก้ปัญหาดังกล่าว

จากความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง หมายถึง การทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิด และทักษะระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ชุมชนหรือองค์กร เพื่อนำสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ

### 3.2 สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

OECD (2013a) ได้กำหนดสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งเป็นสมรรถนะหนึ่งในการประเมิน PISA 2015 มีทั้งหมด 3 ประการ ได้แก่

1) การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) นักเรียนต้องสามารถกำหนด ควบคุม และรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันโดยผ่านภาระงานที่มีการแก้ปัญหา โดยการตอบสนองต่อข้อมูล ส่งข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับภาระงานที่สำเร็จ กำหนดความหมายที่มีร่วมกัน ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่แต่ละคนรู้ และเพิ่มเติมข้อมูลที่สมาชิกในกลุ่มยังไม่รู้ อีกทั้งนักเรียนแต่ละคนต้องรู้จุดแข็งและจุดอ่อนที่สัมพันธ์กับงานของตนและเพื่อนร่วมกลุ่ม เพื่อเป็นพื้นฐานทั่วไปในการสื่อสารภายในกลุ่มจนสามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

2) การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking appropriate action to solve the problem) นักเรียนต้องสามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาและดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ รวมถึงการพยายามทำความเข้าใจปัญหา การสร้างเป้าหมายของกลุ่มในการแก้ปัญหา การสื่อสารในกลุ่ม การอธิบาย การลงความเห็น การเจรจาต่อรอง การโต้แย้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมาย ผู้ที่มีความชำนาญในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจะต้องสามารถยอมรับ ดำเนินการตามแผนและประเมินความสำเร็จของแผนที่ได้วางไว้

3) การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organization) นักเรียนต้องสามารถเข้าใจบทบาทของตนและสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม สื่อสารข้อมูลสำคัญ รวมทั้งปฏิบัติตามกฎ ควบคุมการจัดการต่าง ๆ และสามารถจัดการกับการสื่อสารที่ผิดพลาด

อุปสรรคที่เกิดขึ้นในการแก้ปัญหา รวมทั้งการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของกลุ่มในการแก้ปัญหา

เอกรินทร์ อัชชะกุลวิสุทธิ์ (2557) ได้เขียนอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ระบุใน PISA 2015 ไว้ 3 สมรรถนะ ได้แก่

1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) ประกอบด้วย (1) รู้และเข้าใจข้อสนเทศที่สำคัญ รวมทั้งจุดแข็งและจุดอ่อนที่สัมพันธ์กับงานที่ตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มต้องดำเนินการ และ (2) สื่อสารข้อสนเทศ ติดตาม แก้ไข และเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำภารกิจ

2) การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking appropriate action to solve the problem) ประกอบด้วย (1) เข้าใจปัญหาและรู้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย (2) สื่อสารในกลุ่มระหว่างการทำงานร่วมกันโดยใช้การอธิบาย การอภิปราย การต่อรอง การให้เหตุผล และการโต้แย้ง และ (3) ดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตน

3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organization) ประกอบด้วย (1) เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม รวมทั้งเฝ้าติดตามและรักษากฎระเบียบที่มีร่วมกัน และ (2) สื่อสารและถ่ายทอดข้อสนเทศที่สำคัญ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับเพื่อนร่วมกลุ่ม

กล่าวโดยสรุป สมรรถนะหลักของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง อ้างอิงตาม PISA 2015 (OECS, 2013a) ประกอบด้วย 3 ประการ ได้แก่ สมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) สมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking appropriate action to solve the problem) และสมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organization)

### 3.3 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถนำเสนอ 2 ประเด็น ดังนี้

**3.3.1 ลักษณะของสถานการณ์ ปัญหา หรือภาระงานที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

Cooper, Cox, Nammouz, & Case (2008) พัฒนาการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้การร่วมมือรวมพลัง (Collaboration) ในลักษณะของกลุ่มเชิงร่วมมือรวมพลังระยะสั้น (Short-term, collaborative groups) พบว่า นักเรียนมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและนักเรียนมีความสำเร็จในการทำภาระงานแก้ปัญหา (Case-based problem)

Care, Griffin, Scoular, Awwal, & Zoanetti (2015) ได้ระบุประเภทของปัญหาเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาที่มีขอบเขตชัดเจน (Well-defined problem) และปัญหาที่มีขอบเขตไม่ชัดเจน (Ill-defined problem) โดยปัญหาที่มีขอบเขตชัดเจนมักพบในหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ส่วนปัญหาที่มีขอบเขตไม่ชัดเจนนั้นจะมีความสัมพันธ์กับปัญหาในชีวิตประจำวัน และไม่จำเพาะกับเนื้อหาวิชา อย่างไรก็ตาม เป้าหมายของการสอนทักษะการแก้ปัญหาคือนักเรียนจะสามารถจัดการกับปัญหาที่มีขอบเขตไม่ชัดเจนที่พบในชีวิตประจำวัน

Care, Griffin, Scoular, Awwal, & Zoanette (2015) ได้ระบุรูปแบบของภาระงานสำหรับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังไว้ 2 รูปแบบ ได้แก่ ภาระงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ไม่อิงเนื้อหา (Content-free collaborative problem solving tasks) และภาระงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่อิงเนื้อหา (Content-dependent collaborative problem solving tasks) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ภาระงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ไม่อิงเนื้อหา เริ่มจากการตั้งสมมติฐานที่ได้ข้อมูลมาจากการสังเกตหรือจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังต้องอาศัยการสร้างสัมพันธ์ที่มีข้อตกลงที่ไปสู่ธรรมชาติของสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ โดยภาระงานรูปแบบนี้นักเรียนแต่ละคนจะมีวิธีการแก้ปัญหาที่แน่นอน และข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาจะได้รับการรวบรวมอยู่ในบริบทของสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องปรับโครงสร้างของสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นได้

ภาระงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่อิงเนื้อหา อาศัยทักษะและความรู้จากโรงเรียนหรืองานที่มีหลักสูตรเป็นฐาน ภาระงานดังกล่าวจะกระตุ้นการพัฒนาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามหลักสูตร (Assessable curriculum-linked problems) ที่สามารถแก้ไขได้อย่างร่วมมือรวมพลัง และเชื่อมโยงกับการเรียนและการสอนตามหลักสูตรคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ภาระงานจะต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาหลายขั้นตอนที่ต้องการการมีส่วนร่วมของบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ได้แก่ การแบ่งปันข้อมูล การสะท้อนคิดก่อนเปลี่ยนแปลงวิธีการที่ใช้ใน

การแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องเข้าใจปัญหาโดยใช้วิธีการที่เคร่งครัดในการสำรวจตรวจสอบและพัฒนาความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ไปยังสถานการณ์อื่น ๆ นักเรียนแต่ละคนจะมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม ภาระงานดังกล่าวถูกออกแบบมาเพื่อการทำงานอย่างเป็นอิสระ ดังนั้น นักเรียนจะได้รับความรู้จากการร่วมมือรวมพลังเพื่อนำไปประยุกต์ในการตอบคำถามอย่างเป็นอิสระรายบุคคล

Hesse, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin (2015) ระบุลักษณะของสถานการณ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยควรเป็นภาระงานที่แสดงถึงความเป็นจริงและสามารถวัดได้ (Task realism and measuability) ภาระงานควรมีลักษณะเป็นภาระงานที่มีขอบเขตไม่ชัดเจน (Ill-defined task) กล่าวคือ สมาชิกในกลุ่มต้องระบุการแก้ปัญหาที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการเจรจาต่อรองระหว่างสมาชิกในกลุ่ม อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดยทั่วไป มีสถานการณ์การประเมินในลักษณะเป็นภาระงานที่มีขอบเขตชัดเจน (Well-defined task) ส่งผลให้การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ภาระงานที่มีขอบเขตชัดเจนทำให้เปรียบเทียบความแตกต่างของภาระงานที่แตกต่างกันและบุคคลที่แก้ปัญหาหลายบุคคล ช่วยทำให้สอนขั้นตอนการแก้ปัญหาและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้

Kuhn (2015) ได้ระบุประเภทของภาระงานเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ภาระงานที่มีโครงสร้างชัดเจน (Well-structured task) ซึ่งเป็นภาระงานที่มีคำตอบชัดเจนและมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และ ภาระงานที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (Ill-structured task) ซึ่งเป็นภาระงานที่ไม่ได้มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

ตัวอย่างสถานการณ์ในการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง Barron (2000) จัดสถานการณ์เพื่อประเมินการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยสถานการณ์ปัญหามีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือเรื่องราวที่กำหนด นักเรียนต้องระบุปัญหาย่อย ๆ ที่เกิดขึ้น ระบุข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และสร้างสมการที่จำเป็นในการแก้ปัญหาในกลุ่มร่วมมือรวมพลัง (Collaborative groups) กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที นักเรียนแต่ละคนจะมีความเข้าใจที่เหลื่อมกันและนำข้อมูลมาแบ่งปันกันเพื่อนำสู่การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง อย่างไรก็ตาม สมาชิกในกลุ่มจะมีทั้งผู้พูดและผู้ฟัง ผู้ฟังต้องให้ความสนใจและให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้พูด ส่วนผู้ฟังจะหาทางที่เป็นไปได้ในการสื่อสารระหว่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

### 3.3.2 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

การกำหนดระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังนั้น OECD (2013a) ได้กำหนดไว้ 3 ระดับ ดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในระดับต่ำ หมายถึง นักเรียนตอบหรือสร้างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงานเพียงเล็กน้อย นักเรียนมีส่วนร่วมภายในกลุ่มเพียงเล็กน้อย การปฏิบัติของนักเรียนทำเป็นรายบุคคล ไม่เชื่อมโยงกับภาระงานที่ได้รับ นักเรียนไม่สื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มหรือสื่อสารเพียงเล็กน้อย เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในระดับปานกลาง หมายถึง นักเรียนตอบหรือสร้างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงานเป็นส่วนใหญ่ และมีความพร้อมในการปฏิบัติในระดับหนึ่ง นักเรียนมีส่วนร่วมในกลุ่ม เป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่ม แต่ไม่ได้เป็นผู้ริเริ่มในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานกลุ่มในแต่ละครั้ง

ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในระดับสูง หมายถึง นักเรียนตอบหรือสร้างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงานเป็นส่วนใหญ่ และมีความพร้อมในการปฏิบัติ เป็นผู้ริเริ่มในการขอข้อมูลจากผู้อื่น มีประสิทธิภาพในการแก้ไขความขัดแย้ง สถานการณ์ปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงและจัดการอุปสรรคที่เกิดขึ้น เป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่มและเป็นผู้ริเริ่มในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานกลุ่ม

ระดับความสามารถทั้ง 3 ระดับข้างต้น เมื่อพิจารณาตามสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถแสดงรายละเอียดโดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Scoring rubrics) ที่กำหนดโดย OECD (2013a) ดังตารางที่ 2.6

**ตารางที่ 2.6** ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อพิจารณาตามสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (OECD, 2013a)

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | | |
|---|---|---|---|
| | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| 1. การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | - นักเรียนมีการสื่อสารในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับภาระงาน<br>- นักเรียนให้ข้อมูล | - นักเรียนสร้างคำตอบและแสวงหาข้อมูลที่เหมาะกับมุมมองของตนและผู้อื่น | เพิ่มเติมจากความสามารถในระดับปานกลาง ได้แก่ |

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | | |
|---|---|---|---|
| | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| | เพียงเล็กน้อย หรือให้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง<br>- นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาที่นำสู่ความเข้าใจผิดในการสร้างความรู้ร่วมกัน<br>- นักเรียนให้ข้อมูลที่ซ้ำซ้อน หรือไม่ถูกต้องกับสมาชิกคนอื่นในกลุ่มทราบ<br>- นักเรียนให้ข้อมูลที่ไม่เหมาะสมกับเวลาและสถานการณ์ | - นักเรียนสร้างคำตอบและข้อมูลที่แสดงเป้าหมายของปัญหาและความต้องการในการทำภาระงานได้อย่างชัดเจน<br>- นักเรียนรับรองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในความเข้าใจที่มีร่วมกัน<br>- นักเรียนแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในความเข้าใจที่มีร่วมกันได้โดยทันที | - นักเรียนตื่นตัวในการแบ่งปันข้อมูลและมุมมองเกี่ยวกับตนเองและผู้อื่นที่จำเป็น<br>- นักเรียนริเริ่มในการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวกับความสามารถและมุมมองของสมาชิกในกลุ่ม<br>- นักเรียนริเริ่มในการแสดงความชัดเจนเกี่ยวกับเป้าหมายของการแก้ปัญหาเป้าหมายทั่วไปและภาระงานเมื่อบริบทมีความเหมาะสม<br>- นักเรียนแก้ไขความผิดพลาดเมื่อมีความจำเป็นและมีความริเริ่มในการปฏิบัติและการสื่อสารเพื่อ |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | | |
|---|---|---|---|
| | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| | | | แก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าว |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | - นักเรียนแสดงการปฏิบัติหรือการสื่อสารโดยการสุ่มหรือการลองผิดลองถูก<br>- นักเรียนแสดงการปฏิบัติที่ไม่เหมาะสมในการแบ่งภาระงาน<br>- นักเรียนแสดงการปรับเปลี่ยนแผนที่ไม่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหา | - นักเรียนแสดงการปฏิบัติและการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม<br>- นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ตามแผนที่ได้วางไว้<br>- การปฏิบัติหรือการสื่อสารของนักเรียนแสดงความก้าวหน้าในการหาวิธีการแก้ปัญหาตามลำดับที่ได้กำหนดไว้<br>- นักเรียนรับรองความสมบูรณ์ของการปฏิบัติโดยทันที<br>- นักเรียนมีส่วนร่วมในการปรับเปลี่ยนแผนและภาระงานโดยปราศจากการริเริ่มในการปรับเปลี่ยน | เพิ่มเติมจากความสามารถในระดับปานกลาง ได้แก่<br>- นักเรียนแสวงหาข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติภาระงานและการวางแผนเพื่อให้ดำเนินการอย่างสมบูรณ์โดยสมาชิกในกลุ่ม เมื่อสถานการณ์รอบข้างมีความเหมาะสม<br>- นักเรียนริเริ่มในการระบุ การเสนอ การบรรยาย หรือการเปลี่ยนแปลงภาระงาน เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น<br>- นักเรียนควบคุมการปฏิบัติงานของสมาชิกในทีม<br>- นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหา |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | | |
|---|---|---|---|
| | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| | | | อย่างมีประสิทธิภาพ |
| 3. การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม | - การปฏิบัติและการสื่อสารของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความไม่เข้าใจบทบาทของสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม<br>- การปฏิบัติของนักเรียนไม่เหมาะสมกับภาระงานที่ได้รับ<br>- นักเรียนพยายามแสดงภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้สมาชิกคนอื่นในกลุ่ม<br>- นักเรียนพยายามแก้ปัญหาเพียงคนเดียวเมื่อต้องอาศัยความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม | - นักเรียนรับรองบทบาทหน้าที่ที่ได้รับจากสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม<br>- การปฏิบัติและการสื่อสารของนักเรียนแสดงถึงความตระหนักว่านักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มในการแก้ปัญหา<br>- นักเรียนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในภาระงานที่ได้วางแผนไว้<br>- นักเรียนมีการตอบสนองที่เหมาะสมในการทำภาระงานให้สมบูรณ์<br>- นักเรียนรับรองอุปสรรคที่เกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาในทันที หรือบรรยายหรือแสดงการเกิดขึ้น | - การปฏิบัติและการสื่อสารของนักเรียนแสดงถึงความริเริ่มในการทำความเข้าใจและวางแผนบทบาทของสมาชิกกลุ่มในการแก้ปัญหา<br>- นักเรียนรับรองการแสวงหาความรู้ มอบหมายงาน และบทบาทที่ได้รับจากสมาชิกในกลุ่ม และแหล่งเรียนรู้ที่จำเป็นจากสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม<br>- นักเรียนริเริ่มในการระบุ เสนอ บรรยายและเปลี่ยนแปลงบทบาทของสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัญหา หรือเมื่อสมาชิกคนอื่นใน |

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | | |
|---|---|---|---|
| | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| | | ของอุปสรรคดังกล่าว | กลุ่มไม่มีส่วนร่วมตามที่ได้วางแผนไว้<br>- นักเรียนริเริ่มในการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ เมื่อสถานการณ์รอบข้างมีความเหมาะสม |

**4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถแสดงได้ดังนี้

**4.1 งานวิจัยต่างประเทศ**

Strough, Berg, & Meegen (2001) ทำวิจัยเรื่อง Friendship and gender differences in task and social interpretation of peer collaborative problem solving กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 82 คน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นรายบุคคล โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกสมาชิกกลุ่มเอง และคงสมาชิกกลุ่มเดิมไว้ตลอดการวิจัย โดยเลือกเพื่อนที่เป็นเพศเดียวกันและเป็นเพื่อนกัน ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาในการทำภาระงานลดลง และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง การเลือกทำงานร่วมกับเพื่อนเพศเดียวกันและการทำงานในกลุ่มที่เป็นเพื่อนกัน ทำให้มีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างสบายใจมากกว่า

Kaartinen & Kumpulainen (2002) ทำวิจัยเรื่อง Collaborative inquiry and the construction of explanations in the learning of science กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 18 คน ที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยในประเทศฟินแลนด์ ครูจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังในบทเรียนเรื่องการละลาย พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนสร้างคำอธิบายในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยไม่ได้ประยุกต์ความรู้และไม่ได้สืบเสาะหาความรู้เพื่อนำสู่การอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าว แต่หลังเรียนพบว่า นักเรียนประยุกต์

ความรู้ไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่แสดงถึงผลลัพธ์ สาเหตุ และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น

Chang, Sung, & Lee (2003) ทำวิจัยเรื่อง Web-based collaborative inquiry learning กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 17 คน จากมหาวิทยาลัยในประเทศไต้หวัน โดยครูได้จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังในขั้นตอนของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง โดยนักเรียนจะได้แบ่งปันข้อมูล ผลจากการศึกษา และความคิด ของตนเองให้เพื่อนในกลุ่มได้ศึกษา จากนั้นจะทบทวนหรือปรับแก้ไขงานของตนเองโดยผ่านการอภิปราย การถามคำถาม การโต้แย้ง และการอธิบาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถอภิปรายและแบ่งปันความคิดของตนเอง ซึ่งนำสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน ทำให้ผลการเรียนสูงขึ้น

Gillies (2003) ทำวิจัยเรื่อง Structuring cooperative group work in classroom โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลลัพธ์การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการทำงานร่วมกันโดยการช่วยเหลือแบ่งปันความคิด และยอมรับฟังมุมมองของเพื่อนในกลุ่ม ร่วมกันค้นหาวิธีการแก้ปัญหาและการสร้างความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการทำงานกลุ่มย่อยอย่างร่วมมือ (Cooperative small-group work) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แรงกระตุ้นในการเรียนมากกว่าการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มด้วยความเต็มใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างการทำกิจกรรมในกลุ่มย่อย

Howe et al. (2007) ทำวิจัยเรื่อง Group work in elementary science: towards organizational principles for supporting pupil learning กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนในระดับประถมศึกษาที่มีอายุ 10-12 ปี ในประเทศสกอตแลนด์ นักเรียนได้เรียนเนื้อหา 2 บทเรียน ได้แก่ บทเรียนเรื่องการระเหยและการควบคุม และบทเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม อภิปรายแสดงความคิดเห็น และหาข้อสรุปร่วมกัน และบันทึกเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา 2 บทเรียนข้างต้นได้โดยผ่านกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม

Gotwals & Songer (2009) ทำวิจัยเรื่อง Reasoning up and down a food chain: using an assessment framework to investigate students' middle knowledge กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 318 คนในสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในบทเรียนเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาที่เนื้อหาบทเรียนมีความยากง่ายแตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์มากกว่ากับข้อคำถามที่ต้องใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ เรื่องผนวกเข้าด้วยกัน

Thompson, Braaten, Windschitl, Sjoberg, Jones, & Martinez (2009) ทำวิจัยเรื่อง Collaborative inquiry into students' evidence-based explanations: How groups of science teachers can improve teaching and learning โดยเป็นการร่วมมือรวมพลังกันระหว่างครูวิทยาศาสตร์ เดือนละ 8 ชั่วโมง เพื่อทำความเข้าใจความคิดของนักเรียนที่ใหม่และลึกซึ้งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น และสร้างสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตจากการทดลองเรื่องการหายใจได้

Chang & Mao (2010) ทำวิจัยเรื่อง The effects on students' cognitive achievement when using the cooperative learning method in earth science classrooms กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 770 คน ในประเทศไต้หวัน นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องวิทยาศาสตร์ของโลกโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ รวมนักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือมีความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของโลกในระดับสูง แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

Engelmann & Hesse (2010) ทำวิจัยเรื่อง How digital concept maps about the collaborators' knowledge and information influence computer-supported collaborative problem solving กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยจำนวน 120 คน ครูจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมรวมพลัง (Computer-supported collaborative learning: CSCL) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองสร้างผังกราฟิกของกลุ่มที่มีความพัฒนาจากผักราฟิกรายบุคคล ในขณะที่ผังกราฟิกของนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างจากผังกราฟิกรายบุคคล นอนจากนั้นยังพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพในการทำงานกลุ่มสูง ส่งผลให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเพิ่มขึ้น และสามารถแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Kyprianidou, Demetriadis, Tsiatsos, & Pombortsis (2012) ทำวิจัยเรื่อง Group formation based on learning styles: can it improve students' teamwork? กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยจำนวน 50 คน กลุ่มทดลองเรียนพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดโดยผ่านรูปแบบการสอน ADDIE (ADDIE model) ที่มีการทำงานเป็นทีมจัดกลุ่มกลุ่มละ 3-5 คน โดยจัดกลุ่มแบบคละความสามารถ ผลการวิจัยพบว่า การทำงานเป็นทีมช่วยพัฒนาความสามารถในการร่วมมือรวมพลังภายในกลุ่มให้เกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหา นักเรียนมีการจัดการภาระงานและแบ่งหน้าที่อย่างเหมาะสมโดยพิจารณาจากความสนใจและความถนัดของสมาชิกในทีม

Engelman, Kozlov, Kolodziej, & Clariana (2014) ทำวิจัยเรื่อง Fostering group norm development and orientation while creating awareness contents for improving net-based collaborative problem solving กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยจำนวน 120 คน ในประเทศเยอรมัน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสร้างผังกราฟิกเช่นเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่สามารถเห็นผลงานการสร้างผังของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มได้ตลอดการสร้างผังของตนนั้น นักเรียนให้ความเห็นว่าเป็นประโยชน์ต่อการสร้างผังของตนเอง โดยนักเรียนสามารถรับรู้ความเชี่ยวชาญของเพื่อนในการสร้างผังได้อย่างชัดเจนทั้งด้านเนื้อหาในผังและวิธีการสร้างผัง อีกทั้งผังของนักเรียนกลุ่มทดลองพัฒนาจากผังของนักเรียนแต่ละบุคคล นักเรียนกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพการทำงานสูงส่งผลให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและสามารถแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Ge, Yang, Liao, & Wolfe (2015) ทำวิจัยเรื่อง Perceived affordance of a technology-enhanced active learning classroom in promoting collaborative problem solving เป็นการวิจัยแบบผสม (Mixed-method research) กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาจำนวน 92 คน 4 ห้องเรียน ในมหาวิทยาลัยทางตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา พบว่า นักศึกษามีมุมมองในการทำงานร่วมกันที่ดีขึ้น มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่มมากขึ้น และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Mudadigwa (2015) ทำวิจัยเรื่อง Teacher's use of pedagogical link-making in the teaching of chemical change: the case of one Grade 10 physical science class in Gauteng กลุ่มตัวอย่างคือครูผู้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเทศแอฟริกาใต้ ที่สอนรายวิชาเคมีในหัวข้อปฏิกิริยาเคมีในสารละลาย ผลการวิจัยพบว่า ครูใช้แนวคิดการสร้างความรู้ในการเรียนรู้อย่างมีความหมายโดยผ่านกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ อธิบายมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

**4.2 งานวิจัยในประเทศ**

สุพัตรา จันทรโฆษิต (2552) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทเสริมศักยภาพมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายหลังเรียนในระดับดี และมีความสามารถสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 66 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดี และมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้วงจรการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 61 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน EIMA มีความสามารถในการสร้างคำอธบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก

อนงค์รัตน์ แก้วบำรุง (2554) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์เรื่องงานและพลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 66 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนฟิสิกส์ด้วยรูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พจีลักษณ์ ขวัญใจ (2555) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาร์เลิร์นนิ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตาร์เลิร์นนิ่ง มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ ยังไม่พบงานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยข้างต้น การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีความเหมาะสมในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองได้อย่างเหมาะสมโดยได้รับการปรับแก้ไขจากสมาชิกในกลุ่ม และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้มากขึ้น

## 5. กรอบแนวคิดในการวิจัย

**แผนภาพที่ 2.2** กรอบแนวคิดในการวิจัย

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย 5 ประเด็น ได้แก่

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัยแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

## 1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพประกอบ มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two-group posttest only design ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง และกลุ่มควบคุมที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป มีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง (วรรณี แกมเกตุ, 2555) ดังแผนภาพ

**แผนภาพที่ 3.1** รูปแบบการวิจัยแบบ Two-group posttest only design

| | |
|---|---|
| กลุ่มทดลอง | X ----- O |
| กลุ่มควบคุม | ~X ----- O |

| | | |
|---|---|---|
| X | หมายถึง | การเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง |
| ~X | หมายถึง | การเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน |
| O | หมายถึง | การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง |

**2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

**ประชากร**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกคือ ผู้บริหารสถานการศึกษาให้การสนับสนุน โรงเรียนเปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจำนวนนักเรียนมีเพียงพอสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ครูผู้สอน และนักเรียนให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

1.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

โรงเรียนมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 ห้องเรียน ผู้วิจัยดำเนินการเลือกห้องเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบความเท่าเทียมของกลุ่มตัวอย่าง จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 21102) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 21102) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 4 ห้องเรียน มาทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ระหว่างนักเรียนทั้ง 4 ห้องเรียน

| ห้องเรียน | $\overline{x}$ | SD | F value |
|---|---|---|---|
| ม. 2/1 | 75.11 | 11.56 | .507 |
| ม. 2/2 | 75.14 | 9.53 | |
| ม. 2/3 | 77.32 | 10.98 | |
| ม. 2/4 | 74.09 | 12.40 | |

จากตารางที่ 3.1 แสดงว่า เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 4 ห้องเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 4 ห้องไม่แตกต่างกัน

2. เลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ผลปรากฏว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง จำนวน 37 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป จำนวน 36 คน

**3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

   1.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

   1.2 แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่

   2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

   2.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

โดยรายละเอียดของการพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ สามารถแสดงได้ดังนี้

## 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 แบบคือ แบบวัดความสามารถในการสร้างอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งมีรายละเอียดของการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

### 3.1.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น จำนวน 2 ชุด ชุดแรกใช้เพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน จำนวน 4 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหาสาระ 2 บทเรียน ได้แก่ การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี บทเรียนละ 2 ข้อ และชุดที่สองใช้เพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 ข้อ สำหรับการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะพิจารณาจากคะแนนหลังเรียนเท่านั้น รายละเอียดของการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ สามารถแสดงดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยปรับจากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน ตามที่ระบุในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และกำหนดองค์ประกอบที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ซึ่งอิงตามแนวคิดที่ได้ศึกษา

2. ศึกษาเนื้อหาสาระที่ใช้ในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังตารางที่ 3.2

**ตารางที่ 3.2** มโนทัศน์หลักของเนื้อหาในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| ข้อ | หัวข้อเรื่อง |
|---|---|
| แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) | |
| 1 | การแยกสาร |
| 2 | สารประกอบและธาตุ |
| 3 | การเกิดปฏิกิริยาเคมี |
| 4 | ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม |

| ข้อ | หัวข้อเรื่อง |
|---|---|
| แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ระหว่างเรียน) | |
| 1 | การแยกสารผสมอย่างง่าย |
| 2 | การสกัดด้วยตัวทำละลาย |
| 3 | โครมาโทกราฟี |
| 4 | สารประกอบและธาตุ |
| 5 | สมบัติบางประการของธาตุ |
| 6 | พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี |
| 7 | ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี |
| 8 | ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม |

3. ศึกษาและกำหนดนิยามของข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดเกณฑ์การประเมิน โดยปรับจาก McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006) BSCS Center for Professional Development (2008) และ McNeill & Krajcik (2008) ดังตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.3** นิยามและเกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยปรับจาก McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006) BSCS Center for Professional Development (2008) และ McNeill & Krajcik (2008)

| รายการประเมิน | นิยาม | เกณฑ์การประเมิน |
|---|---|---|
| 1. ข้อกล่าวอ้าง | ข้อความที่เป็นข้อสรุปหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา | การระบุข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ |
| 2. หลักฐาน | ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | การระบุหลักฐานที่เหมาะสมและเพียงพอ ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง |

| รายการประเมิน | นิยาม | เกณฑ์การประเมิน |
|---|---|---|
| 3. การให้เหตุผล | ข้อความที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยเป็นการแสดงให้เห็นว่าข้อมูลดังกล่าวสามารถเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง | การระบุการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอ |

4. เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยปรับตามแนวคิด McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx (2006) BSCS Center for Professional Development (2008) และ McNeill & Krajcik (2008) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินในงานวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการประเมินความสามารถในการคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากแบบสอบเป็นรายข้อ ตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Scoring rubrics) 4 ระดับ กำหนดค่าคะแนนตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งข้อคำถามทุกข้อใช้เกณฑ์การประเมินเดียวกัน แต่มีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดตามบริบทของเนื้อหา เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มี 2 เครื่องมือ ดังนี้

1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) มีข้อคำถาม 4 ข้อ คะแนนอยู่ในช่วง 0-36 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล แต่ละองค์ประกอบมีคะแนนอยู่ในช่วง 0-12 คะแนน จากนั้นนำคะแนนไปแปลผลเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ระหว่างเรียน) มีข้อคำถาม 8 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนนอยู่ในช่วง 0-9 คะแนน เมื่อพิจาณาคะแนนองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล แต่ละองค์ประกอบมีคะแนนอยู่ในช่วง 0-3 คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาพิจารณาเป็นคะแนนพัฒนาการในการสนับสนุนระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

5. กำหนดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกำหนดช่วงคะแนนรวมและคะแนนเฉลี่ยร้อยละเป็น 3 ระดับ ระดับความสามารถควรปรับปรุงจะมีคะแนนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนระดับความสามารถดีมากและดีจะมีช่วงคะแนนเท่ากัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ดังตารางที่ 3.4 และ 3.5

**ตารางที่ 3.4** ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนรวม

| คะแนนรวม | คะแนนเฉลี่ยร้อยละ | ระดับความสามารถ |
|---|---|---|
| 27.00-36.00 | 75.00-10.00 | ดีมาก |
| 18.00-26.99 | 50.00-74.99 | ดี |
| 0.00-17.99 | 0.00-49.99 | ควรปรับปรุง |

**ตารางที่ 3.5** ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนแต่ละองค์ประกอบ

| คะแนนแต่ละองค์ประกอบ | คะแนนเฉลี่ยร้อยละ | ระดับความสามารถ |
|---|---|---|
| 9.00-12.00 | 75.00-10.00 | ดีมาก |
| 6.00-8.99 | 50.00-74.99 | ดี |
| 0.00-5.99 | 0.00-49.99 | ควรปรับปรุง |

6. ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำแบบวัดที่แก้ไขแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) ใน 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ความสอดคล้องของคำตอบกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) ความเหมาะสมของคำตอบในแต่ละระดับคะแนน จากนั้น คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (วรรณี แกมเกตุ, 2555) และปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ามีคะแนนความสอดคล้องของคำตอบกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 0.67-1.00 และมีคะแนนความเหมาะสมของคำตอบกับระดับคะแนน 1.0 (รายละเอียดในภาคผนวก ค) ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการปรับแก้ไข สรุปได้ดังนี้

1) ให้ระบุหัวข้อเรื่องที่แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) ระบุองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกำหนดพื้นที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบแต่ละองค์ประกอบ

3) คำถามข้อที่ 1 การแยกสาร ปรับคำถามให้ชัดเจนว่า ตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดสี และตัวทำละลายใดเหมาะในการสกัดกลิ่นของตะไคร้หอม

4) คำถามข้อที่ 2 สารประกอบและธาตุ ให้เพิ่มข้อความด้านบนคอลัมภ์ “สมบัติบางประการของธาตุ” และเปลี่ยนจากคำว่า “สารที่ไม่ทราบชนิด” เป็นคำว่า “ธาตุที่ไม่ทราบชนิด”

5) คำถามข้อที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม หลักฐานสามารถระบุได้ทั้งโครงสร้างของเครื่องเล่นและการเกิดสนิม ดังนี้ “เพราะเครื่องเล่นกระดานลื่นมีโครงสร้างที่ทำจากเหล็ก และมีสนิมเกิดขึ้น แต่โครงสร้างบริเวณที่สำหรับนั่งของไม้กระดก ทำจากไม้ และไม่มีสนิมเกิดขึ้น”

นอกจากนี้ จากการนำเสนอร่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต่อคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยชิบะ ประเทศญี่ปุ่น จำนวน 4 ท่าน ได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนควรมีระดับความยากมากขึ้น เพื่อสามารถตรวจสอบความเข้าใจและเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้อย่างชัดเจนขึ้น และเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม เป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอนของครูโดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

7. นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรียนเรื่อง การจำแนกสาร และปฏิกิริยาเคมี มาแล้ว เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ระหว่างเรียน) ด้วยการตรวจสอบค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยข้อสอบที่ใช้ได้จะมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.23-0.55 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.32-0.44 ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค 50% (โชติกา ภาษีผล, ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, และกมลวรรณ ตังธนกานนท์, 2558) และคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ($\alpha$-coefficient) ของคอนบาร์ค รวมทั้งสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับความชัดเจนของภาษา และความเข้าใจข้อมูลที่กำหนดในสถานการณ์คำถามแต่ละข้อคำถาม

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทดลองใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 35 คน ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) สรุปว่า ข้อสอบมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.23-0.55 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ช่วง 0.32-0.44 (รายละเอียดในภาคผนวก ค) และแบบสอบฉบับนี้มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.68

สำหรับการสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมในประเด็นด้านความชัดเจนของภาษาความเข้าใจข้อมูลที่กำหนดในสถานการณ์คำถามแต่ละข้อคำถาม มีรายละเอียดดังนี้

1) คำถามข้อที่ 1 การแยกสาร ปรับคำถามให้มีความชัดเจนว่าคำถามต้องการถามถึงตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสีและกลิ่นได้ หรือถามถึงตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสี และตัวทำละลายที่เหมาะในการสกัดกลิ่น

2) คำถามข้อที่ 2 สารประกอบและธาตุ ข้อคำถามมีความชัดเจนดี ไม่ง่ายหรือยากเกินไป แต่ต้องวิเคราะห์โดยใช้ความรู้พื้นฐานประกอบจึงจะสามารถทำได้

3) คำถามข้อที่ 3 การเกิดปฏิกิริยาเคมี ข้อมูลในโจทย์มีปริมาณมาก แต่สามารถอ่านข้อมูลตารางแล้วเข้าใจชัดเจน ไม่สับสน

4) คำถามข้อที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ข้อความในข้อสอบมีความชัดเจน สามารถนึกภาพตามสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้ตอบคำถามได้ ไม่สับสน

8. นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นนำไปใช้จริงในการวิจัย

### 3.1.2 แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยอิงตามเอกสารกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง PISA 2015 (OECD, 2013a) เพื่อใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีรายละเอียดของการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายและองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ตามที่ระบุในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

2. กำหนดองค์ประกอบที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยอิงตามนิยามของสมรรถนะหลักในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ระบุในเอกสารกรอบแนวคิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง PISA 2015 (OECD, 2013a)

3. ดำเนินการสร้างแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยกำหนดประเด็นการประเมินและพฤติกรรมการประเมินในแต่ละระดับคะแนน ทั้งนี้ แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมี 2 ฉบับ ได้แก่ แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ใช้เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย และแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม ใช้เพื่ออภิปรายผลการวิจัยเพิ่มเติม

4. นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 4 คน และกลุ่มนักเรียน 4 กลุ่ม โดยผู้วิจัยฝึกการสังเกตร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา 1 ครั้ง โดยใช้แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง และแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม

ผลการทดลองใช้เครื่องมือ แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง และแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม พบว่า ประเด็นการสังเกตบางประเด็นไม่สามารถประเมินได้จากการสังเกต และการให้คะแนนระดับพฤติกรรมการแสดงออกยังไม่มีความชัดเจนเพียงพอ

5. นำแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ทดลองใช้แล้วมาปรับแก้ไขประเด็นการสังเกต โดยเลือกประเด็นการสังเกตจากการวิเคราะห์นิยามของสมรรถนะหลักในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ทั้ง 3 ประการ จากนั้นกำหนดพฤติกรรมของประเด็นการประเมินในแต่ละระดับคะแนน โดยจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตและประเมินได้

6. นำแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ปรับแก้ไขแล้ว นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยแบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง และแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม แต่ละฉบับมีประเด็นการประเมิน 7 ประเด็น ดังตารางที่ 3.6

**ตารางที่ 3.6** ประเด็นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อพิจารณาตามสมรรถนะหลัก

| สมรรถนะหลักในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ประเด็นการประเมิน |
|---|---|
| 1. การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | 1.1 การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน |
| | 1.2 การควบคุมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | 2.1 การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกในกลุ่มในการทำภาระงาน |
| | 2.2 การปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมาย/หรือที่ได้วางแผนไว้ |
| | 2.3 การสื่อสารกันระหว่างการดำเนินกิจกรรม เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ |
| 3. การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม | 3.1 การเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ (เฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้า) |
| | 3.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของกลุ่ม |

7. กำหนดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนโดยพิจารณาจากคะแนนรวม และพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแยกตามสมรรถนะหลัก ดังตารางที่ 3.7

**ตารางที่ 3.7** ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อพิจารณาจากคะแนนรวมและพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแยกตามสมรรถนะหลัก

| คะแนน | ระดับความสามารถ |
|---|---|
| 2.34-3.00 | สูง |
| 1.67-2.33 | ปานกลาง |
| 1.00-1.66 | ต่ำ |

8. นำแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่สร้างขึ้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและภาษาที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

9. นำแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ปรับแก้ไขแล้ว เสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) ใน 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ความสอดคล้องของพฤติกรรมการประเมินกับนิยามของสมรรถนะหลัก และ 2) ความชัดเจนของพฤติกรรมการประเมิน (รายละเอียดในภาคผนวก ค) จากนั้นคัดเลือกประเด็นการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (วรรณี แกมเกตุ, 2555) และปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนนความสอดคล้องของพฤติกรรมการประเมินกับนิยามของสมรรถนะหลัก 1.0 ทุกประเด็นการสังเกต และให้คะแนนความชัดเจนของพฤติกรรมการประเมิน 1.0 (รายละเอียดในภาคผนวก ค) โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการแก้ไขดังนี้

1) เปลี่ยนคำที่ใช้บรรยายในระดับพฤติกรรมของประเด็นการประเมิน 1.1 การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน จากคำว่า “วางแผนการดำเนินการ” เป็น “พูดคุยเกี่ยวกับการดำเนินการ”

2) เพิ่มพฤติกรรมระดับคะแนน 1 ของประเด็นการประเมิน 2.1 การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกเพื่อแบ่งหน้าที่ในการทำภาระงาน เป็น “นักเรียนสื่อสารเกี่ยวข้องกับการแบ่งบทบาทหน้าที่ แต่ไม่พิจารณาจุดแข็งจุดอ่อน”

แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนนความสอดคล้องของพฤติกรรมการประเมินกับนิยามของสมรรถนะหลัก 1.0 ทุกประเด็นการสังเกต และให้คะแนนความชัดเจนของพฤติกรรมการประเมิน 0.67-1.0 (รายละเอียดในภาคผนวก ค) โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการแก้ไขดังนี้

1) เปลี่ยนคำที่ใช้บรรยายในระดับพฤติกรรมของประเด็นการประเมิน 1.1 การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน จากคำว่า “วางแผนการดำเนินการ” เป็น “พูดคุยเกี่ยวกับการดำเนินการ”

2) เพิ่มพฤติกรรมระดับคะแนน 1 ของประเด็นการประเมิน 2.1 การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกเพื่อแบ่งหน้าที่ในการทำภาระงาน เป็น “นักเรียนสื่อสารเกี่ยวข้องกับการแบ่งบทบาทหน้าที่ แต่ไม่พิจารณาจุดแข็งจุดอ่อน”

3) ปรับพฤติกรรมระดับคะแนน 1 ของประเด็นการประเมิน 2.2 การปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมายหรือที่ไว้วางแผนไว้ เป็น “สมาชิกแต่ละคนต่างคนต่างดำเนินงานโดยไม่คำนึงถึงแผนการดำเนินการของกลุ่มหรือขั้นตอนที่กลุ่มได้รับ”

นอกจากนี้ จากการนำเสนอร่างแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ต่อคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยชิบะ ประเทศญี่ปุ่น จำนวน 4 ท่าน ได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีประเด็นการสังเกตที่ชัดเจนและครอบคลุมสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง และพฤติกรรมแต่ละระดับคะแนนของประเด็นการเมินนั้นมีระดับที่แตกต่างกันชัดเจน

10. นำแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและอนุมัติให้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ครั้ง เพื่อฝึกสังเกตและตรวจสอบความเที่ยงระหว่างผู้สังเกต (Interrater reliability) รวม 4 คน ได้แก่ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 3 ท่าน รวมทั้งสอบถามผู้ช่วยวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับความชัดเจนของระดับพฤติกรรมในการประเมิน

ผลการตรวจสอบความเที่ยงระหว่างผู้สังเกตครั้งที่ 2 พบว่า แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม มีช่วงคะแนนตั้งแต่ 0.98-1.00 และ 0.95-1.00 ตามลำดับ (รายละเอียดในภาคผนวก ค) แสดงว่า ผู้สังเกตแต่ละคู่มีความสัมพันธ์ในการให้คะแนนในระดับสูง (วรรณี แกมเกตุ, 2555) นอกจากนั้นจากการสอบถามผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับความชัดเจนระดับพฤติกรรมในการประเมิน มีข้อเสนอแนะและข้อตกลงร่วมกันในการประเมิน ดังนี้

1) ประเด็นการประเมิน 1.1 การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน พิจารณาเฉพาะช่วงการปรึกษาพูดคุยกันระหว่างนักเรียนในแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับภาระงาน ในช่วงก่อนเริ่มการทำกิจกรรมหรือการทดลอง

2) ประเด็นการประเมิน 2.1 การพิจารณาการแบ่งหน้าที่ของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่าคำนึงถึงจุดแข็งจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคนหรือไม่นั้น ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสังเกตจากพฤติกรรมการพูดคุยของนักเรียนในการแบ่งหน้าที่การทำงานก่อนเริ่มกิจกรรมว่า มีความเกี่ยวข้องกับความถนัดหรือความสามารถของสมาชิกในกลุ่มหรือไม่

3) ประเด็นการประเมิน 3.1 การเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ (เฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้า) จะมีการประเมินข้อนี้เฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้าระหว่างการทำกิจกรรมหรือการทดลองเท่านั้น ถ้าไม่มีปัญหาเฉพาะหน้าเกิดขึ้นจะไม่มีการประเมินข้อนี้

11. ดำเนินการออกแบบสถานการณ์สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดยอิงตามเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 2 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 การแยกสาร และสถานการณ์ที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี

12. นำสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมการประเมินกับความเหมาะสมของสถานการณ์ ใน 3 ประเด็น ได้แก่ 1) สถานการณ์เอื้อให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง 2) ความเหมาะสมของสถานการณ์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3) ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการอธิบายสถานการณ์ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา มีคะแนนความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมการประเมินกับความเหมาะสมของสถานการณ์ ใน 3 ประเด็นเป็น 0.67-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค) ทั้งนี้มีข้อเสนอแนะในการปรับแก้ไข สรุปได้ดังนี้

1) สถานการณ์ที่ 1 ให้ระบุที่มาของน็อตและอธิบายเพิ่มเติมว่าน็อตในสถานการณ์เป็นเหล็กหรือไม่

2) สถานการณ์ที่ 2 ถ้านักเรียนเคยเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวกับการเกิดแก๊สจากสารตั้งต้นที่ให้มาแล้วออกแบบการทดลอง นักเรียนจึงจะสามารถทำการทดองได้ แต่ถ้านักเรียนยังไม่เคยเรียน แต่สามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองในเรื่องนี้เพิ่มเติม จะได้เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการวางแผนการทดลอง

13. นำแบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องอีกครั้งและนำไปใช้จริงในการวิจัย

**3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง**

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การจำแนกสาร และปฏิกิริยาเคมี อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. จัดเนื้อหาเพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน รวม 23 คาบ โดยสรุปได้ดังตารางที่ 3.8

**ตารางที่ 3.8** เนื้อหาและจำนวนคาบที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

| ลำดับแผน | เนื้อหา | จำนวนคาบ |
|---|---|---|
| บทที่ 1 การจำแนกสาร | | |
| 1 | การแยกสารผสมอย่างง่าย | 2 |
| 2 | การสกัดด้วยตัวทำละลาย | 2 |
| 3 | โครมาโทกราฟี | 2 |
| 4 | การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า และสารประกอบและธาตุ | 2 |
| 5 | สมบัติบางประการของธาตุและตารางธาตุ | 4 |
| บทที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี | | |
| 6 | การเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี | 5 |
| 7 | ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 4 |
| 8 | ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | 2 |
| | รวม | 23 |

3. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาและจำนวนคาบเรียนที่กำหนด โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง และกลุ่มควบคุมที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ตามวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อบรมครูทั่วประเทศให้มีความรู้ความเข้าใจ และใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย

4. กำหนดเทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง ในขั้นที่ 3 การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังของแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง ทั้งหมด 8 แผน โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอน ดังตารางที่ 3.9

**ตารางที่ 3.9** เทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

| ลำดับแผน | เนื้อหา | เทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง |
|---|---|---|
| บทที่ 1 การจำแนกสาร | | |
| 1 | การแยกสารผสมอย่างง่าย | การพูดรอบวง (Round robin) |
| 2 | การสกัดด้วยตัวทำละลาย | การใช้สิทธิ์ในการอภิปราย (Talking chips) |
| 3 | โครมาโทกราฟี | การใช้สิทธิ์ในการอภิปราย (Talking chips) |
| 4 | การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า และสารประกอบและธาตุ | คิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดร่วมกัน (Think-pair-share) |
| 5 | สมบัติบางประการของธาตุและตารางธาตุ | การพูดรอบวง (Round robin) |
| บทที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี | | |
| 6 | การเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี | การเขียนรอบวง (Round table) |
| 7 | ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี | การเขียนรอบวง (Round table) |
| 8 | ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | คิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดร่วมกัน (Think-pair-share) |

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ และความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของ

แผนการจัดการเรียนรู้ ในด้านความสอดคล้องของรายละเอียดกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ (รายละเอียดในภาคผนวก ค) จากนั้นนำคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมาปรับปรุงแก้ไข

ผลการตรวจคุณภาพเครื่องมือพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนนความสอดคล้องของรายละเอียดกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังตั้งแต่ 0.33-1.00 และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปมีคะแนนความสอดคล้องตั้งแต่ 0.00-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค) และผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการแก้ไข สรุปได้ดังนี้

1) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้กระชับและได้ใจความสมบูรณ์

2) ปรับคำว่า “เนื้อหา/สาระ” เป็น “สาระการเรียนรู้” และคำว่า “การวัดและประเมินผล” เป็น “การประเมินผลการเรียนรู้”

3) การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่เกี่ยวข้องลงในแผนการจัดการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ควรมีความหลากหลาย

4) ปรับการเรียกชื่อสื่อการเรียนรู้ให้ถูกต้อง โดยเอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีลักษณะเป็นการปฏิบัติการทดลองหรือการใช้อุปกรณ์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ใช้คำว่า “ใบทดลอง” ส่วนเอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีลักษณะเป็นการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ใช้คำว่า “ใบกิจกรรม”

5) สาระการเรียนรู้ด้านกระบวนการ ปรับให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ความสามารถในการคิด: การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต: การทำงานกลุ่ม ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี: การสืบค้น

6) สถานการณ์ที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับให้เป็นสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำสู่การทำกิจกรรมหรือการทดลองในแต่ละแผน

7) พิจารณาความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมหรือการทดลองในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

8) คำถามหลังการทดลองควรเริ่มต้นจากคำถามที่มาจากการทดลอง แล้วจึงเชื่อมโยงสู่คำถามสรุป

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและอนุมัติให้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปีการศึกษา 2559 จำนวน 22 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน จำนวน 3 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน จำนวน 2 กลุ่ม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง จากนั้นนำปัญหาที่พบจากผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำและแนวทางการแก้ไข

ข้อสังเกตจากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้

1) ขั้นที่ 1 ขั้นเริ่มต้นตั้งหลักและวางแผน (Anchoring and planning)

ปัญหาที่พบคือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เขียนคำตอบตามความคิดของตัวนักเรียนเองและจะปรึกษาเพื่อนในกลุ่มแล้วเขียนคำตอบลงในกระดาษของตนเอง อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถเขียนผังกระบวนการ (Flowchart) ได้อย่างถูกต้อง โดยเขียนเป็นข้อ ๆ หรือข้อความที่ไม่สมบูรณ์ในแต่ละขั้นตอนที่ควรระบุในผังกระบวนการ

การปรับปรุงแก้ไขดำเนินการโดย ผู้วิจัยอธิบายความสำคัญของการทำงานเดี่ยวและการทำงานกลุ่มให้นักเรียนเข้าใจ และกำหนดกติกาเพื่อควบคุมพฤติกรรมในการทำงานเดี่ยวของนักเรียนแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ก่อนเริ่มการเรียนการสอน สามารถเพิ่มการสอนเขียนผังกระบวนการที่นักเรียนทุกคนพบในชีวิตประจำวัน เช่น ผังกระบวนการขั้นตอนการทำไข่เจียว

2) ขั้นที่ 2 ขั้นสืบสอบรายบุคคล (Individual inquiry)

ปัญหาที่พบคือ นักเรียนไม่ปรับแก้ไขผังกระบวนการในขั้นที่ 1 เนื่องจากนักเรียนมีความเห็นว่าผังในขั้นที่ 1 มีความถูกต้องแล้ว และไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบใด ๆ นอกจากนั้นนักเรียนไม่เขียนคำตอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ลงในเอกสารแล้ว เนื่องจากกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นการเขียนมีมากเกินไป

การปรับปรุงแก้ไขดำเนินการโดยปรับกิจกรรมการเขียนให้น้อยลง เช่น ใช้การติดข้อความบนกระดาษแทนการเขียนผังกระบวนการ

3) ขั้นสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry)

ปัญหาที่พบคือ นักเรียนแต่ละกลุ่มไม่พูดตามลำดับที่นั่ง และบางคนไม่พูดนำเสนอแต่ให้เพื่อนอ่านจากเอกสารของตนเอง

การปรับปรุงแก้ไขดำเนินการโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนับเลขรอบวงตามลำดับเพื่อกำหนดลำดับการพูดนำเสนอ หรือให้นักเรียนแต่ละคนถือป้ายหมายเลขที่แสดงลำดับการนำเสนอโดยครูอาจจับเวลาให้นักเรียนแต่ละหมายเลขของทุกกลุ่มนำเสนอพร้อมกัน

4) ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม (Concluding group's results)

ปัญหาที่พบคือ 1) นักเรียนไม่เขียนคำตอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ลงในเอกสารแล้ว เนื่องจากกิจกรรมในการเขียนมีมากเกินไป 2) นักเรียนแต่ละกลุ่มไม่มีแรงกระตุ้นในการนำเสนอผลงานของกลุ่มต่อชั้นเรียน และ 3) นักเรียนไม่สามารถเขียนรายละเอียดประเด็นสำหรับการประเมินการทำการทดลองหรือการทำกิจกรรม

การปรับปรุงแก้ไขดำเนินการโดย 1) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มในกระดาษ Flipchart จากนั้นให้นักเรียนถ่ายภาพแล้วติดบนกระดาษของตนเองแทนการเขียนคำตอบของกลุ่มลงในกระดาษของตนเอง 2) เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนแต่ละบทเรียนครูจัดกิจกรรมนิทรรศการนำผลงานของกลุ่ม โดยให้นักเรียนร่วมกันชื่นชมผลงานของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ และให้รางวัล และ 3) ครูกำหนดประเด็นการสะท้อนการปฏิบัติงานของกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเขียนการปฏิบัติงานแต่ละประเด็นได้อย่างชัดเจนและครอบคลุมมากขึ้น

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิไปใช้จริงกับกลุ่มทดลองต่อไป

**4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้น และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้

**ช่วงที่ 1 ก่อนการทดลอง**

ดำเนินการจัดกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับข้อมูลในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยทำความรู้จักนักเรียนในกลุ่มที่เป็นผู้ประเมิน รายละเอียดในการดำเนินการกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงได้ดังนี้

**1.1 การแบ่งกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน**

1) กลุ่มทดลอง ดำเนินการแบ่งกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนแบบคละความสามารถ ระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคลพิจารณาจากคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยนักเรียนที่มีความสามารถเก่งจะมีคะแนนอยู่ในช่วง 80-100 คะแนน นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางจะมีคะแนนอยู่ในช่วง 70-79 คะแนน และนักเรียนที่มีความสามารถอ่อนจะมีคะแนนอยู่ในช่วง 50-69 คะแนน ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 37

คน ออกเป็น 7 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 5-6 คน ถ้าในกลุ่มมีนักเรียน 5 คน จะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน แต่ถ้าในกลุ่มมีนักเรียน 6 คน จะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน

2) กลุ่มควบคุม ดำเนินการแบ่งกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเรียงตามลำดับเลขที่ ทั้งนี้ นักเรียนกลุ่มควบคุมมีจำนวน 36 คน ผู้วิจัยแบ่งเป็น 7 คน กลุ่มที่ 1-6 มีนักเรียนกลุ่มละ 5 คน และกลุ่มที่ 7 มีนักเรียน 6 คน สมาชิกกลุ่ม 1-7 จะเรียงตามลำดับเลขที่ต่อเนื่องกัน

**1.2 การทำความเข้าใจกิจกรรมการเรียนการสอน**

1) กลุ่มทดลอง ชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลรายวิชา ลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดการเก็บข้อมูลวิจัย รวมทั้งเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการสร้างผังกราฟิกที่ใช้ในขั้นที่ 4 การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม ได้แก่ การสร้างผังกระบวนการและผังความคิด

2) กลุ่มควบคุม ชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลรายวิชา และลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดการเก็บข้อมูลวิจัย

**1.3 การกำหนดบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรม**

1) กลุ่มทดลอง กำหนดบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรม 4 หน้าที่ ได้แก่ หัวหน้าทีม ผู้ดูแลอุปกรณ์ ผู้นำเสนอ และผู้บันทึก พร้อมทั้งอธิบายแนวทางการปฏิบัติของนักเรียนตามแต่ละหน้าที่ที่กำหนดข้างต้น

2) กลุ่มควบคุม กำหนดบทบาทหน้าที่โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง

**ช่วงที่ 2 ระหว่างการทดลอง**

2.1 กลุ่มทดลอง ดำเนินจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง 5 ขั้นตอน โดยนำขั้นที่ 1-4 ของรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังของ Chang, Sung, & Lee (2003) มาใช้ และเพิ่มขั้นที่ 5 การขยายความรู้ของวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนที่นำเสนอโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ข) มาเป็นหนึ่งในขั้นตอนของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง รวมทั้งมีการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังจบแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน และประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังแสดงได้ดังนี้

1) การเริ่มต้นตั้งหลักและการวางแผน (Anchoring and planning) เป็นขั้นตอนในการเริ่มต้นการทำกิจกรรม โดยครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละบุคคลระบุสมมติฐาน อธิบายเหตุผลประกอบการสร้างสมมติฐาน และวางแผนการทดลองหรือการทำกิจกรรม โดยการสร้างผังกราฟิกที่มีข้อมูลพื้นฐานในการทดลองหรือการทำกิจกรรม

2) การสืบสอบรายบุคคล (Individual inquiry) นักเรียนค้นคว้าสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการทดลองหรือการทำกิจกรรมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นรายบุคคล เพื่อหาหลักฐานที่นำมาสนับสนุนสมมติฐาน โดยบันทึกประเด็นสำคัญลงในเอกสาร จากนั้นนักเรียนทบทวนและปรับแก้ไขผังกราฟิกที่ได้จากขั้นที่ 1 ตามหลักฐานที่สืบค้นได้เพื่อสนับสนุนสมมติฐานที่สร้างขึ้น และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล

3) การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry) นักเรียนในกลุ่มจะแบ่งปันข้อมูลจากการสืบค้น แบ่งปันผังกราฟิก และแบ่งปันความคิดผ่านการอภิปรายร่วมกัน โดยใช้เทคนิคที่ใช้ในการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อนักเรียนมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน นักเรียนสามารถปรับความเข้าใจของตนเองและของเพื่อนโดยผ่านการอภิปราย การตั้งคำถาม การอธิบาย และการทดลอง

4) การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม (Concluding group's results) นักเรียนร่วมกันสร้างผังกราฟิกของกลุ่ม โดยใช้ผังกราฟิกของนักเรียนที่ได้รับการลงคะแนนสูงสุดเป็นผลงานหลัก นักเรียนแต่ละคนจะให้ข้อสังเกตและข้อมูลย้อนกลับ จากนั้นร่วมกันปรับแก้ไขผังกราฟิกให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นโดยผ่านการอภิปรายร่วมกัน เชื่อมโยงกับการคาดคะเนคำตอบในขั้นที่ 1 และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม

5) การขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เผยแพร่ผลงานผังกราฟิกของกลุ่ม และประเมินการทำกิจกรรมหรือการทดลอง

2.2 กลุ่มควบคุม ดำเนินจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนที่นำเสนอโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ข) รวมทั้งมีการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังจบแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน และประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนแสดงได้ดังนี้

1) การสร้างความสนใจ (Engage) ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือกล่าวถึงเรื่องที่สนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างคำถามและอยากเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) การสำรวจและค้นหา (Explore) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา รวมทั้งวางแผนการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง และลงมือปฏิบัติ

3) การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล อภิปรายผล และเชื่อมโยงกับการคาดคะเนคำตอบในขั้นที่ 1

4) การขยายความรู้ (Elaborate) นักเรียนประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

5) การประเมิน (Evaluate) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ในด้านกระบวนการและผลผลิต

**ช่วงที่ 3 หลังการทดลอง**

3.1 เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนแล้ว เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

3.2 นำคะแนนหลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานและนำคะแนนที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างเรียน มาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนผลการวิจัย

**5. การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง จากนั้นดำเนินการดังนี้

1. นำคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด แล้วแปลความหมายของระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

2. ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (*t*-test) แบบมีทิศทาง ดังนี้

2.1 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

ข้อมูลแต่ละตอนสามารถนำเสนอได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 36 คะแนน เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จะมีคะแนนเต็มองค์ประกอบละ 12 คะแนน สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

**ตารางที่ 4.1** คะแนนเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$) และระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=37)

| ประเด็นการศึกษา | $\overline{x}$ | SD | $\overline{x}_{\text{ร้อยละ}}$ | ระดับความสามารถ | จำนวนนักเรียน (คน) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ดีมาก | ดี | ควรปรับปรุง |
| ข้อกล่าวอ้าง | 10.16 | 1.98 | 84.67 | ดีมาก | 31 | 6 | 0 |
| หลักฐาน | 10.49 | 1.52 | 87.42 | ดีมาก | 32 | 5 | 0 |
| การให้เหตุผล | 8.92 | 2.10 | 74.33 | ดี | 18 | 17 | 2 |
| รวม 3 องค์ประกอบ | 29.57 | 4.08 | 82.14 | ดีมาก | 33 | 4 | 0 |

จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 36 คะแนน แยกเป็น 3 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 12 คะแนน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยรวม 3 องค์ประกอบ 29.57 คะแนน (ร้อยละ 82.14) โดยมีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก ส่วนคะแนนเฉลี่ยแยกองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล 10.16 (ร้อยละ 84.67), 10.49 (ร้อยละ 87.42) และ 8.92 คะแนน (ร้อยละ 74.33) ตามลำดับ โดยมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมาก ดีมาก และดี ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก มีถึง 33 คน คิดเป็นร้อยละ 89.19 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมีความถูกต้องสมบูรณ์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**ตัวอย่างที่ 1 การสกัดสารด้วยตัวทำละลาย**

คำถาม ตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม และตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดกลิ่นของตะไคร้หอม อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

*“ข้อกล่าวอ้าง ตัวทำละลายที่เป็นน้ำเหมาะสำหรับการสกัดกลิ่นของตะไคร้หอม และตัวทำละลายที่เป็นเอทานอลเหมาะสำหรับการสกัดสีเขียวของตะไคร้หอม*

*หลักฐาน เพราะเมื่อสกัดตะไคร้หอมด้วยน้ำ จะได้ของเหลวสีขาวขุ่น แต่มีกลิ่นตะไคร้หอม แต่เมื่อสกัดด้วยเอทานอล จะได้ของเหลวสีเขียวอ่อน แต่มีกลิ่นตะไคร้หอมปนกลิ่นเอทานอล*

*การให้เหตุผล เนื่องจากการสกัดสารจากส่วนต่าง ๆ ของพืช อาศัยหลักการละลายของสารในตัวทำละลาย โดยตัวทำละลายต่างชนิดกันจะสกัดสารได้ต่างกัน ดังนั้น เมื่อสกัดสารจากตะไคร้หอมด้วยตัวทำละลายต่างกัน จึงได้ผลการสกัดต่างกัน”*

นักเรียนเลขที่ 31 ห้องทดลอง

**ตัวอย่างที่ 2 ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม**

คำถาม ปัจจัยที่ทำให้เครื่องเล่นกระดานลื่นเกิดสนิมคืออะไร อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

*“ข้อกล่าวอ้าง เหล็กเป็นปัจจัยที่ทำให้กระดานลื่นเกิดสนิม*

*หลักฐาน ไม้กระดกที่ทำจากไม้ไม่มีสนิมเกิดขึ้น ในขณะที่กระดานลื่นที่ทำจากเหล็กมีสนิมเกิดขึ้น*

*การให้เหตุผล ปฏิกิริยาการเกิดสนิม เกิดจากเหล็กรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นสนิมเหล็ก ดังนั้นกระดานลื่นที่ทำจากเหล็กจึงมีสนิมเกิดขึ้น”*

นักเรียนเลขที่ 29 ห้องทดลอง

อย่างไรก็ตาม พบว่ามีนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระดับดี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.81 ของนักเรียนทั้งหมด โดยพบว่าลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความไม่สมบูรณ์ในแต่ละองค์ประกอบ มีลักษณะดังต่อไปนี้

**องค์ประกอบที่ 1 ข้อกล่าวอ้าง**

**กรณีที่ 1 ระบุคำตอบไม่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่กำหนดให้**

คำถาม ตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม และตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดกลิ่นของตะไคร้หอม อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

*“ข้อกล่าวอ้าง น้ำเหมาะสำหรับการสกัดสี และเอทานอลเหมาะสำหรับการสกัดกลิ่น”*

นักเรียนเลขที่ 34 ห้องทดลอง

คำถาม จากการทดลองข้างต้น การทดลองแต่ละชุดมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

*“ข้อกล่าวอ้าง การทดลองชุดที่ 1, 2, 3 และ 4 แต่ละชุดมีปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือ ฟองแก๊ส”*

นักเรียนเลขที่ 32 ห้องทดลอง

**กรณีที่ 2 ระบุคำตอบไม่ตรงคำถาม**

คำถาม ตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม และตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดกลิ่นของตะไคร้หอม อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

*“ข้อกล่าวอ้าง เอทานอลเหมาะสมในการสกัด”*

นักเรียนเลขที่ 17 ห้องทดลอง

คำถาม ปัจจัยที่ทำให้เครื่องเล่นกระดานลื่นเกิดสนิมคืออะไร อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

*“ข้อกล่าวอ้าง เหล็กเกิดสนิมได้”*

นักเรียนเลขที่ 35 ห้องทดลอง

**องค์ประกอบที่ 2 หลักฐาน**

**กรณีที่ 1 ระบุหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของสถานการณ์คำถาม**

คำถาม นักเรียนควรแนะนำให้เพื่อนกินยาลดกรดอย่างไร เพื่อบรรเทาอาการต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

*“หลักฐาน เพื่อนเคี้ยวอาหารไม่ละเอียด ทำให้กระเพาะอาหารย่อยอาหารได้ช้า ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดกรดในกระเพาะอาหาร เพราะฉะนั้นควรกินยาลดกรดที่ทำให้ย่อยอาหารได้เร็วขึ้น”*

นักเรียนเลขที่ 25 ห้องทดลอง

**กรณีที่ 2 ไม่ระบุข้อมูลที่เป็นหลักฐาน**

คำถาม นักเรียนควรแนะนำให้เพื่อนกินยาลดกรดอย่างไร เพื่อบรรเทาอาการต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

*“หลักฐาน ควรกินยาลดกรดที่บดเป็นผงกับกรดไฮโดรคลอริก”*

นักเรียนเลขที่ 1 ห้องควบคุม

**องค์ประกอบที่ 3 การให้เหตุผล**

**กรณีที่ 1 ระบุการให้เหตุผล แต่ไม่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระของสถานการณ์คำถาม**

คำถาม ตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม และตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดกลิ่นของตะไคร้หอม อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

*“การให้เหตุผล เอทานอลเป็นสารที่ไม่มีสีแต่มีกลิ่น จึงสามารถสกัดสีได้แต่ไม่สามารถสกัดกลิ่นได้ ส่วนน้ำมีคุณสมบัติเป็นของเหลวไม่มีสี ไม่มีกลิ่น จึงสามารถสกัดสีและกลิ่นได้ แต่เอทานอลสกัดสีได้ดีกว่าน้ำ”*

นักเรียนเลขที่ 30 ห้องทดลอง

**กรณีที่ 2 ไม่ระบุหลักการทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการให้เหตุผล**

คำถาม จากการทดลองข้างต้น การทดลองแต่ละชุดมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

*“การให้เหตุผล เนื่องจาก ชุดที่ 1 และ 2 มีขนาดของโลหะแมกนีเซียมต่างกัน ชุดที่ 3 และ 4 มีชนิดของสารที่ต่างกัน ดังนั้น ชุดที่ 1 และ 2 จึงเป็นปัจจัยขนาดของสารหรือพื้นที่ผิวของสาร ชุดที่ 3 และ 4 เป็นปัจจัยชนิดของสารหรือธรรมชาติของสาร”*

นักเรียนเลขที่ 13 ห้องทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หากพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แล้วพบว่านักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้คะแนนสูงสุด (ร้อยละ 87.42) รองลงมาเป็นการระบุข้อกล่าวอ้าง (ร้อยละ 84.67) และองค์ประกอบที่ได้คะแนนต่ำสุดคือการให้เหตุผล (ร้อยละ 74.33)

ทั้งนี้ องค์ประกอบหลักฐานมีคะแนนสูงสุด เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ตามที่สถานการณ์กำหนดมาเขียนบรรยายเป็นความเรียงได้ พร้อมทั้งสามารถระบุหลักฐานได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน เช่นเดียวกับองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสามารถระบุคำตอบของสถานการณ์คำถามได้อย่างถูกต้องและมีใจความสมบูรณ์ ทำให้คะแนนเฉลี่ยของ 2 องค์ประกอบ ค่อนข้างสูงกว่าองค์ประกอบการให้เหตุซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากในการให้เหตุผล มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถระบุความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้างหรือเนื้อหาสาระของสถานการณ์คำถามอย่างถูกต้องสมบูรณ์

**ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป**

**ตารางที่ 4.2** เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=37) และกลุ่มควบคุม (n=36)

| กลุ่มตัวอย่าง | $\overline{x}$ | SD | $\overline{x}$ ร้อยละ | ระดับความสามารถ | *t* | จำนวนนักเรียน (คน) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ดีมาก | ดี | ควรปรับปรุง |
| ข้อกล่าวอ้าง | | | | | | | | |
| กลุ่มทดลอง | 10.16 | 1.98 | 84.67 | ดีมาก | 4.073* | 31 | 6 | 0 |
| กลุ่มควบคุม | 7.92 | 2.69 | 66.00 | ดี | | 15 | 15 | 6 |
| หลักฐาน | | | | | | | | |
| กลุ่มทดลอง | 10.49 | 1.52 | 87.42 | ดีมาก | 3.667* | 32 | 5 | 0 |
| กลุ่มควบคุม | 8.42 | 3.04 | 70.17 | ดี | | 20 | 9 | 7 |
| การให้เหตุผล | | | | | | | | |
| กลุ่มทดลอง | 8.92 | 2.10 | 74.33 | ดี | 3.462* | 18 | 17 | 2 |
| กลุ่มควบคุม | 6.83 | 2.96 | 56.92 | ดี | | 11 | 7 | 18 |
| รวม 3 องค์ประกอบ | | | | | | | | |
| กลุ่มทดลอง | 29.57 | 4.08 | 82.14 | ดีมาก | 4.730* | 33 | 4 | 0 |
| กลุ่มควบคุม | 23.17 | 7.05 | 64.36 | ดี | | 12 | 14 | 10 |

*$p<.05$

เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนจากแบบวัดจำนวน 4 ข้อ ที่มีคะแนนเต็ม 36 คะแนน นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยรวม 3 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 29.57 (ร้อยละ 82.14) และ 23.17 คะแนน (ร้อยละ 64.36) ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และระดับดี ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กลุ่ม นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งคะแนนรวมและคะแนนแยกตามองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 36 คะแนน แยกเป็น 3 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 12 คะแนน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล 10.16 (ร้อยละ 84.67), 10.49 (ร้อยละ 87.42) และ 8.92 คะแนน (ร้อยละ 74.33) ตามลำดับ โดยมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมาก ดีมาก และดี ตามลำดับ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล 7.92 (ร้อยละ 66.00), 8.42 (ร้อยละ 70.17) และ 6.83 คะแนน (ร้อยละ 56.92) ตามลำดับ โดยมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีทั้งหมด

นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ย 3 องค์ประกอบ นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก มีจำนวน 33 คน โดยคิดเป็นร้อยละ 89.19 ของนักเรียนทั้งหมด และไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยในระดับดีมาก 12 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของนักเรียนทั้งหมด และมีนักเรียน 10 คนอยู่ในระดับควรปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 27.78 ของนักเรียนทั้งหมด

เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับควรปรับปรุง พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีความสามารถในระดับควรปรับปรุงทั้งองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล แต่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถอยู่ในระดับควรปรับปรุงในองค์ประกอบการให้เหตุผลเท่านั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะองค์ประกอบการให้เหตุผล แม้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการให้เหตุผลอยู่ในระดับดีเช่นเดียวกัน แต่เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีความสามารถในระดับความปรับปรุงในองค์ประกอบการให้เหตุผลพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.41 ของนักเรียนทั้งหมด และมีนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของนักเรียนทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง พิจารณาจากคะแนนรวม 3 สมรรถนะหลักและคะแนนแต่ละสมรรถนะหลัก โดยมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

**ตารางที่ 4.3** คะแนนเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=37)

| สมรรถนะหลัก | $\overline{x}$ | SD | ระดับความสามารถ |
|---|---|---|---|
| 1 | 2.74 | 0.33 | สูง |
| 2 | 2.73 | 0.26 | สูง |
| 3 | 2.66 | 0.50 | สูง |
| รวม 3 สมรรถนะหลัก | 2.71 | 0.27 | สูง |

จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังซึ่งมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยรวม 3 สมรรถนะหลัก 2.71 คะแนน โดยมีความสามารถอยู่ในระดับสูง ส่วนคะแนนเฉลี่ยแต่ละสมรรถนะหลักพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน สมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และสมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม 2.74, 2.73 และ 2.66 คะแนน ตามลำดับ โดยมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอยู่ในระดับสูงทั้งหมด

การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง 3 สมรรถนะหลักข้างต้น ประกอบด้วยประเด็นการประเมินรวมทั้งหมด 7 ประเด็น เมื่อวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนในแต่ละประเด็นพบว่า นักเรียนมีคะแนนแต่ละประเด็นแตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังแต่ละประเด็น

| ประเด็นการประเมิน | คะแนน (คะแนนที่ได้/คะแนนเต็ม) |
|---|---|
| สมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | |
| 1. การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน | 5.54/6.00 |
| 2. การควบคุมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น | 5.43/6.00 |
| สมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | |
| 1. การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกในกลุ่มในการทำภาระงาน | 4.81/6.00 |
| 2. การปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมาย/หรือที่ได้วางแผนไว้ | 5.84/6.00 |
| 3. การสื่อสารกันระหว่างการดำเนินกิจกรรม เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ | 5.70/6.00 |
| สมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม | |
| 1. การเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ (เฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้า) | 3.00/3.00 |
| 2. การให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของกลุ่ม | 5.00/6.00 |

จากการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังทั้ง 7 ประเด็นข้างต้น พิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการประเมิน 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคะแนนเต็ม 3 คะแนน ดังนั้น แต่ละประเด็นจึงมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ยกเว้นประเด็นการเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ จะประเมินเฉพาะในกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น คะแนนแต่ละประเด็นสามารถนำเสนอได้ดังนี้

นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในสมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละประเด็นซึ่งมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน พบว่า ประเด็นที่ 1

การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน มีคะแนน 5.54 คะแนน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการทบทวนขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกันภายในกลุ่มตลอดการเก็บข้อมูลวิจัย ส่วนประเด็นที่ 2 การควบคุมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น มีคะแนน 5.43 คะแนน โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่กระตือรือร้นในการอภิปรายเกี่ยวกับภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น แต่ยังคงมีบางครั้งเป็นส่วนน้อยที่มีการอภิปรายที่ออกจากประเด็นบ้างในช่วงเวลาที่ทำภาระงาน

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในสมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละประเด็น ซึ่งมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน พบว่า ประเด็นที่ 1 การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกในกลุ่มในการทำภาระงาน มีคะแนน 4.81 คะแนน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับความถนัดและความสามารถของตนเอง รวมทั้งซักถามความถนัดและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม ประเด็นที่ 2 การปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมาย/หรือที่ได้วางแผนไว้ มีคะแนน 5.84 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่ปฏิบัติตามขั้นตอนของกิจกรรมหรือการทดลองอย่างตั้งใจตลอดการทำภาระงาน ประเด็นที่ 3 การสื่อสารกันระหว่างการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีคะแนน 5.70 คะแนน นักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมพูดคุยปรึกษาหารือกันในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน แต่มีนักเรียนบางคนที่มีส่วนร่วมเมื่อได้รับการกระตุ้นจากครูหรือสมาชิกในกลุ่ม

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในสมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่มอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาคะแนนประเด็นที่ 1 การเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ ซึ่งมีการประเมินเฉพาะในกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น พบว่า มีนักเรียน 10 คน จากนักเรียนทั้งหมด 37 คน ที่มีปัญหาเฉพาะหน้าเกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรมในสถานการณ์ที่ 1 การแยกสาร เท่านั้น คะแนนเต็มของประเด็นนี้จึงเป็น 3 คะแนน และนักเรียนมีคะแนน 3 คะแนน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีเป้าหมายในการขจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำภาระงาน ยอมรับการเปลี่ยนแปลงบทบาทหน้าที่หรือแผนการดำเนินงานและปฏิบัติตามอย่างกระตือรือร้น ส่วนประเด็นที่ 2 การให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของกลุ่ม จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน นักเรียนมีคะแนน 5.00 คะแนน เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการให้ข้อมูลย้อนกลับและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการทำกิจกรรมหรือการทดลอง โดยไม่ต้องได้รับการกระตุ้นจากผู้อื่น

**ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป**

เนื่องจากมีนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 1 คนขาดเรียนในวันที่มีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียน ดังนั้น ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยจึงกำหนดให้กลุ่มควบคุมมีนักเรียน 35 คน จากเดิม 36 คน และกลุ่มทดลองยังคงมีนักเรียน 37 คน รายละเอียดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=37) และกลุ่มควบคุม (n=35)

| กลุ่มตัวอย่าง | $\overline{x}$ | SD | ระดับความสามารถ | *t* | จำนวนนักเรียน (คน) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | สูง | ปานกลาง | ต่ำ |
| สมรรถนะหลักที่ 1 | | | | | | | |
| กลุ่มทดลอง | 2.74 | 0.33 | สูง | 3.938* | 29 | 8 | 0 |
| กลุ่มควบคุม | 2.33 | 0.71 | ปานกลาง | | 20 | 10 | 5 |
| สมรรถนะหลักที่ 2 | | | | | | | |
| กลุ่มทดลอง | 2.73 | 0.26 | สูง | 3.099* | 32 | 5 | 0 |
| กลุ่มควบคุม | 2.35 | 0.67 | สูง | | 21 | 11 | 3 |
| สมรรถนะหลักที่ 3 | | | | | | | |
| กลุ่มทดลอง | 2.66 | 0.50 | สูง | 3.061* | 29 | 6 | 2 |
| กลุ่มควบคุม | 1.95 | 0.80 | ปานกลาง | | 13 | 8 | 14 |
| รวม 3 สมรรถนะหลัก | | | | | | | |
| กลุ่มทดลอง | 2.71 | 0.72 | สูง | 4.346* | 34 | 3 | 0 |
| กลุ่มควบคุม | 2.21 | 0.69 | ปานกลาง | | 15 | 16 | 4 |

*$p<.05$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ในภาพรวมทั้ง 3 สมรรถนะหลัก นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 2.71 คะแนน สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 2.21 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับอยู่ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งนักเรียนมีคะแนนกระจายกันในระดับสูงและปานกลาง

สมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 2.74 คะแนน สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 2.33 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง แตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งนักเรียนมีคะแนนกระจายกันในระดับสูงและปานกลาง จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการสื่อสารพูดคุยกันเพื่อทบทวนขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้รับมอบหมาย โดยไม่มีนักเรียนคนใดที่เพิกเฉยต่อการพูดคุยเกี่ยวกับการดำเนินงานภายในกลุ่ม ในขณะที่กลุ่มควบคุม แม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่จะมีส่วนร่วมในการสื่อสารพูดคุยกันเพื่อทบทวนขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้รับมอบหมาย แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มีส่วนร่วมในการสื่อสารพูดคุยกันภายในกลุ่มพื่อทบทวนขั้นตอนการดำเนินงาน

สมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 2.73 คะแนน สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 2.35 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง แตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งนักเรียนมีคะแนนกระจายกันในระดับสูงและปานกลาง จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการสื่อสารพูดคุยกันแบ่งหน้าที่โดยพิจารณาความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม สมาชิกส่วนใหญ่ปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมหรือการทดลองและมีการพูดคุยที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่แบ่งหน้าที่ในลักษณะของการผลัดเปลี่ยนหน้าที่ในการทำกิจกรรมในแต่ละครั้ง โดยไม่พิจารณาจากความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม สมาชิกส่วนใหญ่ยังคงปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม แต่ยังคงมีการพูดคุยที่เกี่ยวข้องกับการทำภาระงานเพียงเล็กน้อย

สมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 2.66 คะแนน สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 1.95 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูง แตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งนักเรียนมีคะแนนกระจายกันในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนพบว่า เมื่อมีปัญหาเฉพาะหน้าเกิดขึ้นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ยินดีที่จะเปลี่ยนบทบาทหน้าที่หรือแผนการดำเนินกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าดังกล่าว

นอกจากนี้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมหรือการทดลอง คำตอบที่นักเรียนกลุ่มทดลองนำเสนอต่อชั้นเรียนมาจากความคิดเห็นของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม โดยผ่านการประมวลคำตอบก่อนนำเสนอโดยผู้แทนของกลุ่ม ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมไม่มีการปรึกษาหารือร่วมกันในการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิด กล่าวคือคำตอบของนักเรียนมาจากมุมมองของนักเรียนเพียงบุคคลใดบุคคลหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นมุมมองของนักเรียนที่ได้รับมอบหมายให้นำเสนอข้อมูลดังกล่าวต่อชั้นเรียน ส่งผลให้ข้อมูลที่นักเรียนนำเสนอไม่ได้สะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติกิจกรรมตามความเป็นจริงในหลายมุมมอง


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง และ 4) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 73 คน โดยกำหนด 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง มีนักเรียน 37 คน และกลุ่มควบคุมคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป มีนักเรียน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.68 และ 2) แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้สังเกตตั้งแต่ 0.98-1.00 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (*t*-test) ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ไว้ดังนี้

## สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน สามารถสรุปได้เป็น 2 ตอน ดังนี้

### ตอนที่ 1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1. เมื่อพิจารณาคะแนนรวม 3 องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีคะแนนเฉลี่ย

ร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 82.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป จัดอยู่ในความสามารถระดับดีมาก และมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและหลักฐานอยู่ในระดับดีมาก และองค์ประกอบการให้เหตุผลอยู่ระดับดี

2. เมื่อพิจารณาทั้งคะแนนรวม 3 องค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม เมื่อพิจารณาคะแนนรวม 3 สมรรถนะหลัก 2.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน 2.74 คะแนน สมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา 2.73 คะแนน และสมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม 2.66 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยข้างต้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.33 คะแนน จัดอยู่ในความสามารถระดับสูงทั้งหมด

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาทั้งคะแนนรวม 3 สมรรถนะหลัก และคะแนนแยกตามสมรรถนะหลัก ได้แก่ สมรรถนะหลักที่ 1 การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน สมรรถนะหลักที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และสมรรถนะหลักที่ 3 การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม

## อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

ตอนที่ 3 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

ข้อมูลแต่ละตอนสามารถนำเสนอได้ดังนี้

**ตอนที่ 1 การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป เมื่อพิจารณาคะแนนรวมและคะแนนแยกองค์ประกอบ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด เนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้

ประการแรก เนื่องจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ครูสร้างบรรยากาศที่สนับสนุนการเรียนรู้ และแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันช่วยเหลือและเรียนรู้จากการทำงานร่วมกัน นำสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Berland & Reiser (2009) ที่ได้กล่าวถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะมีกระบวนการอภิปรายและโน้มน้าวให้คำตอบให้ได้ข้อสรุปที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตรได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และสอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2556) ที่กล่าวถึงการจัดบรรยากาศการเรียนการสอน โดยครูต้องสร้างบรรยากาศในการทำงานกลุ่มทั้งบรรยากาศทางกายภาพและบรรยากาศทางจิตใจ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยสำคัญทำให้ผู้เรียนเป็นสุขและสนุกกับการทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม

ประการที่สอง ขั้นตอนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซ้ำ ๆ ในขั้นที่ 2 การสืบสอบรายบุคคล และขั้นที่ 4 การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม ประกอบกับนักเรียนได้สะท้อนความคิดและให้ข้อมูลย้อนกลับในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความถูกต้องของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวทางในการพัฒนาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้สมบูรณ์ขึ้น สอดคล้องกับ Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott (1994) ที่ได้กล่าวถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่าเป็นการปฏิบัติในมุมมองของแต่ละบุคคลและชุมชนวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละบุคคลจะศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติตามแนวทางในการสร้างความรู้ของตนอย่างมีความหมายและสามารถนำเสนอต่อชุมชนวิทยาศาสตร์โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษาดังกล่าว

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งมีการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อเสร็จสิ้นแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน รวม 8 ครั้ง ตลอดระยะเวลา 23 สัปดาห์ พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่ได้มีแนวโน้มพัฒนาเพิ่มขึ้นทุกครั้งอย่างชัดเจน แต่มีทั้งคะแนนที่สูงขึ้นและต่ำลงตามความยากง่ายของเนื้อหาสาระ เช่น จากการประเมินหลังสิ้นสุดแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง มีคะแนนเต็ม 9 คะแนน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการสกัดด้วยตัวทำละลาย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 4 คะแนน และมีคะแนนเพิ่มขึ้นอีกในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี 9 คะแนน ผลการประเมินข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ความยากง่ายของเนื้อหาสาระมีผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gotwals & Songer (2009) ที่พบว่า นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่ง ได้อย่างถูกต้องมากกว่าข้อคำถามในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลายเรื่องเข้าด้วยกัน เช่น นักเรียนสามารถเขียนคำตอบในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายลำดับขั้นการกินในโซ่อาหารได้ถูกต้องและมีความสมบูรณ์มากกว่าการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายถึงผลที่เกิดขึ้น เมื่อสายใยอาหารถูกการรบกวน ณ จุดใดจุดหนึ่ง

**ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป**

ผลการวิจัยสรุปว่า เมื่อพิจารณาทั้งคะแนนรวมและคะแนนแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด เนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้

ประการแรก นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังได้ฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ครั้ง ในขั้นที่ 2 การสืบสอบรายบุคคล และขั้นที่ 4 การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม ทำให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความถูกต้องและสมบูรณ์ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน แม้ว่านักเรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการทดลองหรือการทำกิจกรรมที่ครูได้ออกแบบไว้ วิเคราะห์ข้อมูลและลงข้อสรุป แต่ไม่ได้ฝึกฝนการเขียนข้อสรุปในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จึงอาจเป็นสาเหตุให้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่พบโดยทั่วไปในการเรียนการสอนที่นำเสนอโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ก) กล่าวคือ นักเรียนไม่ได้แสดงออกถึงความสามารถในการอธิบายและลงข้อสรุปจากสิ่งที่ได้จากการสืบสอบและหาความรู้อย่างมีเหตุผล และคำตอบของนักเรียนได้มาจากการดูหนังสือหรือใบความรู้และตอบคำถามเป็นรายบุคคล ทำให้คำตอบไม่สมบูรณ์

ประการที่สอง แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยรวมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อพิจารณาคะแนนแยกตามองค์ประกอบพบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของอนงค์รัตน์ แก้วบำรุง (2554) สันติชัย อนุวรชัย และอลิศรา ชูชาติ (2555) และพจีลักษณ์ ขวัญใจ (2555) ที่พบว่า หลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบการให้เหตุผลน้อยกว่าองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่อไปนี้

นักเรียนขาดความแม่นยำเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการให้เหตุผล ทำให้การให้เหตุผลของนักเรียนไม่ถูกต้อง และขาดการเชื่อมโยงคำตอบไปสู่ข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่นักเรียนสร้างขึ้น กล่าวคือ ในการเขียนการให้เหตุผล นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ว่าสถานการณ์ปัญหาและคำถามว่ามีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาอะไร และใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใดในการเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน บางสถานการณ์ใช้องค์ความรู้ด้านหลักการวิทยาศาสตร์ เช่น หลักการของการสกัดด้วยตัวทำละลาย บางสถานการณ์ใช้องค์ความรู้ด้านมโนทัศน์ เช่น นิยามของธาตุในกลุ่มโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ เป็นต้น สอดคล้องกับ Berland & Reiser (2009) ได้กล่าวถึงลักษณะของการให้เหตุผลว่า นักเรียนจะนำข้อมูลมาจากความรู้พื้นฐานหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และบรรยายความเชื่อมโยงของหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างมีเหตุผล ดังนั้น องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบจึงมีความเกี่ยวเนื่องกัน เมื่อนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานแล้ว จะต้องระบุการให้เหตุผลที่สอดคล้องและมีความเชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ทำให้องค์ประกอบการให้เหตุผลมีความยากกว่าข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

**ตอนที่ 3 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม อยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาทั้งคะแนนรวม 3 สมรรถนะหลักและคะแนนเฉลี่ยแยกตามสมรรถนะหลัก เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด เนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้

ประการแรก นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังได้แลกเปลี่ยนและแบ่งปันความรู้ความเข้าใจที่มีต่อสถานการณ์ปัญหาซึ่งกันและกัน จึงนำมาสู่ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ โดยในขั้นที่ 2 การสืบสอบรายบุคคล นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลองหรือกิจกรรมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และได้วางแผนการปฏิบัติกิจกรรมผ่านการสร้างผังมโนทัศน์หรือผังกระบวนการ ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลองหรือกิจกรรมในระดับหนึ่งที่สามารถแบ่งปันข้อมูลในมุมมองของตนกับสมาชิกในกลุ่มอย่างเข้าใจ จนสามารถแสดงการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาได้สำเร็จ ความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Engelman & Hesse (2010) ที่ใช้ Computer-supported collaborative learning (CSCL) โดยการมีการสร้างผังมโนทัศน์รายบุคคลทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นักเรียนคุยกันผ่านโปรแกรมสไกป์ (Skype) และนักเรียนกลุ่มทดลองปรับแก้ไขผังมโนทัศน์ร่วมกันผ่านโปรแกรม พบว่า เมื่อพิจารณากระบวนการร่วมมือ

รวมพลัง นักเรียนกลุ่มทดลองมีการเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาที่เร็วกว่ากลุ่มควบคุม และสามารถทำภาระงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเสร็จสิ้นได้เร็วกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาผลการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถตอบคำถามและอธิบายเหตุผลในการตอบคำถามได้ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม

ประการที่สอง การจัดกลุ่มแบบคละความสามารถทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความสามารถของแต่ละบุคคลในการทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม นักเรียนที่มีความสามารถเก่ง และปานกลาง สามารถสอนเนื้อหาวิชาให้กับเพื่อนคนอื่นในกลุ่มได้ หรือบางครั้งนักเรียนที่มีความสามารถอ่อน แต่มีทักษะในการทำการทดลองหรือการทำกิจกรรมสามารถใช้ความสามารถของตนในการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาร่วมกับสมาชิกได้กลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Strough, Berg, & Meegen (2001) พบว่า การทำงานกับสมาชิกในกลุ่มที่คละความสามารถปฏิบัติกิจกรรมตามความถนัดและความสามารถของตนเอง และประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันมาก่อน ทำให้มีสมาชิกในกลุ่มปฏิบัติงานร่วมกันได้อย่างราบรื่น อุปสรรคในการทำภาระงานลดลง ส่งผลให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงขึ้น

ประการที่สาม การให้ข้อมูลย้อนกลับของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองหรือกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่สะท้อนการปฏิบัติงานจริง และมาจากมุมมองของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ทำให้มีข้อมูลที่หลากหลายและครอบคลุมสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ส่งผลให้ครูสามารถให้คำแนะนำหรือแนววทางการปฏิบัติที่เหมาะสมได้ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียน สอดคล้องกับ Daigle, Doran, & Pardue (1996) ที่ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้ เมื่อนักเรียนทำงานกับกลุ่มเพื่อนโดยมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจ อธิบาย และพัฒนาวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ผ่านการให้ข้อมูลย้อนกลับภายในกลุ่มหรือภายในชั้นเรียน

นอกจากนั้น ยังพบข้อสังเกตเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง กล่าวคือ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกฝนและทำความเข้าใจธรรมชาติของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง จนสามารถแสดงพฤติกรรมได้อย่างอัตโนมัติโดยไม่ต้องได้รับการกระตุ้นจากผู้อื่น โดยในการประเมินหลังสิ้นสุดแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง ตลอด 8 สัปดาห์ พบว่า การประเมินในสัปดาห์ที่ 1, 5 และ 8 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง 2.28, 2.50 และ 2.60 คะแนนจากคะแนนเต็ม 3 คะแนน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Weber, Lovrich, & Gaffney (2005) ที่พบว่าการร่วมมือรวมพลังจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในระยะยาวได้อย่างสำเร็จผล

โดยเน้นการบูรณาการระหว่างบุคคลที่มีหน้าที่เฉพาะ และการมีส่วนร่วมอย่างเต็มใจระหว่างบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างสำเร็จผล

**ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังกับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป**

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาทั้งคะแนนรวม 3 สมรรถนะหลักและคะแนนเฉลี่ยแยกตามสมรรถนะหลัก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด เนื่องจากเหตุผลดังนี้

ประการแรก การวางแผนการทำการทดลองหรือการทำกิจกรรมเบื้องต้นด้วยนักเรียนเองโดยผ่านการสร้างผังกระบวนการและผังความคิด ก่อนปฏิบัติตามวิธีการทำการทดลองหรือการทำกิจกรรมที่ครูเป็นผู้กำหนด เอื้อให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังได้สร้างผังกระบวนการและผังความคิดเพื่อวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมโดยผ่านสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นรายบุคคลเป็นในขั้นที่ 2 ขั้นการสืบสอบรายบุคคล จึงมีข้อมูลนำไปอภิปรายในกลุ่มในขั้นที่ 4 การสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปไม่ได้สร้างผังกราฟิกใด ๆ ในการวางแผนการทำการทดลองหรือการทำกิจกรรมในการเรียนการสอนร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม แต่ดำเนินการตามวิธีการทำการทดลองหรือการทำกิจกรรมที่ครูกำหนดเพียงอย่างเดียว จึงไม่เอื้อให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Engelman, Kozlov, Kolodziej, & Clariana (2014) ที่นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสร้างผังกราฟิกเช่นเดียวกัน โดยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการสร้างผังของกลุ่มที่พัฒนาจากผังรายบุคคล มีประสิทธิภาพการทำงานกลุ่มสูง ส่งผลให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเพิ่มขึ้นและสามารถแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม นอกจากนั้น นักเรียนกลุ่มทดลองที่สามารถเห็นผลงานการสร้างผังของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มได้ตลอดการสร้างผังของตนนั้น เป็นประโยชน์ในการสร้างผังของตนเอง โดยนักเรียนสามารถรับรู้ความเชี่ยวชาญของเพื่อนในการสร้างผังได้อย่างชัดเจนทั้งด้านเนื้อหาในผังและวิธีการสร้างผัง ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมได้สร้างผังของกลุ่มโดยไม่มีประเด็นแตกต่างจากผังที่สร้างเป็นรายบุคคล และการทำงานกลุ่มของนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ประการที่สอง การจัดกลุ่มของนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังในการทำภาระงานนั้นครูเป็นผู้จัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ อย่างไรก็ตาม นักเรียนบางกลุ่มอาจไม่เคยทำงานร่วมกัน หรืออาจทำงานร่วมกันไม่บ่อยครั้งนัก ส่งผลให้การทำงานกลุ่มของนักเรียนในช่วงแรก ยังต้องปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนและปรับตัวให้สามารถทำกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ส่วนนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ครูจัดกลุ่มนักเรียนตามลำดับเลขที่ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้ทำงานกับเพื่อนกลุ่มเดิม ดังนั้น การจัดกลุ่มของนักเรียนในการทำภาระงานของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยวิธีการที่แตกต่างกันจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Strough, Berg, & Meegan (2001) ที่ได้ระบุการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดยใช้ทักษะที่เกี่ยวข้องกับการทำภาระงานและทักษะทางสังคม (Task and social demands) โดยพบว่าปัญหาที่กำหนดในสถานการณ์การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอาจไม่ได้มาจากความขัดแย้งทางความคิดในการแก้ปัญหาของภาระงานเท่านั้น แต่มาจากการคงรักษาความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่มในระหว่างการทำงานด้วยเช่นกัน อาทิ แม้ว่าจะเป็นกลุ่มเดียวกัน แต่สมาชิกแต่ละคนย่อมมีการตีความเกี่ยวกับสถานการณ์ในมุมมองที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น ถ้าสามารถจัดการกับปัญหาการตีความที่ไม่ตรงกันได้ จะสามารถทำภาระงานได้อย่างประสบความสำเร็จ ไม่ว่าความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่มจะเป็นลักษณะใดก็ตาม

ประการที่สาม นักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังส่วนใหญ่ได้ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในการทำการทดลองหรือการทำกิจกรรมอย่างซ้ำ ๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ส่งผลให้นักเรียนมีความทักษะและความเชี่ยวชาญในการทำหน้าที่นั้น ๆ จึงได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปผลัดเปลี่ยนหน้าที่ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มได้มีโอกาสปฏิบัติหน้าที่ต่าง ๆ อย่างเท่าเทียมกันตลอดการเก็บข้อมูลวิจัย ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกหน้าที่การทำงานภายในกลุ่มอย่างหลากหลาย แต่ไม่ได้พัฒนาเป็นทักษะหรือความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน จึงไม่สามารถปฏิบัติตามหน้าที่ที่ตนได้รับมอบหมายในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทั้งนี้ผลการวิจัยที่ได้ไม่สอดคล้องกับ Baker & Bielaczyc (1995) ได้กล่าวถึงโอกาสที่ขาดหาย (Missed opportunities) ในการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง โดยสรุปได้ว่า ภาระงานในการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง จะมีการแบ่งบทบาทหน้าที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ อีกทั้งนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มอยู่ในขั้นตอนของการทำกิจกรรมต่างกัน จึงไม่สามารถสร้างความเข้าใจเชิงลึก (Deepening understanding) ได้

**ข้อเสนอแนะ**

**ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้**

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังนั้นสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนได้ โดยครูควรคำนึงถึงรายละเอียดดังนี้

1) ในงานวิจัยนี้ครูเป็นผู้กำหนดบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมไว้ 4 หน้าที่ ได้แก่ หัวหน้าทีม ผู้ดูแลอุปกรณ์ ผู้นำเสนอ และผู้บันทึก แต่ระหว่างการทำกิจกรรมพบว่านอกเหนือจากกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายแล้ว นักเรียนบางคนต้องทำหน้าที่นอกเหนือจากที่กำหนด เช่น การควบคุมเวลาการปฏิบัติงาน การติดตามการดำเนินงานของสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นสามารถกำหนดบทบาทหน้าที่อื่น ๆ เพิ่มเติมได้ เช่น ผู้ควบคุมเวลา ผู้ประสานงานภายในกลุ่ม เป็นต้น อีกทั้งนักเรียนในบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม จะมองเห็นรายละเอียดในการแบ่งหน้าที่ที่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม ดังนั้น การกำหนดบทบาทหน้าที่ในการทำการทดลองหรือการกิจกรรม นักเรียนสามารถดำเนินการได้เองภายในกลุ่มได้โดยคำนึงบริบทของสถานการณ์ตามความเหมาะสม

2) การวางแผนการดำเนินกิจกรรมโดยใช้การสร้างผังกราฟิก ควรพิจารณาความเหมาะสมของผังกราฟิกกับวัตถุประสงค์ของการสร้างผังกราฟิกแต่ละประเภท ในงานวิจัยนี้ใช้ผังกระบวนการ (Flowchart) เพื่อแสดงขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรม และใช้ผังความคิด (Mind map) เพื่อแสดงข้อมูลในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี อย่างไรก็ตาม พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2556) ยกตัวอย่างการใช้ผังกราฟิกรูปแบบต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล เช่น แผนผังเวนน์ ไดอะแกรม (Venn diagram) ใช้เพื่อเปรียบเทียบลักษณะความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล 2 กลุ่ม ผังกราฟิกเสนอความสัมพันธ์ (Relational organizers) ใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีความเป็นเหตุและผล ผังคำสำคัญ (Word web) ใช้เพื่อแสดงคำศัพท์สำคัญของประเด็นที่ศึกษา ผังมโนทัศน์ (Concept map) ใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ เป็นต้น

**ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป**

การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยพบข้อสังเกตที่นำไปสู่ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1) การพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีม เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติการทดลองหรือการทำกิจกรรม นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มโดยมีการแบ่ง

บทบาทหน้าที่ในการทำงาน นักเรียนได้เป็นผู้ริเริ่มในการพูดคุยวางแผนการดำเนินกิจกรรม แสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ปฏิบัติกิจกรรมโดยคำนึงถึงเป้าหมายในการทำงานและมีความรับผิดชอบในภาระงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของการทำงานเป็นทีม ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปสามารถศึกษาผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการทำงานเป็นทีมของนักเรียนได้

2) ความสามารถในการให้เหตุผล เนื่องจากธรรมชาติของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ลงข้อสรุปจากผลการทดลองหรือการทำกิจกรรมในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งนักเรียนจะใช้หลักฐานที่เหมาะสมมาเป็นข้อมูลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเขียนให้เหตุผลโดยการอธิบายองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน นักเรียนจึงได้ฝึกเขียนการให้เหตุผลหลายครั้ง และนักเรียนมีแนวโน้มในการเขียนการให้เหตุผลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้นตามการฝึกฝนหลาย ๆ ครั้ง ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปสามารถศึกษาผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# รายการอ้างอิง

## ภาษาไทย


กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *คุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนไทย สังเคราะห์การประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2006 และ TIMSS 2007*. กรุงเทพมหานคร: เซเว่น พริ้นติ้ง กรุ๊ป.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร.* กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

โชติกา ภาษีผล, ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, และกมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2558). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. (2545). *กระบวนการเรียนรู้ ความหมาย แนวทางการพัฒนา และปัญหาข้องใจ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พจีลักษณ์ ขวัญใจ. (2555). *ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของอัลเบอร์ตา เลิร์นนิ่งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2556). *ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนอิงมาตรฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2557). *สอนเขียนแผนบูรณาการ บนฐานเด็กเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณี แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (Research methodology in behavioral sciences)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557ก). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง.* กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557ข). [ออนไลน์]. *รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* แหล่งที่มา: http://biology.ipst.ac.th/?p=688. [23 กันยายน 2558].

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการแย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สันติชัย อนุวรชัย และอลิศรา ชูชาติ. (2555). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการแย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครุศาสตร์,* 39(3): 66-82.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพลิกา ประโมจนีย์. (2550). *บทสรุปเพื่อการบริหาร: การรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวัย 15 ปี.* กรุงเทพมหานคร: เซเว่น พริ้นติ้ง กรุ๊ป.

สุพัตรา จันทรโษฆิต. (2552). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สุรีรัตน์ จุ้ยกระยาง. (2553). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาวิทยาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา.* กรุงเทพมหานคร: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.

อนงรัตน์ แก้วบำรุง. (2554). *ผลของการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์เรื่องงานและพลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

เอกรินทร์ อัชชะกุลวิสุทธิ์. (2557). การประเมินด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท.,* 43(191), 37-41.

**ภาษาอังกฤษ**

AAAS. (1990). *Science for all Americans*. [Online]. Available from: http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm. [2015, 8 September].

Baker, M., & Bielaczyc, K. (1995). *Missed opportunities for learning in collaborative problem-solving interactions*. In proceedings of AI-ED (Vol. 95, pp. 210-218).

Barkley, E. F., Major, C. H., & Cross, K. P. (2014). *Collaborative learning techniques: a handbook for college faculty* (2 ed.). San Francisco: Jossey-Bass: A Wiley Brand.

Barron, B. (2000). Achieving coordination in collaborative problem-solving groups. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(4), 403-436.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education,* 93(1), 26-55.

Bosworth, K. & Hamilton, S. J. (1994). *Collaborative learning: underlying processes and effective techniques*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education,* 95(4), 639-669.

Bray, J. N., Lee, J., Smith, L. L., & York, L. (2000). *Collaborative inquiry in practice: action, reflection, and meaning making.* United States of America: Sage Publication.

Brounstein, M. (2016). *Differences between work groups and teams*. [Online]. Available from: http://www.dummies.com/how-to/content/differences-between-work-groups-and-teams.html. [2016, 6 July].

BSCS Center for Professional Development. (2008). *Developing scientific explanations*. [Online]. Available from: http://www.washingtonesds.org/cms/lib4/WA07001775/Centricity/Domain/32/Developing-Scientific-Explanations.pdf. [2015, 8 September].

Buschman, M. (2012). *7 differences between a group and a team*. [Online]. Available from: http://buschmanconsultancy.com/en/2012/10/22/7-differences-between-a-group-and-a-team/. [2016, 6 July].

Care, E., Griffin, P., Scoular, C., Awwal, N., & Zoanetti, N. (2015). Chapter 4: Collaborative problem solving tasks. In P. Griggin & E. Care (Eds.*), Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 85-104). Dordrecht: Springer.

Chang, K.-E., Sung, Y.-T., & Lee, C.-L. (2003). Web-based collaborative inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 56-69.

Chang, C.-Y., & Mao, S.-L. (2010). The effects on students' cognitive achievement when using the cooperative learning method in earth science classrooms. *School Science and Mathematics,* 99(7), 374-379.

Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: a comparison of deep and surface approach. *Journal of Research in Science Teaching,* 37(2), 109-138.

Cooper, M. M., Cox, Jr, C. T., Nammouz, M., & Case, E. (2008). An assessment of the effect of collaborative groups on students' problem-solving strategies and abilities. *Journal of Chemical Education*, 85(6), 866-872.

Daigle, R. J., Doran, M. V., & Pardue, J. H. (1996). Integrating collaborative problem solving throughout the curriculum. *ACM SIGCSE Bulletin,* 28(1), 237-241.

David, J. L. (2009). What research says about inquiry/ collaborative inquiry. *Educational Leadership*, 66(4), 87-88.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher,* 23(7), 5-12.

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Science Education,* 38(1), 39-72.

Engelmann, T., & Hesse, F. W. (2010). How digital concept maps about the collaborators' knowledge and information influence computer-supported collaborative problem solving. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning,* 5(3), 299-319.

Engelmann, T., Kozlov, M. D., Kolodziej, R., & Clariana, R. B. (2014). Fostering group norm development and orientation while creating awareness contents for improving net-based collaborative problem solving. *Computers in Human Behavior,* 37, 298-306.

Falk, A., & Broadsky, L. (2015). Scientific explanations and argumentations: seeing and supporting explanation and argumentation in students' talk. *Science scope*, 66-70.

Gagnon, M. J., & Abell, S. K. (2008). Explaining science. *Science and Children*, 60-61.

Ge, X., Yang, Y. J., Liao, L., & Wolfe, E. G. (2015). E-learning systems, environments and approaches. In P. Isaias, J. M. Spector, D. Ifenthaler & D. G. Sampson (Eds.), *Perceived affordance of a technology-enhanced active learning classroom in promoting collaborative problem solving* (pp. 305-322).

Gikkies, R. M. (2007). *Cooperative learning: integrating theory and practice*. California: Sage Publication.

Gillies, R. M. (2003). Structuring cooperative group work in classroom. *International Journal of Educational Research,* 39(1-2), 35-49.

Gotwals, A. W. & Songer, N. B. (2009). Reasoning up and down a food chain: using an assessment framework to investigate students' middle knowledge. *Science Education*, 94(2), 259-281.

GSI Teaching & Resource Center. (2016). *Social constructivism*. [Online]. Available from: http://gsi.berkeley.edu/gsi-guide-contents/learning-theory-research/social-constructivism/. [2016, 29 October].

Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. In P. Griffin & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 37-56). Dordrecht: Springer.

Hilliges, O., Terrenghi, L., Boring, S., Kim, D., Richter, H., & Butz, A. (2007*). Designing for collaborative creative problem solving*. Paper presented at the Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on creativity & cognition, ACM.

Howe, C., et al. (2007). Group work in elementary science: towards organizational principles for support pupil learning. *Learning and Instruction,* 17(5), 549-563.

Jackson, D., & Street, H. (2005). Introduction. In H. Street & J. Temperley (Eds.), *Improving schools through collaborative enquiry*. London: Continuum.

Kaartinen, S., & Kumpulainen, K. (2002). Collaborative inquiry and the construction of explanations in the learning of science. *Learning and Instruction*, 12, 189-212.

Kane, M. J. (1998). *How to distinguish the important differences between teams and work groups*. [Online]. Available from: http://executiveevolution.com/ docs/Work_Groups.pdf. [2016, 6 July].

Kuhn, D. (2015). Thinking together and alone. *Educational Researcher*. doi: 0013189X15569530.

Kuhn, L., & Reiser, B. (2005). *Students constructing and defending evidence-based scientific explanations*. Paper presented at the annual meeting of the National Assiciation for Research in Science Teaching, Dallas, TX.

Kyprianidou, M., Demetriadis, S., Tsiatsos, T., & Pombortsis, A. (2012). Group formation based on learning styles: can it improve students' teamwork? *Educational Technology Research and Development,* 60(1), 83-110.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78.

McNeill, K. L., Lizotte, D. J., & Krajcik, J. (2005). *Identifying teacher practices that support students; explanation in science*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.

McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.

Mudadigwa, B. (2015). *Teacher's use of pedagogical link-making in the teaching of chemical change: the case of one grade 10 physical science class in Gauteng.* (Doctoral dissertation).

Myers, P. (2013). *The difference between team and group dynamics*. [Online]. Available from: http://www.teamtechnology.co.uk/team/dynamics/vs-group-dynamics/. [2016, 6 July].

MyManagementLab. (2016). *The nature of work groups and teams*. [Online]. Available from: http://ebooks.narotama.ac.id/files/Management%20&%20Organisational%20Behaviour%20(9th%20Edition)/Chapter%208%20%20%20%20The%20Nature%20of%20Work%20Groups%20and%20Teams.pdf. [2016, 6 July].

Nelson, G. D. (1999). *Science literacy for all 21st century*. [Online]. Available from: http://www.project2061.org/publications/articles/articles/ascd.htm. [2015, 10 September].

Next Generation Science Standards. (2013). *Appendix f – science and engineering practices in the NGSS*. [Online]. Available from: http://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Appendix%20F%20%20Science%20and%20Engineering%20Practices%20in%20the%20NGSS%20-%20FINAL%20060513.pdf. [2016, 6 November].

OECD. (2013a). *PISA 2015: Draft collaborative problem solving framework*. Paris: OECD.

OECD. (2013b). *Pisa 2015: Draft science framework*. Paris: OECD.

Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: a necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638.

Panitz, T. (1999). *Collaborative versus cooperative learning: a comparison of the two concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning.* [Online]. Available from: http://eric.ed.gov/?id=ED448443. [2016, 10 November].

Reiser, B. J., Berland, L. K., & Kenyon, L. (2012). Engaging students in the scientific practices of explanation and argumentation. *Science and Children*, 49(8), 8-13.

Saglam, Y., Karaaslan, E. H., & Ayas, A. (2014). Creating a taken-as-shared understanding for scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448-484.

Chulalongkorn University

Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448-484.

Sampson, V., & Clark, D. (2011). A comparison of the collaborative scientific argumentation practices of two high and two low performing groups. *Research in Science Education*, 41(1), 63-97.

Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education,* 88(3), 345-372.

Sins, P. H., Savelsbergh, E. R., van Joolingen, W. R., & van Hout-Wolters, B. H. (2011). Effects of face-to-face versus chat communication on performance in a collaborative inquiry modeling task. *Computers & Education,* 56(2), 379-387.

Stoll, L. (2010). Connecting learning communities: capacity building for systematic change. In A. Hargreaves, A. Lieberman, M. Fullan & D. Hopkins (Eds.), *Second International Handbook of Educational Change* (Vol. 23, pp. 469-484). London: Springer.

Strough, J., Berg, C. A., & Meegan, S. P. (2001). Friendship and gender differences in task and social interpretations of peer collaborative problem solving. *Social Development,* 10(1), 1-22.

Surbhi, S. (2015). *Differences between groups and team*. [Online]. Available from: http://keydifferences.com/difference-between-group-and-team.html. [2016, 6 July].

Thompson, J., Braaten, M., Windschitl, M., Sjoberg, B., Jones, M., & Martinez, K. (2009). Collaborative inquiry into students' evidence-based explanations: How groups of science teachers can improve teaching and learning. *The Science Teacher*, November, 48-52.

Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the Development of Children,* 23(3), 34-41.

Weber, E. P., Lovrich, N. P., & Gaffney, M. (2005). Collaboration, enforcement, and endangered species: a framework for assessing collaborative problem-solving capcity. *Society and Natural Resources*, 18(8), 667-698.

# ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# รายการภาคผนวก

**ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

**ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
2. แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
3. แผนการจัดการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ก
# รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

**แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**

| | |
|---|---|
| 1. อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา | อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 3. อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ | อาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |

**แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

| | |
|---|---|
| 1. อาจารย์เอกรินทร์ อัชชะกุลวิสุทธิ์ | นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) |
| 2. อาจารย์วิภา เกียรติธนะบำรุง | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 3. อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ | อาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |

**แผนการจัดการเรียนรู้**

| | |
|---|---|
| 1. รองศาสตราจารย์พเยาว์ ยินดีสุข | อาจารย์พิเศษ สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 3. คุณครูอรนุช การพิศิษฎ์ | ครูวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย |

# ภาคผนวก ข
# เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
   - 1.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
   - 1.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
   - 1.3 สถานการณ์สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
   - 1.4 แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
   - 1.5 แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
   - 2.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง
   - 2.2 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

**ข้อที่ 1 การแยกสาร**

บ้านของนักเรียนปลูกตะไคร้หอมไว้จำนวนหนึ่ง จากการสังเกตพบว่า ตะไคร้หอมสามารถให้สีและกลิ่นหอมได้ นักเรียนต้องการสกัดสีเขียวอ่อนและกลิ่นหอมของตะไคร้หอม โดยใช้น้ำและเอทานอล เป็นตัวทำละลาย ได้ผลดังนี้

**ตาราง** ลักษณะของของเหลวที่สังเกตได้จากการสกัดสารจากตะไคร้หอมด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ

| สารตัวอย่าง ที่นำมาสกัด | ตัวทำละลาย | ลักษณะของของเหลวที่สกัดได้ |
|---|---|---|
| ตะไคร้หอม | น้ำ | ของเหลวสีขาวขุ่น แยกเป็น 2 ชั้น มีกลิ่นตะไคร้หอม |
| | เอทานอล | ของเหลวสีเขียวอ่อน มีกลิ่นตะไคร้หอมปนกลิ่นเอทานอล |

ตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม และตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดกลิ่นของตะไคร้หอม อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อกล่าวอ้าง.....

.....

หลักฐาน.....

.....

.....

การให้เหตุผล.....

.....

.....

.....

☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

**ข้อที่ 2 สารประกอบและธาตุ**

นักเรียนได้รับมอบหมายจากเพื่อนในกลุ่มให้ทำการทดสอบสมบัติของสารชนิดหนึ่งแล้วนำมาจัดกลุ่มธาตุ ได้ผลดังตาราง

**ตาราง** สมบัติบางประการของธาตุตัวอย่าง

| ธาตุตัวอย่าง | สมบัติบางประการของธาตุ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | การนำไฟฟ้า | การนำความร้อน | จุดหลอมเหลว (°C) | จุดเดือด (°C) | ลักษณะอื่น ๆ |
| ทองแดง | นำไฟฟ้า | นำความร้อน | 660 | 2,600 | ตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ |
| ฟอสฟอรัส | ไม่นำไฟฟ้า | ไม่นำความร้อน | 44 | 760 | เปราะ ตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นไม่ได้ |
| ธาตุที่ไม่ทราบชนิด | ไม่นำไฟฟ้า | ไม่นำความร้อน | 50 | 183 | เปราะ ตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นไม่ได้ |

ธาตุที่ไม่ทราบชนิดที่นำมาทดสอบนั้น จัดเป็นธาตุในกลุ่มโลหะ อโลหะ หรือกึ่งโลหะ อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

ข้อกล่าวอ้าง.....

หลักฐาน.....

.....

การให้เหตุผล.....

.....

.....

☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

**ข้อที่ 3 การเกิดปฏิกิริยาเคมี**

นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ใช้กรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นและปริมาตรเท่ากัน ส่วนชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ใช้กรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้นและปริมาตรเท่ากัน ได้ผลการทดลองดังตาราง

**ตาราง** ลักษณะที่เกิดขึ้นในการทดลองระหว่างคู่สารต่าง ๆ ที่ผสมกัน

| ชุดการทดลอง | ผลการสังเกต |
|---|---|
| 1. โลหะแมกนีเซียมที่พับให้แน่น + กรดไฮโดรคลอริก | เกิดฟองแก๊สเป็นระยะเวลา 191 วินาที |
| 2. โลหะแมกนีเซียมที่ขดเป็นสปริง + กรดไฮโดรคลอริก | เกิดฟองแก๊สเป็นระยะเวลา 109 วินาที |
| 3. แมกนีเซียม + สารละลายกรดซัลฟิวริก | เกิดฟองแก๊สมาก |
| 4. ทองแดง + สารละลายกรดซัลฟิวริก | เกิดฟองแก๊สเล็ก ๆ เกาะที่แผ่นทองแดง |

จากการทดลองข้างต้น การทดลองแต่ละชุดมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

ข้อกล่าวอ้าง.....

.....

หลักฐาน.....

.....

.....

การให้เหตุผล.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

**ข้อที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม**

บริษัทแห่งหนึ่งได้รับมอบหมายในการติดตั้งเครื่องเล่นต่าง ๆ ที่สนามเด็กเล่นของโรงเรียน เมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน เจ้าหน้าที่ที่ติดตั้งเครื่องเล่นดังกล่าวได้เข้ามาทำการตรวจสอบสภาพของเครื่องเล่น โดยแสดงรายละเอียดดังตาราง

**ตาราง** ลักษณะของโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเครื่องเล่น

| เครื่องเล่น | ลักษณะของโครงสร้าง | การเปลี่ยนแปลงที่ตรวจพบ |
|---|---|---|
| ไม้กระดก | บริเวณที่สำหรับนั่ง ทำจากไม้ | มีรอยขีดข่วนบนไม้<br>ไม่มีสนิมเกิดขึ้น |
| กระดานลื่น | บริเวณที่ลื่นจากด้านบนเครื่องเล่นลงมาสู่พื้น ทำจากเหล็ก | มีรอยขีดข่วนบนเหล็กเล็กน้อย<br>มีสนิมเกิดขึ้น |

ปัจจัยที่ทำให้เครื่องเล่นกระดานลื่นเกิดสนิมคืออะไร อธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

ข้อกล่าวอ้าง.....

.....

หลักฐาน.....

.....

.....

การให้เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺

## เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

**ตาราง** เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1 การแยกสาร

| องค์ประกอบ | ระดับคะแนน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | 0 |
| ข้อกล่าวอ้าง | ระบุคำตอบได้ถูกต้องและเป็นข้อความที่สมบูรณ์ | ระบุคำตอบได้ถูกต้อง แต่เป็นข้อความที่ไม่สมบูรณ์ | ระบุคำตอบไม่ถูกต้อง | ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง |
| หลักฐาน | ระบุลักษณะของของเหลวเมื่อสกัดตะไคร้หอมด้วยน้ำและเอทานอลได้อย่างถูกต้อง | ระบุลักษณะของของเหลวเมื่อสกัดตะไคร้หอมด้วยน้ำหรือเอทานอลได้อย่างถูกต้อง เพียงประเด็นใดประเด็นหนึ่ง | ระบุหลักฐานอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับลักษณะของของเหลวที่สกัดได้จากตะไคร้หอมเมื่อใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน | ไม่ระบุหลักฐาน |
| การให้เหตุผล | ระบุหลักการสกัดสารด้วยตัวทำละลายได้ถูกต้อง ว่า ตัวทำละลายต่างชนิดกันจะสกัดสารได้ต่างกัน และเปรียบเทียบผลการสกัดสีและกลิ่นของตะไคร้หอมเมื่อให้น้ำและเอทานอลเป็นตัวทำละลาย | ระบุหลักการสกัดสารด้วยตัวทำละลายได้ถูกต้อง ว่า ตัวทำละลายต่างชนิดกันจะสกัดสารได้ต่างกัน | ระบุเหตุผลที่ไม่สอดคล้องกับหลักการสกัดด้วยตัวทำละลาย | ไม่ระบุการให้เหตุผล |

**ตาราง** เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2 สารประกอบและธาตุ

| องค์ประกอบ | ระดับคะแนน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | 0 |
| ข้อกล่าวอ้าง | ระบุคำตอบได้ถูกต้องและเป็นข้อความที่สมบูรณ์ | ระบุคำตอบได้ถูกต้อง และเป็นข้อความที่ไม่สมบูรณ์ | ระบุคำตอบไม่ถูกต้อง | ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง |
| หลักฐาน | ระบุลักษณะและสมบัติของที่ไม่ทราบชนิดเกี่ยวกับความเป็นอโลหะได้ครบถ้วน | ระบุลักษณะและสมบัติของที่ไม่ทราบชนิดเกี่ยวกับความเป็นอโลหะได้บางส่วน | ระบุหลักฐานอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องลักษณะและสมบัติของสารที่ไม่ทราบชนิด | ไม่ระบุหลักฐาน |
| การให้เหตุผล | อธิบายสมบัติของโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ รวมทั้งเชื่อมโยงความสอดคล้องระหว่างสมบัติของสารที่ไม่ทราบชนิดกับอโลหะ | อธิบายสมบัติของโลหะ อโลหะ หรือกึ่งโลหะ ไม่ครบทั้ง 3 กลุ่ม หรือไม่เชื่อมโยงความสอดคล้องระหว่างสมบัติของสารที่ไม่ทราบชนิดกับอโลหะ | ระบุเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอธิบายสมบัติของโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ | ไม่ระบุการให้เหตุผล |

**ตาราง** เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3 การเกิดปฏิกิริยาเคมี

| องค์ประกอบ | ระดับคะแนน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | 0 |
| ข้อกล่าวอ้าง | ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาได้ถูกต้องทุกชุดการทดลอง | ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาได้ถูกต้อง แต่ไม่แยกคำตอบของแต่ละชุดการทดลอง | ระบุคำตอบอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับชุดการทดลองจากสถานการณ์ที่กำหนด | ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง |
| หลักฐาน | ระบุหลักฐานที่เกี่ยวกับข้องกับลักษณะสารและเปรียบเทียบความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมีในทุกชุดการทดลอง | ระบุหลักฐานที่เกี่ยวกับข้องกับลักษณะสาร แต่ไม่เปรียบเทียบความเร็วในการเกิดปฏิกิริยาเคมีในทุกชุดการทดลอง | ระบุหลักฐานอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับลักษณะของสารในชุดการทดลอง | ไม่ระบุหลักฐาน |
| การให้เหตุผล | ระบุเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวของสารและสมบัติของสารต่างกัน และมีการเชื่อมโยงกับความแตกต่างในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของชุดการทดลอง | ระบุเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวของสารหรือสมบัติของสารที่ต่างกัน เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง และมีการเชื่อมโยงกับความแตกต่างในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของชุดการทดลอง | ระบุเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวของสารหรือสมบัติของสารที่ต่างกัน และไม่มีการเชื่อมโยงกับความแตกต่างในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของชุดการทดลอง | ไม่ระบุการให้เหตุผล |

**ตาราง** เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

| องค์ประกอบ | ระดับคะแนน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | 0 |
| ข้อกล่าวอ้าง | บอกปัจจัยที่ทำให้เครื่องเล่นกระดานลื่น เกิดสนิม ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเครื่องเล่นโดยระบุว่าทำจากเหล็ก | บอกปัจจัยที่ทำให้เครื่องเล่นกระดานลื่น เกิดสนิม ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเครื่องเล่น แต่ไม่ระบุว่าทำจากเหล็ก | บอกปัจจัยที่ทำให้เครื่องเล่นกระดานลื่น เกิดสนิม ที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเครื่องเล่น | ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง |
| หลักฐาน | ระบุโครงสร้างของวัสดุที่ใช้ทำกระดานลื่นและไม้กระดก | ระบุโครงสร้างของวัสดุที่ใช้ทำกระดานลื่น หรือไม้กระดก อย่างใดอย่างหนึ่ง | ระบุหลักฐานอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องเล่น | ไม่ระบุหลักฐาน |
| การให้เหตุผล | อธิบายการเกิดสนิมเหล็ก และเชื่อมโยงกับเครื่องเล่นทั้งสองชนิด | อธิบายการเกิดสนิมเหล็ก แต่ไม่เชื่อมโยงกับเครื่องเล่นทั้งสองชนิด | ให้เหตุผลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดสนิมเหล็ก | ไม่ระบุการให้เหตุผล |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**สถานการณ์ในการประเมิน**
**ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ และดำเนินการโดยปฏิบัติตามกติกาที่กำหนด

**<u>สถานการณ์ที่ 1 การแยกสาร</u>**

ช่วงเวลาปิดภาคเรียน นักเรียนไปเที่ยวชายทะเลกับเพื่อน โดยนักเรียนเตรียมวัตถุดิบในการประกอบอาหารไว้ในกระเป๋า ได้แก่ น้ำตาล และข้าวสาร โดยวางกระเป๋าบนพื้นทราย ปรากฏว่ามีเหตุการณ์ไม่คาดคิดเกิดขึ้น เมื่อสุนัข 3 ตัวมาเล่นกระเป๋าจนขาด ทำให้วัตถุดิบที่นักเรียนได้เตรียมไว้ตกลงบนทรายที่มีก้อนหินและน็อตที่ทำจากโลหะอยู่ด้วย กลุ่มของนักเรียนไม่ต้องการให้ทรายบริเวณดังกล่าวสกปรกเนื่องจากมีสิ่งของอื่น ๆ ปนอยู่ จึงร่วมมือกันคิดวิธีการแยกสารต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่ทั้ง 5 ชนิด (น็อต น้ำตาล ทราย ก้อนหิน ข้าวสาร) ให้ออกจากกัน

ถ้านักเรียนและเพื่อน ๆ ในกลุ่ม พบปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะแยกสารที่ผสมกันอยู่ทั้ง 5 ชนิดข้างต้นให้ออกจากกันด้วยวิธีการใด และมีขั้นตอนการแยกสารอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนวางแผนร่วมกันและทำกิจกรรมแยกสารตามแผนที่กลุ่มของนักเรียนกำหนด

<u>กติกา</u>

1. กำหนดเวลาในการทำกิจกรรมในสถานการณ์ที่ 1 การแยกสาร 30 นาที
2. แบ่งหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มก่อนเริ่มกิจกรรม
3. แต่ละกลุ่มระบุอุปกรณ์ที่ต้องการ และขั้นตอนการแยกสาร ก่อนออกมาหยิบอุปกรณ์ โดยบันทึกลงใน *ใบทดลองที่ 1 เรื่อง "สถานการณ์ที่ 1 การแยกสาร"*
4. การหยิบอุปกรณ์สามารถหยิบได้กลุ่มละ 1 ครั้ง คือ ก่อนเริ่มทำกิจกรรมเท่านั้น
5. ใช้อุปกรณ์เท่าที่ครูเตรียมไว้ให้เท่านั้น ดังนี้
   *"ช้อน ตะเกียบ แท่งแม่เหล็ก ตะแกรงขนาดใหญ่ กระชอนขนาดเล็ก ตะเกียงแอลกอฮอล์ ถ้วยกระเบื้อง"*
6. ถ้ามีปัญหาเกิดขึ้น ให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันเพื่อแก้ไขปัญหาให้คลี่คลาย
7. เก็บอุปกรณ์หลังทำกิจกรรมเสร็จสิ้นแล้ว
8. หลังการทำกิจกรรม ให้นักเรียนประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของกลุ่ม และประเมินฯ ตนเอง โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

**<u>สถานการณ์ที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี</u>**

สัปดาห์วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้รับมอบหมายให้จัดนิทรรศการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี นักเรียนทั้ง 4 ห้องเรียนจึงประชุมปรึกษากันและได้ข้อสรุปว่า จะร่วมกันแสดง SCIENCE SHOW “การทดลองภูเขาไฟระเบิด” โดยใช้สารที่กำหนด ได้แก่ ผงฟู น้ำส้มสายชู และสีผสมอาหาร (เขียว ส้ม ชมพูสด) ส่วนอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้ในการทดลองกำหนดให้เป็นอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เท่านั้น ได้แก่ บีกเกอร์ขนาด 80 ml หลอดทดลองขนาดเล็ก 20 ml ช้อนตักสาร และกระบอกตวง

<u>ข้อกำหนดในการทดลอง</u>

1. กลุ่มของนักเรียนที่ทำการทดลองภูเขาไฟระเบิดให้เกิดฟองแก๊สนานที่สุด เพียง 1 กลุ่มจะได้รับดาวสะสม 5 ดวง (จับเวลาเฉพาะช่วงที่มีฟองแก๊สพ้นออกมาจากหลอดทดลองเท่านั้นโดยครูเป็นผู้จับเวลาของทุกกลุ่ม)
2. การจำลองการเกิดภูเขาไฟระเบิดโดยใช้ผงฟูและน้ำส้มสายชูนั้น สารทั้ง 2 ชนิดต้องผสมกันในอุปกรณ์ที่กำหนด เมื่อพร้อมในการทดลองเพื่อจับเวลา นักเรียนจะต้องวางอุปกรณ์การทดลองที่ใช้อยู่ในกล่องพลาสติกเท่านั้น
3. ถ้าต้องการให้ผลการทดลองมีสีสันสวยงาม ให้นักเรียนใส่สีผสมอาหารลงในผงฟูเพียงเล็กน้อย ก่อนเทน้ำส้มสายชูลงไปผสม

<u>กติกา</u>

1. กำหนดเวลาในการทำกิจกรรมในสถานการณ์ที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี 30 นาที
2. แบ่งหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มก่อนเริ่มกิจกรรม
3. แต่ละกลุ่มระบุอุปกรณ์ที่ต้องการ กำหนดปริมาณสารเคมีที่ใช้ และระบุขั้นตอนการทดลองก่อนออกมาหยิบอุปกรณ์ โดยบันทึกลงใน *ใบทดลองที่ 2 เรื่อง “สถานการณ์ที่ 2 การเกิดปฏิกิริยาเคมี”*
4. การหยิบอุปกรณ์สามารถหยิบได้กลุ่มละ 1 ครั้ง คือ ก่อนเริ่มทำกิจกรรมเท่านั้น
5. ใช้อุปกรณ์เท่าที่ครูเตรียมไว้ให้เท่านั้น
6. ถ้ามีปัญหาเกิดขึ้น ให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันเพื่อแก้ไขปัญหาให้คลี่คลาย
7. เก็บอุปกรณ์หลังทำกิจกรรมเสร็จสิ้นแล้ว
8. หลังการทำกิจกรรม ให้นักเรียนประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของกลุ่มและประเมินฯ ตนเอง โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ใบทดลองที่ 1**

**สถานการณ์ที่ 1 การแยกสาร**

ชั้น ม. 2/..... สมาชิกกลุ่มที่.....

1. หัวหน้าทีม ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
2. ผู้ดูแลอุปกรณ์ ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
3. ผู้นำเสนอ ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
4. ผู้บันทึก ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
5. ผู้บันทึก ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
6. ผู้ดูแลอุปกรณ์ ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....

อุปกรณ์ที่ใช้.....

.....

ขั้นตอนการแยกสาร.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการทดลองแยกสารครั้งต่อไป.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ใบทดลองที่ 2**

**สถานการณ์ที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี**

ชั้น ม. 2/..... สมาชิกกลุ่มที่.....

1. หัวหน้าทีม ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
2. ผู้ดูแลอุปกรณ์ ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
3. ผู้นำเสนอ ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
4. ผู้บันทึก ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
5. ผู้บันทึก ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....
6. ผู้ดูแลอุปกรณ์ ชื่อ.....เลขที่..... เหตุผลที่เลือก.....

อุปกรณ์ที่ใช้.....

.....

ปริมาณสาร 1. ผงฟู.....2. น้ำส้มสายชู.....

ขั้นตอนการทดลอง.....

.....

.....

ให้นักเรียนวาดภาพ การเตรียมพร้อมอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองและจับเวลา

บันทึกผลการทดลอง.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการทดลอง “ภูเขาไฟระเบิด” ในครั้งต่อไป.....

.....

## แบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

กลุ่มที่.....ประเมินครั้งที่.....วันที่.....ผู้ประเมิน.....

ผู้รับการประเมิน..... ชั้น..... เลขที่.....

**คำชี้แจง** ให้พิจารณาการทำภาระงานของนักเรียนแต่ละคน และเขียนคะแนนลงในช่องตามประเด็นการประเมิน

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | |
| 1. การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | |
| 1.1 การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน | กระตือรือร้นในการทบทวนหรือพูดคุยเกี่ยวกับการดำเนินการ | มีส่วนร่วมในการพูดคุยภายในกลุ่มเกี่ยวกับงานที่ต้องทำเพื่อทบทวนหรือพูดคุยเกี่ยวกับการดำเนินการเฉพาะเมื่อได้รับการกระตุ้นโดยผู้อื่น | ไม่มีส่วนร่วมในการพูดคุยภายในกลุ่มเกี่ยวกับงานที่ต้องทำเพื่อทบทวนหรือพูดคุยเกี่ยวกับการดำเนินการ | |
| 1.2 การควบคุมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น | กระตือรือร้นในการอภิปรายภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น | อภิปรายภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยออกนอกประเด็นบ้างในช่วงเวลาที่ทำภาระงาน | ชักชวนสมาชิกในกลุ่มให้พูดคุยอภิปรายออกนอกประเด็นตลอดการทำภาระงาน | |

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | |
| 2.1 การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกในกลุ่มในการทำภาระงาน | มีส่วนร่วมในการซักถามหรือให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับจุดแข็งและจุดอ่อนของตนเองและเพื่อนในกลุ่มเพื่อแบ่งหน้าที่ในการทำภาระงาน | มีส่วนร่วมในการซักถามหรือให้ข้อมูลเพื่อแบ่งหน้าที่ในการทำภาระงาน แต่ไม่พิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม | ไม่มีส่วนร่วมในการสื่อสารและสร้างข้อตกลงในกลุ่มเพื่อแบ่งหน้าที่ตามจุดแข็งจุดอ่อนของสมาชิก | |
| 2.2 การปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมาย/หรือที่ได้วางแผนไว้ | ปฏิบัติตามแผนการดำเนินการของกลุ่มหรือขั้นตอนที่กลุ่มได้รับมอบหมายตลอดการทำภาระงาน | ปฏิบัติตามแผนการดำเนินการของกลุ่มหรือขั้นตอนที่กลุ่มได้รับมอบหมาย แต่ไม่ตลอดการทำภาระงาน | ไม่ปฏิบัติตามแผนการดำเนินการของกลุ่มหรือขั้นตอนที่กลุ่มได้รับมอบหมาย | |
| 2.3 การสื่อสารกันระหว่างการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ | มีส่วนร่วมในการพูดคุยกันในกลุ่มในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาหรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย | มีส่วนร่วมในการพูดคุยกันในกลุ่มในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาหรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย แต่ต้องได้รับการกระตุ้นโดยผู้อื่น | ไม่มีส่วนร่วมในการพูดคุยกันในกลุ่มในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาหรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | |
| 3. การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | |
| 3.1 การเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ (เฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้า) | ยอมรับการเปลี่ยนแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อขจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำภาระงาน และปฏิบัติตามอย่างกระตือรือร้น | ยอมรับการเปลี่ยนแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อขจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำภาระงาน แต่ปฏิบัติตามเมื่อได้รับการกระตุ้นโดยผู้อื่น | ไม่ยอมรับการเปลี่ยนแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อขจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำภาระงาน และไม่ปฏิบัติตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น | |
| 3.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของกลุ่ม | กระตือรือร้นในการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งหน้าที่และกระบวนการดำเนินงาน | มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งหน้าที่และกระบวนการดำเนินงาน แต่ต้องได้รับการกระตุ้นโดยผู้อื่น | ไม่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งหน้าที่และกระบวนการดำเนินงาน | |

## แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม

กลุ่มที่.....ประเมินครั้งที่.....วันที่..... ผู้ประเมิน.....

**คำชี้แจง** ให้พิจารณาการทำภาระงานในภาพรวมของกลุ่ม และเขียนคะแนนลงในช่องตามประเด็นการประเมิน

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | |
| 1. การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | |
| 1.1 การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน | การสื่อสารพูดคุยระหว่างสมาชิกทุกคนเกี่ยวกับงานที่ต้องทำเพื่อทบทวนขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้รับมอบหมายหรือพูดคุยเกี่ยวกับการดำเนินการร่วมกัน | การสื่อสารพูดคุยระหว่างสมาชิกบางคนเกี่ยวกับงานที่ต้องทำเพื่อทบทวนขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้รับมอบหมายหรือพูดคุยเกี่ยวกับการดำเนินการร่วมกัน | สมาชิกต่างคนต่างดำเนินงานตามความเข้าใจของตนเองโดยไม่มีการสื่อสารพูดคุยกัน | |
| 1.2 การควบคุมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอก | สมาชิกทุกคนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกันซึ่งสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็นตลอดการทำภาระงาน | สมาชิกบางคนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกันซึ่งสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็นตลอดการทำภาระงาน | สมาชิกไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกันเลย<br>*/หรือ*<br>สมาชิกบางคนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกันซึ่งสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับ | |

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | |
| ประเด็น | | */หรือ*<br>สมาชิกทุกคนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกันซึ่งสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น แต่ไม่ตลอดการทำภาระงาน | มอบหมาย แต่ออกนอกประเด็น ตลอดการทำภาระงาน | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | |
| 2.1 การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกในกลุ่มในการทำภาระงาน | มีการสื่อสารและสร้างข้อตกลงร่วมกันในกลุ่ม เพื่อแบ่งหน้าที่ที่เหมาะสมกับจุดแข็งจุดอ่อนของสมาชิก | มีการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งบทบาทหน้าที่ แต่ไม่ได้มาจากข้อตกลงร่วมกันของสมาชิกส่วนใหญ่ในกลุ่ม | ไม่มีการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งบทบาทหน้าที่<br>*/หรือ*<br>มีการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งบทบาทหน้าที่ แต่ไม่พิจารณาจุดแข็งจุดอ่อนของสมาชิก | |
| 2.2 การปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามที่ได้รับ | สมาชิกทุกคนปฏิบัติตามแผนการดำเนินการของกลุ่มหรือขั้นตอนที่กลุ่มได้รับมอบหมาย | สมาชิกบางคนปฏิบัติตามแผนการดำเนินการของกลุ่มหรือขั้นตอนที่กลุ่มได้รับมอบหมาย | สมาชิกแต่ละคนต่างคนต่างดำเนินงาน โดยไม่คำนึงถึงแผนการดำเนินการของกลุ่ม | |

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | |
| มอบหมาย/หรือที่ได้วางแผนไว้ | | | หรือขั้นตอนที่กลุ่มได้รับมอบหมาย | |
| 2.3 การสื่อสารกันระหว่างการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ | สมาชิกทุกคนมีการพูดคุยกันในกลุ่มในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาหรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย | สมาชิกบางคนมีการพูดคุยกันในกลุ่มในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาหรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย | ไม่มีการพูดคุยกันในกลุ่มในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาหรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย | |
| 3. การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | |
| 3.1 การเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ (เฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้า) | สมาชิกทุกคนยินดีที่จะเปลี่ยนแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อขจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำภาระงาน | สมาชิกบางคนยินดีที่จะเปลี่ยนแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อขจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำภาระงาน | กลุ่มไม่เปลี่ยนแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อขจัดอุปสรรคที่เกิดขึ้น<br>*/หรือ*<br>สมาชิกส่วนใหญ่เกี่ยงกันในการเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่โดยไม่คำนึงถึงการขจัดอุปสรรคที่ | |

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | |
| | | | เกิดขึ้นระหว่างการทำภาระงาน | |
| 3.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของกลุ่ม | สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งหน้าที่และกระบวนการดำเนินงาน | สมาชิกบางคนมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งหน้าที่และกระบวนการดำเนินงาน | สมาชิกไม่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแบ่งหน้าที่และกระบวนการดำเนินงานเลย | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง “การแยกสารผสมอย่างง่าย”**

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

วิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว 22101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 100 นาที ผู้สอน นางสาวกรกนก เลิศเดชาภัทร

---

สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน และตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 3.1 ม.2/3 ทดลองและอธิบายหลักการแยกสารด้วยวิธีการกรอง การตกผลึก การสกัดการกลั่นและโครมาโทกราฟี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ว 8.1 ม.1-3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.1-3/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี

ว 8.1 ม.1-3/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่มีคุณภาพ

ว 8.1 ม.1-3/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ว 8.1 ม.1-3/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.1-3/6 สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.1-3/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ว 8.1 ม.1-3/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ และเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

ว 8.1 ม.1-3/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงานาหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

<u>จุดประสงค์การเรียนรู้</u>

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของสารผสมและการแยกสารผสมได้
2. อธิบายหลักการแยกสารผสมโดยใช้แม่เหล็กดูด การละลาย การกรอง การระเหยแห้ง การหยิบหรือเขี่ยออก การกลั่นและการกลั่นด้วยไอน้ำได้
3. ทำการทดลองเพื่อแยกสารผสมออกจากกันด้วยวิธีการอย่างง่ายได้
4. ยกตัวอย่างการแยกสารโดยวิธีการอย่างง่ายที่พบในชีวิตประจำวัน
5. สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแยกสารผสมอย่างง่ายได้
6. เป็นผู้มีความรับผิดชอบ มุ่งมั่นในการทำงาน และรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม

<u>เนื้อหา/สาระ</u>

**ด้านความรู้**

**ความหมายของสารผสมและการแยกสารผสม**

สารผสม (Mixture) หมายถึง สารที่เกิดจากการนำสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มาผสมกันในอัตราส่วนที่ไม่คงที่ ซึ่งสารแต่ละชนิดยังคงแสดงสมบัติของสารเดิมอยู่

การแยกสารผสม หมายถึง กระบวนการทำให้สารผสมบริสุทธิ์ โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของสารเป็นเกณฑ์ในการแยกสารผสม

**วิธีการและหลักการแยกสารผสม**

การแยกสารผสมแต่ละวิธีมีหลักการดังนี้

1. การใช้อำนาจแม่เหล็กหรือการใช้แม่เหล็กดูด เป็นการแยกสารเนื้อผสมโดยองค์ประกอบหนึ่งมีสมบัติในการถูกแม่เหล็กดูดได้ เช่น การแยกผงตะไบเหล็กออกจากผงกำมะถัน โดยใช้แม่เหล็กถูไปมาบนแผ่นกระดาษที่วางกับของผสมทั้งสอง แม่เหล็กจะดูดผงเหล็กแยกออกมา

2. การละลาย เป็นวิธีการแยกสารผสมที่สารมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน ผลของการแยกสารทำให้ได้สารที่มีสถานะเดียวกับตัวทำละลาย เช่น การแยกน้ำตาลออกจากพริกป่นโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย จะได้สารละลายน้ำตาลหรือน้ำเชื่อม

3. การกรอง เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสถานะเป็นของแข็งออกจากของเหลว โดยผ่านตัวกรองที่มีรูพรุนขนาดเล็ก ทำให้อนุภาคของของแข็งนั้นไม่สามารถผ่านตัวกรองได้ ส่วนอนุภาคของของเหลวจะผ่านตัวกรองได้ เช่น การใช้ผ้าขาวบางในการคั้นน้ำกะทิจากมะพร้าว แผ่นกรองอากาศในเครื่องปรับอากาศ

4. การระเหยแห้ง เป็นการแยกสารผสมที่เป็นสารละลายมีลักษณะเป็นของเหลวใส ซึ่งมีของเหลวและมีของแข็งละลายในของเหลว การแยกสารโดยวิธีการระเหยแห้งนิยมใช้ในการแยกเกลือออกจากน้ำทะเล เพื่อให้ได้เกลือสมุทร

5. การหยิบหรือการเขี่ยออก เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีของผสมขนาดใหญ่พอที่จะหยิบออกหรือเขี่ยออกได้ เช่น การหยิบก้อนหินขนาดใหญ่ออกจากทราย

6. การกลั่น เป็นวิธีการแยกสารผสมที่เป็นของเหลว หรือของแข็งที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับของเหลว ซึ่งอาศัยหลักการความแตกต่างของจุดเดือดและการระเหยของสาร กล่าวคือ เป็นการทำให้ของเหลวกลายเป็นไอโดยการให้พลังงานความร้อน ทำให้สารที่มีจุดเดือดต่ำกว่าระเหยเป็นไอก่อน และเมื่อเย็นลงไอจะควบแน่นแล้วกลั่นตัวเป็นของเหลวบริสุทธิ์ ตัวอย่างการแยกสารโดยการกลั่น เช่น การแยกองค์ประกอบของน้ำเกลือ

7. การกลั่นด้วยไอน้ำ เป็นวิธีการแยกสารที่เป็นน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยหลักในการสกัดคือไอน้ำช่วยทำให้น้ำมันหอมระเหยกลายเป็นไอปนออกมากับไอน้ำ และควบแน่นที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำมันหอมระเหย ของเหลวที่กลั่นได้จะแยกเป็น 2 ชั้นโดยมีน้ำ

อยู่ชั้นล่าง และน้ำมันหอมระเหยอยู่ชั้นบน ตัวอย่างการแยกสารโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ เช่น การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากผิวมะกรูด

**ด้านกระบวนการ**

1. ความสามารถในการสื่อสาร: การอภิปราย
2. ความสามารถในการคิด: การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา: การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต: การทำงานกลุ่ม
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี: -

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**

1. มีความรับผิดชอบ
2. มุ่งมั่นในการทำงาน
3. รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม

<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u>

**1. ขั้นเริ่มต้นตั้งหลักและวางแผน (Anchoring and planning)** (10 นาที)

1.1 ครูนำเสนอสถานการณ์ต่อไปนี้และให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ “พลอยเตรียมสารสำหรับการทดลองไว้ 3 ชนิด โดยเตรียมผงตะไบเหล็ก เม็ดข้าวโพด และข้าวสาร ไว้ในถ้วยพลาสติก ถ้วยละ 1 สาร วางไว้บนโต๊ะรับประทานอาหาร จากนั้นพลอยออกไปเดินเล่นในหมู่บ้าน เวลาผ่านไป 10 นาที แมวที่พลอยเลี้ยงไว้ได้ขึ้นมาเล่นบนโต๊ะรับประทานอาหาร ทำให้ถ้วยที่บรรจุผงตะไบเหล็ก เม็ดข้าวโพด และข้าวสาร ได้ตกลงมาบนพื้นบ้าน เวลาผ่านไปไม่นานพลอยกลับมาที่บ้าน จึงหาวิธีการในการแยกสารต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่” ถ้านักเรียนเป็นพลอย นักเรียนจะแยกสารที่ผสมกันอยู่ให้ออกจากกันได้ด้วยวิธีการใด ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะเหตุใด

1.2 นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยการตั้งสมมติฐาน “วิธีการแยกสารผสมที่เหมาะสม” และระบุเหตุผลที่เลือกใช้วิธีการดังกล่าว โดยบันทึกลงในใบกิจกรรม (เอกสารแนบ 1)

1.3 นักเรียนสร้างผังกระบวนการ (Flowchart) จากความรู้เดิมของตนเอง เรื่อง ขั้นตอนการแยกสาร ลงในใบกิจกรรม

1.4 เมื่อสิ้นสุดขั้นนี้ ผลลัพธ์ที่ได้คือ สมมติฐานเกี่ยวกับวิธีการแยกสารผสม และผังกระบวนการครั้งที่ 1 ที่นักเรียนสร้างขึ้นในขั้น 1.3 (ครั้งที่ 1 สร้างจากความรู้เดิม) ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยสมมติฐานควรมีลักษณะของการคาดคะเนว่า สารชนิดใดหรือคู่ใดสามารถแยกออกมาจากสารผสมด้วยวิธีการใด ดังตัวอย่าง “ใช้แม่เหล็กดูดผงตะไบเหล็กออกจากข้าวสารและเม็ดข้าวโพด และใช้มือหยิบเม็ดข้าวโพดออกจากข้าวสาร”

**2. ขั้นสืบสอบรายบุคคล (Individual inquiry)** (25 นาที)

2.1 นักเรียนแต่ละคนศึกษาข้อมูลจากใบความรู้ เรื่อง การแยกสารผสม (เอกสารแนบ 2) ตามที่ตนเองสนใจและสอดคล้องกับสมมติฐานที่สร้างขึ้น โดยใช้เวลา 10 นาที

2.2 นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากใบความรู้ลงในตารางในใบกิจกรรมในประเด็นต่อไปนี้ 1) วิธีการแยกสาร 2) สมบัติของสาร และ 3) ตัวอย่างสารผสม

2.2 นักเรียนทบทวน ปรับปรุง และแก้ไขผังกระบวนการให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้ศึกษา โดยเขียนผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 2 ปรับแก้ไขหลังการศึกษารายบุคคล) ลงในใบกิจกรรม

2.3 ครูให้นักเรียนตอบคำถามในสถานการณ์ที่ 1 ที่ว่า “ถ้านักเรียนเป็นพลอย นักเรียนจะแยกสารที่ผสมกันอยู่ให้ออกจากกันได้ด้วยวิธีการใด ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะเหตุใด อธิบายโดยระบุหลักฐานและเหตุผลประกอบคำตอบให้น่าเชื่อถือ”

*คำตอบที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจมีความหลากหลายและไม่สมบูรณ์ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันตามความคิดและประสบการณ์เดิมของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยครอบคลุมคำตอบ 3 ประเด็นดังนี้*

*ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อความที่เป็นข้อสรุปหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา*

*หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมและเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง*

*การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง ข้อความที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยเป็นการลงความเห็นที่แสดงว่า ข้อมูลดังกล่าวสามารถเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และสามารถใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล*

2.4 เมื่อสิ้นสุดขั้นนี้ ผลลัพธ์ที่ได้คือ ตารางบันทึกความรู้ (รายบุคคล) ผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 2 ปรับแก้ไขหลังการศึกษารายบุคคล) และคำตอบของสถานการณ์คำถาม (ครั้งที่ 1 คำตอบรายบุคคล)

**3. ขั้นสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative inquiry)** (30 นาที)

3.1 ครูแบ่งนักเรียนเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน 5 กลุ่ม และกลุ่มละ 6 คน 2 กลุ่ม แบบคละความสามารถ โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มจะคงเดิมทุกกิจกรรมหรือการทดลอง

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 นำตารางบันทึกความรู้ (รายบุคคล) ผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 2 ปรับแก้ไขหลังการศึกษารายบุคคล) มาแลกเปลี่ยนกันในกลุ่ม โดยพูดทีละคน คนละ 1 นาที จากนั้นเพื่อนคนที่อยู่ขวามือจะเป็นผู้นำเสนอลำดับถัดไป จนนำเสนอครบทุกคนในกลุ่ม (เทคนิคการพูดรอบวง (Round Robin))

3.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ตามความเหมาะสมและระบุลงในใบกิจกรรม (กำหนด 4 หน้าที่ ได้แก่ หัวหน้าทีม ผู้ดูแลอุปกรณ์ ผู้นำเสนอ ผู้บันทึก)

3.2.3 ครูให้ตัวแทนกลุ่ม กลุ่มละ 1 คน ออกมารับอุปกรณ์หน้าชั้นเรียน และเริ่มทำการทำกิจกรรม โดยกำหนดเวลา 15 นาที และบันทึกผลการทำกิจกรรม

3.3 ตัวแทนกลุ่ม ๆ ละ 1 คนออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

**4. ขั้นสรุปผลลัพธ์ของกลุ่ม (Concluding group's results)** (30 นาที)

4.1 ครูให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตอบคำถามหลังการทดลอง รายละเอียดในใบกิจกรรม

4.2 นักเรียนร่วมกันสร้างผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 3 ผลงานของกลุ่ม) โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกผังกระบวนการ ขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 2 ปรับแก้ไขหลังการศึกษารายบุคคล) ของสมาชิกในกลุ่ม ที่ดีที่สุด

4.2.2 นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อพัฒนาเป็นผังกระบวนการ ขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 3 ผลงานของกลุ่ม) จากนั้นเขียนบนกระดาษแล้วติดในใบกิจกรรม ครูถ่ายรูปผลงานของนักเรียนทุกกลุ่มแล้วแสดงบนจอ โดยให้นักเรียนนำเสนอทีละกลุ่ม

4.3 นักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อปรับแก้ไขคำตอบของสถานการณ์คำถามตามการอภิปรายในกลุ่ม และบันทึกเป็นรายบุคคล (ครั้งที่ 2 คำตอบรายกลุ่ม หลังการทำกิจกรรม) โดยคำตอบของนักเรียนควรเป็นดังนี้

*ข้อกล่าวอ้าง วิธีการที่เหมาะสมในการแยกสารผสมที่ประกอบด้วยแยกผงตะไบเหล็ก ข้าวสาร และเม็ดข้าวโพด ได้แก่ การใช้แม่เหล็กดูด และการหยิบหรือการเขี่ยออก*

*หลักฐาน ผงตะไบเหล็กมีสมบัติความเป็นแม่เหล็ก จึงสามารถใช้แม่เหล็กดูดได้ ส่วนข้าวโพดมีลักษณะเป็นเม็ด ขนาดใหญ่พอที่สามารถใช้มือหยิบได้*

*การให้เหตุผล เนื่องจากการแยกสารผสม ควรพิจารณาสมบัติทางกายภาพของสารเป็นเกณฑ์ กล่าวคือ การใช้อำนาจแม่เหล็กหรือการใช้แม่เหล็กดูดเป็นการแยกสารผสมที่สารหนึ่งมีสมบัติถูกแม่เหล็กดูดได้ ดังนั้น จึงสามารถแยกผงตะไบเหล็กออกจากข้าวสารและเม็ดข้าวโพดได้ และใช้การหยิบหรือการเขี่ยออก เป็นการแยกสารผสมที่มีขนาดใหญ่พอที่จะหยิบหรือเขี่ยออกได้ ดังนั้น จึงสามารถแยกเม็ดข้าวโพดออกจากข้าวสารได้*

**5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** (5 นาที)

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดการนำวิธีการแยกสารไปใช้ในชีวิตประจำวัน จากนั้นเขียนลงในกระดาษการ์ด

5.2 ตัวแทนกลุ่มนำกระดาษการ์ดไปติดบนกระดาน ให้สอดคล้องกับวิธีการแยกสารที่ครูกำหนด จากนั้นร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

5.3 ครูรวบรวมภาพผังกระบวนการขั้นตอนแยกสารของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วนำมาจัดนิทรรศการหลังจบการเรียนการสอนบทที่ 1 การจำแนกสาร เพื่อให้ชื่นชมและประกวดผลงานของกลุ่มที่สมบูรณ์มากที่สุด

5.4 นักเรียนและครูสะท้อนความคิดและให้ผลย้อนกลับเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่นักเรียนได้ปฏิบัติ

<u>สื่อการเรียนรู้</u>

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการทดลองเรื่อง “การแยกสารผสม” รายละเอียดดังใบกิจกรรม เรื่อง การแยกสารผสมอย่างง่าย (เอกสารแนบ 1)

2. Power Point เรื่อง การแยกสารผสมอย่างง่าย

3. ใบกิจกรรม เรื่อง การแยกสารผสมอย่างง่าย (เอกสารแนบ 1)

4. ใบความรู้ เรื่อง การแยกสาร (เอกสารแนบ 2)

5. กระดาษการ์ดในกิจกรรมขั้นขยายความรู้

<u>การวัดและประเมินผล</u>

1. ประเมินความรู้ความเข้าใจเรื่องการแยกสารผสมอย่างง่าย โดยใช้แบบสอบ

2. ประเมินการทำกิจกรรมและการทดลองภายในกลุ่ม โดยใช้แบบสังเกต

3. ประเมินความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นในการทำงาน และการรับฟังความคิดเห็น โดยใช้แบบสังเกต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**เอกสารแนบ 1**

**ใบกิจกรรม เรื่อง “การแยกสารผสมอย่างง่าย” (รายบุคคล)**

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

**ตอนที่ 1** ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

“พลอยเตรียมสารสำหรับการทดลองไว้ 3 ชนิด โดยเตรียมผงตะไบเหล็ก เม็ดถั่วแดง และข้าวสาร ไว้ในถ้วยพลาสติก ถ้วยละ 1 สาร วางไว้บนโต๊ะรับประทานอาหาร จากนั้นพลอยไปเดินเล่นในหมู่บ้าน เวลาผ่านไป 10 นาที แมวที่พลอยเลี้ยงไว้ได้ขึ้นมาเล่นบนโต๊ะรับประทานอาหาร ทำให้ทำให้ถ้วยที่บรรจุผงตะไบเหล็ก เม็ดถั่วแดง และข้าวสาร ได้ตกลงมาในกะละมัง เวลาผ่านไปไม่นานพลอยกลับมาที่บ้าน จึงหาวิธีการในการแยกสารต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่”

<u>คำถาม</u>

1. ถ้านักเรียนเป็นพลอย จะแยกสารชนิดใดหรือคู่ใดสามารถออกมาจากสารผสมด้วยวิธีการใด

.....

.....

2. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการในข้อที่ 1.....

.....

3. นักเรียนสร้างผังกระบวนการ (Flowchart) ขั้นตอนการแยกสารที่ผสมกันอยู่

ผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่ 2** ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง “การแยกสารผสม” แล้วตอบคำถาม

1. จากการศึกษาใบความรู้ “การแยกสารผสม” ให้นักเรียนบันทึกประเด็นต่อไปนี้ลงในตารางบันทึกความรู้

1) วิธีการแยกสาร 2) สมบัติของสารหรือสถานะของสาร และ 3) ตัวอย่างสารผสมที่ทำการแยกสาร

**ตาราง** สมบัติหรือสถานะของสารและตัวอย่างสารผสมที่สามารถแยกสารได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ

| วิธีการแยกสาร | สมบัติของสารหรือ<br>สถานะของสาร | ตัวอย่างสารผสม<br>ที่ทำการแยกสาร |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

2. นักเรียนปรับแก้ไขผังกระบวนการในตอนที่ 1 ให้ถูกต้องและสอดคล้องตามข้อมูลที่นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม

| |
|---|
| ผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ถ้านักเรียนเป็นพลอย นักเรียนจะแยกสารที่ผสมกันอยู่ให้ออกจากกันได้ด้วยวิธีการใดให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะเหตุใด อธิบายโดยระบุหลักฐานและเหตุผลประกอบคำตอบให้น่าเชื่อถือ

ข้อกล่าวอ้าง.....

.....

.....

หลักฐาน.....

.....

.....

.....

.....

.....

การให้เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ใบกิจกรรม เรื่อง “การแยกสารผสมอย่างง่าย” (กลุ่ม)**

**ตอนที่ 3** ให้นักเรียนอภิปรายผลการศึกษาร่วมกัน ทำกิจกรรม และตอบคำถามหลังการทำกิจกรรม

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. นำตารางบันทึกความรู้ และผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 2 ปรับแก้ไขหลังการศึกษารายบุคคล) มาแลกเปลี่ยนกันในกลุ่ม โดยพูดทีละคน คนละ 1 นาที จากนั้นเพื่อนคนที่อยู่ขวามือจะเป็นผู้นำเสนอลำดับถัดไป จนนำเสนอครบทุกคนในกลุ่ม
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ตามความเหมาะสม และระบุลงในใบกิจกรรม
3. ตัวแทนกลุ่ม กลุ่มละ 1 คน ออกมารับอุปกรณ์หน้าชั้นเรียน
4. ทำกิจกรรม และบันทึกผลการทำกิจกรรม

**สมาชิกกลุ่มที่..... ชั้น ม. 2/3**

1. หัวหน้าทีม ชื่อ.....เลขที่.....เหตุผลที่เลือก.....
2. ผู้ดูแลอุปกรณ์ ชื่อ.....เลขที่.....เหตุผลที่เลือก.....
3. ผู้นำเสนอ ชื่อ.....เลขที่.....เหตุผลที่เลือก.....
4. ผู้บันทึก ชื่อ.....เลขที่.....เหตุผลที่เลือก.....
5. ผู้บันทึก ชื่อ.....เลขที่.....เหตุผลที่เลือก.....
6. ผู้ดูแลอุปกรณ์ ชื่อ.....เลขที่.....เหตุผลที่เลือก.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี**

1. ข้าวสาร
2. ถั่วเหลือง
3. แป้ง
4. ผงตะไบเหล็ก
5. ทราย
6. เกลือ
7. ตะแกรง
8. แม่เหล็ก
9. ตะเกียงแอลกอฮอล์
10. ถ้วยกระเบื้อง

**วิธีการทำกิจกรรม**

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตลักษณะทางกายภาพของสารผสมตัวอย่างต่อไปนี้ แล้วบันทึกผล
   สารผสมตัวอย่างที่ 1 ข้าวสารผสมกับถั่วเหลือง สารผสมตัวอย่างที่ 2 ผงตะไบเหล็กผสมกับแป้ง
   สารผสมตัวอย่างที่ 3 ทรายผสมกับข้าวสาร สารผสมตัวอย่างที่ 4 เกลือผสมกับทราย
2. ระบุสมมติฐาน วิธีการที่จะใช้ในการแยกสารผสมตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่าง แล้วบันทึกผล
3. ลงมือปฏิบัติตามวิธีการที่กลุ่มเลือก และบันทึกผลการทำกิจกรรม

**คำถามก่อนการทำกิจกรรม**

ให้นักเรียนระบุลักษณะทางกายภาพของสาร และสมมติฐานวิธีการแยกสารผสม

| สารผสมตัวอย่าง | ลักษณะทางกายภาพของสาร | สมมติฐานวิธีการแยกสารผสม |
|---|---|---|
| 1. ข้าวสารผสมกับถั่วเหลือง | | |
| 2. ผงตะไบเหล็กผสมกับแป้ง | | |
| 3. ทรายผสมกับข้าวสาร | | |
| 4. เกลือผสมกับทราย | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**บันทึกผลการทำกิจกรรม**

**ตาราง** วิธีการแยกสาร และผลที่ได้จากการแยกสารผสมตัวอย่าง

| สารผสมตัวอย่าง | วิธีการแยกสารที่ใช้ | ผลที่ได้จากการแยกสารผสม |
|---|---|---|
| 1. ข้าวสารผสมกับถั่วเหลือง | | |
| 2. ผงตะไบเหล็กผสมกับแป้ง | | |
| 3. ทรายผสมกับข้าวสาร | | |
| 4. เกลือผสมกับทราย | | |

**คำถามหลังการทำกิจกรรม**

1. นักเรียนใช้วิธีการใดบ้างในการแยกสารผสมตัวอย่าง.....

.....

2. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการแยกสารผสม.....

3. วิธีการที่กลุ่มเลือกสามารถแยกสารออกจากกันได้หรือไม่ คุ้มค่ากับเวลาและค่าใช้จ่ายหรือไม่อย่างไร.....

.....

.....

4. นักเรียนนำวิธีการแยกสารไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ตอนที่ 4** ให้นักเรียนร่วมกันสร้างผลงานของกลุ่ม

<u>กิจกรรมที่ 1</u> นักเรียนร่วมกันสร้างผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร ของกลุ่ม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 2 ปรับแก้ไขหลังการศึกษารายบุคคล) ของสมาชิกในกลุ่ม ที่ดีที่สุด
2. อภิปรายร่วมกันเพื่อพัฒนาเป็นผังกระบวนการขั้นตอนการแยกสาร (ครั้งที่ 3 ผลงานของกลุ่ม)
3. สร้างผังกระบวนการของกลุ่มลงในพื้นที่ที่กำหนด
4. ตัวแทนกลุ่มละ 1 คนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

<u>กิจกรรมที่ 2</u> นักเรียนสร้างคำตอบของกลุ่มเพื่อตอบสถานการณ์ปัญหา โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นักเรียนในกลุ่มร่วมกันคิดคำตอบที่เหมาะสม ให้ครอบคลุมคำตอบทั้ง 3 ประเด็นคือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล
2. บันทึกคำตอบของกลุ่มลงในพื้นที่ที่กำหนด

<u>คำถาม</u> นักเรียนจะแยกสารผสมที่ประกอบด้วย ข้าวสาร ถั่วเหลือง และผงตะไบเหล็ก ที่ปนกันอยู่ให้ออกจากกันได้ด้วยวิธีการใด ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด อธิบายโดยระบุหลักฐานและเหตุผลประกอบคำตอบให้น่าเชื่อถือ

ข้อกล่าวอ้าง.....

.....

หลักฐาน.....

.....

.....

การให้เหตุผล.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

☺☺☺☺☺☺☺

**เอกสารแนบ 2**

**ใบความรู้ เรื่อง “การแยกสารผสม”**

**ความหมายของสารผสมและการแยกสารผสม**

สารผสม (Mixture) หมายถึง สารที่เกิดจากการนำสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มาผสมกันในอัตราส่วนที่ไม่คงที่ ซึ่งสารแต่ละชนิดยังคงแสดงสมบัติของสารเดิมอยู่

การแยกสารผสม หมายถึง กระบวนการทำให้สารผสมบริสุทธิ์ โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของสารเป็นเกณฑ์ในการแยกสารผสม

**วิธีการแยกสารผสม**

**การหยิบหรือการเขี่ยออก** เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีของผสมขนาดใหญ่พอที่จะหยิบออกหรือเขี่ยออกได้ *เช่น การหยิบก้อนหินขนาดใหญ่ออกจากทราย*

**การละลาย** เป็นวิธีการแยกสารผสมที่สารมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน ผลของการแยกสารทำให้ได้สารที่มีสถานะเดียวกับตัวทำละลาย *เช่น การละลายของน้ำตาลทรายในน้ำ จะได้สารละลายน้ำตาลทรายหรือน้ำเชื่อม*

**การกรอง** เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสถานะเป็นของแข็งออกจากของเหลว โดยผ่านตัวกรองที่มีรูพรุนขนาดเล็ก ทำให้อนุภาคของของแข็งนั้นไม่สามารถผ่านตัวกรองได้ ส่วนอนุภาคของของเหลวจะผ่านตัวกรองได้ *เช่น การใช้ผ้าขาวบางคั้นน้ำกะทิจากมะพร้าว*

**การใช้อำนาจแม่เหล็กหรือการใช้แม่เหล็กดูด** เป็นวิธีการแยกสารเนื้อผสมโดยองค์ประกอบหนึ่งมีสมบัติในการถูกแม่เหล็กดูดได้ *เช่น การแยกผงตะไบเหล็กออกจากผงกำมะถัน โดยใช้แม่เหล็กถูไปมาบนแผ่นกระดาษที่วางกับของผสมทั้งสอง แม่เหล็กจะดูดผงเหล็กแยกออกมา*

**การระเหยแห้ง** เป็นการแยกสารผสมที่เป็นสารละลายมีลักษณะเป็นของเหลวใส ซึ่งมีของเหลวและมีของแข็งละลายในของเหลว *การแยกสารโดยวิธีการระเหยแห้งนิยมใช้ในการแยกเกลือออกจากน้ำทะเล เพื่อให้ได้เกลือสมุทร*

# ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง “การแยกสารผสมอย่างง่าย”

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

วิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว 22101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 100 นาที ผู้สอน นางสาวกรกนก เลิศเดชาภัทร

---

สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน และตัวชี้วัด

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 3.1 ม.2/3 ทดลองและอธิบายหลักการแยกสารด้วยวิธีการกรอง การตกผลึก การสกัดการกลั่นและโครมาโทกราฟี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ว 8.1 ม.1-3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.1-3/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี

ว 8.1 ม.1-3/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่มีคุณภาพ

ว 8.1 ม.1-3/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ว 8.1 ม.1-3/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.1-3/6 สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.1-3/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ว 8.1 ม.1-3/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ และเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

ว 8.1 ม.1-3/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงานาหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

<u>จุดประสงค์การเรียนรู้</u>

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของสารผสมและการแยกสารผสมได้
2. อธิบายหลักการแยกสารผสมโดยใช้แม่เหล็กดูด การละลาย การกรอง การระเหยแห้ง การหยิบหรือเขี่ยออก การกลั่นและการกลั่นด้วยไอน้ำได้
3. ทำการทดลองเพื่อแยกสารผสมออกจากกันด้วยวิธีการอย่างง่ายได้
4. ยกตัวอย่างการแยกสารโดยวิธีการอย่างง่ายที่พบในชีวิตประจำวัน
5. สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแยกสารผสมอย่างง่ายได้
6. เป็นผู้มีความรับผิดชอบ มุ่งมั่นในการทำงาน และรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม

<u>เนื้อหา/สาระ</u>

**ด้านความรู้**

**ความหมายของสารผสมและการแยกสารผสม**

สารผสม (Mixture) หมายถึง สารที่เกิดจากการนำสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มาผสมกันในอัตราส่วนที่ไม่คงที่ ซึ่งสารแต่ละชนิดยังคงแสดงสมบัติของสารเดิมอยู่

การแยกสารผสม หมายถึง กระบวนการทำให้สารผสมบริสุทธิ์ โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพของสารเป็นเกณฑ์ในการแยกสารผสม

**วิธีการและหลักการแยกสารผสม**

การแยกสารผสมแต่ละวิธีมีหลักการดังนี้

1. การใช้อำนาจแม่เหล็กหรือการใช้แม่เหล็กดูด เป็นการแยกสารเนื้อผสมโดยองค์ประกอบหนึ่งมีสมบัติในการถูกแม่เหล็กดูดได้ เช่น การแยกผงตะไบเหล็กออกจากผงกำมะถัน โดยใช้แม่เหล็กถูไปมาบนแผ่นกระดาษที่วางกับของผสมทั้งสอง แม่เหล็กจะดูดผงเหล็กแยกออกมา

2. การละลาย เป็นวิธีการแยกสารผสมที่สารมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน ผลของการแยกสารทำให้ได้สารที่มีสถานะเดียวกับตัวทำละลาย เช่น การแยกน้ำตาลออกจากพริกป่นโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย จะได้สารละลายน้ำตาลหรือน้ำเชื่อม

3. การกรอง เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสถานะเป็นของแข็งออกจากของเหลว โดยผ่านตัวกรองที่มีรูพรุนขนาดเล็ก ทำให้อนุภาคของของแข็งนั้นไม่สามารถผ่านตัวกรองได้ ส่วนอนุภาคของของเหลวจะผ่านตัวกรองได้ เช่น การใช้ผ้าขาวบางในการคั้นน้ำกะทิจากมะพร้าว แผ่นกรองอากาศในเครื่องปรับอากาศ

4. การระเหยแห้ง เป็นการแยกสารผสมที่เป็นสารละลายมีลักษณะเป็นของเหลวใส ซึ่งมีของเหลวและมีของแข็งละลายในของเหลว การแยกสารโดยวิธีการระเหยแห้งนิยมใช้ในการแยกเกลือออกจากน้ำทะเล เพื่อให้ได้เกลือสมุทร

5. การหยิบหรือการเขี่ยออก เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีของผสมขนาดใหญ่พอที่จะหยิบออกหรือเขี่ยออกได้ เช่น การหยิบก้อนหินขนาดใหญ่ออกจากทราย

6. การกลั่น เป็นวิธีการแยกสารผสมที่เป็นของเหลว หรือของแข็งที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับของเหลว ซึ่งอาศัยหลักการความแตกต่างของจุดเดือดและการระเหยของสาร กล่าวคือ เป็นการทำให้ของเหลวกลายเป็นไอโดยการให้พลังงานความร้อน ทำให้สารที่มีจุดเดือดต่ำกว่าระเหยเป็นไอก่อน และเมื่อเย็นลงไอจะควบแน่นแล้วกลั่นตัวเป็นของเหลวบริสุทธิ์ ตัวอย่างการแยกสารโดยการกลั่น เช่น การแยกองค์ประกอบของน้ำเกลือ

7. การกลั่นด้วยไอน้ำ เป็นวิธีการแยกสารที่เป็นน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยหลักในการสกัดคือไอน้ำช่วยทำให้น้ำมันหอมระเหยกลายเป็นไอปนออกมากับไอน้ำ และควบแน่นที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำมันหอมระเหย ของเหลวที่กลั่นได้จะแยกเป็น 2 ชั้นโดยมีน้ำ

อยู่ชั้นล่าง และน้ำมันหอมระเหยอยู่ชั้นบน ตัวอย่างการแยกสารโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ เช่น การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากผิวมะกรูด

**ด้านกระบวนการ**

1. ความสามารถในการสื่อสาร: การอภิปราย
2. ความสามารถในการคิด: การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา: -
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต: การทำงานกลุ่ม
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี: -

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**

1. มีความรับผิดชอบ
2. มุ่งมั่นในการทำงาน
3. รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม

<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u>

**1. การสร้างความสนใจ (Engage)** (10 นาที)

1.1 ครูนำเสนอสถานการณ์ต่อไปนี้และให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ “พลอยเตรียมสารสำหรับการทดลองไว้ 3 ชนิด โดยเตรียมผงตะไบเหล็ก เม็ดถั่วแดง และข้าวสาร ไว้ในถ้วยพลาสติก ถ้วยละ 1 สาร วางไว้บนโต๊ะรับประทานอาหาร จากนั้นพลอยออกไปเดินเล่นในหมู่บ้าน เวลาผ่านไป 10 นาที แมวที่พลอยเลี้ยงไว้ได้ขึ้นมาเล่นบนโต๊ะรับประทานอาหาร ทำให้ถ้วยที่บรรจุผงตะไบเหล็ก เม็ดถั่วแดง และข้าวสาร ได้ตกลงมาในกะละมัง เวลาผ่านไปไม่นานพลอยกลับมาที่บ้าน จึงพยายามหาวิธีการในการแยกสารต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่” ถ้านักเรียนเป็นพลอย นักเรียนจะแยกสารที่ผสมกันอยู่ให้ออกจากกันได้ด้วยวิธีการใด ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะเหตุใด

1.2 ครูสุ่มนักเรียน 2 คน คาดคะเนคำตอบจากสถานการณ์ข้างต้น

1.3 ครูตั้งคำถามว่า การแยกสารผสมคืออะไร มีวิธีการอะไรบ้างที่ใช้ในการแยกสารผสมต่าง ๆ และหลักการแยกสารแต่ละวิธีเป็นอย่างไร

**2. การสำรวจและค้นหา (Explore)** (30 นาที)

2.1 ครูแบ่งนักเรียน 7 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน 6 กลุ่ม และกลุ่มละ 6 คน 1 กลุ่ม ตามเลขที่ โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มจะคงเดิมทุกกิจกรรมหรือการทดลอง

2.2 นักเรียนทำกิจกรรมเรื่อง “การแยกสารผสมอย่างง่าย” โดยปฏิบัติกิจกรรมดังรายละเอียดในใบกิจกรรม (เอกสารแนบ 3)

2.3 ครูให้ตัวแทนกลุ่ม กลุ่มละ 1 คน ออกมารับอุปกรณ์หน้าชั้นเรียน และเริ่มทำกิจกรรมโดยกำหนดเวลา 15 นาที และบันทึกผล

**3. การอธิบาย (Explain)** (40 นาที)

3.1 ตัวแทนนักเรียนกลุ่มละ 1 คน ออกมานำเสนอและบันทึกผลหน้าชั้นเรียน ส่วนนักเรียนคนอื่น ๆ ให้บันทึกประเด็นการนำเสนอของเพื่อนลงในใบกิจกรรม

3.2 นักเรียนตอบคำถามหลังการทำกิจกรรมเพื่อตอบคำถามสำคัญและนำสู่การสรุปผลการทดลองโดยคำถามระบุในใบกิจกรรม

3.3 ครูให้ข้อมูลหลักการแยกสารอื่น ๆ โดยการบรรยายประกอบ Power Point ได้แก่ การละลาย การระเหยแห้ง การกลั่น และการกลั่นด้วยไอน้ำ

**4. การขยายความรู้ (Elaborate)** (10 นาที)

4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดการนำวิธีการแยกสารไปใช้ในชีวิตประจำวัน จากนั้นเขียนลงในกระดาษการ์ด

4.2 ตัวแทนกลุ่มนำกระดาษการ์ดไปติดบนกระดานให้สอดคล้องกับวิธีการแยกสารที่ครูกำหนด จากนั้นร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

**5. การประเมิน (Evaluate)** (10 นาที)

5.1 ครูให้นักเรียนประเมินใน 4 ขั้นตอนข้างต้นของการเรียนรู้ เรื่องการแยกสารผสมอย่างง่าย โดยใช้เกม “The Choice” โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ครูแจกการ์ดคำตอบ A B C และ D ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

5.1.2 ครูนำเสนอคำถามและตัวเลือกทั้ง 4 ตัวเลือก

5.1.3 นักเรียนเลือกคำตอบ โดยแสดงการ์ดคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของกลุ่ม

5.1.4 ครูเฉลยคำตอบในแต่ละข้อ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามในเกม The Choice แสดงได้ดังนี้

1. หลักการใดใช้ในการพิจารณาการแยกสารผสมออกจากกัน

1) สมบัติของสารผสม

2) ความสะดวกในการแยกสาร

3) สมบัติของอุปกรณ์ที่จะใช้แยกสาร

4) งบประมาณที่ใช้ในการแยกสาร

2. ถ้านักเรียนทำน้ำหกลงไปในน้ำมันพืชแต่ไม่มีกรวยแยก จะมีวิธีการใดที่สามารถแยกน้ำมันพืชออกจากน้ำได้

1) การรินออก

2) การระเหยแห้ง

3) การละลาย

4) การกลั่นธรรมดา

3. ข้อใดต่อไปนี้ต่างจากพวก

1) กรวย: การกรอง

2) การกลั่น: ความร้อน

3) ก้อนหิน: แม่เหล็ก

4) แสงแดด: การระเหยแห้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>สื่อการเรียนรู้</u>

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการทดลองเรื่อง การแยกสารผสมอย่างง่าย รายละเอียดดังใบกิจกรรม การแยกสารผสมอย่างง่าย (เอกสารแนบ 3)

2. Power Point เรื่อง การแยกสารผสมและการกลั่น

3. ใบกิจกรรม เรื่อง การแยกสารผสม (เอกสารแนบ 3)

4. กระดาษการ์ด ในกิจกรรมขั้นขยายความรู้

<u>การวัดและประเมินผล</u>

1. ประเมินความรู้ความเข้าใจเรื่องการแยกสารผสมอย่างง่าย โดยใช้แบบสอบ

2. ประเมินการทำกิจกรรมและการทดลองภายในกลุ่ม โดยใช้แบบสังเกต

3. ประเมินความรับผิดชอบ ความมุ่งมุ่นในการทำงาน และการรับฟังความคิดเห็น โดยใช้แบบสังเกต


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**เอกสารแนบ 3**

**ใบกิจกรรม เรื่อง “การแยกสารผสมอย่างง่าย”**

**สมาชิกกลุ่มที่..... ชั้น ม. 2/4**

1.....เลขที่..... หน้าที่.....

2.....เลขที่..... หน้าที่.....

3.....เลขที่..... หน้าที่.....

4.....เลขที่..... หน้าที่.....

5.....เลขที่..... หน้าที่.....

6.....เลขที่..... หน้าที่.....

**วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี**

1. ข้าวสาร
2. ถั่วเหลือง
3. แป้ง
4. ผงตะไบเหล็ก
5. ทราย
6. เกลือ
7. ตะแกรง
8. แม่เหล็ก
9. ตะเกียงแอลกอฮอล์
10. ถ้วยกระเบื้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**วิธีการทำกิจกรรม**

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตลักษณะทางกายภาพของสารผสมตัวอย่างต่อไปนี้ แล้วบันทึกผลการสังเกต

   สารผสมตัวอย่างที่ 1 ข้าวสารผสมกับถั่วเหลือง สารผสมตัวอย่างที่ 2 ผงตะไบเหล็กผสมกับแป้ง

   สารผสมตัวอย่างที่ 3 ทรายผสมกับข้าวสาร สารผสมตัวอย่างที่ 4 เกลือผสมกับทราย

2. ระบุสมมติฐาน วิธีการที่จะใช้ในการแยกสารผสมตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่าง แล้วบันทึกผล

3. ลงมือปฏิบัติตามวิธีการที่กลุ่มเลือก และบันทึกผลการทำกิจกรรม

**คำถามก่อนการทำกิจกรรม**

ให้นักเรียนระบุลักษณะทางกายภาพของสาร และสมมติฐานวิธีการแยกสารผสม ลงในตาราง

**ตาราง** ลักษณะทางกายภาพของสาร และสมมติฐานวิธีการแยกสารผสม

| สารผสมตัวอย่าง | ลักษณะทางกายภาพของสาร | สมมติฐานวิธีการแยกสารผสม |
|---|---|---|
| 1. ข้าวสารผสมกับถั่วเหลือง | | |
| 2. ผงตะไบเหล็กผสมกับแป้ง | | |
| 3. ทรายผสมกับข้าวสาร | | |
| 4. เกลือผสมกับทราย | | |

**บันทึกผลการทำกิจกรรม**

**ตาราง** วิธีการแยกสาร และผลที่ได้จากการแยกสารผสมแต่ละตัวอย่าง

| สารผสมตัวอย่าง | วิธีการแยกสาร | ผลที่ได้จากการแยกสารผสม |
|---|---|---|
| 1. ข้าวสารผสมกับถั่วเหลือง | | |
| 2. ผงตะไบเหล็กผสมกับแป้ง | | |
| 3. ทรายผสมกับข้าวสาร | | |
| 4. เกลือผสมกับทราย | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**คำถามหลังการทำกิจกรรม**

1. สารผสมคืออะไร.....

.....

2. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการแยกสารผสม.....

3. นักเรียนใช้วิธีการใดบ้างในการแยกสารผสม วิธีการดังกล่าวใช้แยกสารผสมที่มีลักษณะอย่างไร และมีหลักการของการแยกสารในแต่ละวิธีอย่างไร

| วิธีการแยกสารผสม | ลักษณะของสารผสม | หลักการแยกสารผสม |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

4. วิธีการที่กลุ่มเลือกสามารถแยกสารออกจากกันได้หรือไม่ คุ้มค่ากับเวลาและค่าใช้จ่ายหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

☺☺☺☺☺☺☺

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ค
# คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การตรวจคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย นำเสนอคุณภาพของเครื่องมือได้ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

    1.1 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

    1.2 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2. แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

    2.1 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ สถานการณ์สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

    2.2 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม

    2.3 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจแบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

    2.4 ความเที่ยงระหว่างผู้สังเกตในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

3. แผนการจัดการเรียนรู้

    3.1 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

    3.2 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ในการตรวจเกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**

**ตาราง** สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

| ข้อคำถาม | ความสอดคล้องของคำตอบกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | | | ความเหมาะสมของคำตอบกับระดับคะแนน | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ข้อกล่าวอ้าง | หลักฐาน | การให้เหตุผล | ข้อกล่าวอ้าง | หลักฐาน | การให้เหตุผล |
| แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) | | | | | | |
| 1. การแยกสาร | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2. สารประกอบและธาตุ | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3. การเกิดปฏิกิริยาเคมี | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4. ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ระหว่างเรียน) | | | | | | |
| 1. การแยกสารผสมอย่างง่าย | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2. การสกัดด้วยตัวทำละลาย | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3. โครมาโทกราฟี | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4. สารประกอบและธาตุ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 5. สมบัติบางประการของธาตุ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6. การเกิดปฏิกิริยาเคมี | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 7. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| ข้อคำถาม | ความสอดคล้องของคำตอบกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ | | | ความเหมาะสมของคำตอบกับระดับคะแนน | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ข้อกล่าวอ้าง | หลักฐาน | การให้เหตุผล | ข้อกล่าวอ้าง | หลักฐาน | การให้เหตุผล |
| 8. ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

ทุกข้อคำถามในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คำตอบทุกข้อมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ (ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล) และคำตอบของทุกข้อมีความเหมาะสมกับระดับคะแนนทั้ง 4 ระดับ (0-4 คะแนน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของ**

**แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)**

**ตาราง** ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)

| ข้อสอบ | ค่าความยาก (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) |
|---|---|---|
| 1. การแยกสาร | 0.55 | 0.32 |
| 2. สารประกอบและธาตุ | 0.51 | 0.39 |
| 3. การเกิดปฏิกิริยาเคมี | 0.23 | 0.39 |
| 4. ปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม | 0.36 | 0.44 |

ข้อสอบ 4 ข้อในแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.23-0.55 แสดว่า ข้อสอบค่อนข้างยากและยากปานกลาง สามารถใช้ได้ และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.32-0.44 แสดงว่า ข้อสอบจำแนกได้ดีและดีพอสมควร สามารถใช้ได้ (โชติกา ภาษีผล, ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, และกมลวรรณ ตังธนกานนท์, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**สถานการณ์สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

**ตาราง** สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ สถานการณ์สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

| สถานการณ์ในการประเมิน | ประเด็นการประเมิน | | |
|---|---|---|---|
| | สถานการณ์เอื้อให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ความเหมาะสมของสถานการณ์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการอธิบายสถานการณ์ |
| สถานการณ์ที่ 1 การแยกสาร | 0.67 | 1.00 | 1.00 |
| สถานการณ์ที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

สถานการณ์ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังทั้ง 2 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่ 1 การแยกสาร และสถานการณ์ที่ 2 ปฏิกิริยาเคมี ล้วนเป็นสถานการณ์ที่เอื้อให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มีความเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และภาษาที่ใช้ในการอธิบายสถานการณ์มีความเหมาะสม

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ในการตรวจแบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

**ตาราง** สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจแบบสังเกตความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ประเด็นการประเมิน | |
|---|---|---|
| | ความสอดคล้องของพฤติกรรมการประเมินกับนิยามของสมรรถนะหลัก | ความชัดเจนของพฤติกรรมการประเมิน |
| 1. การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | |
| 1.1 การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน | 1.00 | 1.00 |
| 1.2 การควบคุมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น | 1.00 | 1.00 |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | |
| 2.1 การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกในกลุ่มในการทำภาระงาน | 1.00 | 1.00 |
| 2.2 การปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมาย/หรือที่ได้วางแผนไว้ | 1.00 | 1.00 |
| 2.3 การสื่อสารกันระหว่างการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ | 1.00 | 1.00 |
| 3. การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม | | |
| 3.1 การเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ (เฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้า) | 1.00 | 1.00 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ประเด็นการประเมิน | |
|---|---|---|
| | ความสอดคล้องของพฤติกรรมการประเมินกับนิยามของสมรรถนะหลัก | ความชัดเจนของพฤติกรรมการประเมิน |
| 3.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของกลุ่ม | 1.00 | 1.00 |

พฤติกรรมการประเมินความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เมื่อพิจารณาแต่ละสมรรถนะหลักพบว่า มีความสอดคล้องกับนิยามของสมรรถนะหลักทุกข้อ และพฤติกรรมการประเมินทุกประเด็นมีความชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ในการตรวจแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม**

**ตาราง** สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ในการตรวจแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ประเด็นการประเมิน | |
|---|---|---|
| | ความสอดคล้องของพฤติกรรมการประเมินกับนิยามของสมรรถนะหลัก | ความชัดเจนของพฤติกรรมการประเมิน |
| 1. การกำหนดและคงรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | |
| 1.1 การทำความเข้าใจปัญหาและภาระงาน | 1.00 | 1.00 |
| 1.2 การควบคุมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ออกนอกประเด็น | 1.00 | 1.00 |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | |
| 2.1 การพิจารณาจุดแข็งและจุดอ่อนของสมาชิกในกลุ่มในการทำภาระงาน | 1.00 | 0.67 |
| 2.2 การปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมาย/หรือที่ได้วางแผนไว้ | 1.00 | 1.00 |
| 2.3 การสื่อสารกันระหว่างการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ | 1.00 | 1.00 |
| 3. การกำหนดและคงรักษาระเบียบของกลุ่ม | | |
| 3.1 การเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินการหรือบทบาทหน้าที่ (เฉพาะกรณีที่เกิดปัญหาเฉพาะหน้า) | 1.00 | 1.00 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

| สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง | ประเด็นการประเมิน | |
|---|---|---|
| | ความสอดคล้องของพฤติกรรมการประเมินกับนิยามของสมรรถนะหลัก | ความชัดเจนของพฤติกรรมการประเมิน |
| 3.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับและการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของกลุ่ม | 1.00 | 1.00 |

พฤติกรรมการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่ม เมื่อพิจารณาแต่ละสมรรถนะหลักพบว่า มีความสอดคล้องกับนิยามของสมรรถนะหลักทุกข้อ และพฤติกรรมการประเมินทุกประเด็นมีความชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ความเที่ยงระหว่างผู้สังเกต**

**ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง**

**ตาราง** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการให้คะแนนความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของผู้สังเกตแต่ละคู่

| ผู้สังเกต | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 |
|---|---|---|---|---|
| คนที่ 1 | | | | |
| คนที่ 2 | 1.00 | | | |
| คนที่ 3 | 1.00 | 0.99 | | |
| คนที่ 4 | 0.99 | 0.98 | 1.00 | |

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผู้สังเกตแต่ละคู่มีค่าตั้งแต่ 0.98-1.00 แสดงว่า ผู้สังเกตแต่ละคู่มีความสัมพันธ์ในการให้คะแนนความสามารถรายบุคคลในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอยู่ในระดับสูง

**ตาราง** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่มของผู้สังเกตแต่ละคู่

| ผู้สังเกต | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 |
|---|---|---|---|---|
| คนที่ 1 | | | | |
| คนที่ 2 | 0.95 | | | |
| คนที่ 3 | 0.95 | 1.00 | | |
| คนที่ 4 | 1.00 | 0.95 | 0.95 | |

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผู้สังเกตแต่ละคู่มีค่าตั้งแต่ 0.95-1.00 แสดงว่า ผู้สังเกตแต่ละคู่มีความสัมพันธ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นกลุ่มอยู่ในระดับสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง**

**ตาราง** สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง

| รายการประเมิน | ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 1.1 การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบตามรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 1.2 แผนการจัดการเรียนรู้มีการลำดับขั้นตอนเป็นระบบ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2.3 ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3. เนื้อหา/สาระ | | | | | | | | |
| 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| รายการประเมิน | ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| และทักษะพิสัย | | | | | | | | |
| 4. กิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมเหมาะสมกับเวลา | 1.00 | 0.33 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 0.67 | 0.67 |
| 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีความชัดเจน | 1.00 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 5.2 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 1.00 | 0.67 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องระหว่างรายละเอียดกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด ทั้งนี้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ต้องปรับแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป**

**ตาราง** สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

| รายการประเมิน | ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 1.1 การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบตามรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 1.2 แผนการจัดการเรียนรู้มีการลำดับขั้นตอนเป็นระบบ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2.3 ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3. เนื้อหา/สาระ | | | | | | | | |
| 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3.3 ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| รายการประเมิน | ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| และทักษะพิสัย | | | | | | | | |
| 4. กิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมเหมาะสมกับเวลา | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 0.67 | 0.67 |
| 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีความชัดเจน | 1.00 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 1.00 | 0.33 | 0.33 | 0.00 |
| 5. สื่อการเรียนรู้ | | | | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 5.2 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องระหว่างรายละเอียดกับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด ยกเว้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องปรับแก้ไขกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 3, 4, 6, 7 และ 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกรกนก เลิศเดชาภัทร เกิดวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2534 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป-ชีววิทยา (เกียรตินิยมอันดับ 1 เหรียญทอง) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557 โดยได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา ประจำปีการศึกษา 2557 ของบัณฑิตวิทยาลัย และได้รับการสนับสนุนจากทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช รุ่นที่ 32 (3/2559) เพื่อสนับสนุนการทำวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University